

Проказа А.Т., Ильченко В.И.

Ф И З И К А

очеловеченная и одухотворенная

**Теории механических, тепловых и
электромагнитных явлений**

Книга первая

<http://prokaza.16mb.com>

**Луганск
2009**

УДК 53.01

ББК 22.3 П-80

ISBN 978 966 534-306-6

Проказа А.Т., Ильченко В.И. Физика очеловеченная и одухотворенная. Книга первая. – Луганск: «Ремир», 2009. – 240 с.

Педагогическая идея «очеловечивания» физических знаний воплощена авторами в физической картине мира, которая представлена в виде функционирующих и диалектически развивающихся систем знаний – физических теорий.

Современная физике – это единый организм, функционирующий на мощном фундаменте экспериментальной техники. Широта практических приложений, глубина влияния физики на многие науки и мировоззрения людей придают ей общечеловеческую ценность.

Авторы пытались «очеловечить» обезличенные научные знания, используя их огромный духовно-гуманитарный потенциал.

Учебное пособие будет полезно студентам и преподавателям, учащимся и учителям и всем, кого волнуют проблемы мироздания и смысла жизни.

Рецензенты:

Стриха М.В., доктор физико-математических наук, профессор.
Савченко С.В., доктор педагогических наук, профессор.

*Рекомендовано к печати Ученым советом Луганского национального университета имени Тараса Шевченко
(протокол № 8 от 27.03.2009).*

Ответственные за выпуск: кандидат физико-математических наук
Гладушина Н.А.
кандидат педагогических наук
Карпенко И.М.
Художник: **Крашенинников В.Н.**
Верстка: **Шепитько О.С.**
Дизайн обложки: **Эсаулова Е.Ю.**

ISBN 978 966 534-306-6

© Центр анализа экономических перспектив, г. Киев
© Проказа А.Т., Ильченко В.И.

конст.т.т.
000.

Из «Золотых россыпей»...
(Вместо эпитафии)

Из всех услуг, которые могут быть оказаны науке, введение новых идей является самой важной

Дж. Дж. Томсон

Эксперимент, поставленный дисциплинированным мышлением одного исследователя или, еще лучше, группы различно мыслящих ученых, способен привести к результатам, далеко превосходящим одни лишь умозрения даже крупнейшего мыслителя

Э. Резерфорд



История трансформации наших представлений о науке и природе вряд ли отделима от другой истории – чувств и эмоций, вызываемых наукой.

И. Пригожин

Вместо предисловия

Книга, которую Вы держите в руках, необычна и пока не имеет себе подобных.

Во-первых, она в равной мере адресована студентам и преподавателям, учителям физики и учащимся, которые через систему образования должны иметь свободный доступ к достижениям общечеловеческой культуры. **Наука вообще (и физика в частности) как одна из форм общественного сознания, безусловно, является важной составляющей духовной культуры.**

Во-вторых, эта книга частично «по физике», частично «о физике», но в большей мере «о физиках», т.е. это «физика в биографиях великих учёных», а поэтому в какой-то степени способствует решению проблемы гуманитаризации естественнонаучного образования на примере «очеловечивания» учебного материала по физике.

В-третьих, читать эту книгу можно последовательно и выборочно, причём, перед систематическим изучением материала, в процессе изучения и после него. Особенно ценным является неоднократное чтение с размышлениями.

Авторы желают читателям успешного приобщения к общечеловеческой духовной культуре!

Авторы приносят искреннюю благодарность всем сопричастным к этому большому проекту за неоценимую помощь в подготовке и издании данной книги.

* Исидор Раби – американский физик польского происхождения. Окончил Корнельский и Колумбийский университеты, работал в городском колледже Нью-Йорка, затем профессором Колумбийского университета, был заместителем директора Радиационной лаборатории Массачусетского технологического института. Член Национальной АН, почётный член ряда академий наук и научных обществ, президент Американского физического общества, лауреат Нобелевской премии. Работы посвящены магнетизму, ядерной физике, спектроскопии молекулярных пучков, квантовой механике.

Введение

Физика, являясь теоретической основой современной техники, вместе с тем является важнейшим компонентом общечеловеческой культуры, существенно влияет на развитие научно-теоретического (диалектического) стиля мышления, на формирование научного мировоззрения, а также вносит существенный вклад в эстетическое, экологическое и нравственное воспитание.

Ныне действующие учебники в полной мере этих задач не решают. Этим и обосновывается необходимость данного издания, в котором в определенной мере реализуется большой гуманитарный потенциал физики.

В основу концепции непрерывного физического образования в учебных заведениях положены определенные принципы, дидактические и общеметодические положения, из которых акцентируем внимание на следующих:

- научность содержания и его методологическая направленность;
- гуманитаризация физического образования (рассмотрение актуальных общечеловеческих проблем мировоззренческого характера, исторических, философских и т.п.);
- генерализация учебного материала вокруг фундаментальных физических теорий: классической механики, молекулярно-кинетической теории и термодинамики, электродинамики, квантовой физики и космологии; органическая взаимосвязь классической и современной физики и астрономии.

Исходя из того, что наиболее слабо в ныне действующих учебниках решается проблема методологической направленности и гуманитаризации физического образования, авторы считают целесообразным издание книг с ошеловеченным и одухотворенным содержанием.

В этих книгах рассмотрены методологические вопросы, касающиеся специфики научного познания, становления и развития физических теорий, эволюции взглядов и революционных их изменений в рамках физической картины мира.

С целью "очеловечивания" физики много внимания уделено выдающимся ученым, которые причастны к становлению физики как науки. Знания об этих ученых мы относим к общей образованности человека, к его научно-исторической эрудиции, к составляющим общечеловеческой культуры. Это гуманитарный компонент физического образования.

Предлагаемые научно-исторические хронограммы должны стать эффективным методическим средством реализации гуманитарного потенциала физики.

Физические явления представляются в виде четырёх взаимосвязанных и взаимно проникающих друг в друга областей: механические явления, тепловые, электромагнитные и квантовые. Сущность этих явлений отражается в соответствующих теориях. Таким образом, имеем систему четырёх физических теорий, взаимосвязанных между собой «сквозными» физическими понятиями. Специфические физические понятия присущи каждой из теорий.

Например, понятие энергии является «сквозным», т.е. общим для всех теорий, а вот понятие температуры является существенным в теории тепловых явлений, но в механике не используется и т.п.

Таким образом, «видение» физики как системы взаимосвязанных теорий, владение системой общих и специфических физических понятий, понимание законов, отражающих сущность физических явлений – всё это и лежит в основе научного мировоззрения человека, хотя в полной мере его и не предопределяет.

Акцентируя внимание на мировоззренческой ценности физики, на большом значении ее поистине неисчерпаемого потенциала, нельзя предавать забвению или умалять значение ее политехнической направленности. Техническое и технологическое приложения физики всегда были и будут социально значимы, а поэтому являются общечеловеческими ценностями. Развитие прикладной физики в этом направлении никогда не утратит своего значения и будет все время прогрессивно возрастать.

Так, например, уже в XXI веке физика успешно решает проблему электродинамики веществ (так называемых метаматериалов) с отрицательным значением коэффициента преломления. Получить такие «материалы-левши» с отрицательным коэффициентом преломления удалось только в декабре 2005 года. Одно из самых перспективных направлений их использования связано с созданием суперлинз, с помощью которых можно будет получать изображения, не ограниченные дифракционным пределом разрешения, задействовав практически так называемые эванесцентные волны. Эксперименты ученых разных стран показали, что новый метод получения изображений действительно преодолевает оптический дифракционный предел примерно в десять раз и открывает перспективу для революционных преобразований в области многих технологий прикладной физики.

Вместе с тем, в последнее время физика достигла такого уровня своего развития, что стала теоретической основой не только техники и технологий, но и всех естественных и гуманитарных дисциплин, без чего дальнейший продуктивный диалог с природой, социумом и Человеком представляется маловразумительным.

Общенаучные физические методы исследований применяются в химии, биологии, экологии, социологии, экономике, психологии, лингвистике и других областях. Нелинейная динамика на основе синергетического подхода исследует сложные системы любой природы, что устраняет барьер между естественными и гуманитарными науками. Специфические понятия нелинейной динамики (аттрактор как цель эволюции, бифуркация как поворотный момент в историческом процессе) уже успешно «работают» в гуманитарных науках.

Радикальные изменения в современной физике связаны, прежде всего, с завершением «линейного этапа» в ее развитии. Прекрасная идея упрощения сложных систем достигла своего апогея и в определенном отношении исчерпала себя. Суть этой классической идеи состояла в том, что все процессы в малых локализованных областях пространства и за малые промежутки времени протекают с достаточной точностью равномерно, а потому уравнения, их описывающие, линейны. В полном объеме в свое время это гениально осознал И.Ньютон, который ограничивался лишь первыми членами в разложении сложных функций, описывающих движения планет.

Гениальное «изобретение» человеческого ума – дифференциальное и интегральное исчисление, в основе которого идея линейности, является основным математическим аппаратом физики. «Физики прошлого пребывали в уверенности, что именно линейная теория дает главный член бесконечного ряда последовательных приближений к истине, а нелинейности отводится скромная роль косметики на прекрасном лице линейной теории, вместилища всевозможных поправок, не меняющих сколько-нибудь существенно выводы линейной теории. Их уверенность в этом укрепляли блестящие успехи линейной теории, и в первую очередь, ее высшее достижение – электродинамика Максвелла». (Данилов Ю.А. «Лекции по нелинейной динамике», 2001г.).

Более трех столетий физикам удавалось создавать модели физической реальности на основе двух простейших идеализированных объектов – материальной точки и плоской волны. Такая динамика полностью удовлетворялась линейными дифференциальными уравнениями. Английский физик Тони Ским со знанием дела заметил, «... что это просто хороший способ, позволяющий нам ужиться с нашим неведением о том, что в действительности происходит на малых расстояниях».

Радикальные изменения в физике и научные достижения в исследованиях сложных систем убедительно требуют преобразования физического образования в вузах и школах, и, прежде всего,

усовершенствования профессиональной подготовки преподавателей и учителей физики.

Результатом образовательного процесса является личность с положительными качествами с точки зрения общечеловеческих ценностей. Главным положительным качеством личности следует считать ее систему знаний, умений на основе этих знаний и навыков на основе умений.

Знания по физике целесообразно дифференцировать, выделяя «инструментальные» знания (физические и физико-технические) и знания общекультурной ориентации (мировоззренческие и физико-гуманитарные).

Во главу угла мы ставим педагогический синкретизм, который предполагает оптимальное сочетание противоположных взглядов на объекты и процессы в системе образования, в частности оптимальное сочетание физических и прикладных физических знаний (физико-технических и физико-гуманитарных). Именно в этом мы видим научную новизну своих научно-педагогических исследований.

Образование достаточно консервативная область деятельности. Но это положительный консерватизм, отражающий устойчивость всего ценного и берегающий процесс обучения и воспитания в процессе отучения от «модных», популистских, слабо обоснованных педагогических инноваций.

Вместе с тем, образование признано «тонко чувствовать» существенные изменения, которые происходят в различных научных сферах, играющих важную роль в формировании личности студента (учащегося) в процессе приобретения необходимых знаний.

Гуманитарная культура, раскрывающая новый аспект прикладной физики как важнейший элемент общечеловеческой и личностной культуры, стала предметом исследований социокультурного подхода в физическом образовании и ценностного к нему отношения.

Однако в реальной педагогической практике прикладной физико-гуманитарный аспект представлен эпизодически на эмпирической основе, а потому не соответствует требованиям сегодняшнего дня. Основная, на наш взгляд, причина заключается в неразработанности данной проблемы на теоретическом и технологическом уровнях.

В связи со сложностью этой важной проблемы рассмотрим один из ее аспектов, связанный со спецификой научного познания в отношении оптимального синкретического сочетания рационального и эмоционального в научном познании и его педагогическом эквиваленте, т.е. в учебном познании.

Мы подвергли педагогическим исследованиям «удивительные совпадения» физических открытий, содержание которых в дидактически

отработанном виде доводится до сознания студентов (учащихся) для эмоциональных впечатлений и возможного пробуждения познавательного интереса к проблеме становления физического знания, к проблеме творческих поисков и их специфике.

Мы называем удивительными такие физические открытия, которые, во-первых, были сделаны разными учеными и очень часто в разных странах; а во-вторых, которые были сделаны практически в одно и то же время! Нами рассмотрено несколько примеров с конкретными педагогическими целями.

Все рассмотренные примеры и их системы обладают физико-гуманитарной ценностью в образовательном процессе при специфическом из использовании.

В последнее время появились по этой проблеме публикации, которые являются информацией к размышлению.

Знания о мире и мир знаний должны содержать в себе и знания о Человеке, как неотъемлемой части Мироздания.

Реальный конкретный человек является носителем всех форм общественного сознания, так как он имеет отношение ко всем областям человеческой практики, хотя может осуществлять профессионально-практическую деятельность, как правило, только в одной из них. Поэтому в человеке развиты все формы общественного сознания, но, безусловно, не в одинаковой степени. Это значит, что индивидуальное сознание человека структурируется на основе доминанты, а не рядоположено.

Человек (в том числе и учащийся, и студент, и преподаватель, и ученый) должен осознавать (отражать в своем сознании) не только окружающий мир, но и себя в этом мире (рефлексия).

Единство мира во многом состоит в единстве человеческого знания о нем. В связи с этим единство мира имеет гуманистическое содержание.

Естественные науки не просто отражают реальный объективный мир, но делают это на основе человеческих понятий. Результатом такого отражения является система научных знаний, которая имеет двуединую материально-идеальную, объективно-субъективную природу. Научные физические знания во многом стали фундаментальными, общенаучными, без которых немислима общечеловеческая материальная и духовная культура. В основе этой культуры физические (они уже стали общенаучными) принципы-диполи: изменения и сохранения, единства и многообразия, предопределенности и неопределенности, расхождения и соответствия, закономерности и случайности, однозначности и вероятности, симметрии и ассиметрии, гармонии и дисгармонии,

системности и аспектности, исключительности и дополнительности, согласованности и противоречивости.

Гуманитаризация образования предполагает гармонически взаимосвязанное формирование картин мира: естественно-научной, научно-технической, социально-гуманитарной, нравственно-религиозной. Синкретическое объединение этих картин мира в единую сложную систему порождает целостную картину мира (ЦКМ), характерной чертой которой является ее одухотворенность.

В ЦКМ научное видение мира должно причудливо уживаться и сочетаться с образно-художественным, общественно-политическим, религиозным. Игнорировать это – значит обеднять видение мира. Эту ситуацию убедительно представил академик Б.В. Раушенбах: «Мировоззрение, основанное только на научной картине мира, не содержит понятия нравственности. Люди с преимущественно развитым рациональным мышлением не в состоянии порой до конца понимать людей образного «поэтического» мышления. Человечеству нужно целостное мировоззрение, в фундаменте которого лежит как научная картина мира, так и вненаучное (включая и образное) восприятие его. Мир следует постигать, по выражению Гомера, и мыслью, и сердцем. Лишь совокупность научной и «сердечной» картины мира даст достойное человека отображение мира в его сознании и сможет быть надежной основой для поведения. Говоря о необходимости создания целостной картины мира, нельзя обойти молчанием вопрос о религии, поскольку религиозное чувство входит во внелогическую, иррациональную деятельность человеческого мозга. В многотысячелетней человеческой практике рациональное знание и нравственные ценности всегда дополняли друг друга, поэтому и современный верующий человек считает свое чувство дополнением к рациональным знаниям. Более того, это чувство не мешает многим крупным ученым достигать высочайших вершин в науках о природе. Конечно, чувство – это еще не нравственность, а нравственность – еще не религия, но связь между ними, несомненно, существует, и она глубока. Утрата нравственных критериев в повседневном поведении стала беспокоить людей. Ныне вновь возрастает интерес к внелогическому, недискурсивному знанию, стремление к целостному восприятию мира. Вместо узкорационально понимаемого научного мировоззрения рождается целостное восприятие».

Акцентируем внимание на том, что личностное знание усваивается из разнообразных источников, но главный первичный источник – это образовательные системы. При этом, на основе личностного (моего!) знания человек творчески должен «конструировать себя» во всех своих ипостасях. Личностное знание не только результат

услышанного и прочитанного, но и является «собственным изобретением» в процессе самостановления, саморазвития, самоанализации и самореализации.

Творческая направленность личности, ее стремление к целостному видению мира – в высшей степени благородная цель образования. Образование, понимаемого как перманентное и неустанное творения Образа Человека в человеке!

Физика очеловеченная и одухотворенная – одно из важнейших средств в решении этой животрепещущей проблемы.

О научном познании

Человек и окружающий его мир... Что представляет собой это мир? Как человек познает все, что окружает его, что происходит вокруг? Как человек осознает себя самого в этом мире? Эти и многие другие вопросы всегда волновали человека, и он пытался находить (и находил!) на них ответы. Удивление и любознательность, ощущение гармонии и красоты мироздания, интуитивные догадки и убеждения в том, что в природе и жизни все должно быть взаимосвязано и взаимообусловлено - все это способствовало продвижению человечества к Истине. Стремление к познанию Истины вознаграждалось великим благом - Знаниями. Эти знания сосредоточены в соответствующих науках, они уточняются, углубляются и расширяются... Так было, так есть и так будет. Но достоверно известно, что есть такие знания, которые останутся неизменными, каких бы высот ни достигла наука в своем развитии. Основы этих классических знаний и представлены в учебных предметах, которые изучаются в школах независимо от государственного устройства национальности, вероисповеданий и других особенностей детей и учителей.

Один из учебных предметов - ФИЗИКА. Мир физических явлений многообразен и разнообразен. Несмотря на это, великое множество физических явлений можно представить в виде взаимосвязанных и взаимно проникающих друг в друга четырех областей, это: механические, тепловые, электромагнитные и квантовые явления. Сущность протекания этих явлений представляется в виде своеобразной системы знаний. Эта система знаний называется физической теорией. Как создаются теории? Об этом можно судить на основе высказывания великого немецкого поэта и естествоиспытателя Иоганна Вольфганга Гете: "Всякое созерцание переходит в наблюдение, всякое наблюдение - в соображение, всякое соображение в установление важной связи, и можно сказать, что всякий раз, когда мы внимательно вглядываемся в мир, мы создаем теорию". Итак, опыты и наблюдения - источник знаний. Однако теоретические рассуждения могут оказаться только забавным, привлекательным мудрствованием, если все это не будет подтверждено практикой. Следовательно, опыт не только источник знаний, но и критерий истины!

Знания о мире и научные знания очень часто не совпадают, хотя источником тех и других являются наблюдения, жизненный опыт. Это связано с тем, что человек видит не только с помощью зрения, но и с помощью разума. "Видением" с помощью разума обладают не все люди, а только те из них, которых мы относим к когорте ученых. Именно

ученые добывают новые знания, которые со временем становятся достоянием людей, овладевающих соответствующим образованием.

Знание, как результат процесса познания мира, противоречиво по своей сути. В самом деле, с одной стороны знание является продуктом идеальным, с другой стороны оно представляет собой могучую материальную силу, в том числе техническую и экономическую силу общества.

Понимание целей познания, задач науки, сущности знания и его роли в обществе все время претерпевало изменения. Античные мыслители смотрели на знание и его роль в обществе, прежде всего, как на результат созерцания внешнего мира, результат дискуссий и бесед на высокопарные темы, одно из проявлений мудрости человека, элемент его духовного, внутреннего совершенства.

Типичным представителем такого отношения к знанию был Платон. Он связывал знание со способностями человека к правильной, целесообразной, нравственной жизни. По Платону знание – источник мудрости и высокой нравственности отдельного человека и общества.

В средние века отношение к знанию существенно изменилось. Английский философ Френсис Бэкон провозгласил: «Знание-сила!». По Бэкону «человек – это слуга и истолкователь природы... Знание и могущество человека совпадают». Подлинная задача науки «не может быть другой, чем наделение человеческой жизни новыми открытиями и благами». Эти слова были написаны в 1620 году. Из этого следовало, что оно может и должно быть воплощено в материальную силу. Философская предпосылка материально-преобразовательной практики людей на основе научных знаний стала господствующей сначала в Европе, а затем и во всем мире.

Заметим, что в конце жизни Френсис Бэкон провозгласил: «Поверхностное знание той или иной науки делает человека атеистом. Глубинное проникновение к основам наук – приводит человека к Богу».

Развитие техники и производства в последующие века послужило прекрасной иллюстрацией этой бэконовской идеи о том, что знание может и должно превращаться в материальную силу.

Сегодня на повестку дня поставлен вопрос о синтетическом платоновско-бэконовском отношении к знанию, как союза нравственности и материальной силы. Основа нравственности – гуманитарный потенциал естественнонаучного знания, основа материальной силы – его практическая направленность.

Гуманистическая направленность новой парадигмы образования

Идеи-лучи «Гуманистического манифеста - 2000» преломляются в конструируемой нами «педагогической линзе» и, проходя через точку – «педагогический фокус», дают на «экране» педагогическую картину мира (ПКМ). Эта ПКМ – «цветная». Мы считаем, что время «черно-белой» педагогики прошло.

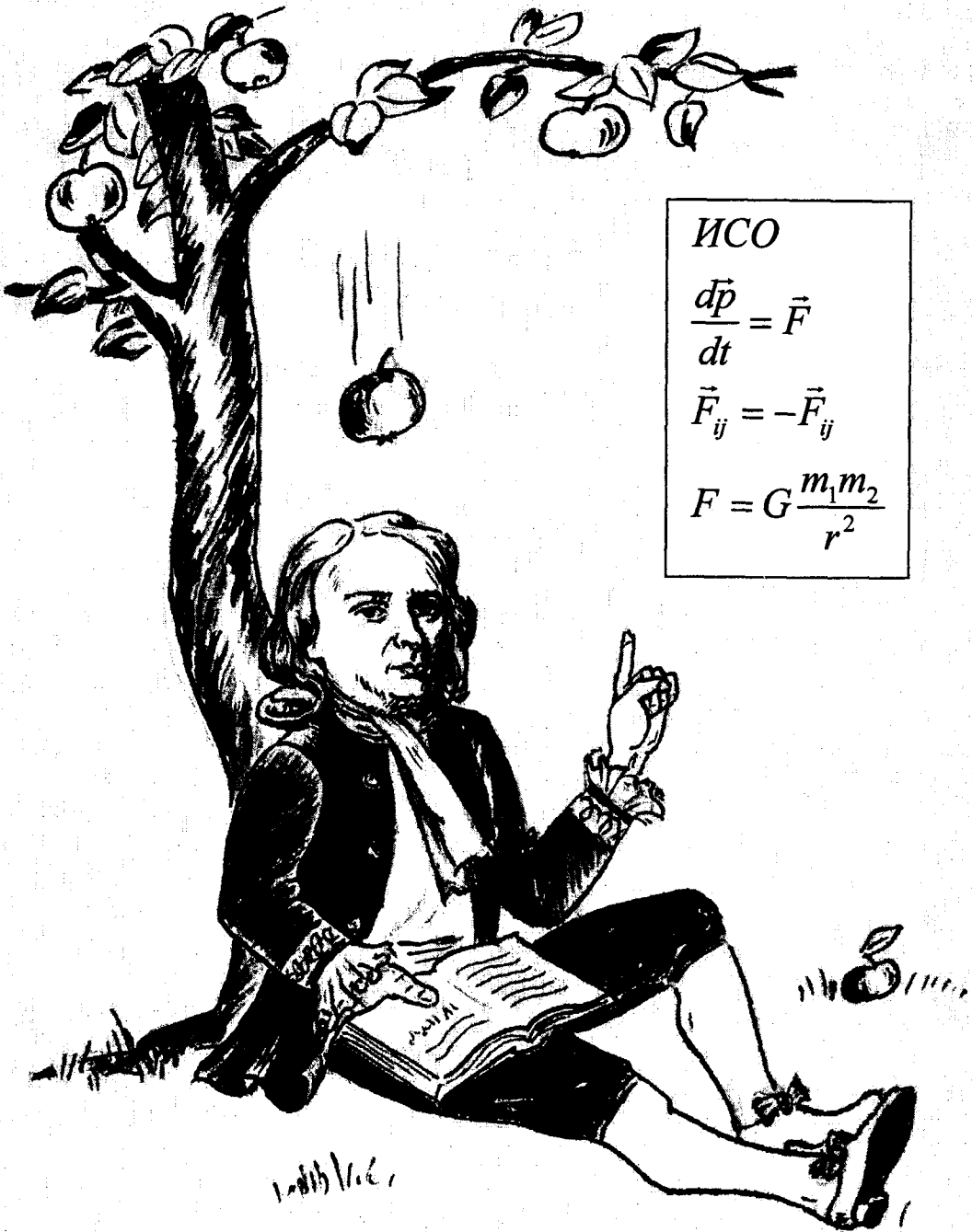
Образование – своеобразная педагогическая триада (обучение, воспитание и, как следствие, развитие личности с положительными качествами с точки зрения общечеловеческих ценностей).

Предлагаемая нами новая парадигма образования предусматривает существенные содержательные и процессуальные изменения. Идеи гуманитаризации и гуманизации мы возводим в ранг педагогических принципов. Принцип гуманитаризации детерминирует специфическое конструирование содержания учебного материала, результатом которого является «очеловечивание» знаний (как естественно-научных, так и научно-технических). Принцип гуманизации и его реализация привносит существенные изменения в отношения между субъектами образовательного процесса («очеловечивание» отношений).

В основе новой образовательной парадигмы – педагогический дуализм: оптимальное сочетание методологии и технологии обучения и воспитания. Акценты смещаются на воспитание «очеловеченным» содержанием, воспитание процессом и благородным духом. Дух – это устремленность к истине, добру, красоте и справедливости (вектор ИДКС). Духовная культура как обобщенное, интегральное общественное сознание зиждется на общечеловеческой памяти, которая сохраняет в сознании человечества все выработанные формы отражения реальности. В духовной культуре есть интерсубъектное изоморфное ядро, представляющее собой сплав знаний, нравственности и чувств. Мировое пространство духовной культуры N – мерно, причем, чем больше N , тем богаче человек духовно. N возрастает по мере обучения и воспитания, человек становится все более одухотворенным.

Гуманитарные учебно-научные дисциплины и гуманитарный потенциал естественно-научных и научно-технических дисциплин в своем гармоническом единстве призваны создавать такие специфические педагогические условия, в которых продуктивно реализуется три «само»: самостановление, саморазвитие и самореализация Личности.

Гуманизм и техницизм как «противоборствующее» системы ценностей должны составить двуединство, телеологически направленное на то, чтобы человека сделать Человеком.



ИСО

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$
$$\vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji}$$
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ГЛАВА 1

КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Первая физическая теория – классическая механика. Ее создателем, основоположником по праву считают английского ученого Исаака Ньютона, который в 1687 году опубликовал свой фундаментальный труд “Математические начала натуральной философии”. Если мы ограничимся только этой информацией, то в результате может сложиться искаженное представление о характере, особенностях, закономерностях процесса познания.

В связи с этим для правильного представления о том, как и кем добывались научные знания о мире (в данном случае о мире механических явлений) рассмотрим научно-историческую хронограмму, где запечатлены ученые, внесшие существенный вклад в становление и развитие механики (рис.1). При этом заметим, что это далеко не все ученые, которых человечество хранит в своей памяти и которые, безусловно, этого заслуживают.

Посмотрите на эту хронограмму, многие имена вам уже знакомы. При этом из представленных на хронограмме особо выделены двое ученых:

– итальянский ученый Галилео Галилей (1564 - 1642), который считается родоначальником экспериментальной физики;

– английский ученый Исаак Ньютон (1643 -1727), усилиями которого заложены основы первой физической теории (классической механики), а поэтому его по праву можно считать родоначальником теоретической физики.

Попробуем обосновать включение в представленную научно-историческую хронограмму и некоторых других ученых.

Леонардо да Винчи (1452 -1519). Это уникальная личность в истории человечества. Судите сами: необыкновенно красивый человек атлетического телосложения, участник всех состязаний и турниров, прекрасный пловец, фехтовальщик, искуснейший всадник, шутник, остролов и блестящий рассказчик, эрудит-оратор, любезнейший кавалер, танцор, певец, поэт, музыкант и конструктор музыкальных инструментов, гениальный художник и теоретик искусства, математик, механик, астроном, геолог, ботаник, анатом, физиолог, военный инженер - весь этот спектр дарований был сконцентрирован в одном человеке.

Видимо Природа захотела доказать, что человек может обладать безграничными возможностями при условии реализации любознательности, трудолюбия и целеустремленности. Кроме матери, простой крестьянки, красавицы Катарины, у Леонардо было еще три

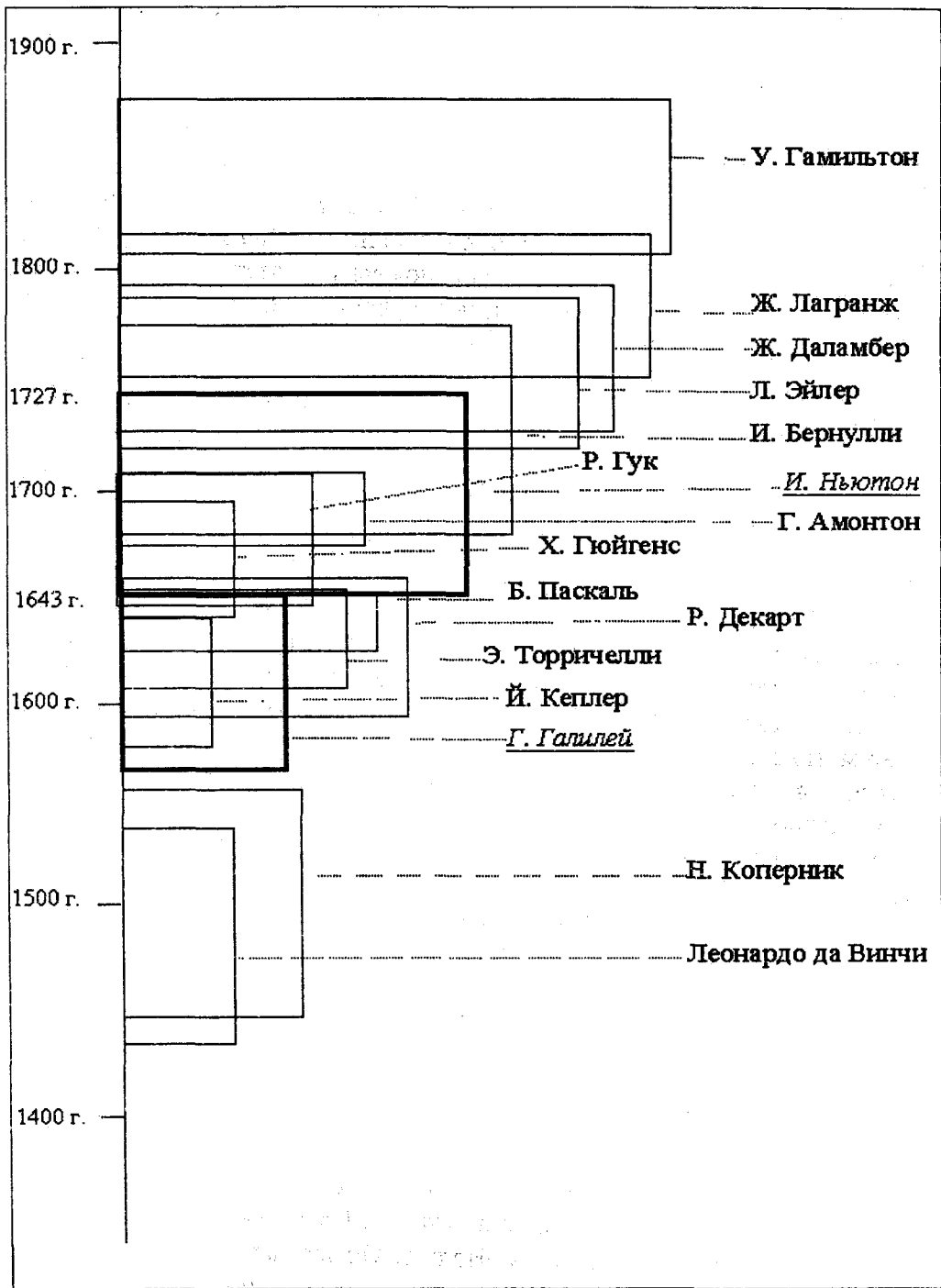


Схема. 1. Научно-историческая хронограмма

мачехи, которые (по счастливой случайности) все его любили и баловали, так что сердце его не зачерствело без нежности.

Леонардо творчески работал всю свою жизнь, его лучший отдых - это смена видов деятельности. Уже в наше время инженеры взяли чертежи некоторых конструкций Леонардо да Винчи и решили построить по этим чертежам реальные объекты. Результат: люди с восхищением увидели вертолет, планер, самодвижущийся экипаж с пружинным механизмом, парашют, выдвижную пожарную лестницу. Не будем забывать, что его картины находятся в лучших художественных музеях мира.

В области механики Леонардо да Винчи занимался исследованиями движений тела по наклонной плоскости, исследованием трения скольжения. На основе экспериментов он впервые пришел к выводу о том, что сила трения скольжения не зависит от величины поверхности соприкосновения трущихся тел. Исследуя равновесие сил, приложенных к блоку, он ввел в механику понятие момента силы. Кроме этого ему принадлежат многочисленные технические изобретения.

Никола Коперник (1473 - 1543) - автор книги “Об обращении небесных сфер”, которая была издана в последний год его жизни. Он писал: “Многие другие ученые и замечательные люди утверждали, что страх не должен удерживать меня от издания книги на пользу всех математиков. Чем нелепее кажется большинству мое учение о движении Земли в настоящую минуту, тем сильнее будет удивление и благодарность, когда вследствие издания моей книги увидят, как всякая тень нелепости устраняется наияснейшими доказательствами. Итак, сдавшись на эти увещания, я позволил моим друзьям приступить к изданию, которого они так долго добивались”.

Этот человек, Никола Коперник, с молодых лет и до глубокой старости носивший духовный сан, оказался опаснейшим противником церкви. Можно считать, что церковь проглядела эту опасность и спохватилась только через 73 года после выхода книги, когда “ересь” Коперника распространилась невероятно широко в мире и прочно завладела умами её читавших. Книга была внесена инквизицией в список запрещенных.

Благодаря своему дяде, который был епископом, Никола получил образование в школе святого Яна, потом в Краковском университете, и, наконец, поехал доучиваться в Италию. Он изучал каноническое право (один из религиозных учебных предметов), но кроме этого осваивал математику, астрономию, философию, греческий язык, живопись. В Польшу возвратился широкообразованным человеком, воспитавшим в себе потребность к постоянному критическому переосмысливанию казалось бы неоспоримых истин. Тридцать лет каноник -

священнослужитель одного из соборов Н. Коперник наблюдал небо. Он, безусловно великий астроном, никаких небесных тел не открыл. Наблюдая небо, Н. Коперник искал там подтверждение своим убеждениям относительно гелиоцентрической системы мира. Эта идея о неподвижности Солнца и движении Земли не была лично его догадкой. Мысли об этом высказывали значительно раньше многие звездочеты Греции, Италии, арабского мира. Но как доказать несостоятельность геоцентрической системы мира Птолемея? Как убедить в необходимости признания гелиоцентрической системы? Никола Коперник сделал это в вышеупомянутой книге, чем и увековечил свое имя.

Через 73 года после публикации, книга Коперника будет запрещена католической церковью, а через 21 год после ее выхода, в Италии в знатной и многодетной семье родился мальчик, которому судьба уготовила продолжить дело польского астронома-католика, а поэтому испытать все гонения и унижения со стороны римских священнослужителей. Отец желал, чтобы этот его сын стал медиком, но в раннем детстве мальчик по имени Галилео ознакомился с книгами Евклида и Архимеда, которые и предопределили его жизненные устремления.

Галилео Галилей (1564 – 1642). Итак, Галилео Галилей - продолжатель дела Коперника вначале считал, что новая гелиоцентрическая система является чистой глупостью. Только после тщательного изучения, длительных наблюдений и размышлений в 1632 году 68-летний Г. Галилей издает главную книгу своей жизни “Диалог о двух главнейших системах мира”. Г. Галилей был глубоко религиозным человеком и в этом отношении стоял достаточно близко к религиозным деятелям церкви. Сам папа Урбан VIII высоко ценил ученого и даже посвящал ему свои стихи в студенческом возрасте. Многим христианским ученым, в том числе и папе, гелиоцентрическое учение поначалу казалось лишь математическими упражнениями ума. Однако именно Галилей активно пропагандировал гелиоцентризм, как систему мира и старался доказать, что толкователи святого Писания в этом отношении заблуждались. Именно этим Г. Галилей нажил себе много врагов среди влиятельных служителей церкви. Недруги Галилея стали убеждать папу, что споры о вращении Земли будоражат умы, вносят нездоровый дух в круги мыслящих людей. В христианско-протестантском мире стали распространять слухи, будто папа - Антихрист (враг Божий), поскольку он дружен с Галилеем и поддерживает ложное учение Коперника. Папа вынужден был подписать декрет 5 марта 1616 года, в котором гелиоцентризм не объявлялся ересью, как требовали священники, но на книги был наложен цензурный запрет “вплоть до их исправления”. В феврале 1633 года Галилея

вызвали в Рим. Папа проявил благосклонность и позволил Галилею жить в доме тосканского посланника, а не в тюрьме суда инквизиции. Он с сожалением говорит о Галилее: “Господь да простит его за то, что он стал рассуждать о вещах, касающихся новых учений и священного писания, ибо всегда лучше следовать общепринятому учению... Мне горько делать ему неприятности, но дело касается веры и вероисповедания”.

Суд над Галилеем длился более двух месяцев. 22 июня 1633 года в церкви монастыря святой Минервы, подчиняясь приговору суда, Галилей прочел отречение. В народе будет вечно жить кем-то сочиненная притча о том, как семидесятилетний Галилей после отречения от своих взглядов произнес: “А все-таки она вертится!”. Альберт Эйнштейн (выдающийся физик XIX-XX вв.) писал о Галилее: “Перед нами предстает человек незаурядной воли, ума и мужества, способный в качестве представителя рационального мышления выстоять против тех, кто, опираясь на невежество народа и праздность учителей в церковных облачениях и университетских мантиях пытается упрочить и защитить свое положение”.

Одного “Диалога о двух главнейших системах мира” достаточно было бы, чтобы человечество в благодарной своей памяти хранило имя Галилео Галилея. Однако уместно вспомнить и другие события из его жизни. Весенним утром на знаменитую Пизанскую башню поднялся человек с чугунным пушечным ядром и свинцовой мушкетной пулей в руках. Толпы студентов и любопытных окружили башню. Они знали, что молодой профессор будет бросать вниз ядро и пулю. Стоявшие внизу, и сам он, глядя сверху, убедились, что пуля и тяжелое ядро коснулись земли одновременно. А ведь почти две тысячи лет никто не ставил под сомнение утверждение Аристотеля о том, что скорость падения тел пропорциональна их весу. Это не противоречило жизненным наблюдениям. В самом деле лист дерева падал медленнее, чем сорвавшийся плод. Почему же в этой “истине” усомнился Галилей? Давайте порассуждаем.

Более тяжелое тело падает быстрее, более легкое - медленнее. А что будет, если их соединить вместе? Тогда более легкое будет замедлять движение тяжелого, а более тяжелое будет ускорять движение легкого. Следовательно третье тело (тяжелое и легкое соединенные вместе) будет падать быстрее легкого, но медленнее тяжелого. Вместе с тем, третье тело окажется самым тяжелым, а поэтому оно должно падать быстрее первого и второго. Рассуждения привели к противоречию, разрешить которое может только опыт! Идея опыта чрезвычайно проста: бросить и посмотреть! Галилей увидел проблему там, где всем все было ясно, тем более что привычное согласовывалось с Аристотелем. Результат опыта

опшломляюще убедителен: тела разного веса падают с одинаковой высоты за одинаковое время. Опыт - "упрямая вещь". Надо признать этот научный факт. Но признать - это еще не значит понять, объяснить. Для этого понадобился гений И. Ньютона, и он явился миру, как только в небытие ушел Г. Галилей.

Однако прежде чем отдать должное Исааку Ньютону, посмотрим на научно-историческую хронограмму. Из нее следует, что современником Г. Галилея был *Иоганн Кеплер (1571 - 1630)* - гениальный астроном, суеверный христианин-протестант, несчастный и гордый, безусловно великий "штурман океана звезд", сумевший разгадать законы движения планет.

Жизнь не баловала И. Кеплера. Родился он очень болезненным и чудом выжил, в 6-ти летнем возрасте был поражен оспой, а в 13 лет умирал в третий раз, но не умер. По-видимому, судьба хранила его, чтобы он смог исполнить то, что, в конечном счете, увековечило память о нем.

Иоганн рос в семье владельцев кабака, вся обстановка в котором способствовала вытравлению из мальчика пытливого живого ума. Но вопреки неблагоприятным условиям И. Кеплер все-таки стал великим ученым и написал множество работ, в которых мистика соседствовала с непостижимыми озарениями гения. Он, усмотревший в шеренгах зафиксированных небесных координат великую закономерность движения планет, вместе с тем мог написать и такое: "Бог может повелеть явиться новому светилу во всяком месте и во всякое время". А вот другие его слова: "Я люблю Коперника не за одни его высшие дарования, но и за ум, твердый и спокойный".

И. Кеплер умер в возрасте 58 лет, оставив наследство: 22 флорина, 2 рубашки и научные труды. Его три закона движения планет изучают во всех школах мира.

Великий Альберт Эйнштейн высказался об этом гениальном противоречивом человеке так: "Он жил в эпоху, когда еще не было уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения!".

Иоганн Кеплер был на семь лет моложе Галилея, однако из жизни он ушел на 12 лет раньше. Великий Ньютон скромно говорил о себе, что если он и видел дальше других, то только потому, что стоял на плечах гигантов. Поэтому он и увидел такую цель, которую не видел никто. Каких же гигантов он имел ввиду? Наверное, прежде всего Коперника,

Галилея, Кеплера ... Во всяком случае, законы свободного падения Галилея и законы движения планет Кеплера составили ту экспериментальную основу, на которой возводилась первая физическая теория - Классическая механика Ньютона.

Было бы несправедливо умолчать и о других учёных, предшественниках и современниках Ньютона, которые прямо и непосредственно или опосредованно оказали влияние на становление Ньютона, как учёного – естествоиспытателя.

Рене Декарт (1596 – 1650). Ньютону было семь лет, когда ушёл из жизни великий француз – Рене Декарт. В юношеском возрасте трудно было предположить, что Рене станет всемирно известным учёным.

После окончания школы Декарт переехал в Париж вместе со своими слугами, где попал в кампанию так называемой «золотой молодёжи», вёл беспорядочный образ жизни, увлекался карточной игрой. После полутора лет такой беспутной жизни Рене снимает уединённый домик в Сен-Жермене (предместье Парижа) и погружается в изучение математики.

Творческий ум Декарта всевозможные впечатления незамедлительно перерабатывал в обобщения и закономерности. В 21 год от роду ему захотелось, по его словам, «в великой книге мира увидеть дворцы и армии, войти в соприкосновение с людьми разных нравов и положений, собрать разные опыты, испытать себя во встречах, какие представит судьба, и всюду поразмыслить над встречающимися предметами».

Начались перемещения по Европе, которые трудно назвать путешествиями. Скорее всего, это были скитания.

Двадцатиднолетний Декарт по собственному желанию одевает мундир волонтёра нидерландской армии, но служит в основном в тыловых частях, изредка появляясь на передовой линии фронта. В армии продолжает заниматься математикой так, что становится одним из величайших математиков мира.

Декарт занимается приложениями алгебры к геометрии и обратно. По его словам он делает чудесное открытие для себя (и как выяснилось, для всего человечества): Всякая кривая может быть выражена уравнением, в которое входят две переменные величины. И наоборот: всякое уравнение с двумя переменными может быть поставлено в соответствие с определённой кривой.

Заметим, что это имеет чрезвычайно важное значение в механике, если кривую рассматривать как траекторию движения.

Неоднократно возвращается в Париж, но в основном живёт в Голландии, которая была в то время не только могучей, но и свободолюбивой страной. Например, уже тогда в Голландии

(Нидерландской республике) соблюдался принцип религиозной веротерпимости. Декарту нравился сам строй жизни этого деятельного народа, погружённого в свои дела и не очень проявляющего любопытство к чужим.

Декарт продолжает работать над трактатом «О Божестве», но вскоре бросает теологические занятия и полностью предаётся естественнонаучным изысканиям, которые воплощает в трактате «О мире».

48-летний Рене Декарт представляет достаточно обширное сочинение «Начала философии». Заметим, что Ньютону – автору фундаментального научного труда «Математические начала натуральной философии» было в то время один год. В «Началах философии» Декарт представляет грандиозную программу создания теории природы, руководствуясь своим методологическим правилом брать за основу наиболее простые и ясные положения.

По Декарту «Первое правило состоит в том, что каждая часть материи по отдельности всегда продолжает оставаться в одном и том же состоянии до тех пор, пока встреча с другими частицами не вызовет изменения этого состояния».

«Второе правило, предполагаемое мною, заключается в следующем: когда одно тело сталкивается с другим, оно может сообщить ему лишь столько движения, сколько само одновременно потеряет, и отнять у него лишь столько, насколько оно увеличит своё собственное движение».

«В виде третьего правила я прибавлю, что хотя при движении тела его путь чаще всего представляется в виде кривой линии и что невозможно произвести... ни одного движения, которое не было в каком-либо виде круговым, тем не менее, каждая из частиц тела по отдельности стремится продолжать тело по прямой линии».

Термин «состояние» Декарт не объясняет, а у Ньютона конкретизируется «состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».

Как видим, сущность законов Ньютона полностью находится в соответствии с правилами Декарта, одного из титанов, на «плечах которых стоял Ньютон».

В письмах Рене Декарта находим: «Полагаю, что природа движения такова, что, если тело пришло в движение, уже этого достаточно, чтобы оно его продолжало с той же скоростью и в направлении той же прямой линии, пока оно не будет остановлено или отклонено какой-либо другой причиной».

Это ли не сущность принципа инерции Галилея и первого закона Ньютона?! В «Началах философии» Декарт обсуждает проблему

существования Бога и внешнего мира, созданного Богом. Материя, по Декарту, чистая протяжённость (безмерная длина, ширина и глубина Вселенной). Части материи находятся в непрерывном движении, взаимодействуют друг с другом только при контактах. Взаимодействие материальных частиц подчиняется основным законам или правилам.

После создания «Начал философии» Декарт добивается официального признания своего учения, ставит вопрос об изучении его во всех школах, доказывая, что в его учении нет ничего противоречащего религии.

52-летнего Декарта приглашают в Париж для назначения на какую-то важную должность. Ему назначена во Франции большая пенсия. Декарт польщён и едет из Голландии в Париж, на улицах которого уже воздвигались баррикады. Революционная Франция решает жить по-новому. Встревоженный такими событиями Рене Декарт поспешил возвратиться в Голландию.

Рене Декарт, безусловно, великий учёный, мыслитель, один из тех, кто, находясь на передовой науки, «заоевывает» знания для всего человечества.

Как человек, Декарт прост и суховат, молчалив в большом обществе, так как привык к размышлениям в уединении. В кругу близких и друзей он оживлённый и весёлый собеседник, вокруг него всегда круг восторженных поклонников и преданных друзей. Но сам он надменный и высокомерный с равными себе, но с высокими особами льстивый и угодливый.

Зная, что вельможи прочитают его писания, он изрекает: «Особы высокого происхождения не нуждаются в достижении зрелого возраста, чтобы превзойти учёностью и добродетелью прочих людей». Его действительно услышали. Шведская королева Христина приглашает Декарта ко двору для занятия с ней науками. Человек богатый и независимый, но достаточно честолюбивый принимает это приглашение и едет в «страну медведей между скал и льдов» (по его же выражению).

В Стокгольме меняется весь уклад жизни Декарта. Королева любила работать с 5 часов утра и к этому времени во дворец должен был приезжать в конной карете Рене Декарт. За эти неудобства для Декарта королева Швеции жаловала ему звание дворянина шведского королевства и обширное поместье в Померании. Воспользоваться этими милостями учёному так и не было суждено. В одну из ранних поездок во дворец под пронзительным северным ветром Декарт простудился, заболел воспалением лёгких и 11 февраля 1650 г. великого француза не стало. Похоронен с необходимыми почестями в Стокгольме, а затем прах его был перевезен во Францию, так как Декарт стал её национальной гордостью.

Элементы научных знаний из учения Декарта используются и сегодня на страницах школьных учебников физики без упоминания его имени.

Общепризнанная и всем известная прямоугольная система координат – это Декартова система, которая является неотъемлемой частью системы отсчёта.

Произведение массы тела на его скорость по современной терминологии импульс тела – это Декартово количество движения (mv).

Закон сохранения количества движения для замкнутых систем, открытый Декартом, изучается в школе как закон сохранения импульса. Для двух взаимодействующих только между собой тел он имеет вид:

$$\overrightarrow{m_1 v_{01}} + \overrightarrow{m_2 v_{01}} = \overrightarrow{m_1 v_1} + \overrightarrow{m_2 v_2}, \text{ где}$$

v_{01} – скорость первого тела массой m_1 в начальный момент времени t_0 ;

v_{02} – скорость второго тела массой m_2 в начальный момент времени t_0 ;

v_1 и v_2 – скорости тел в любой другой момент времени t соответственно;

$$\overrightarrow{m_1 v_{01}}, \overrightarrow{m_2 v_{02}}, \overrightarrow{m_1 v_1}, \overrightarrow{m_2 v_2} - \text{импульсы каждого из тел;}$$

$\overrightarrow{m_1 v_{01}} + \overrightarrow{m_2 v_{01}}$ – импульс системы двух тел в начальный момент времени (до взаимодействия);

$\overrightarrow{m_1 v_1} + \overrightarrow{m_2 v_2}$ – импульс системы двух тел в любой другой момент времени (после взаимодействия).

Таким образом, импульс (количество движения) замкнутой системы тел сохраняется.

Желательно помнить этого великого учёного – его имя Рене Декарт.

Христиан Гюйгенс (1629-1695). Сын голландского дворянина Христиан Гюйгенс фон Цюйлихен был на 14 лет старше Исаака Ньютона. Не только дворянство и богатство, но и таланты были наследственными в семействе Гюйгенсов.

Сначала послушаем учителя – воспитателя Христиана Гюйгенса: “Я признаюсь, что Христиана надо назвать чудом среди мальчиков... Он развёртывает свои способности в области механики и конструкций, делает машины удивительные, но вряд ли нужные”. Учитель ошибался в своих последних словах, так как мальчик всё время искал пользу от своих занятий и изобретений.

Христиан Гюйгенс был непосредственным приемником Галилея в науке. Заметим, что именно в Голландии Галилео Галилей издал свои “Диалоги...” В это время Христиану было всего три годика. По словам Лагранжа, Гюйгенсу “было суждено усовершенствовать и развить важнейшие открытия Галилея”.

21-летний Христиан Гюйгенс мечтает попасть в Стокгольм, чтобы увидеть Декарта и поговорить с ним. Но этим мечтаниям и замыслам не суждено было воплотиться в реальность, так как вскоре Декарт неожиданно умирает.

В 22 года Гюйгенс публикует интересную математическую работу “Рассуждения о квадрате гиперболы, эллипса и круга”, что свидетельствует о незаурядных математических способностях Христиана.

Гюйгенс – талантливейший изобретатель. В 22 года он получает патент на изобретение часов с маятником, а затем 40 лет занимается их усовершенствованием, что свидетельствует о его увлечённости, настойчивости и целеустремлённости.

Этому красивому человеку его происхождение открывало двери всех дворцов Европы, но он не очень любил “появляться в свете”. Он всему знает меру: может выпить с друзьями, но чуть-чуть, может чуть-чуть пошутить, чуть-чуть посмеяться...

В 34 года он академик – член Лондонского Королевского общества, а через три года становится членом Парижской Академии наук.

15 лет проработал Гюйгенс при дворе французского короля Людовика XIV, проводя в это время блестящие математические и физические исследования.

Гюйгенс – это прекрасно дисциплинированный гений, его сам Ньютон назвал великим! Как человек, приветлив и спокоен, доброжелателен и честен, казалось, что никакие человеческие пороки даже не прикасались к этому голубоглазому созданию.

“Трактат о свете” – первое научное сочинение по волновой оптике способствовало тому, что имя Христиана Гюйгенса не могут не упоминать, изучая волновую теорию света.

Но почему о нём умалчивают в школьной механике?! Ведь Гюйгенс исследовал криволинейное движение. Доказал, что тело при падении с некоторой высоты по различным траекториям приобретает конечную скорость, не зависящую от формы траектории, а только от высоты, с которой движение началось.

Именно Гюйгенс впервые показал, что центростремительное ускорение пропорционально квадрату скорости и обратно

пропорционально радиусу окружности. Это означает, что формула

$$a = \frac{v^2}{R} - \text{это формула Гюйгенса!}$$

Он записывает без вывода выражение для центростремительной силы, что явилось предпосылкой Ньютоновой теории движения тел под действием центральных сил. Кстати, Ньютон высоко ценил научные достижения Гюйгенса.

Кроме этого, именно Гюйгенс на основе своих исследований создаёт теорию маятника, теорию соударения упругих шаров с опорой на закон сохранения количества движения Декарта, закон сохранения “живых сил” (по современной терминологии – энергии) Лейбница и принцип относительности Галилея.

В школьной физике есть элементы знаний общекультурной ориентации. Образованный человек не может не знать голландского учёного, который стал достоянием всего человечества.

Роберт Гук (1635 – 1703). Этот соотечественник Ньютона был на 8 лет старше его. Блестящий физик – экспериментатор Роберт Гук внёс большой вклад в становление механики, а потому заслуживает того, чтобы уделить больше внимания этому учёному.

В 28 лет Роберт Гук стал академиком – членом Лондонского Королевского общества и в течение нескольких лет был его учёным секретарём.

Основные научные достижения в области упругости материалов, небесной механики, теплоты, оптики.

Будучи ассистентом Роберта Бойля вместе с ним усовершенствовал воздушный насос Герике, вместе с Х.Гюйгенсом установил постоянные точки таяния льда и кипения воды.

В 30-летнем возрасте высказал гипотезу о теплоте как роде движения частиц тела, хотя подобные мысли высказывали и другие мыслители. В это же время Роберт Гук усовершенствовал микроскоп и сделал открытие о клеточном строении организмов растений. В своей работе “Микрография” впервые описывает клетки бузины, укропа, моркови и др.

Гук был активным противником корпускулярной теории света Ньютона. Он возражал против открытого Ньютоном сложного состава белого света и ошибался. Он придерживался волновой теории света и высказал гипотезу о поперечном характере световых волн. Развитие науки подтвердило это положение.

Что касается механики, то Гук написал “Трактат о движении Земли”, где высказал идею тяготения. В 1680 г. он высказал предположение, что сила тяготения обратно пропорциональна квадрату

расстояния между взаимодействующими телами. Доказательства Гук не привёл, а Ньютон впоследствии это сделал.

Когда в 1686 г. Ньютон представил в Лондонское Королевское общество рукопись “Математические начала натуральной философии”, Роберт Гук настаивал на собственном приоритете в открытии закона всемирного тяготения. Однако Ньютон заявил, что значительно раньше сообщал об идее тяготения и о силе обратно пропорциональной квадрату расстояния в письме к Х. Гюйгенсу.

Роберт Гук – автор многочисленных изобретений и усовершенствований.

На страницах учебников физики он упоминается как автор закона упругости (Закон Гука).

Действительно, Гук экспериментально установил:

1) Удлинение тела при его деформации прямо пропорционально силе, т.е. $\Delta l \sim F$;

2) Удлинение тела тем больше, чем больше его первоначальная длина, т.е. $\Delta l \sim l_0$;

3) Удлинение обратно пропорционально площади поперечного сечения деформируемого тела, т.е. $\Delta l \sim \frac{1}{S}$;

4) Удлинение (абсолютная деформация) зависит от упругих свойств деформируемого тела.

Физическую величину, характеризующую упругие свойства тела, стали в последствии называть модулем упругости или модулем Юнга, который исследовал деформации и предложил количественную характеристику упругости E , тогда $\Delta l \sim \frac{1}{E}$.

Итак, экспериментальный закон Гука имеет такой вид:

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S}$$

В состоянии равновесия приложенная внешняя сила F по модулю равна внутренней силе упругости $F_{\text{уп}}$, а величина $\frac{E \cdot S}{l_0} = k$ называется

коэффициентом жёсткости деформируемого тела. Если абсолютное удлинение вдоль оси OX обозначить $\Delta l = x$, то тогда закон Гука будет иметь вид: $F_{\text{уп}} = kx$, а проекция силы упругости на ось OX : $(F_{\text{уп}})_x = -kx$

Если у Вас есть желание стать знатоками, то Вам не лишне будет владеть той информацией, которая представлена и на этих страницах.

В содержание школьного образования входит учение о трении, которым занимался французский ученый *Шарль Огюстен Кулон (1736 - 1806)*.

Этот военный инженер занимался физическими исследованиями на уровне «хобби», т.е. увлечения. Успехи очевидны и по достоинству оценены. Он стал академиком – членом Парижской Академии наук. Человечество хранит в своей памяти имя этого учёного, в его честь названа единица измерения электрического заряда – 1 кулон, а во всех школах мира изучают закон взаимодействия заряженных тел (закон Кулона).

Изучая трения, Кулон установил не только закон трения скольжения, но и закон трения качения. Экспериментальные исследования Кулона более тщательнее, чем исследования Амонтона. Но справедливости ради закон трения $F_{\text{тр}} = \mu N$ следует называть законом Амонтона – Кулона.

Шарль Кулон изучал и упругие свойства тел и установил закон упругости при кручении нитей. На основе этого закона он дал метод измерения силы и сконструировал прибор для измерения малых сил, так называемые «крутильные весы» Кулона. Было это в 1784 г., а уже через год был установлен закон взаимодействия заряженных тел (закон Кулона).

При изучении механики мы используем понятия и соответствующие им физические величины: энергия, работа, мощность. Единицы измерения этих величин джоуль и ватт. Но последние слова следует писать с большой буквы, если иметь в виду учёных, в честь которых и названы эти единицы физических величин.

Джейс Прескотт Джоуль (1818 – 1889). Этот английский владелец пивоваренных заводов был прекрасным физиком – экспериментатором. Джоуль является одним из первооткрывателей закона сохранения и превращения энергии. Значение этого закона в науке очень трудно переоценить.

С 1843 г. в течение около десяти лет Джоуль проводил свои экспериментальные исследования и доказал, что теплоту можно получить за счёт механической работы. Он вычислил, так называемый, механический эквивалент теплоты.

Закон сохранения энергии для механических явлений впервые (1686 г.) сформулировал немецкий учёный.

Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646 – 1716). Этот немецкий учёный и философ родился в Лейпциге. Учился в Лейпцигском и Йельском университетах, а затем совершенствовал свои знания в Париже.

Блестящий математик, один из создателей дифференциального и интегрального исчисления (вторым был И. Ньютон) занимался и

физическими исследованиями по механике, теории упругости, теории колебаний. Как философ, Лейбниц развил учение об относительности пространства, времени и движения, возражал против абсолютных пространства и времени Ньютона.

Лейбниц указал на связь между показаниями барометра и погодой, высказал идею создания барометра-анероида.

Термин «энергия» был введён в науку английским учёным Томасом Юнгом только в 1807 г. Но понятие энергии в науке использовалось под названием «живая сила».

Таким образом, Лейбниц установил (1686 г.) закон сохранения «живой силы» и высказал идею о превращении энергии.

Если тело обладает энергией (по современной терминологии кинетической и (или) потенциальной), то оно способно совершать работу. Отношение работы к промежутку времени, в течение которого работа совершалась, называется мощностью. Единица измерения мощности – ватт.

Джеймс Уатт (1736 – 1819). Джеймс Уатт, в честь которого и названа единица измерения мощности, родился в Шотландии и всю свою сознательную жизнь занимался изобретательской деятельностью.

Этот «отец паровой машины» был членом трёх Академий наук: Эдинбургского Королевского общества (Шотландия), Лондонского Королевского общества (Англия) и Парижской Академии наук (Франция).

После рыбалки, которой увлекался Джеймс, работа в мастерской отца – самое любимое занятие. Никакого специального образования не получил, всю жизнь занимался самообразованием, исследованиями и изобретательством.

Работая механиком в университете г. Глазго, исследовал свойства водяного пара, установил зависимость температуры насыщенного пара от его давления.

Джеймс был тихим, пытливым, начитанным, очень наблюдательным, аккуратным и дисциплинированным человеком, который больше всего любил размышлять и мастерить.

Знатное происхождение и образованность не позволяли ему стать простым рабочим мастером, отсутствие навыков предпринимателя мешало заняться торговлей и организацией ремесла, ограниченные доходы не позволяли стать крупным промышленником, скромность и болезненность не давали возможность искать счастья в заморских путешествиях.

Парадокс: Джеймс Уатт был уникалом и универсалом, которому трудно было найти работу, какой-нибудь один род занятий. Он – типичный изобретатель и по складу характера, и по образу жизни, и по типу мышления. Можно сказать, что Джеймс уже был изобретателем, ещё ничего не изобретая.

19-летним юношей верхом на лошади двенадцать дней добирался в Лондон и поступил в мастерскую по изготовлению навигационных приборов. Очень много работал, за целый год в новом для себя городе – столице Англии всего два раза прошёлся по улицам Лондона.

Через год возвратился в г. Глазго и пытался основать там механическую мастерскую, затем был мастером – инструментальщиком при университете. Почти все студенты университета были знакомы с Уаттом, его квартира – постоянное место сборов, куда приходили с вопросами по механике, языкознанию, литературе. Всё это свидетельствует о том, что Джеймс, не получив никакого официального образования, был очень образованным человеком.

Один из профессоров университета поручил Уатту отремонтировать модель паровой машины. Джеймс начал ремонтировать и, чем больше вникал он в суть действия модели, тем больший интерес стал проявлять к работе паровой машины вообще. И вот, однажды... «Субботний день был чудесен, и я отправился на прогулку. Все мои мысли были сосредоточены на решении занимаемой меня проблемы. Подошёл к дому пастуха, и в этот момент в голове у меня мелькнула мысль: поскольку пар является эластичным телом, он ринется в вакуум. Если между цилиндром и выхлопным устройством будет существовать соединение, то пар проникнет туда. Именно там его можно будет конденсировать, не охлаждая при этом цилиндра... Когда я дошёл до Гольдхауза, в моей голове сложилось полное представление о том, что необходимо было сделать». Люди на улице Глазго и не подозревали, что в это время рождается бессмертие его имени, и мастер – инструментальщик из Глазго превращается в гордость нации!

Джеймс Уатт построил новую модель паровой машины, которая и сейчас демонстрируется в Лондонском научном музее.

9 января 1769 г. Джеймс Уатт получил патент на «способы уменьшения потребления пара и вследствие этого – топлива в огневых машинах».

После этого знаменитого события жизнь Джеймса Уатта носила двойственный характер. Большая часть – это период поисков средств для совершенствования паровой машины. Уатт искал компаньонов, а когда не находил их, вынужден был впрягаться в работу, к которой его сердце не лежало.

«Ничего не может быть позорнее для человека, как братья не за своё дело, - в отчаянии пишет он, работая на строительстве спроектированного им канала. – Я до крайности апатичен, мои рабочие не исполняют своих обязанностей, клерки и приказчики надувают меня, я имею несчастье видеть и понимать это... Я лучше бы согласился встретиться лицом к лицу заряженную пушку, чем заключать торговые

договора и сводить счёты. Короче говоря, как только мне приходится делать что-нибудь с людьми, так я не на своём месте, для инженера совершенно достаточно одной природы, чтобы бороться с ней и видеть, как она на каждом шагу одолевает его».

Но были у Джеймса Уатта и счастливые дни. Компаньоны брали на себя всю ненавистную для него документацию, освобождали от вечного страха безденежья, и он работает: набрасывает эскиз пароводного винта, придумывает микрометр, изобретает центробежный регулятор и механизм, названный впоследствии «параллелограмм Уатта», непрерывно совершенствует свою паровую машину.

В 1782 г. Уатт запатентовал паровой двигатель с расширением, а через два года получил патент на универсальный паровой двигатель.

Паровые машины покупают хозяева шахт, владельцы рудников, директора заводов. Покупателей не интересуют технические тонкости, а только прибыли. С огорчением Джеймс Уатт говорит: “Невеждам шум внушает идею силы, а скромность в машине им также мало понятна, как и в людях...”

Крупный промышленник Болтон разглядел гений Уатта. Этот человек огромной энергии и высоких человеческих качеств организует экспериментальные мастерские и принимает на работу высококлассных мастеров и рабочих “с золотыми руками”. Благодаря Болтону и таким как он промышленникам Англию не без основания называют “мастерской мира”.

Джеймс Уатт – академик, член Лондонского Королевского общества. Он, компаньон Болтона, покупает поместье и уже не думает “о куске хлеба”. Почтенный седовласый мужчина, молодость которого пролетела вихрем, выросли его дети... В 37 лет похоронил жену, которую очень любил. Женился во второй раз и оказался “под каблуком” своей новой избранницы.

В конце жизни много путешествовал, помогал молодым изобретателям советами и деньгами. Из его шести детей отца пережил лишь один старший сын. Смерть встретил спокойно, потому что знал: долг его перед потомками исполнен.

Вот кто такой Джеймс Уатт, и что такое единица измерения

мощности – один ватт ($1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}$).

А теперь уже неоднократно упоминавшийся...

Исаак Ньютон (1643 – 1727)

Несмотря на то, что к становлению классической механики причастны многие ученые (смотри хронограмму), она не без оснований и по праву называется ньютоновской. Поэтому об этом ученом необходимо поговорить более подробно. Попробуем представить себе, какой человек создал “Математические начала натуральной философии”, труд, в котором сформулировал основные законы механики, открыл закон всемирного тяготения, объяснил на этой основе движение небесных объектов и тел в околоземном пространстве. Кроме этого он открыл сложную структуру белого света, разложив его в спектр “на семь цветов радуги”, выдвинул научную гипотезу о корпускулярной природе света, открыл закон охлаждения нагретого тела, сконструировал один из первых термометров, открыл закон сопротивления движению в вязкой жидкости, впервые построил отражательный телескоп, независимо от Лейбница разработал дифференциальное и интегральное исчисление.

Историческая эпоха Ньютона

Англия, в которой родился Ньютон, была в то время по сути дела европейским захолустьем. Страна с населением около 4 млн. человек была аграрной, так как около 85% населения жило в деревне. Значительная часть крестьян была грамотная, а некоторые фермеры были даже неплохо образованными людьми. Самой могущественной европейской державой, имевшей около 15 млн. жителей, была Франция. У нее была самая большая в Европе армия, большой флот и великолепный двор, которому старались подражать почти все правители других стран. Самой прогрессивной и свободолобивой страной была тогда Голландия, которая освободилась от власти Испании. Голландия (Нидерландская республика) была самой богатой, самой образованной и самой передовой страной.

Шла к концу тридцатилетняя война (1618 - 1648), после которой Германия оказалась в крайне разоренном состоянии и была раздробленной на несколько мелких государств.

В тот год, когда родился до срока хилый и слабый мальчик Исаак, в Англии происходила революция. Имел место конфликт парламента и короля, в результате которого власть перешла к парламенту. Король бежал из Лондона на север страны и начал собирать войска, парламент готовился к отпору. Англия распалась на два лагеря, вспыхнула гражданская война, которую выиграла армия парламента под руководством Оливера Кромвеля. Когда Ньютону было 6 лет, король был казнен, а в 10-ти летнем возрасте Ньютон узнал, что Кромвель со своими

солдатами пришел в парламент и разогнал его. Протекторат Кромвеля длился пять лет до смерти диктатора. В 1660 году произошла реставрация королевской власти. Один из генералов армии Кромвеля захватил Лондон, созвал парламент, который призвал на престол наследника Карла II, жившего в эмиграции. Дальнейшие годы характеризовались ожесточенной борьбой в парламенте между сторонниками короля (тори) и парламента (виги).

За 84 года жизни Ньютона политические весы в Англии все время качались, время было беспокойным: интриги, заговоры, войны... Вместе с тем начиналась капитальная модернизация экономики, имеет место стремление догнать Голландию. Один из проектов развития экономики начинался так:

“Развитие Англии на суше и море или способ победить голландцев, не воюя с ними...”. Вот в этой Англии, которая готовилась к большому броску, и родился Ньютон. Вскоре начались войны, которые Англия и Голландия в союзе с другими странами Европы вели с Францией. Еще при жизни Ньютона французское преобладание в Европе было основательно подорвано, а окончательно Франция потерпела поражение только через 87 лет после смерти Ньютона (поражение Наполеона Бонапарта).

Исаак – сын фермера

Иомены (фермеры) - средневековое сословие свободных крестьян. Ферма в деревне Вулсторп была сравнительно богатой (двухэтажный каменный дом сохранился до сих пор). Исаак никогда не видел своего отца, так как он умер раньше его рождения. Когда мальчику было три годика, отчим с матерью уехали жить в город, оставив Исаака на попечение бабушки. Так они и жили в деревенском доме из серого камня. Ньютон окончил сельскую школу, после чего родители отправили его учиться в Королевскую школу, которая была расположена в небольшом городке в десяти километрах от родительского дома. В 15-летнем возрасте Исаак с большой неохотой оставил школу по настоянию матери, которая забрала его и заставила помогать на ферме. Сохранились счета, написанные рукой Ньютона, собиравшего арендную плату с крестьян, которые брали в аренду их землю. Фермерскими делами Ньютон занимался по принуждению. Когда его посылали со слугой в город продавать зерно на рынке, он поручал торговлю слуге, а сам шел в библиотеку своего школьного учителя и читал там книги.

К счастью для мальчика (и всего человечества!), дома довольно скоро поняли, что хозяина фермы из него не получится, и отправили его обратно в школу. В этой школе он испытал первую (и по-видимому единственную) любовь. Эта девочка - единственный романтический

образ его жизни, она была очень хорошенькая, но, к сожалению, любовь его была безответной. В школе Ньютон постиг премудрости арифметики, изучил латинский, древнегреческий и древнееврейский языки. Он хорошо подготовился к поступлению в университет.

Ньютон – студент Тринити – колледжа Кембриджского университета

Тринити - колледж - учебное заведение полумонастырского типа, как и все тогдашние университеты. Часть студентов (их было большинство) готовились стать клириками, чтобы в дальнейшем получить место в системе церковных должностей. Другая часть (меньшинство) молодые люди из дворянских семей старались получить образование как дополнительный козырь, чтобы устроиться на государственную службу.

В Тринити - колледже Ньютон сторонится веселых студенческих компаний, избегает вечеринок, не пьет. Он производит впечатление очень серьезного человека. Об этом можно судить по содержанию сохранившегося письма, которое он писал своему другу: “Мне все говорят, что Вы больны. Я искренне сожалею, но еще больше я огорчен тем, что, как мне сказали, Вы заболели из-за пьянства. Я искренне желаю, чтобы Вы прекратили пьянство и занялись восстановлением своего здоровья. И если Бог пошлет Вам выздоровление, то постарайтесь вести дальше здоровый и трезвый образ жизни”.

Учился Ньютон как-то незаметно, считался середнячком. По внешним признакам совершенно невозможно проследить, как за довольно короткое время происходит удивительное превращение вчерашнего обычного школьника в совершенно самостоятельного и оригинального исследователя. Этому нет никаких внешних побудительных причин. Можно предположить, что его могучий ум был постоянно в работе, процессы творческого мышления имели место всегда в глубинах его могучего мозга. Говорят, что Ньютон был плохим собеседником, что в разговоре мог внезапно замолчать и пребывать в задумчивости. О чем он думал? Этого не знает никто.

“Болдинская осень” Ньютона

Ньютону пришлось на два года покинуть Кембридж. Спасаясь от ужасов свирепствовавшей чумы (в одном только Лондоне сожгли 31 тысячу умерших из 200 тысяч всех жителей в то время), Ньютон уезжает в родную деревню Вулсторп. Здесь он работает, как одержимый, он весь в творческом порыве, его “прорвало”. В доме, где он родился рождаются созданные им дифференциальное и интегральное исчисления. Здесь он с помощью призмы раскладывает солнечный луч, проникший сквозь щели

ставни его комнаты, познавая тайну спектра. Под окнами его дома росла самая знаменитая в мире яблоня, с которой, по преданию, однажды упало самое знаменитое в мире яблоко, как предвестник озарения Ньютона относительно его закона всемирного тяготения.

Он уже знает, какие силы держат на небе Луну и другие планеты солнечной системы, но мир узнает об этом только через 20 лет после публикации его “Начал”.

Ньютон – член Тринити – колледжа

В 23 года Ньютон окончил колледж, получил степень бакалавра и стал членом колледжа. Этому во многом способствовал его учитель Исаак Барроу. Барроу всего на 12 лет старше Ньютона был человеком живым, остроумным, многосторонне талантливым. Он был образованным филологом, занимался физикой, наиболее значительные работы имел по математике.

Как было обычным для профессора, Барроу имел сан священника. Он получил приглашение на место придворного священника при королевском дворе Карла II, а на заведование кафедры рекомендовал Ньютона, которому в это время было 27 лет.

В 30-летнем возрасте Ньютон был принят в Королевское общество (оригинальное название английской академии наук, официально учрежденной в 1660 году) и представил две работы: математическую и физическую. Физическая работа “Новая теория света и цветов*” и сейчас производит поразительное впечатление своей логичностью и мастерством.

В 1684 году к Ньютону приехал молодой астроном Галлей и попросил объяснить, почему планеты движутся по кеплеровским эллипсам. Эта научная проблема вызвала необычайный приток творческой активности и всего за полтора года был написан капитальный труд: “Математические начала натуральной философии”. Книга была издана в 1687 году. В этом же году Ньютон оказался участником конфликта, который возник на почве переплетения научных, политических и религиозных деяний.

Король предписал Кембриджскому университету присвоить монаху-католику Френсису звание магистра. Университет жил по протестантским (антикатолическим) законам и отказался выполнить просьбу короля. Тогда наиболее влиятельные ученые университета были вызваны в Лондон на расследование, что вызвало испуг и смятение. О позиции Ньютона можно судить, исходя из содержания его письма: “Все честные люди, следуя божескому и человеческому закону, должны повиноваться законным повелениям короля. Но если королю посоветовали потребовать то, чего по закону сделать нельзя, никто не

может быть наказан, если он отказывается это сделать”. Столкновение закончилось вничью, а через год Ньютон стал членом парламента, законодательные акты которого сформировали строй новой Англии.

Ньютон – государственный служащий

Благодаря инициативе и активным действиям тех парламентариев, которые составляли оппозицию королю, Карл II был свергнут с престола и оказался в эмиграции во Франции. Англия оказалась в состоянии войны с Францией. Война вызвала расстройство денежной системы (сейчас это называется инфляцией). Появилось много фальшивых денег. Группа, в которую входили Исаак Ньютон и Джон Локк, подготовила проект реформы. В истории Дж. Локк известен как философ, автор книги “Опыт о человеческом разуме”, но он был разносторонне образованным человеком, так как интересовался алхимией, экономикой (по вопросам алхимии переписывался с Ньютоном). В 1696 году Ньютон уехал из Кембриджа и стал управляющим, а затем и директором Лондонского монетного двора. Его друг, астроном Галлей стал директором другого монетного двора в провинции. Они быстро наладили чеканку монет и усиленно провели финансовую реформу. В это время Ньютон уже был всеми почитаемым человеком, по сути дела национальным достоянием Англии.

В обязанности директора монетного двора входило вести сыск и следствие по делам о фальшивомонетчиках. Ньютон еженедельно слушал сообщения осведомителей, допрашивал фальшивомонетчиков, которые страшно его боялись. Только в 1697 году Ньютон передал в суд дела, по которым было казнено около двадцати фальшивомонетчиков. Ньютон все делал с исключительной целеустремленностью и добросовестностью, и у него все хорошо получалось.

Ньютона принимали при дворе, он беседовал в самых уважаемых салонах с вельможами на разные темы, чаще всего на теологические (учение о Боге).

В 1703 году Ньютон стал во главе английской науки, его избрали президентом Королевского общества, но должность директора лондонского монетного двора не оставил, так как именно эта должность давала Ньютону основной доход.

Мировоззрение Ньютона

Члены Королевского общества во времена Ньютона считали себя сторонниками новой философии, основоположником которой был Френсис Бэкон. Эта новая философия утверждала, что знания должны основываться не на традиции, не на умозрительном мудрствовании, а на опыте. Сама идея знания, как средства жизненного самоутверждения,

уходит вглубь веков. В средневековье носителями этой идеи были так называемые алхимики. Точно известно, что Ньютон продолжительное время тоже занимался алхимией. Исследователей все больше привлекают применение точных методов, научно поставленного эксперимента. О круге проблем того времени можно судить из книги одного из первых членов Королевского общества Гленвилла. В книге "О суетности догм" он писал: "Несомненно, что развитие наук необычайно увеличит возможность человечества. Нам станут доступными Южные моря. Может быть, Луна станет столь же доступной, как Америка. Для наших потомков купить пару крыльев будет столь же естественным, как для нас купить пару башмаков. Станет возможным разговаривать с человеком, находящимся в Индии, как будто он стоит рядом в комнате, превращать пустыни в плодородные земли и, наконец, восстанавливать волосы".

Эту книгу, безусловно, читал Ньютон, и она оказывала влияние на его взгляды и убеждения. Ньютон беседовал и вел переписку не только на научные, но и на богословские темы. Его считали знатоком богословия, в собрании его сочинений имеется много обширных богословских трактатов. Систематически заниматься теологией Ньютон начал в 30-летнем возрасте. Точно известно, что в письме секретарю Королевского общества от 4 декабря 1674 года Ньютон сообщает о своем намерении прекратить занятия математикой и оптикой с тем, чтобы целиком посвятить себя вопросам религии. Были ли внутренние причины таких намерений Ньютона? На этот вопрос прямого ответа нет. А вот внешние причины, безусловно, были.

Дело в том, что в 1675 году заканчивался предельный срок пребывания Ньютона в качестве магистра искусств в Тринити-колледже Кембриджского университета. По заведенному порядку, если в таком случае человек оставался членом колледжа, то он давал клятву, что принимает истинную религию Христа и объектом своих исследований делает теологию (учение о Боге). Это значит, что Ньютон должен был сделать выбор: принимать священный сан или покинуть университет. Он выбирает первое и начинает тщательно и систематически изучать труды отцов церкви, причем делает это, пытаясь докопаться до истины, а поэтому знакомится с сочинениями, которые признавались официальной церковью еретическими. При этом еретическими признавались не только антирелигиозные учения, но и религиозные, которые отличались от так называемого англиканства. В основе англиканства лежал христианский протестантизм, признававший догмат святой Троицы неприкосновенным. Однако в это время, вопреки официальной церкви все больше развивались и распространялись представления о едином, монистическом начале, лежащим в основе природы и человека (унитаризм). Утверждению унитаризма способствовало проявление

острого чувства единства мира, которое было в высшей степени присуще Ньютону. Поэтому у Ньютона были все основания скрывать свои религиозные взгляды, так как в это время веротерпимость (терпимость к разным верам) была порицаема. Ньютон понимал, что он не может принять религиозный сан священника, имея религиозные убеждения, не совпадающие с учениями официальной церкви. Он готовился покинуть Кембриджский университет. Однако по ходатайству своего учителя Исаака Барроу Ньютон получил специальное разрешение короля, позволившее ему стать членом Тринити-колледжа, не принимая духовного сана.

Ньютон был убежден, что без знаний священных текстов Нового и Ветхого заветов о божественном творении всякие занятия наукой являются бессмысленными. Вместе с тем, Ньютон считал, что нет иного способа познания Бога, кроме путем познания системы природы. Поэтому всякое искажение веры сопряжено с неправильным пониманием природы. Таким образом, мировоззрение Ньютона основывалось на трех как бы противоречивых началах:

религиозном, естественнонаучном и алхимическом. Но это три стороны единого цельного мировоззрения. Прослеживается глубокая связь в творчестве Ньютона трех направлений его духовных исканий:

- поиск истинной религии;
- поиск истинной естественнонаучной картины мира;
- поиск истинных принципов морали.

Свойственное Ньютону, религиозно окрашенное чувство единства мироздания обусловило и цельность его мировоззрения, всех его граней: вера в единого Бога, чувства нравственного долга человека перед Богом и людьми и поиска “совершенной во всех своих частях” натуральной философии. В свете этого мировоззрения Священное Писание представлялось Ньютону не книгой тайнств, недоступных человеческому разумению, но историческим свидетельством всемогущества Бога, которое может быть не только воспринято чувствами, но и доступно постижению разумом. Отсюда два пути познания Бога: через изучение Природы и через изучение Истории.

Механика Ньютона

Механика Ньютона возникла не на пустом месте, а явилась результатом исследований и размышлений его предшественников и современников. Из предшественников необходимо особо выделить Галилея, Кеплера и Декарта. Из современников - Гюйгенса, Гука, Рена. Законы Ньютона изучаются в школах всего земного шара. В учебниках физики эти законы выделяются шрифтом, помещаются в рамочки. К сожалению, те исторические сведения, которыми сопровождаются в

учебниках эти законы, часто носят поверхностный и неконкретный характер. Авторы учебников о многом умалчивают, кое-что недоговаривают, что-то упрощают до неправдоподобности. В результате складывается впечатление, что раз “законы Ньютона”, следовательно, именно он их и открыл. Однако такое упрощенное представление не имеет ничего общего с исторической правдой и не отражает специфику научного познания окружающей действительности.

К моменту выхода в свет “Математических начал натуральной философии”, где Ньютоном была изложена первая физическая теория (механика), ученые знали закон инерции (Галилей), закон сохранения количества движения (Декарт), умели вычислять центростремительное ускорение и центростремительную силу (Гюйгенс). В своей книге сам Ньютон писал: “До сих пор я излагал принципы, которые принимаются математиками и подтверждены многочисленными опытами”.

Далее он продолжал, что два закона механики открыл Галилей, а третий он связывал с именами Рена, Уоллиса и Гюйгенса. Итак, законы сами по себе в изложении Ньютона не были новыми. Новым в “Началах” было решение сложных задач небесной механики на основе этих законов и объяснение (именно объяснение, а не математическое описание) законов Кеплера и других более сложных явлений. Современники Ньютона обратили внимание именно на это и высоко оценили сделанное именно Ньютоном.

Новым было понимание того, что совокупность трех законов в изложении Ньютона образует систему, на основе которой строится полная схема решения механических задач.

Особого внимания заслуживает закон всемирного тяготения Ньютона. Остановимся на нем более подробно.

Всемирное тяготение

В начале XVII века идея всемирного тяготения была распространена и популярна. Одним из первых писал о тяготении Роберваль, немного не доживший до появления “Начал” Ньютона. Когда Исааку Ньютону было 2 годика, Роберваль издал книгу, в которой развивал идею всемирного тяготения и пытался объяснить устройство Солнечной системы. Но он еще не знал о существовании связи между ускорением и силой, а поэтому особых успехов не достиг.

Многие ученые “угадывали” пропорциональность силы тяготения

величине $\frac{1}{r^2}$, но строгого доказательства из-за математических трудностей привести не могли. Ко времени рождения Ньютона в научном мире возникла ясно поставленная задача: создать динамику,

которая объясняла бы движение тел под действием тяготения. Но получилось так, что поиски пошли по другому пути, намеченному Декартом. Декарт отвергал средневековые теории тяготения, так как считал, что силы не могут действовать на расстоянии. По Декарту взаимодействие возможно только при контакте, при соударениях. Исходя из этой идеи, Декарт построил полную теорию мира. В соответствии с этой теорией Солнечная система возникла из эфирного вихря. При этом более тяжелые элементы образовали Солнце и планеты, оставшийся эфирный вихрь продолжает крутиться и увлекать за собой планеты. Книга Декарта “Основы философии” вышла в свет в 1644 году, т.е. когда Ньютону было всего два года. Итак, в один и тот же год вышли книги Роберваля и Декарта. В этих книгах реализовывались совершенно разные теории тяготения.

Взгляды Декарта оказали очень сильное воздействие на ученых того времени. Определенную дань учению Декарта отдавал и Ньютон, хотя свою теорию тяготения он построил на основе идеи дальнего действия.

Из истории физики известно, что приоритет в открытии закона всемирного тяготения оспаривал Роберт Гук. Гук был блестящим и разносторонним физиком-экспериментатором. Он интересовался теорией удара, проблемой тяготения, планетными движениями и действительно имел самое непосредственное отношение к появлению “Начал” Ньютона. По собственным словам Ньютона, именно переписка с Гуком побудила

его вернуться к задаче о движении тел под действием силы $\sim \frac{1}{r^2}$, и уже

тогда Ньютон получил результат, что в поле такой силы тело должно двигаться по эллипсу. Но сообщения об этом он никому не сделал.

Дальнейший толчок в исследовании Ньютоном теории тяготения дал Галлей (1656 - 1742). Тот самый Галлей, который, будучи директором другого монетного двора, по вопросам государственной службы сотрудничал с Ньютоном.

Галлей был не только мыслителем, но и очень подвижным, общительным и быстрым в решениях человеком. Во время пребывания в Лондоне Петра I Галлей поддерживал с ним дружеские отношения, они много беседовали на разные темы. Галлей в научных кругах слыл человеком с атеистическими взглядами, что помешало ему занять кафедру астрономии в Оксфорде. Однако впоследствии он был приглашен ко двору и стал королевским астрономом. В 80-е годы Галлей активно участвовал в дискуссиях о тяготении. Он обнаружил связь

между “законом $\frac{1}{r^2}$ ” и третьим законом Кеплера, но доказать движение планет по эллиптической траектории не смог. В разговоре с Реном

выяснилось, что тот тоже пытался доказать эту связь, но у него ничего не получилось. Рен обещал премию тому, кто сможет доказать эту связь. Гук заявил, что он доказательство знает, но не сообщит, пусть другие еще помучаются. Но и с течением времени Гук такого доказательства не дал. Галлей пришел к выводу, что мистер Гук “не так хорош, как его слова”. На самом деле, Гук доказательства разработать не мог, так как он не был таким блестящим математиком, каким, безусловно, был Ньютон.

Тогда Галлей решил обратиться к Ньютону. Ньютон ему поведал, что он уже давно знает доказательство и обещал ему прислать. Вскоре Галлей получил обещанное и понял, что у него в руках находится нечто исключительное. Галлей не ошибся.

Отношение учёного мира к механике Ньютона

В журнале французской Академии наук появилась рецензия, в которой было отмечено, что система механики развита исключительно полно и блестяще, но что Ньютон рассматривает планетное движение не как физик, а как математик, не заботясь об истинном происхождении тех движений, которые он изучает. “Было бы очень хорошо, если бы он дал нам физику, столь же блестящую, как и его математика”.

Из переписки Гюйгенса видно, что сомнений в правильности сделанного Ньютоном у него не было, но он хотел выяснить происхождение движения планет.

Англичане считали содержание “Начал” величайшим достижением, а Ньютона - гордостью английской науки и всей Англии, так как именно в Англии открыта истинная “Система мира”. Ньютон довел до предела совершенства геометрические методы в механике. Все изложение и объяснение делается на чертежах. В то время аналитические методы изложения в координатной форме еще не были разработаны. Поэтому Ньютон пользовался геометрическими методами не потому, что это было более понятно, а потому, что у него просто не было выбора. И если физика “Начал” открывала большие возможности для дальнейших исследований, то математический аппарат приводил к существенным затруднениям.

Для того чтобы открыть перспективы дальнейшего развития механики, ее нужно было заново сформулировать в аналитической форме. Первым эту работу начал Лейбниц, а решительный шаг сделал Леонард Эйлер, который в 1736 году написал книгу “Механика, аналитически изложенная”. Эйлер писал, что не может решить новых задач механики геометрическими методами Ньютона: “Хотя мне казалось, что я достаточно ясно понял решение многих задач, однако задач, чуть отступающих от них, я уже решить не мог”. Это и способствовало тому, что Эйлер переформулировал механику аналитически. В книге Эйлера

задачи решались почти современными математическими методами. С этого и начинается стремительное развитие математических методов решения задач механики, физические основы которой были заложены Ньютоном и которые остались неизменными до наших дней.

Аналитическая механика была создана после Ньютона, среди ее создателей необходимо назвать самых выдающихся: Эйлер (1707 - 1783), Клеро (1713 - 1765), Даламбер (1717 - 1783), Лагранж (1736 - 1813), Лаплас (1749 - 1827), Гамильтон (1805 - 1863).

Когда Исаак Ньютон в возрасте 84 лет в 1727 году ушел в небытие, Эйлеру было 20 лет, Клеро - 14 лет, Даламберу - 10 лет, а Лагранж, Лаплас и Гамильтон еще и не родились. Таким образом, после Ньютона научное лидерство в основном перешло к Франции вплоть до Фарадея и Максвелла, которые вернули Англии первенство в науке.

На могиле создателя классической механики высечены слова:

*Здесь покоится
Сэр Исаак Ньютон,
Который почти божественной силой своего ума
Впервые объяснил
Помощью своего математического метода
Движения и формы планет,
Пути комет, приливы и отливы океана
Он первый исследовал разнообразие световых лучей
И протекающие отсюда особенности цветов,
Каких до того времени никто даже не подозревал.
Прилежный, проникательный и верный истолкователь
Природы, древностей и священного писания.
Он прославил в своем учении Всемогущего Творца.
Требуемую Евангелием простоту он доказал своей жизнью.
Пусть смертные радуются, что в их среде
Жило такое украшение человеческого рода.
Родился 25 декабря 1642 г.
Умер 20 марта 1727 г.*

Величественная и цельная картина мира, созданная Ньютоном, продолжает восхищать все последующие поколения, хотя многое из этой картины мира пришлось уточнять, расширять, углублять, наполнять новым смыслом в соответствии с новыми научными достижениями.

Движение и взаимодействие

Древнегреческий учёный Аристотель (384 – 322 гг. до н.э.) в своих многочисленных научных трактатах изложил взгляды на сущность механического движения. На основании наблюдений, систематизации и критической оценки естественнонаучных знаний он сформулировал

положения, смысл которых таков: а) без силы нет движения; б) чем больше действующая на тело сила, тем больше скорость его движения.

Можно было бы и не обращаться к этим утверждениям, тем более что их автор жил более 2300 лет тому назад. Но ведь и сегодня до изучения физики в школе эти утверждения не вызывают у нас сомнений. В переносном смысле можно сказать, что все мы до изучения физики – “маленькие Аристотели”.

Первым, кто усомнился в истинности утверждений Аристотеля, был Галилео Галилей, один из тех гигантов, “на плечах которых стоял Ньютон”.

Галилей на основе физических опытов и выводов из них открыл инертность как свойство физических тел, благодаря чему имеет место способность тел сохранять состояние покоя (инерция покоя) или равномерного движения (инерция движения) без действия на них внешних сил.

Высказывания Аристотеля не противоречат истине, если иметь в виду, что Аристотель учитывал действие на тело только сил движущих и не учитывать сил сопротивления движению.

Галилей изучал движения тел при условии, что силы сопротивления по сравнению с движущими пренебрежимо малы.

Первым, кто поставил и решил задачу о движении тела под действием всех сил, был Исаак Ньютон.

Сэр Исаак Ньютон “почти божественной силой своего ума” (мы уже знаем надпись на могильной плите в Вестминстерском аббатстве в Лондоне) представил систему трёх основных законов механики: закон инерции, закон пропорциональности силы и ускорения, закон равенства действия и противодействия.

В такой последовательности один за другим эти законы и изучаются в школьном курсе физики. Если глубоко и всесторонне проанализировать физическую ситуацию, осмыслить содержание каждого из трёх законов, то можно прийти к выводу об их неразделимости.

В самом деле, второй закон выполняется относительно инерциальных систем отсчёта (ИСО), существование которых определяет первый закон (закон инерции). Без знания и понимания третьего закона невозможно получить равнодействующую всех сил, так как она является геометрической суммой всех сил, действующих на тело а каждая из этих сил определяется из третьего закона (закон взаимодействия).

По выражению выдающегося физика XX века Альберта Эйнштейна законы Ньютона “Это – фундамент всей механики и пожалуй, всей теоретической физики”.

Со времени создания первой научной теории (это была физическая теория – классическая механика!) прошло уже более трёх веков. За это время законы классической механики много раз проверялись в различных условиях, и всякий раз полученные результаты подтверждали их истинность.

Работоспособность созданных механотехнических устройств, соответствие реальных движений расчётным – убедительное, яркое подтверждение правильности и значимости законов механики.

И сегодня законы Ньютона находят применение при проектировании и конструировании самых современных, самых новейших механотехнических систем.

И всё же, сколь ни широка область применения законов Ньютона, область применимости их имеет границы.

В начале XX века тот же Альберт Эйнштейн, столь высоко ценивший законы движения Ньютона, своей гениальной мыслью “прикоснулся” к формуле . В результате этого “прикосновения” выяснилось, что масса тела, являющаяся мерой его инертности, не является постоянной, а возрастает с ростом скорости. Правда, это изменение массы становится существенным при очень больших скоростях движения, близких к скорости света. Это означает, что одна и та же сила одному и тому же телу сообщает разные ускорения в зависимости от того, с какой скоростью это тело движется. В ускорителях элементарные частицы разгоняются до таких скоростей, что возрастание их массы нельзя не учитывать.

И всё же область применимости законов Ньютона огромна. Это становится очевидным, если учесть, что даже вторая космическая скорость (11200 м/с) является “маленькой” скоростью по сравнению со скоростью света, и возрастание массы при такой скорости является настолько ничтожным, что практически в расчётах движения космических объектов не учитывается.

Подробнее о взаимодействии. Третий закон Ньютона

В окружающем нас физическом мире происходит взаимодействие “всего со всем”. Пневматический молот ударяет по заготовке, которая деформируется, сам же молот практически сохраняет свою форму. Резец взаимодействует с обрабатываемой деталью, снимая с неё стружку, сам же резец почти не изменяется. Нож разрезает буханку хлеба на части, сам же остаётся “цел и невредим”. Клошקה взаимодействует с шайбой, посылая её в ворота, сама же “предпочитает” оставаться в руках хоккеиста. Автомобиль взаимодействует с прицепом, “заставляя” его следовать за ним, сам же “на поводе” у прицепа никогда не идёт.

Перечисленные примеры свидетельствуют о том, что при взаимодействии двух тел результат действия первого тела на второе оказывается не таким, как результат действия второго тела на первое. Нет ли здесь противоречия с третьим законом Ньютона, согласно которому тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной прямой в противоположные стороны и равными по модулю?

Нет, третий закон Ньютона выполняется и в перечисленных выше случаях. В том то и дело, что одинаковые по модулю силы действуют и на “холодный” массивный боёк пневматического молота, и на горячую “мягкую” заготовку; на режущую кромку резца, изготовленную из твёрдого сплава, и на заготовку из “мягкой” стали; на твёрдый нож, и на мягкую буханку хлеба; на клюшку в руках хоккеиста (большая масса) и на шайбу (маленькая масса); на автомобиль с ведущими колёсами и на прицеп, колёса которого просто катятся.

Стоит только взять два совершенно одинаковых тела, находящихся первоначально в одинаковых состояниях, как сразу можно заметить, что результат действия первого тела на второе будет аналогичным результату действия второго тела на первое. Действие первого тела на второе, независимо от их свойств, всегда аналогично действию второго тела на первое, т.е. тела действуют друг на друга одинаково интенсивно, с одинаковыми по модулю силами.

Результат же действия оказывается различным из-за различия механических свойств взаимодействующих тел и различия в их взаимодействиях с другими телами.

Так, клюшка, взаимодействуя с шайбой, взаимодействует ещё с руками хоккеиста. Шайба же, взаимодействуя с клюшкой, непосредственно с руками хоккеиста не взаимодействует, но зато взаимодействует ещё со льдом. Очевидно, что это является определяющей причиной того, что шайба скользит по льду, а клюшка остаётся в руках хоккеиста, хотя сила, действующая на шайбу со стороны клюшки, равна по модулю силе, действующей на клюшку со стороны шайбы.

Дальнейшее рассмотрение этого взаимодействия позволяет достаточно ясно представить себе его сущность. Если взять в руку шайбу и толкнуть ею клюшку, лежащую на льду, то теперь клюшка будет скользить по льду, а шайба останется в руках хоккеиста. При условии равенства сил взаимодействия в первом и во втором случаях клюшка всё-таки получит меньшую начальную скорость, чем шайба. Это подтверждает мысль о том, что результат взаимодействия тел зависит и от их механических свойств. Так, шайба и клюшка имеют разные массы как меры инертности тел при их поступательном движении. Клюшка вдобавок связана с хоккеистом, который держит её в руках.

На основании рассмотренного взаимодействия мы можем с уверенностью сказать, что и прицеп действует на автомобиль с такой же по модулю силой, с какой автомобиль действует на прицеп. Почему же “главную скрипку” играет автомобиль? Ответ на этот вопрос ясен: потому что характер взаимодействия автомобиля и прицепа с другими телами (покрытием дороги) различен. Ведущие колёса автомобиля не так взаимодействуют с дорогой, как колёса прицепа.

Итак, характер движения тела (ускорение \vec{a}) определяется характером взаимодействий (силы \vec{F}) и физическими свойствами этого тела, его инертностью (масса m). Исследовать движение несложно

только в случае постоянных сил. Тогда и равнодействующая (сила \vec{F} во втором законе Ньютона) будет постоянной, а следовательно постоянным

окажется и ускорение тела \vec{a} . Движение в этом случае будет равноускоренным: скорость будет изменяться с течением времени линейно

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ ($v_x = v_{0x} + a_x t$), а перемещение по квадратичному закону

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2})$$

Координата при прямолинейном равноускоренном движении

(положение тела) может быть определена так $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$.

Если же силы, действующие на тело, не являются постоянными, тогда и ускорение будет изменяться и найти мгновенную скорость и координату движущегося тела достаточно сложно. Но сложности в этом случае математические, а законы физики (законы Ньютона) “работают” безупречно.

“Прокатить с ветерком?” – спрашивает мотоциклист своего приятеля. Но как же можно почувствовать ветерок в солнечный безветренный день? Дело в том, что при быстром движении в безветренную погоду ощущается то же, что и в состоянии покоя при ветре. Что здесь движется: человек по отношению к воздуху или воздух по отношению к человеку – безразлично, чем еще раз подтверждается относительность движения.

Ведь поведение вновь созданного самолёта или автомобиля на больших скоростях проверяется в аэродинамических трубах, где воздух с ураганной скоростью обдувает неподвижные самолёт или автомобиль.

Важно следующее. Любой опыт показывает, что воздух (атмосфера) оказывает сопротивление движению, и сила сопротивления возрастает с ростом скорости движения. Конечно, при ходьбе и даже при

беge сопротивление или незаметно, или малозаметно. Но представьте себе легковой автомобиль, который движется со скоростью 110 км/ч ($\approx 30,6$ м/с). Как распределяется развиваемая двигателем мощность на преодоление сил сопротивления движению?

Эксперименты показали, что при этом:

- 10 % мощности расходуется на преодоление сил трения в машине;
- 40% мощности расходуется на преодоление сопротивления дороги;
- 50% мощности расходуется на преодоление сопротивления

воздуха.

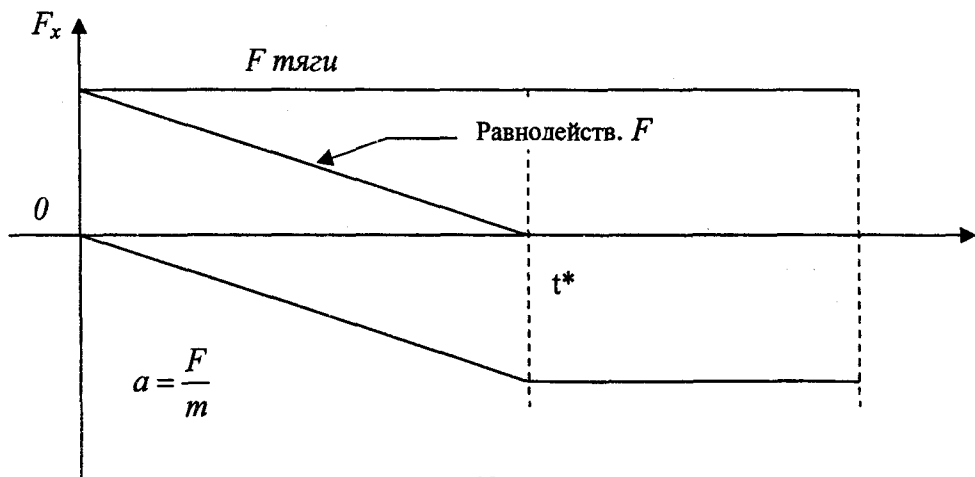
Заметим, что равнодействующая всех сил (движущихся и сил сопротивления движению) в этом случае (движение с постоянной скоростью) равна нулю.

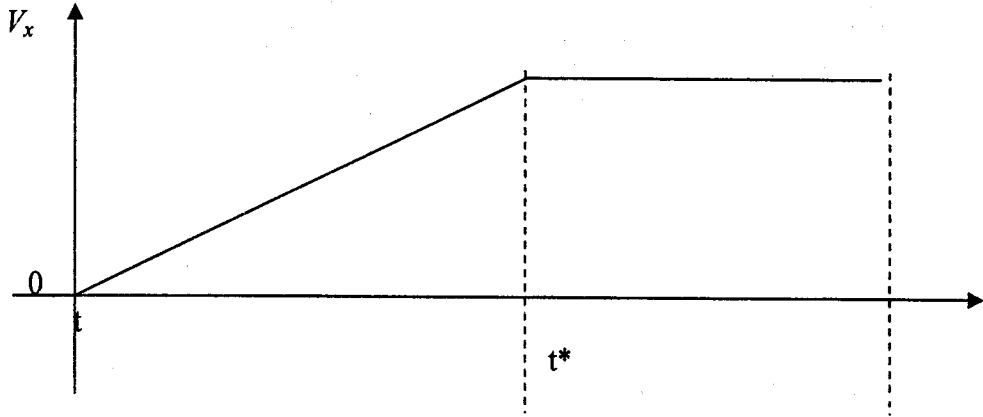
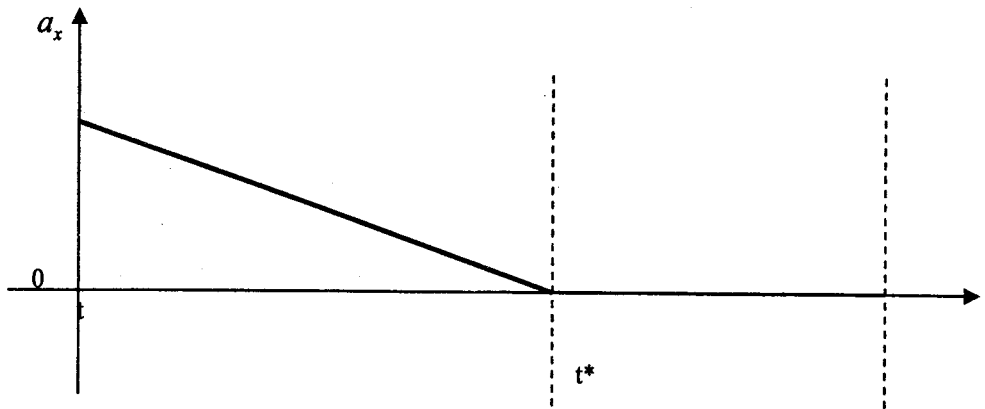
А вот при движении автомобиля со скоростью 145 км/ч ($\approx 40,3$ м/с) свыше 70% сожжённого бензина идёт на преодоление сопротивления воздуха.

Как установлено, сила сопротивления среды движению в ней сначала пропорциональна скорости (v), затем (при большой скорости) квадрату скорости (v^2), а при скоростях, близких к скорости звука (≈ 330 м/с) – пропорциональна кубу скорости (v^3).

Каким же путём добиться повышения скорости движения автомобиля, поезда, корабля, самолёта? Изменить произвольно плотность среды (ρ) воздуха или воды невозможно. Остаётся возможность изменения коэффициента сопротивления движению (k), который зависит от формы тела (его обтекаемости). Наиболее оптимальная форма в этом отношении – каплеобразная.

Предположим, что сила тяги постоянна, а обобщённая сила сопротивления изменяется с течением времени линейно до момента времени, когда она станет равной движущей силе, а затем остаётся постоянной. Как будет изменяться скорость тела с течением времени?





Равнодействующая до момента времени t^* уменьшается с течением времени линейно $F = F_{0x} - kt$, а затем всё время равна нулю, т.е. $F_x^* = F_{0x} - kt^* = 0$.

В соответствии со вторым законом Ньютона

$$a_x = \frac{F_{0x} - kt}{m} = a_{0x} - \frac{k}{m}t; a_x^* = a_{0x} - \frac{k}{m}t^* = 0.$$

Если ускорение изменяется по линейному закону, то скорость будет изменяться по квадратичному закону, т.е. до момента времени t^* график скорости – парабола, а затем $t > t^* F^* = 0 \Rightarrow a^* = 0 \Rightarrow v = const$.

Научно-технический прогресс и классическая механика Ньютона

Неискущённому в науке и технике человеку может показаться, что сейчас, когда бурно развивается электроника, атомная техника и кибернетика, оптоэлектроника и квантовая физика, о механике забыли. Однако это не так. Научно-технический прогресс, с одной стороны, требует, а с другой – содействует дальнейшему развитию механики твёрдых, жидких и газообразных тел и даже механики плазмы.

Имеют ли отношение к научно-техническому прогрессу законы динамики Ньютона, “фундамент всей механики”, по выражению А. Эйнштейна?

Для ответа на поставленный вопрос вполне достаточно сослаться на авторитетное мнение видного учёного академика Л.И. Седова: “Все достижения в современной технике, авиации, в ракетной технике, в морском деле и вообще в промышленности основаны на использовании и применении результатов и методов ньютоновской механики”.

В любой отрасли промышленного и сельскохозяйственного производства, в строительстве, на транспорте и в других сферах человеческой деятельности имеются различные машины, приборы и устройства механического действия. Для их создания (проектирования, изготовления) и эксплуатации нужны квалифицированные образованные рабочие – механики, техники – механики, инженеры – механики. Слово “механики” говорит о специфике их профессиональной деятельности.

Принцип действия механических устройств должен быть таким, чтобы с высокой точностью выполнялись необходимые технологические операции. Тенденция развития производства такова, что всё больше и больше операций выполняется механизмами и машинами, а функция человека сводится к управлению и контролю. Управлять и контролировать действиями механических устройств можно только имея необходимые знания, прежде всего знания физических основ механики.

Механика и законы Ньютона, лежащие в её основе, составляют научную базу одного из направлений научно-технического прогресса, а

именно: комплексной механизации и автоматизации технологических производственных процессов.

Каждая деталь механического устройства подлежит расчёту. При расчёте учитываются все действующие на деталь силы, которые выявляются при рассмотрении взаимодействий данной детали с другими, т.е. на основании третьего закона Ньютона.

Очень часто при расчётах реальные физические тела приходится заменять их моделями, в которых несущественные для решения данной задачи их свойства и характеристики не учитываются. Это упрощает решение многих физико-технических задач. Именно так мы поступаем и при решении учебных физических задач.

Невозможно, тем более в рамках этой книги, перечислить и рассмотреть все основные аспекты роли и достижений механики в современном научно-техническом прогрессе.

Механическое движение в современной технике используется в двух направлениях: или как цель производства, или как средство достижения цели. Например, перемещение в пространстве людей и грузов различными видами транспорта, доставка ракетами искусственных спутников Земли на соответствующие орбиты, доставка грузов и людей на орбитальные станции – здесь механическое движение выступает как цель. А вот движение резца, сверла, фрезы, точильного круга и т.п. при технологических операциях по обработке материалов и доведения их до необходимых точности и чистоты поверхностей – это пример, когда механическое движение является средством достижения цели.

В первом случае техники стремятся совершенствовать механическое движение, выбирая оптимальные варианты формы траектории, скорости движения, ускорения на необходимых участках траектории. Во втором случае техники стремятся избежать механического движения, заменяя оборудование технологических процессов таким образом, чтобы потери энергии и материалов были наименьшими. Причём, прогресс развивается в направлении широкого применения автоматических манипуляторов с встроенными в них системами автоматического управления на основе микропроцессоров и микроЭВМ.

Содержание механики Ньютона с позиции теории научного познания и современных научных взглядов

В настоящее время имеются различные, достаточно совершенные логические формы изложения содержания классической механики. Они разработаны Ж. Лагранжем, У. Гамильтоном и другими учеными. Однако, классическая механика И. Ньютона исторически представляет

собой первую физическую теорию, которая заслужено считается образцом теоретических построений. Она не утратила своего значения при рассмотрении различных прикладных вопросов и исследовательских проблем и в наши дни, а потому имеет интересные перспективы развития.

Сегодня необходимо более адекватное физической науке изложение содержания классической механики. Прежде всего, возникает потребность в научном раскрытии фундаментальных физических понятий пространства, времени и движения.

Созданию любых теорий предшествует этап эмпирических исследований. При этом теория не отрицает эмпирический уровень знаний, а лишь вносит в его содержание более глубокое понимание на основе выявленной в теории сущности. В связи с этим с методологической точки зрения очень важно различать эмпирический и теоретический уровни знаний и предусматривать возврат (точнее восхождение) к эмпирическим знаниям и их переосмысление на основе теоретических знаний.

Физическое научное познание осуществляется, как правило, по схеме: эксперименты - теория - практика. При этом на связке эксперименты - теория имеет место движение познания от материального к идеальному (аналитико-синтетическое обобщение), а на связке теория - практика познание движется в направлении от идеального к материальному (конкретизация). В связи с этим закономерно возникает вопрос: а нельзя ли исключить из процесса познания идеальное и ограничиться только материальным и действовать по схеме эксперименты - практика? Можно привести многочисленные примеры из механики, свидетельствующие о том, что для научного познания явлений эмпирических исследований явно недостаточно, как бы мы не совершенствовали средства измерений.

Процесс познания явления не ограничивается его описанием на эмпирическом уровне. Явление необходимо понять, т.е. выявить его причинное, внутреннее содержание. В соответствии с философской терминологией необходимо познать сущность явления, которая непосредственными наблюдениями не постигается.

Сущность - это характерная особенность явления (по сути дела идея) неразрывно связанная с материальностью, но не данная непосредственно в наблюдениях и экспериментах. В наблюдаемом и экспериментально исследуемом физическом явлении сущность проявляется в форме эмпирического закона.

Как же по материальному проявлению установить идеальное, т.е. сущность? Этот вопрос является самым трудным в теории познания. Переход от явления к сущности происходит за счет особой деятельности человеческого мышления, которое обладает фундаментальным для

познания свойством, а именно: способность создавать образы (абстракции) материальной действительности и оперировать ими.

В мышлении предмет представляется в виде образа, а поэтому представляется лишь частично, т.е. абстрактно из-за бесконечности свойств реального предмета и ограниченности информации о нем. Более того, этот образ реального предмета не только абстрактен, но и идеализирован, так как наделен некоторыми дополнительными свойствами, которыми реальный предмет не обладает. Вот эта идеализирующая сторона человеческого мышления играет существенную, причем творческую роль в процессе научного познания. Идеальные физико-математические образы создаются мышлением и существуют только в мышлении. Эти образы и являются носителями сущности при условии адекватного отражения материального мира. Понятия и законы, составляющие ядро теории, описывают и объясняют образный, идеальный физико-математический мир, который выражает существенные свойства реального физического мира.

Переход от реального физического мира к идеальному физико-математическому миру логически однозначно не обусловлен, а это означает, что теория прямо и непосредственно не выводится из эмпирических исследований.

Идеальный физико-математический мир (мир идеальных образов) и реальный физический мир опосредованы экспериментальным физическим миром (образы экспериментального уровня исследования).

На первом этапе физического познания реального материального мира мы создаем образы его объектов и ситуаций не высокой степени абстрагирования, т.е. отражаем реальный мир в форме так называемых экспериментальных образов. На этой основе выражаются экспериментальные закономерности физических явлений.

При дальнейшем познании создаются новые, значительно более абстрактные образы реального мира. Эти теоретические объекты-образы и "населяют" идеальный физико-математический мир. Причинно-следственные связи и отношения в этом мире есть теоретические законы, которые отражают сущность реальных физических явлений и выражаются в знаково-символической форме. Система этих теоретических законов, отражающих сущность физических явлений определенной области, представляет собой физическую теорию.

Идеальный физико-математический мир ньютоновской механики представляет собой систему таких понятий, как пространство, время, материальная точка, система отсчета, скорость, ускорение, масса, сила, импульс, момент импульса, энергия. Эти же понятия лежат в основе и экспериментальных исследований, но смысл они здесь имеют не теоретический, а эмпирический.

Эмпирически пространство характеризуется свойствами материальных тел (наличием у них формы и протяженности), а также дискретной множественностью тел. Эмпирически пространство отождествляется с “вместилищем”, в котором как-то взаимно расположены материальные тела. Измерение этих взаимных расположений осуществляется с помощью масштабных линеек. Однако такими линейками практически нельзя измерить расстояния в мега- и микромире. Поэтому без предварительного теоретического определения понятия расстояния для мега- и микромира невозможно понять, что именно измеряется и каков смысл результатов измерений.

Абстрактное теоретическое пространство ньютоновской механики - это математическое евклидово пространство. Оно представляет собой непрерывное однородное трехмерное множество геометрических точек, расстояние между каждыми двумя точками определяется в декартовых координатах с помощью теоремы Пифагора в пространстве. Эмпирическое пространство классической механики (относительное пространство Ньютона) в определенных масштабах соответствует евклидову пространству. Однако оно принципиально не тождественно ему, так как евклидово пространство представляет собой абстракцию, созданную человеческим мышлением. Геометрические точки евклидова пространства нематериальны и могут сколь угодно близко располагаться друг к другу, т.е. расстояние между ними может быть бесконечно малым. Невозможно абсолютно точно материально воспроизвести геометрические точки евклидова пространства и практически измерить сколь угодно малые расстояния между ними.

Таким образом, в рамках классической механики Ньютона следует различать теоретическое пространство (в терминологии Ньютона абсолютное) и эмпирическое пространство (в терминологии Ньютона относительное). В “Математических началах натуральной философии” Ньютон писал:

“Абсолютное пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему остается всегда одинаковым и неподвижным”. От абсолютного пространства Ньютон отличал пространство относительное, которое выступает мерой абсолютного пространства. Рассматривая относительное пространство, которое есть не что иное, как пространство эмпирическое, т.е. как протяженность материальных объектов, необходимо учитывать корпускулярный дискретный характер физических представлений Ньютона о структуре материи (атомизм). Из этого следует, что относительное пространство Ньютона, выступающее как протяженность материальных объектов, дискретно вследствие атомистической природы материи.

По аналогии с пространством Ньютон рассматривал и абсолютное и относительное время. В определении абсолютного времени Ньютон акцентирует внимание на том, что оно “по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью”. Ясно, что это так называемое теоретическое время, так как утверждение о равномерном течении времени предполагает нечто, контролирующее скорость потока времени, что практически невозможно. К тому же, если время рассматривается “без всякого отношения к чему-либо внешнему”, то вообще не имеет смысла говорить о равномерном или неравномерном течении времени. Эмпирическое время определяется совокупностью материальных тел, задающих эталонное (обычно периодическое) движение. Если совокупность материальных тел сконструирована человеком, то это - часы. Через длительность эталонного движения выражается длительность движения любого реального тела.

Итак Ньютон различал теоретическое (идеальное, абстрактное, математическое - “абсолютное”) и эмпирическое (практическое, чувственное, обыденное - “относительное”) время.

В подтверждение приведенного нами анализа “предоставим слово” самому великому мыслителю, который “ведет с нами разговор” со страниц “Математических начал натуральной философии”:

“ВРЕМЯ, ПРОСТРАНСТВО, МЕСТО И ДВИЖЕНИЕ составляют понятия общеизвестные. Однако необходимо заметить, что эти понятия обыкновенно относятся к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят некоторые неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведенные понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные.

I. АБСОЛЮТНОЕ, ИСТИННОЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ само по себе и по своей сущности без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью.

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ, КАЖУЩЕЕСЯ ИЛИ ОБЫДЕННОЕ ВРЕМЯ есть - или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год.

II. АБСОЛЮТНОЕ ПРОСТРАНСТВО по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему остается всегда одинаковым и неподвижным.

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по

положению его относительно некоторых тел и которое в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное...”.

Без обсуждения этих вопросов (а на страницах существующих учебников они даже не затрагиваются?!) очень трудно обеспечить методологическую грамотность, которая, безусловно, относится к общей образованности человека.

В результате изучения ньютоновой механики должны сформироваться знания о том, что абсолютные (теоретические) пространство и время определяются как абстрактные идеализации эмпирических пространства и времени. При этом они вводятся независимо друг от друга и вне связи с материальностью.

В понятии движения происходит объединение идеализации пространства и времени и соединение их с идеализацией материальности. Идеализация материальности осуществляется посредством такого теоретического объекта как материальная точка. В динамике материальность количественно выражается физическими величинами, которые соответствуют физическим понятиям массы, импульса, силы, энергии. Идеальный физико-математический мир Ньютона представляет собой систему материальных точек, находящихся в теоретическом евклидовом пространстве, и в этом мире “течет” теоретическое абсолютное время.

Материальная точка в эмпирическом мире представляется объектом, реальными свойствами которого, кроме материальности, можно в условиях рассматриваемой задачи пренебречь. Постулирование материальной точки, как идеального объекта, казалось бы, обеспечивает классической механике ничем не ограниченную область применимости. Однако, развитие физики обнаружило такие материальные объекты, которые не подлежат идеализации в рамках классической механики и движение их принципиально нельзя описать с помощью этой теории. В областях с очень малыми пространственно-временными масштабами элементарные частицы ведут себя в соответствии с другими законами, отличными от законов Ньютона.

Таким образом, понятия реального физического мира и его соотносимость с идеальным физико-математическим миром и обсуждение вопросов, связанных с переходами от реального к идеальному и обратно, являются обязательными в процессе изучения механики в средних и высших учебных заведениях.

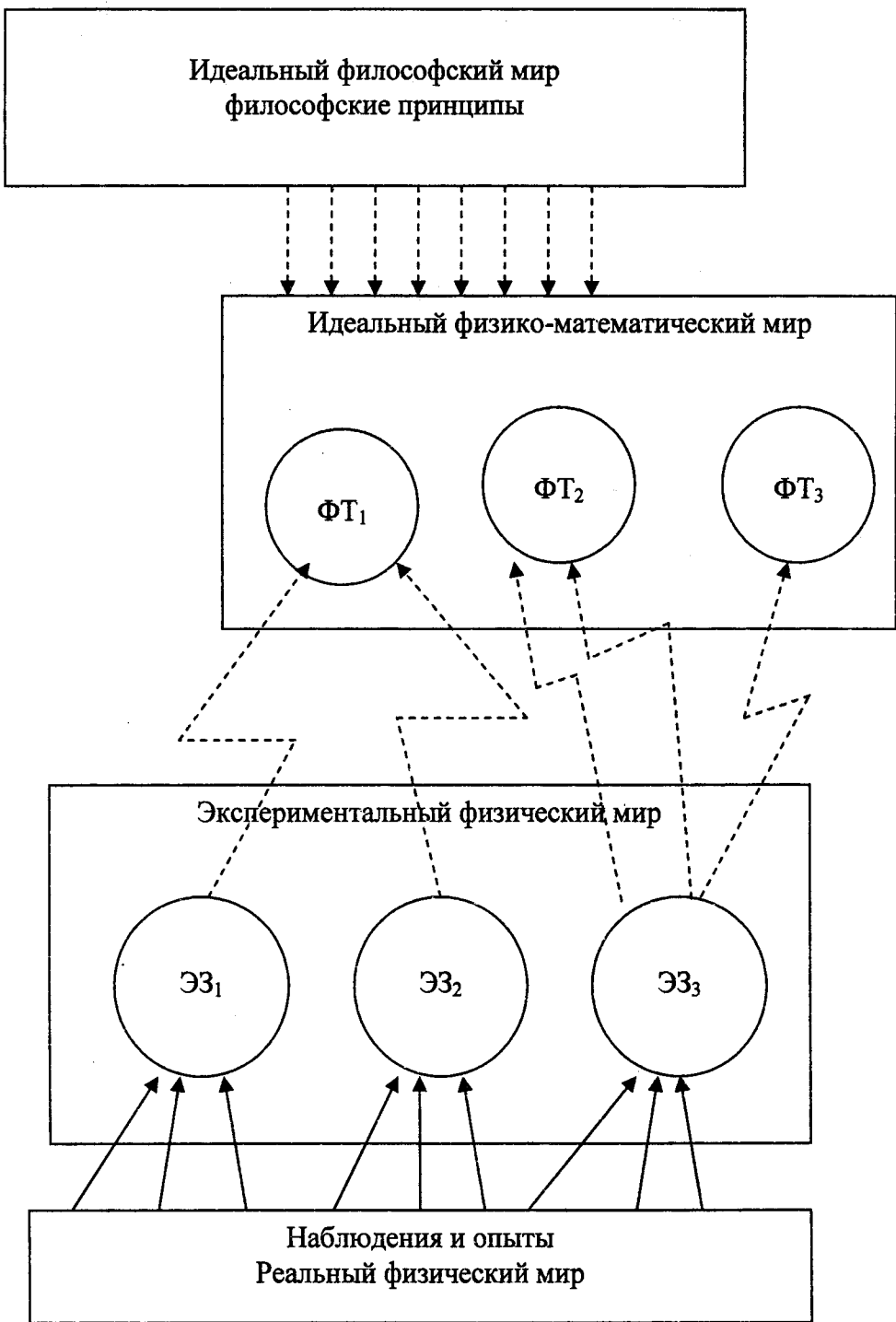
Составим противоречивый абстрактно-конкретный наглядно-образный рисунок, отражающий содержание некоторой части изложенного (рис. 2).

Множество объектов, событий и явлений в реальном физическом мире условно представлено в виде множества точек полуплоскости,

расположенной под нижней горизонтальной линией. Идеальный философский мир условно представлен над верхней горизонтальной линией. Между реальным физическим миром и идеальным философским миром расположены экспериментальный физический мир и теоретический идеальный физико-математический мир.

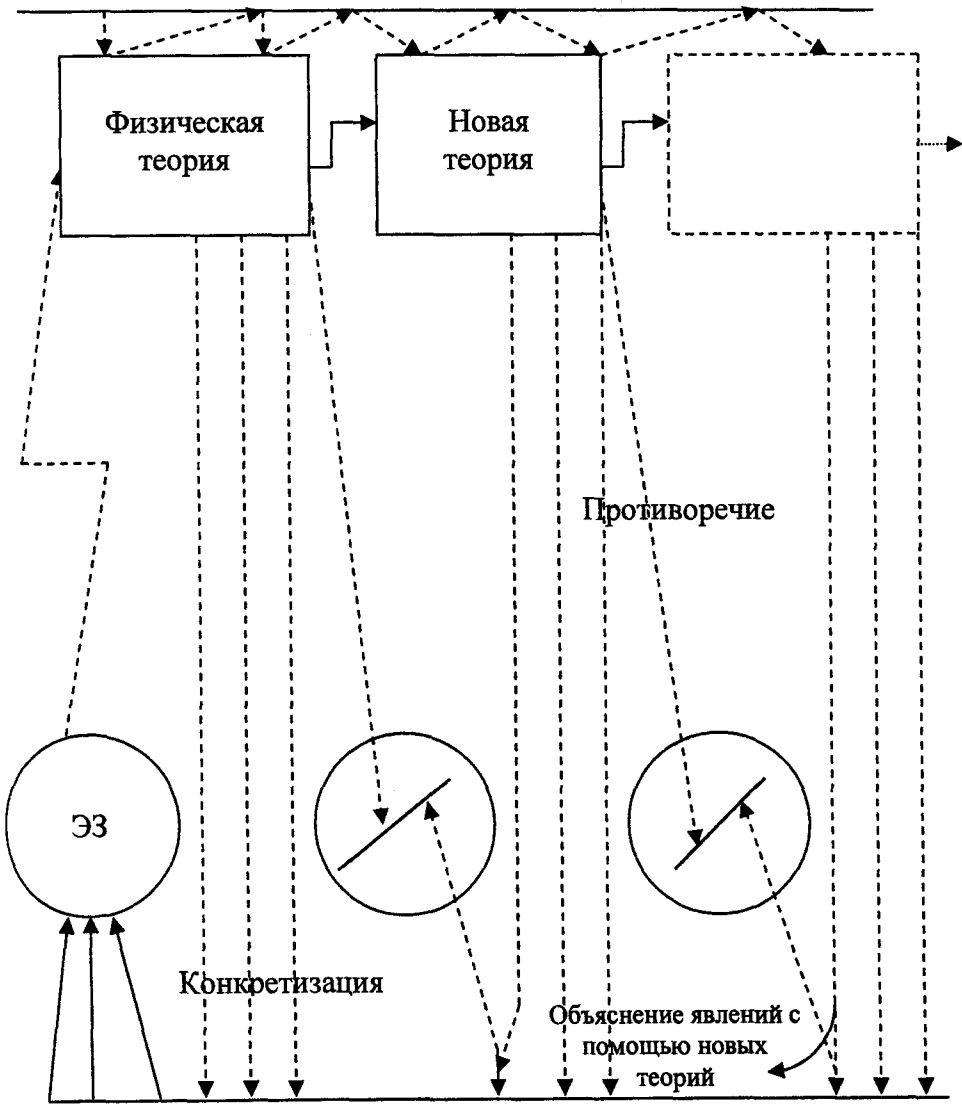
Здесь ЭЗ - экспериментальные законы, устанавливаемые на основе наблюдений и экспериментов. Сплошными стрелками отражены непосредственные связи с реальным физическим миром. ФТ - физические теории, которые создаются на основе экспериментальных законов, но непосредственно и прямо логически из них не выводятся, что отражено в виде пунктирных стрелок с изломом, что означает диалектический скачок в мышлении при переходе от реального мира к идеальному. ФТ создаются “под контролем” философских принципов, что отражено на схеме в виде штриховых стрелок, идущих сверху вниз.

ФТ имеют области своего применения, так как они выражают сущность вполне определенных областей явлений. Между собой ФТ взаимосвязаны, но логически одна из другой не выводятся. Каждая последующая теория диалектически отрицает предыдущую, используя некоторые ее положения и понятия, но вместе с тем дополняя систему понятий “своими”, специфическими для новой области явлений.



Неизбежность появления новых физических теорий детерминирована наличием научно-познавательных противоречий, которые обусловлены стремлением применить имеющуюся теорию к новым физическим явлениям. Вот эти научно-познавательные противоречия, возникающие на переходах “теория - практика” и являются той “движущей силой”, которая толкает познание к созданию новых физических теорий. Этот процесс можно выразить схематически (рис. 3).

Идеальный философский мир



Реальный физический мир

Рис. 3

Философские идеи, взгляды и учения, которые могли повлиять (или повлияли) на мировоззрение И.Ньютона

(смотри философско-историческую хронограмму на рис.4)

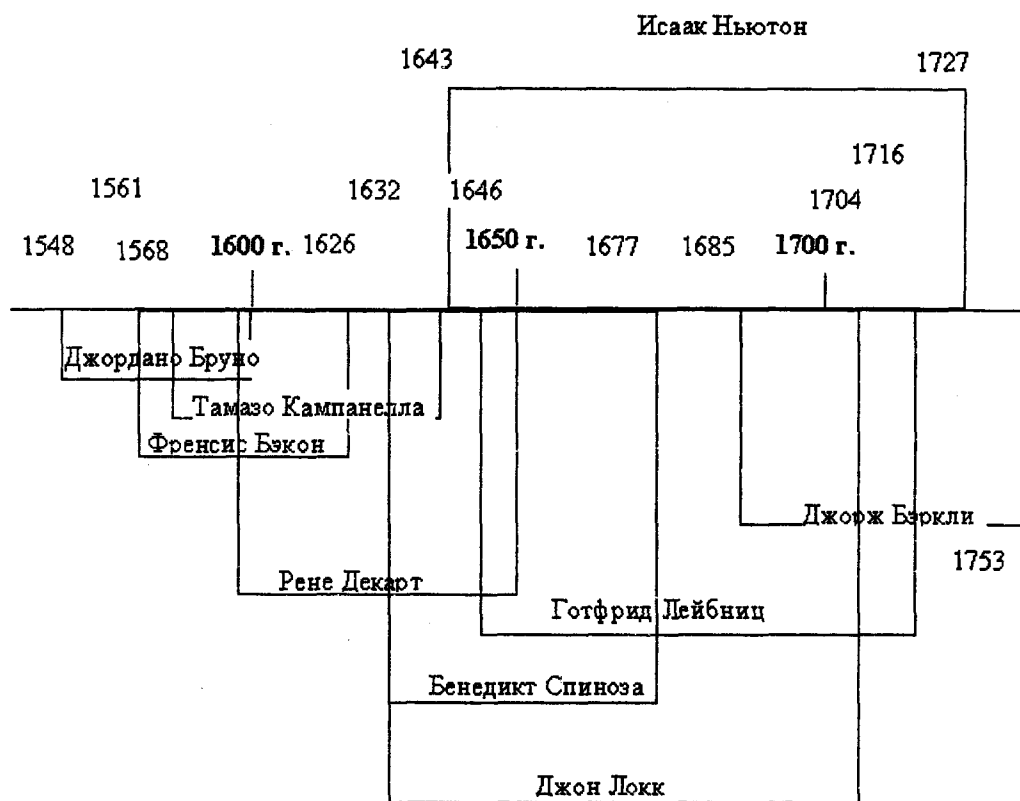


Рис. 4. Философско-историческая хронограмма

Плеяда античных философов

Демокрит (460 – 370 гг. до н. э.) – древнегреческий философ. Разработал атомистическую теорию строения материи. Атомы по Демокриту – материальные неделимые частицы, движущиеся в пустоте. Атомы вечны и вечно движутся. Сцепляясь между собой с помощью своеобразных крючков, атомы образуют различные тела, которые мы постигаем с помощью органов чувств. Всё происходящее в мире имеет естественную причину и совершается по естественной необходимости без вмешательства богов.

Демокрит много путешествовал и растратил богатое наследство, оставленное отцом. За это его судили, но суд вынес оправдательный приговор после прочтения Демокритом своей книги “Великий Мирострой”. Судьи пришли к заключению, что растраченное философом богатство искупается богатством тех знаний, которые он приобрёл для себя и для своих сограждан, изучая науки в других государствах.

Сократ (469 – 399 гг. до н.э.) - древнегреческий философ, всесторонне образованный человек, храбрый воин, участвовавший в трех сражениях Пелопонесской войны. На 70-м году жизни Сократ был привлечен к суду за непризнание богов, которых почитали афиняне. Сократ утверждал, что бог - это душа человека, его разум и совесть. Никто никогда не видел, чтобы Сократ делал нечто безбожное или несвятое, так как он учил молодежь, что каждый человек должен верить в собственного бога, однако должен признавать и других богов, от которых его бог произошел. Это противоречило существовавшим правилам и отношениям афинян к богам. Сократа приговорили к смертной казни, а спустя некоторое время афиняне раскаялись. Его обвинители были изгнаны из Афин, а некоторые казнены. В историю Сократ вошел как глубокомысленный философ с независимыми взглядами и суждениями. Любые свои высказывания он всегда стремился выносить на беспощадный суд разума, не ссылаясь ни на чей авторитет.

Платон (427 - 347 гг. до н.э.)” древнегреческий философ, получивший это прозвище от Сократа за свой высокий рост, широкие плечи и успехи в борьбе. Настоящее его имя Аристокл. В течение восьми лет он учился философии у Сократа. Платон считал, что мир реальных вещей представляет собой отражение мира идей. Идеи вечны, неизменны и совершенны. Вещи со временем разрушаются и исчезают, а идеи (понятия), которым соответствуют эти вещи, остаются. Поэтому любая конкретная вещь, говорит Платон, есть лишь приблизительная копия идеи. Платон впервые поставил и попытался решить чрезвычайно важную философскую проблему о содержании наших понятий и отражении в них законов бытия.

По Платону, Бог открывается нам, когда мы хотим познать его. Душа человека - часть Бога и, познавая свою душу, мы познаем Творца - так открывается высшая тайна. Мысль есть движение души, причастной к высшему разуму.

Бог создал из хаоса порядок, учил Платон. Затем, рассудив, что в этом видимом непостижимое не может быть прекраснее разумного, а к разуму ничего не может быть причастно без души, Бог вселил разум в душу, а душу - в тело и соединил их так, что Вселенная стала одушевленным разумным существом. Подлинной истинностью обладает

только вечное и неизменное, к чему причастна наша душа и благодаря чему она бессмертна.

Та часть души, которая смертна, которой свойственно страдать, испытывать счастье, горе, радость, страх, помещена в сердце. Но есть и вторая бессмертная часть души, долг которой – следовать истине, а не химерам.

Бог сообщил миру круговое движение. Душа - господствующее, божественное начало. Все телесное послушно ей. Бог видит в мире только самого себя, а душа человека видит Бога. Бог есть начало и конец мира, его причина и его результат, его образ и его содержание. Сущность заключается в том, что мир вещей есть мир бесконечного становления и разрушения, а поэтому в мире вещей истины не отыскать. Подлинной истинностью обладает только душа, т.е. Бог.

Аристотель (384 - 322 гг. до н.э.) - древнегреческий философ, в 17 лет поступивший в Академию Платона и около 20 лет набирался в ней мудрости. Аристотель занимался вопросами логики, психологии, политики, политической экономики, теории познания, космологии, физики, зоологии, педагогики, риторики, эстетики. Это был величайший энциклопедический ум древнего мира, систематизировавший огромный объем различных знаний.

Первопричиной мира, по Аристотелю, является Высший разум или Бог. Центр этого мира - неподвижная Земля. Вопреки Платону, который считал, что мир вещей есть лишь отражение мира идей, Аристотель утверждал, что истина принадлежит самому миру вещей. Мир вещей открывается нам через наши органы чувств. Существует два мира: один - зримый, другой - в наших мыслях. Но наши мысли лишь отражают действительный мир, который имеет свое начало, свою первую причину, свою высшую цель – разум. Мир бессознательно стремится к своей высшей цели. И только человек идет к высшей цели осознанно, к созерцанию самого себя, собственного разума. Таким образом, взгляды Платона и Аристотеля на соотношение мира вещей и мира идей не совпадают. Отсюда знаменитое изречение Аристотеля: “Платон мне друг, но истина дороже”.

Основные труды Аристотеля: “Органон”, “Метафизика”, “Физика”, “О частях животных”, “Политика”, “Аналитика”.

Аристотель был приглашен правителем Македонии Филиппом для воспитания его сына Александра, который известен в истории как Александр Македонский. Письмо Филиппа гласило: “Знай, что у меня родился сын, но я менее благодарен богам за то, что они мне его дали, чем за то, что они ему позволили родиться в твоё время. Ибо я надеюсь, что твоя забота и твои поучения сделают его достойным его будущего государства”.

В средние века учение Аристотеля было односторонне истолковано в платоновском духе и в таком виде канонизировано католической церковью. Вместе с тем и умозрительные естественнонаучные утверждения Аристотеля из-за его авторитета не подвергались сомнению. Почти две тысячи лет высказывания Аристотеля считались соответствующими истине. И первый, кто в этом усомнился, был Галилео Галилей.

Эпикур (341 - 270 гг. до н.э.) - сын школьного учителя, философ-атомист, последователь Демокрита. Цель философии Эпикура - объяснение природы мира и природы человека. Он утверждал, что освободить человека от страха перед богами и страха перед смертью - значит расчистить ему путь к счастью. Эпикур внес и новое в атомистику Демокрита. Суть этого нового состоит в том, что атомы по внутреннему побуждению могут отклоняться от прямолинейного и равномерного движения, в силу чего в мире царствует не только необходимость, но и свобода.

Кружась и сталкиваясь в пустоте, атомы образуют все, что видит человек, и самого человека, То, что невидимо, тоже состоит из атомов: души, обитающие в людях, и боги, пребывающие в промежуточных пространствах мира. Богов следует почитать, ибо это прекрасные существа. Мы должны желать сравниться с богами мудростью. Не надо бояться богов, так как они не вмешиваются в жизнь людей и жизнь природы. Не следует также возлагать на богов каких-либо надежд, ибо бог лишь идеал человека.

Разумность является началом всех вещей и величайшим благом. Из разумности рождаются все добродетели.

Эпикур отрицал бессмертие души и загробную жизнь. Он считал, что главная цель жизни человека - жить счастливо, наслаждаясь всем тем, что доступно нашим чувствам, руководствуясь разумом.

После смерти Эпикура “эпикурейцами” стали называть людей, чрезмерно предающихся чувственным наслаждениям. В более поздние времена для христианских богословов, которые призывали к умерщвлению плоти ради спасения души, слово “эпикуреец” стало синонимом слов “развратник” и “чревоугодник”.

В философии он навсегда останется выдающимся мыслителем, основателем нового направления в этике.

Философы – предшественники и современники И. Ньютона

Джордано Бруно (1548 - 1600 гг.). До рождения И. Ньютона оставалось 43 года, когда в Риме на площади Кампо ди Фьоре инквизиторы заживо сожгли Джордано Бруно. Это трагическое событие явилось результатом прямой преступной измены церковных властей их

собственной религии, так как насилие в делах веры коренным образом противоречит Евангелию. Отцы церкви утверждали в Священном Писании, что религия должна убеждать, а не принуждать.

Великий итальянский мыслитель воспитывался в религиозной семье, в юности был монахом и несколько лет провел в монастыре. Живой и поэтический ум Дж. Бруно быстро воспринимал новые веяния и философские идеи. Под их влиянием у него сложилось пантеистическое мировоззрение. Пантеизм - буквально "всеобщее". Дж. Бруно утверждал, что дух и материя существуют изначально как единая субстанция, которая творит из себя мир. Бог и мир для Бруно было одно и то же. Божество было силой, разлитой во всей Вселенной, которую Бруно считал бесконечным множеством миров. У Вселенной нет центра, другие миры так же обитаемы, как и Земля. Бесконечная Вселенная создана бесконечным божественным могуществом.

Бруно горел желанием распространить свое учение. Он бежал из монастыря за границу, много странствовал по столицам разных государств, в т.ч. враждебных Риму. Жил в Лондоне, протестантской Женеве, в Париже, скитался по итальянским государствам: Венеции, Генуе - и повсюду с необыкновенным энтузиазмом выступал с проповедями, организовывал диспуты, возбуждал споры. При этом не скупился на резкие остроты и выпады против Рима. Такой опасный политический противник не мог не вызвать тревоги в Риме.

Дж. Бруно, объявивший себя учителем более совершенного богословия, сыном неба и матери - Земли, был обвинен в лжеучении и предан суду.

Бруно не считал себя еретиком, его пантеизм не был официально запрещенным и на этом он стоял перед судом инквизиции. На процессе Бруно объявил себя католиком и сыном Церкви, а свои религиозно-философские учения - не противоречащими христианству. В протоколе судебного процесса запечатлены его слова: "Я всегда держался взгляда, которого держится святая мать Католическая Церковь". Эти заверения не были сочтены искренними. И "опасный возмутитель спокойствия, друг еретиков и проповедник лжеучений" был передан в руки светского губернатора Рима с лицемерной просьбой, чтобы мера наказания была "без опасности смерти и членовредительства". Но расправа свершилась, Бруно был казнен на костре 14 февраля 1600 г. Перед этим ему обещали свободу и жизнь за отречение от своего учения о множественности миров. Он отказался, утверждая, что жизнь дана человеку для того, чтобы он искал истину. Человек постигает истину не для того, чтобы торговать ею. Смерть за истину в одном веке дает жизнь во всех последующих веках...

Дж. Бруно не ошибся. Через 300 лет на той же площади в Риме, где был казнен Дж. Бруно, сооружен памятник на средства, собранные среди прогрессивных людей всего мира. На пьедестале высечены слова: “Джордано Бруно - от века, который он предвидел”.

Томмазо Кампанелла (1568 - 1639 гг.) - итальянский философ, развивавший идеи утопического коммунизма. Образование получил в монастыре, выступал против испанского владычества в Неаполитанской республике, за что был осужден на пожизненное заключение и пробыл в тюрьме 27 лет. Там написал главный труд своей жизни - утопию “Город Солнца”. Природу Кампанелла истолковывал с позиции идеализма. Он утверждал, что внутренняя связь вещей природы осуществляется единой мировой душой, Богом. В религии человек достигает единения с Богом как высшим благом.

Нравственная сила управляет жизнью людей и всей Вселенной. Кампанелла верит в предсказание судьбы по расположению звезд.

Идеал государственного устройства - республика, в которой власть принадлежит священнослужителям и философам. Труд, распределение продуктов, обучение и воспитание в республике должны быть организованы на коммунистических принципах.

“Парадокс” Кампанеллы состоит в том, что в нем своеобразно сочетались свободомыслие и крайняя, почти фатальная религиозность.

“Я мыслю, следовательно, я существую”.

Рене Декарт (1596 - 1650 гг.). И. Ньютону было семь лет, когда из жизни ушел великий французский философ, физик и математик. Его не без основания считают одним из основателей современной философии. Сын дворянина Рене Декарт получил образование в иезуитской школе, участвовал в Тридцатилетней войне, много путешествовал. После долгих скитаний немного пожил в Париже, а затем отправляется в Голландию, где пребывал около 20 лет. Именно здесь в самой демократической тогда стране Рене Декарт создает свои знаменитые книги:

“Рассуждение о методе”, “Математические размышления о первой философии”, “Начала философии”. Эти книги на многие годы определили пути развития науки, которая вырывалась из средневековой тьмы.

Вопрос об отношении мышления и бытия (основой вопрос философии) Рене Декарт решает двойственно. Он утверждает, что в мире параллельно, независимо друг от друга, существуют два начала (на философском языке - две субстанции) - материальное и духовное, при этом и то и другое сотворенное Богом. Главное неотъемлемое свойство (на языке философии - атрибут) материи является протяженность, а главный атрибут духовной субстанции - мышление.

В гносеологии (теории познания) Рене Декарт по сути дела является родоначальником современного рационализма (рацио - разум). По мнению Декарта, основным орудием получения и проверки научных знаний является деятельность разума. Это становится возможным потому, что разуму от рождения даны определенные понятия, так называемые врожденные идеи. На этой основе человек, считал Декарт, и упорядочивает данные опыта, постигаемые посредством органов чувств. Идея Бога - тоже врожденная идея. Таковы основные философские взгляды Декарта.

В математике Рене Декарт также оставил знаменитый след, он создал аналитическую геометрию, ввел понятие переменной величины, каждый школьник знает, что такое декартова система координат. В физике Декарт ввел понятие количества движения и сформулировал закон сохранения количества движения (в современной терминологии - закон сохранения импульса). Идея естественного развития солнечной системы также связана с именем Рене Декарта - национальной гордости Франции. Королева Швеции Христиана решила стать ученицей знаменитого философа и пригласила его в Стокгольм, там он и умер на 54 году жизни. Через 16 лет прах Декарта был перевезен в Париж и перезахоронен, а за три года до этого события его сочинения были внесены Ватиканом в папский "Индекс запрещенных книг". Что же пугало католических священнослужителей? Ведь Рене Декарт не отвергал Бога. Под словом БОГ он подразумевает субстанцию независимую, всемогущую, создавшую и породившую весь мир.

Опасность виделась церковникам в теории познания, которую проповедовал Декарт. Он утверждал, что для истинного философа существовать значит мыслить, мыслить - значит сомневаться; лишь таким путем можно прийти к истине. Чтобы стать философом, необходимо, насколько это возможно, поставить все под сомнение, даже собственное существование! Так можно поставить под сомнение и религиозное учение, а это и представляло для церкви смертельную опасность.

Церковь утверждала: "К познанию истинного ведет вера". "К познанию истинного ведет мысль", - утверждал Рене Декарт.

Бенедикт Спиноза (1632 - 1677 гг.) - великий нидерландский философ всего на 11 лет старше Ньютона, проживший всего 45 лет, однако оставивший человечеству главные свои произведения: "Этика", "Богословско-политический трактат" и "Основы философии Декарта".

Спиноза посвятил свою жизнь поискам доказательств многих истин. Главная истина: существует природа, единая и единственная, исключаящая существование какого-либо другого начала и поэтому являющаяся причиной самой себя, действующая по своим собственным

законам и без чьего-либо принуждения. Истина эта стоила того, чтобы жить в бедности и умереть молодым.

В соответствии с философским учением Спинозы природа никем не создана, никого нет ни над ней, ни вне ее. Понятия “природа”, “первоначало”, “Бог” означает одно и то же, т.е. являются синонимами. По сути дела Спиноза следует за Джордано Бруно, который, как известно, исповедовал пантеизм. Природа вечна и бесконечна; она сама творит из себя мир вещей, а этот мир постигается человеческим разумом.

Когда Спинозе сообщили о желании короля Франции назначить ему пожизненную пенсию, если он посвятит королю какое-либо из своих сочинений, философ ответил: “Я свои сочинения посвящаю только истине”.

Средства к существованию Спиноза добывал тем, что шлифовал оптические стекла. Стекольная пыль, которую он при этом вдыхал, ускорила его смерть.

Великий французский мыслитель Дени Дидро сказал о Спинозе: “Его сердце не было запятнано ни одним из тех пороков, которые обесчеловечивают”.

Джон Локк (1632 - 1704 гг.) - выдающийся английский философ материалист, современник Ньютона, а по некоторым вопросам и его сотрудник.

Главный философский труд Локка “Опыт о человеческом разуме”, который опубликован, когда Ньютону было 47 лет. Локк выступал против “врожденных идей” Декарта и его рационализма, противопоставляя ему концепцию эмпиризма (эмпирия - опыт). Локк считал, что чувственный опыт - источник всех человеческих знаний и в человеческом разуме нет ничего такого, чего не было бы раньше в чувственном опыте. Именно в чувствах человеку открывается качество вещей.

Локк разделял качества вещей на первичные (протяженность, форма, вес), присущие всем вещам и вторичные (цвет, вкус, запах). Вторичные качества в отличие от первичных не принадлежат самим вещам, а являются результатом нашей способности ощущать. (Заметим, что проблема первичных и вторичных качеств до сих пор активно обсуждается в теории познания и психофизиологии и на сегодня не может считаться окончательно решенной).

Готфрид Лейбниц (1646 -1712 гг.) - выдающийся немецкий мыслитель - энциклопедист, так как оставил заметный след не только в философии, но и в математике, физике, геологии, биологии, истории. Он был и юристом, педагогом, дипломатом, политиком, путешественником.

Лейбниц всего на три года моложе Ньютона, так что он жил и творил одновременно с ним. Лейбниц по праву считается (наряду с

Ньютоном) создателем дифференциального и интегрального исчисления. По вопросам приоритета имел с Ньютоном длительную и нелюбезную переписку.

Одно из самых значительных философских произведений Лейбница "Новые опыты о человеческом разуме". В этой своей работе Лейбниц полемизирует с Дж. Локком. Он выступает против эмпирической теории познания Локка, отстаивая, в частности, принцип Декарта о наличии в человеческом разуме врожденных идей.

Исходные позиции Джона Локка и Готфрида Лейбница можно сформулировать примерно так:

Локк - Нет ничего в разуме, чего не было бы раньше в чувствах.

Лейбниц - Нет ничего в разуме, чего не было бы раньше в чувствах, за исключением самого разума.

Со времен этого знаменитого спора Лейбница с Локком минуло около трех столетий. Их идеи изучены и оценены. Многие из того, что они отстаивали, считая истиной, опровергнуто наукой. Много из того, что они утверждали, но не смогли доказать, теперь доказано. Какие-то вопросы еще ждут ответов и доказательств. Так было в философии всегда. Величайшая заслуга Локка и Лейбница состоит в том, что они поставили сложнейшую философскую проблему и своим спором наметили некоторые пути ее решения.

Готфрид Лейбниц - чрезвычайно противоречивая личность. Он был вхож к королям, но не терял связи с простыми ремесленниками; любил деньги, но не был скупым; слыл убежденным холостяком, но любил общество женщин; отличался крепким здоровьем, но умер, отравившись лекарствами.

В детском возрасте Готфрид целыми днями просиживал в библиотеке отца, профессора этики. Без разбора читал произведения Платона, Аристотеля, Декарта.

Уже в 15 лет Лейбниц становится студентом университета. В 26 лет Лейбниц переезжает в Париж. Здесь он наиболее плодотворно работает. Дружит с Христианом Гюйгенсом, который обеспечивает его книгами Декарта, Торричелли, Паскаля.

Во время поездки в Лондон он знакомится с английскими математиками, в т.ч. и с Ньютоном.

Избранный членом Французской академии наук, Лейбниц составляет проект создания Берлинской академии и подолгу беседовал с Петром I на тему создания академии наук в России.

Джордж Беркли (1685 - 1753 гг.) - английский философ-идеалист. Его основной труд "Трактат о началах человеческого знания".

Основной принцип философии Беркли: существовать - значит быть воспринимаемым. Его первое слово - идея, его последнее слово - Бог.

Джордж Байрон - английский поэт - сказал о Джордже Беркли: "Епископ Беркли говорил когда-то: "Материя - пустой и праздный бред".

Епископ Беркли - убежденный противник материализма, но противник не бездарный. Он обратил внимание на существенный пробел в материалистической философии того времени. Этот пробел связан с психологией процесса познания.

Беркли сделал ряд важных догадок, например, указывая на решающую роль ощущений в связи человека с внешним миром, но использовал все это против материализма.

Не существует, считает Беркли, телесной или материальной субстанции; источник идей есть Дух. Акт творения заключается в том, что Бог желает, чтобы те вещи, которые ранее были известны только ему, стали восприниматься и другими духами.

Философию Беркли необходимо правильно понять, но принять ее нельзя, как нельзя уничтожить материю, а, следовательно, материалистическое учение.

Многие философы не ставили вопрос так, как его ставил Беркли: "Бог или материя".

Исаак Ньютон, например, убежденно утверждал: и Бог, и Материя.

Даты и факты развития механики

(Этот материал можно посмотреть для впечатления, можно прочесть для интереса, можно перечитывать для запоминания, но в любом случае необходимо ознакомиться для образованности!) Как относиться к написанному? Выбирайте сами!

Эпоха Античности (VI в. до н.э. – V в. н.э.)

IV век до н.э. - Зарождение элементов механики. Рассмотрение прямолинейных и криволинейных движений. Установление правила сложения перемещений, перпендикулярных друг другу, правила равновесия рычага (Аристотель).

- Правильное представление о распространении звука в воздухе (звучащее тело вызывает сжатие и разрежение воздуха).

IV - II вв. до н.э. - Возникновение первой модели мироздания - геоцентрической системы мира (Эвдокс, Книдский, Аристотель, Гиппарх).

III в. до н.э. - Возникновение идеи гелиоцентрической системы мира (Аристарх Самосский).

- Первые попытки определения расстояния от Луны до Солнца (Аристарх Самосский).

- Архимед разработал научные основы статики, ввел понятие о центре тяжести и моменте сил относительно прямой и плоскости, определил центр тяжести треугольника, дал стогую теорию рычага, сформулировал правило сложения параллельных сил, открыл основной закон гидростатики (закон Архимеда), установил условия плавания тел.

I – II в. н.э. - Герон Александрийский дал детальное описание рычага, ворота, клина, винта и блока, установил правило для рычага и блока, описал прибор, являющийся прообразом современной паровой турбины.

- Клавдий Птолемей придал завершённую форму геоцентрической теории мироздания (Система мира Птолемея).

Эпоха Средневековья (VI-XIV вв.)

VI в. - Первое упоминание о механических часах.

XI в. - Разложение скорости брошенного тела на две составляющие -параллельную и перпендикулярную плоскости (Альхазен).

- Омар Хайам усовершенствовал способы взвешивания и определения удельного веса (Трактат “Весы мудростей или об абсолютных водяных весах”).

1121 год - Альгацини написал трактат “Книга о весах мудрости” - своеобразный курс средневековой физики. Он содержал таблицы удельных весов твердых и жидких тел (50 веществ). Указание, что закон Архимеда применим и для воздуха, что удельный вес воды зависит от температуры, что скорость измеряется отношением пройденного пути ко времени.

XIV в. (начало) - Введены понятия мгновенной скорости и ускорения (Гейтсбери). Он же впервые рассмотрел вопросы об ускорении и замедленном движении и о пути, пройденном при равноускоренном движении.

XIV в. - - Исследование относительного перемещения, развитие теории “движущей силы” (Ж. Буридан, Н. Орем, А. Саксонский), используется понятие “количество материи” (Ж. Буридан).

- А. Саксонский ввел деление движений на поступательное и вращательное.

- Ведено понятие угловой скорости.

- Н. Орем дал графическое изображение движения, введя метод двумерных координат и установил закон равномерно-переменного движения, связывающий путь, пройденный телом, со временем. С этого момента в научных трудах появляются графики скорости движения и кинематические доказательства приобретают геометрический характер.

Эпоха Возрождения (XV-XVI вв.)

XV в - Исследование свободного падения и движения тела, брошенного горизонтально, изучение удара тел, расширение понятия момента силы, изобретение механизмов для передачи и преобразования движений – шарикоподшипник, цепные и ременные передачи и др. (Леонардо да Винчи).

1475 год - Леонардо да Винчи высказал идею о невозможности вечного двигателя.

XV в. - Н. Кузанский развивает мысль о том, что движение является основой всего сущего, неподвижного центра во Вселенной нет (идея относительного движения). Вселенная бесконечна, Земля и все небесные тела созданы из одной и той же первоматерии.

1543 год - Вышел в свет труд Н. Коперника “О вращении небесных сфер”, содержащий изложение гелиоцентрической системы мира, отражающей истинную картину мироздания и приведшей к революционным преобразованиям в мировоззрении и естествознании.

1583 год - Открытие Г. Галилеем изохронности колебаний маятника.

1584 год - Опубликован диалог Дж. Бруно "О бесконечности, Вселенной и мирах", где высказана идея о бесконечности Вселенной, о существовании в ней, кроме солнечной, других планетных систем, о возможности открытия новых планет в нашей солнечной системе, о вращении Солнца и звезд вокруг оси, идея о единстве законов природы.

1585 год - Опубликован трактат Дж. Бенедетти "Различные математические и физические рассуждения", где содержится принцип инерции, применяемый для объяснения ускорения движения тела, догадка о центробежной силе, доказательство гидростатического парадокса.

1586 год - Вышел в свет трактат С. Стевина "Начала статики", в котором излагается принцип невозможности вечного двигателя, дано оригинальное доказательство условия равновесия тел на наклонной плоскости, открыт закон сложения сил (параллелограмм сил) и разложения силы на две составляющие, сформулирован для частного случая принцип возможных перемещений.

Эпоха становления физики как науки (XVII в. - 80-е годы XVII в.)

1604 год - Г. Галилей установил законы движения тела, брошенного под углом к горизонту, и показал, что движение тела по наклонной плоскости является равноускоренным.

1609 год - Вышел в свет труд И. Кеплера "Новая астрономия", где помещены первые два закона движения планет и высказана мысль, что тяжесть - свойство, присущее всем небесным телам.

1619 год - Опубликован трактат И. Кеплера "Гармония мира", содержащий третий закон движения планет.

1628 год - Б. Кастелли установил закон обратной пропорциональности скорости течения жидкости и площади поперечного сечения трубы.

1632 год - Издан труд Г. Галилея "Диалог о двух основных системах мира - птолемеевой и коперниковой", где содержатся принципы инерции и относительности.

1638 год - Вышел в свет труд Г. Галилея "Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых областей науки ...", в котором - содержатся законы свободного падения, закон сложения перемещений, учение о сопротивлении материалов.

1641 год - П. Гассенди осуществил опыт, подтверждающий принцип относительности Галилея.

- Опубликовано труд Э.Торричелли “О движении свободно падающих и брошенных тел”, где даны законы равновесия тела на наклонной плоскости и принцип движения центра тяжести, рассмотрено движение тела под углом к горизонту и определена параболическая форма его траектории, установлены другие траектории баллистики.

1644 год - Вышел в свет труд Р. Декарта “Начала философии”, в котором впервые четко сформулирован закон инерции и изложена первая космогоническая гипотеза. Здесь же помещен и его закон сохранения количества движения. Впервые этот закон Декарт высказал в 1639г.

1653 год - Установление Б. Паскалем закона распределения давления в жидкости (закон Паскаля), опубликован в 1663 г. в трактате “О равновесии жидкостей”.

1657 год - Х. Гюйгенс сконструировал маятниковые часы со спусковым механизмом, ставшие основой точной экспериментальной техники (проект использования маятника в часах предлагал в 1636 г. Галилей).

1660 год - Роберт Гук открыл закон упругости (закон Гука). Опубликовано в 1676 г.

1665 – 66 г. - Исаак Ньютон вывел обратно пропорциональную зависимость силы тяготения квадрату расстояния между притягивающимися телами.

1669 год - Христиан Гюйгенс в мемуарах “О движении тел под влиянием удара” дал теорию центрального удара упругих тел, установил закон сохранения количества движения и закон “живых сил”. Понятие “живой силы” (кинетической энергии) как меры механического движения ввел в 1686 г. Лейбниц, установил тоже закон сохранения “живых сил”.

1673 год - Вышел в свет труд Гюйгенса “Маятниковые часы”, в котором приведены теория физического маятника, понятие момента инерции и закон центробежной силы.

1678 год - Х. Гюйгенс впервые открыл опытным путем величину ускорения силы тяжести для Парижа ($g = 979,9 \text{ см/с}^2$).

Эпоха классической физики (конец XVII в. - начало XX в.)

1687 год - Вышел в свет труд И.Ньютона “Математические начала натуральной философии”, содержащие основные понятия и аксиоматику механики, в частности три основных ее закона (законы Ньютона) и закон всемирного тяготения. Выход в свет “Начал” открыл новый период в истории физики, так как в них впервые содержалась законченная система механики, законы которой управляют большим количеством процессов в природе.

1699 год – Г. Амонтон открыл закон внешнего трения твердых тел.

1703 год - Вышел в свет труд Х. Гюйгенса “О центробежной силе”.

1746 год - Установлен закон сохранения момента количества движения (Л. Эйлер, Д. Бернулли).

1748 год - М.В. Ломоносов сформулировал положение, что материя и движение неуничтожимы и несотворимы (закон сохранения материи и движения Ломоносова).

1760 год - Я. Сегнер изобрел одну из первых реактивных гидравлических турбин (“сегнерово колесо”).

1766 год - В мемуарах “Общие принципы движения жидкостей” и “Общие принципы состояния равновесия жидкостей” Л. Эйлер разработал аналитическую механику жидкостей, вывел основные уравнения движения идеальной жидкости. Совместно с Д. Бернулли является создателем теоретической гидродинамики.

1796 год - Вышел в свет труд П. Лапласа “Изложение системы мира”, в котором содержится его гипотеза образования солнечной системы.

- Э. Хладни измерил скорость звука в твердых телах.

1798 год - Генри Кавендиш при помощи крутильных весов измерил притяжение двух тел, подтвердив закон всемирного тяготения Ньютона, и вычислил плотность Земли, которая по его данным составила $5,18 \text{ г/см}^3$.

1807 год - Введение Т. Юнгом модуля упругости (модуль Юнга).

1810 год – С. Пуассон ввел характеристику упругости - отношение продольного растяжения к поперечному сжатию (коэффициент Пуассона).

1826 год - Ж. Понселе и независимо Г. Кориолис ввели понятие работы как произведение силы на путь, пройденный точкой ее приложения.

1827 год - Ж. Колладон и Я. Штурм провели опыт на Женевском озере по определению скорости звука в воде, получив значение 1435 м/с .

1829 год - Г. Кориолис ввел понятие о дополнительном ускорении (ускорение Кориолиса), возникающем при сложном движении.

1832 год - К. Гаусс предложил абсолютную систему мер, в которой за единицу длины принял - [мм], за единицу массы - [мг], за единицу времени - [с].

1834 год - У. Гамильтон установил аналогию между классической механикой и геометрической оптикой, придав уравнениям механики обобщенную форму.

1835 год - Разработка Г. Кориолисом теории относительного движения.

1845 год - Ж. Дюамель в своем "Курсе механики" предложил определять массу тела как отношение приложенной к телу силы к приобретенному им ускорению.

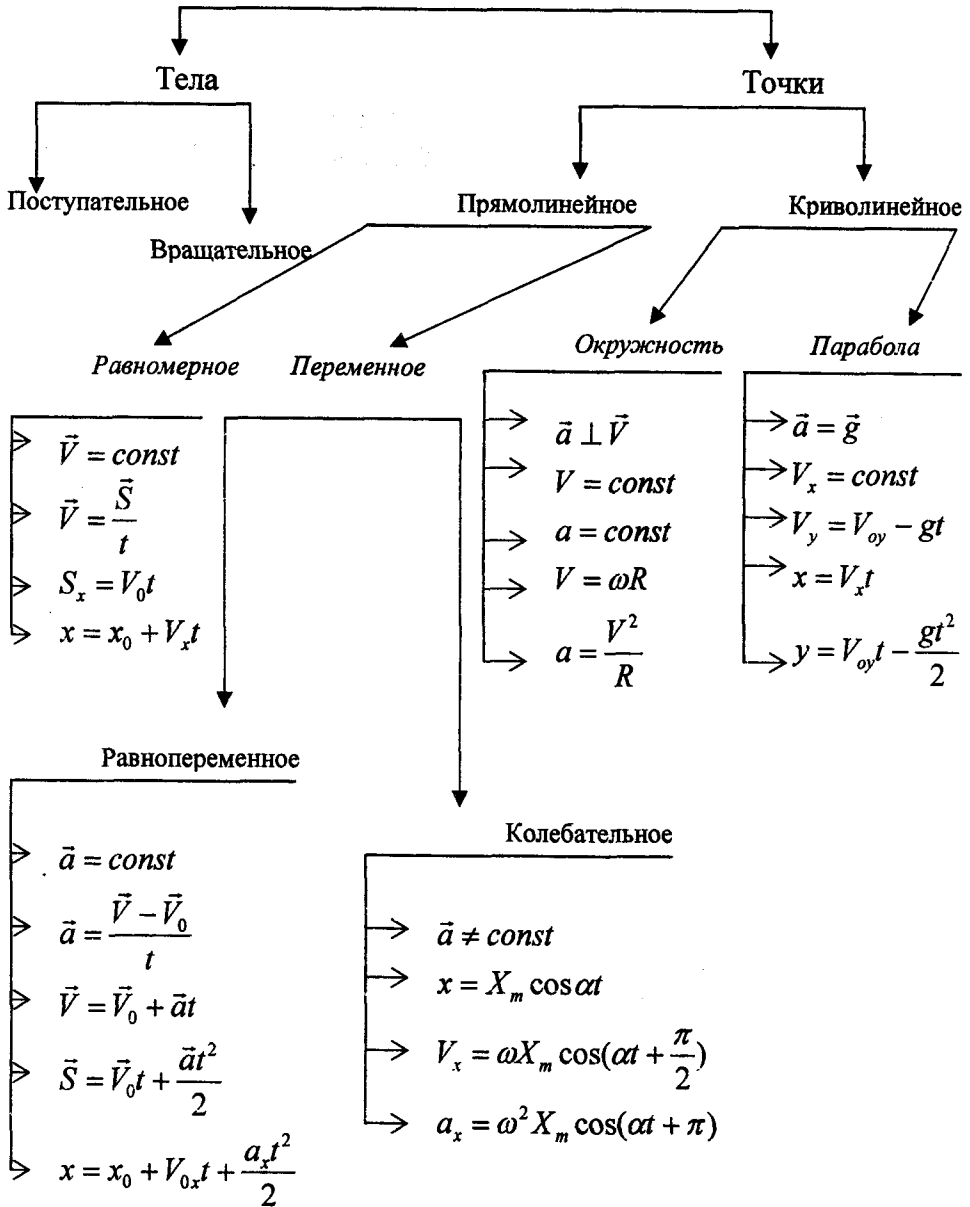
*Период современной физики
(с 1905 года)*

1905 год - Созданная Альбертом Эйнштейном СТО (специальная теория относительности) установила релятивистскую границу применимости классической механики Ньютона.

1927 год - Созданная за четверть века, квантовая механика установила квантово-механическую границу применимости классической механики.

Что необходимо помнить и понимать, занимаясь механикой

Механическое движение



Взаимодействие и движение

- ⇒ Мера действия – сила
- ⇒ Взаимодействие – две силы
- ⇒ Сила и результат ее действия – ускорение
– давление (деформация)
- ⇒ Сила и ее действие в течение времени – импульс силы
- ⇒ Сила и ее действие на определенном перемещении – работа силы
- ⇒ Работа в течение определенного времени – мощность
- ⇒ Способность системы выполнять работу – энергия
- ⇒ Энергия движения – кинетическая
- ⇒ Энергия взаимодействия – потенциальная
- ⇒ Энергия кинетическая и потенциальная – полная механическая
- ⇒ Энергия кинетическая и потенциальная частиц тела – внутренняя
- ⇒ Энергия внутренняя – одно из основных понятий в теории тепловых явлений

Законы Ньютона – ядро механики

$I \quad \text{ИСО} \quad \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{V} = const$
 $II \quad \vec{F} \neq 0 \Rightarrow \vec{V} \neq const \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t}$
 1) $a \sim F, \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{F}$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$$

2) $a \sim \frac{1}{m}$

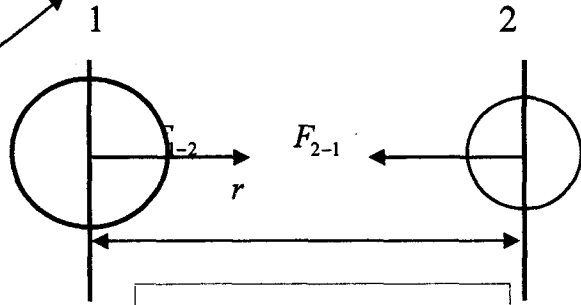
$III \quad \vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1} \quad \sum_1^m \vec{F}_i = \vec{F} \rightarrow F_x \rightarrow a_x \xrightarrow{V_{ox}} \rightarrow V_x \xrightarrow{x_0} \rightarrow x(t)$
 $X(t) \rightarrow V_x \rightarrow a_x \rightarrow F_x$

Образ-схема физических теорий



Закон взаимодействия тел

Гравитационные



$$\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}$$

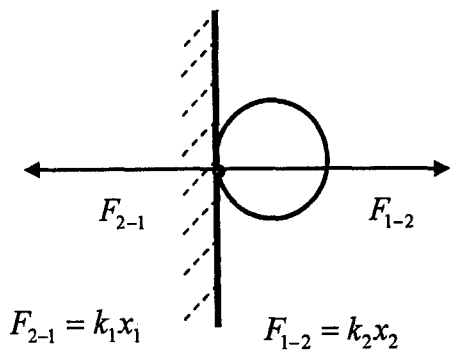
$$F_{1-2} = F_{2-1} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = G \frac{M}{R^2} m \Rightarrow F_T = mg$$

Электромагнитные

Упругое

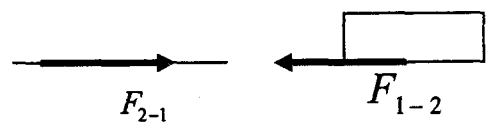
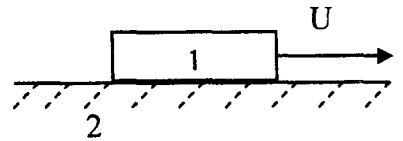
Трение



$$F_{2-1} = k_1 x_1$$

$$F_{1-2} = k_2 x_2$$

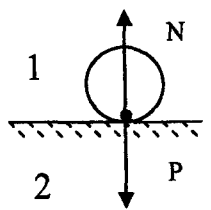
$$F_x = -kx$$



$$F_{1-2} \Leftrightarrow N$$

$$F_{2-1} = \mu P$$

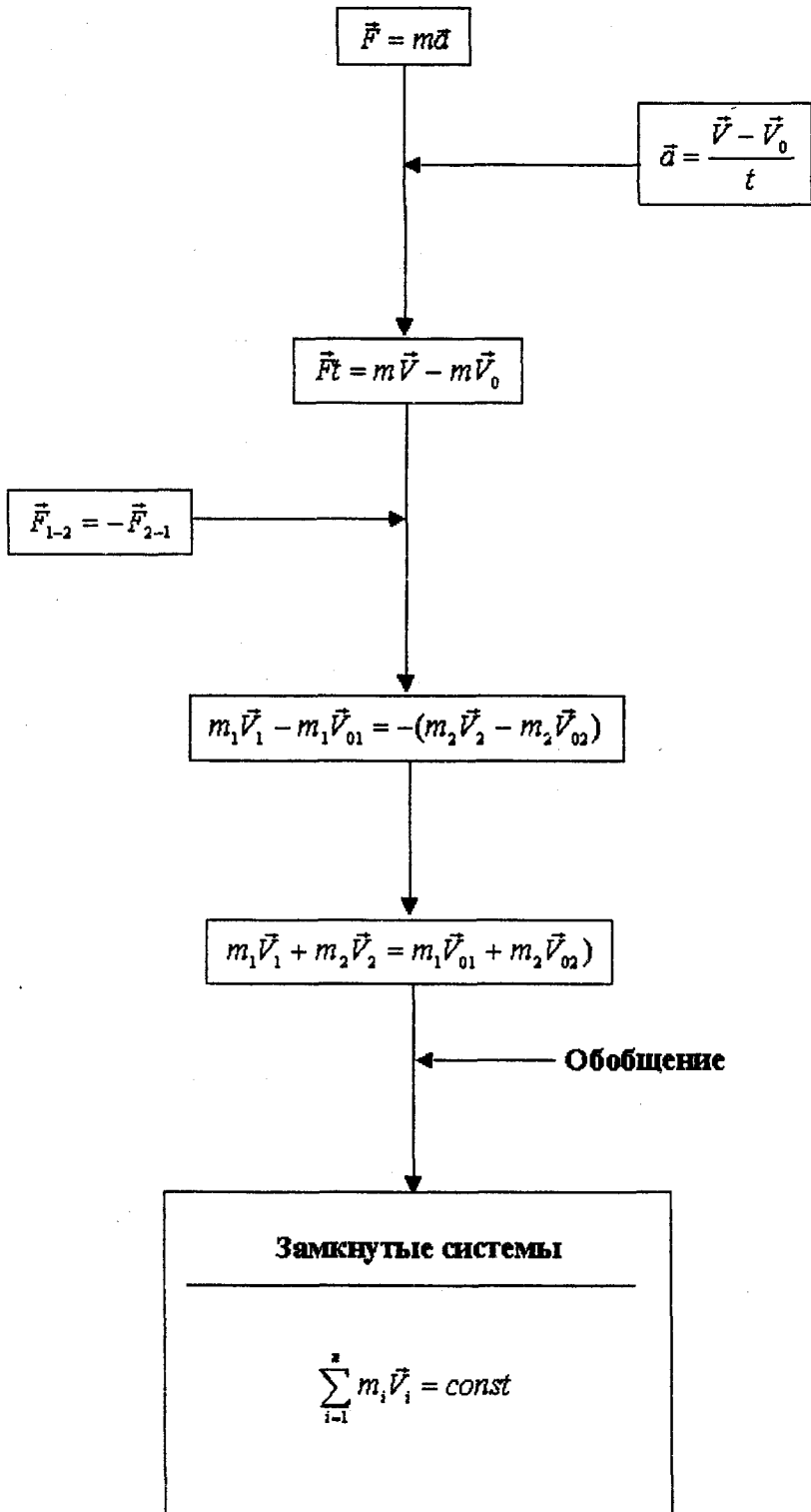
$$F_{1-2} = \mu N$$



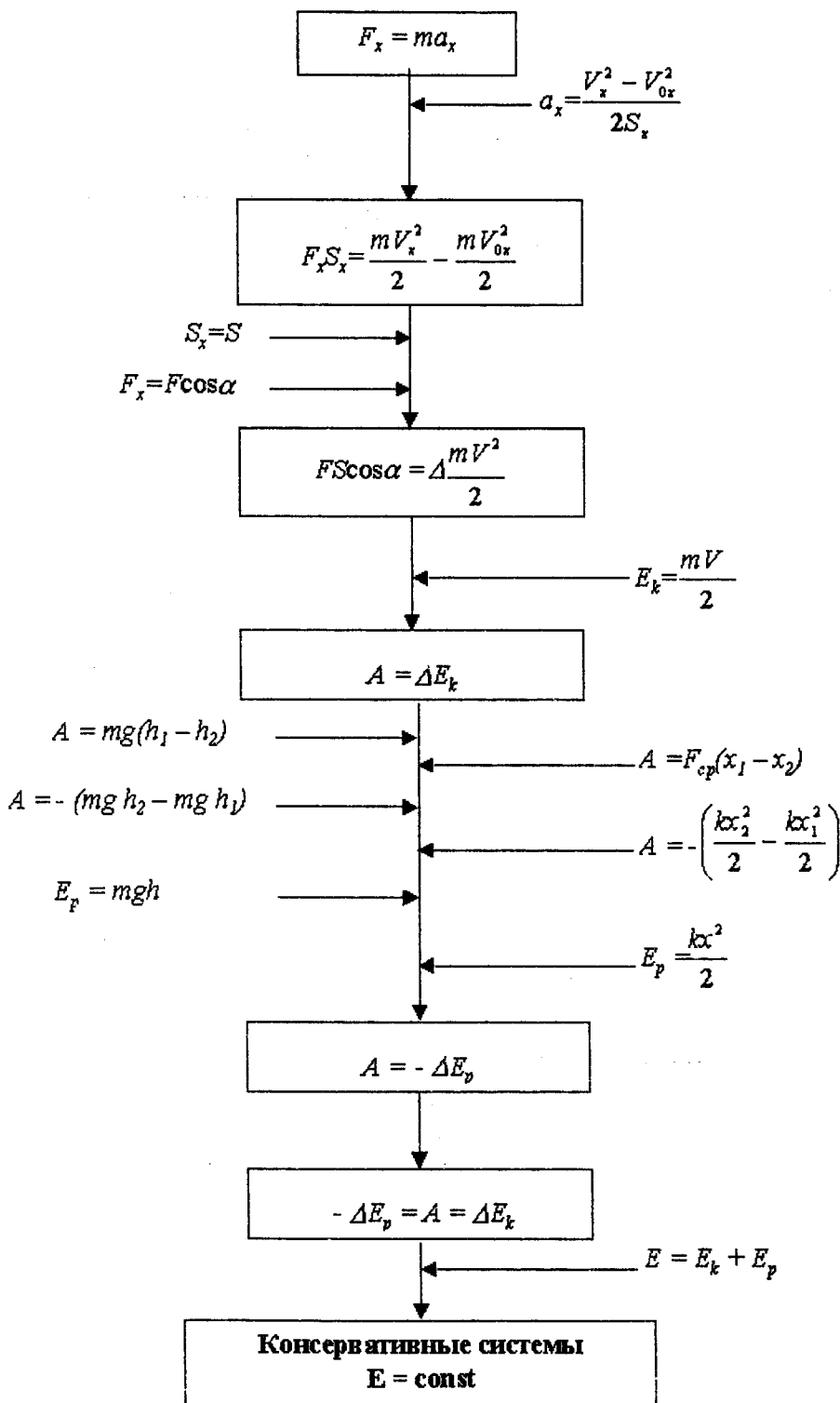
$$F_{2-1} \Leftrightarrow P$$

$$F_{Tp} = \mu N$$

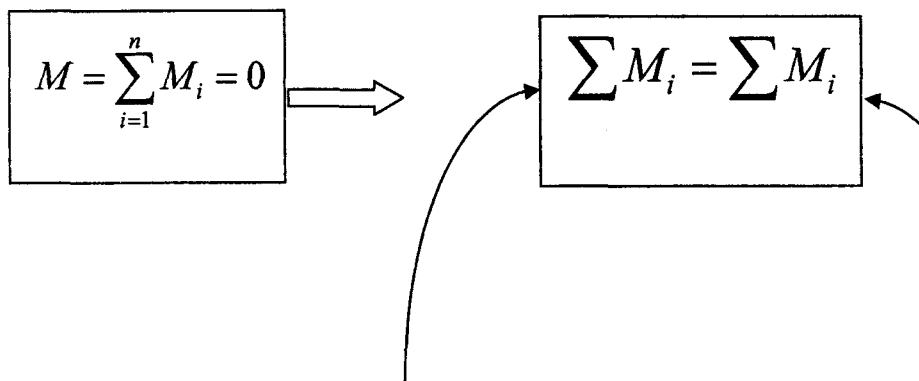
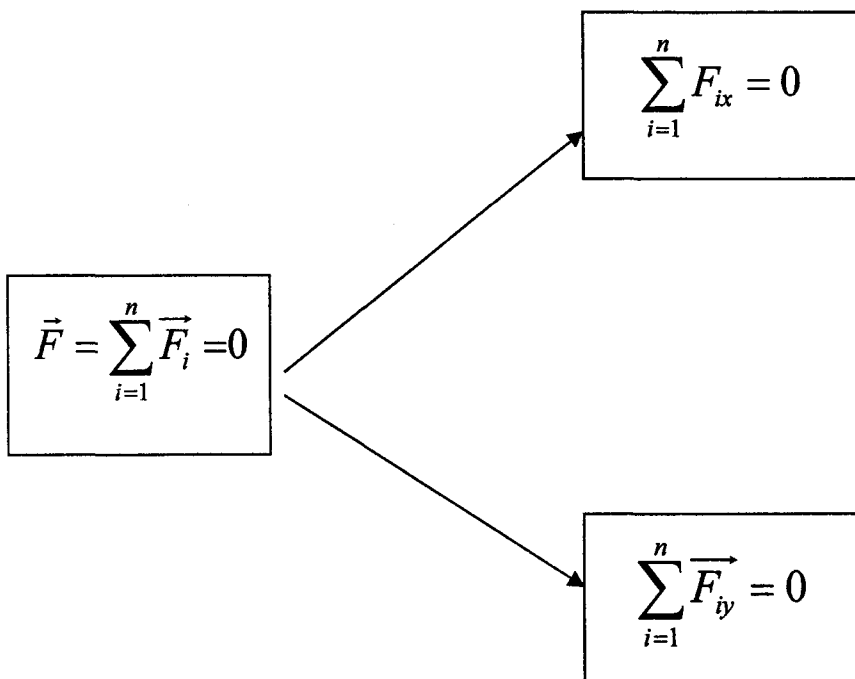
Закон сохранения импульса



Закон сохранения энергии



Условия равновесия



Заключение к первой главе

Итак, ознакомившись с содержанием первой главы, а может быть изучив некоторые фрагменты и поразмыслив над ними, Вы в определённой мере приобщились к общечеловеческой духовной культуре. У авторов по этому поводу нет сомнений.

Жизненная позиция, научная и гражданская деятельность учёных и философов заслуживают того, чтобы на этих примерах формировались ценностные ориентации и направленность личности.

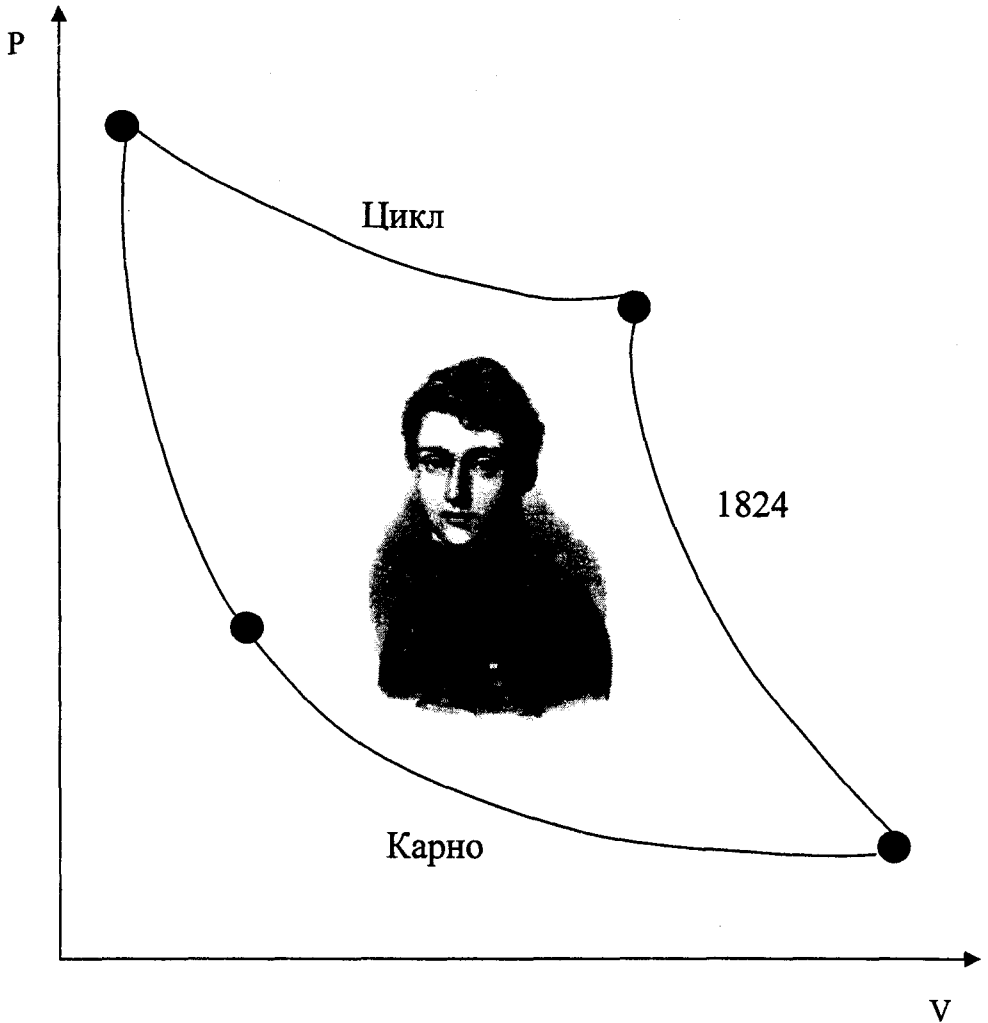
Логическая структура содержания учебного материала по механике, материализованная в виде обобщающих схем, поможет по-новому более осознанно посмотреть на содержание учебников физики. Это является предпосылкой становления такого качества знаний, которое называется системностью.

Система физических теорий (классическая механика, МКТ и термодинамика, электродинамика и квантовая механика) составляют ядро физической картины мира, которая является важнейшей составляющей мировоззрения человека.

Взаимоотношение научных и религиозных взглядов, их “соседства” в сознании учёных, которое затронуто на страницах этой книги, должно способствовать более адекватному пониманию общечеловеческих ценностей в этом тонком и деликатном вопросе.

Интерес читателя к содержанию этой книги – самое большое вознаграждение авторам за их созидательный труд.

Но дальше, ввысь,
к пределам всех дерзаний,
Творящий гений над землей парит,
Созданье возникает из созданий,
Гармония гармонию творит.
Ф. Шиллер



«Поход в область теории теплоты механика предприняла, исходя из представления, что теплота есть движение мельчайших частиц тела, невидимое для глаза именно из-за неощутимости этих мельчайших частиц, но познаваемое тем, что, когда оно сообщается молекулам нашего тела, мы испытываем чувство теплоты, а когда оно отнимается, чувство холода. Этот поход оказался победным, ибо описанная гипотеза дает очень полную картину поведения той действующей силы, которую мы называем теплотой.» Л. Больцман.

ГЛАВА 2

ТЕОРИЯ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

О специфике тепловых явлений

Напомним, что все физические явления целесообразно разделить на четыре области: механические, тепловые, электромагнитные и квантовые. Области эти взаимосвязаны и взаимопроникающие друг в друга.

Суть физических явлений рассматривается в соответствующих теориях. Следовательно, суть тепловых явлений – в теории тепловых явлений: термодинамике и статистической физике.

Сколько тысячелетий прошло с тех пор, когда люди научились получать огонь и связанную с ним теплоту. О том, что такое тепло, издавна существовали разные мнения.

Природу теплоты объяснили бесспорным и очевидным, как казалось, фактом: при нагревании тела его температура повышается, следовательно, тело «что-то» получает; при остывании – «что-то» отдает. Это «что-то» и называли теплотой.

Такое понимание теплоты основывалось на гипотезе: теплота – это особое вещество, способное проникать в любое тело и выходить из него. Это особое вещество называли теплородом и считали, что он не порождается, а только перераспределяется между телами. Этой гипотезы придерживался поначалу и Г. Галилей, о чем он высказывался еще в 1613 году. Многие ученые придерживались этой точки зрения около трех столетий после Галилея.

Вторая гипотеза о природе теплоты впервые была высказана в 1620 году Ф. Бэконом, который обратил внимание на то, что под сильными ударами молота кусок металла становился горячим. Бэкон утверждал, что теплота есть внутреннее движение мельчайших частиц тела и температура тела определяется скоростью движения частиц в нем.

Однако более понятной казалась теория теплорода, согласно которой теплота подобно жидкости перетекала из одного тела в другое.

Теория теплового двигателя, созданная Сади Карно, основывалась именно на модели теплорода.

Теория С. Карно настолько фундаментальна, что мы к ней еще вернемся. А сейчас заметим, что модель теплорода не выдержала испытания временем из-за нарушения закона сохранения энергии. Первым обратил на это внимание Бенджамен Томсон, получивший титул графа Румфорда. Томсон-Румфорд задумался над тем, почему нагревается ствол пушки при сверлении в нем отверстия. Почему тупые сверла порождали больше тепла, чем хорошо заточенные? Почему сверлением можно было добыть практически неограниченное количество

тепла? Все это никак не укладывалось в простую модель перетекающего теплорода. На основе теплорода Румфорд же нашел ответы на поставленные вопросы и склонялся к тому, чтобы связать природу теплоты с движением. Румфорда поддержали Дэви и Юнг, которые ссылались на колебания и вращения молекул в любых веществах и теплоту связывали с интенсивностью этих движений. Но все эти разговоры не воспринимались достаточно серьезно и были бесплодными, пока их смысл не был переведен на язык цифр и формул.

Количественная связь между движением и теплотой была установлена в экспериментах Джеймса Джоуля в 1843 г. Эта связь выразилась в соотношении работы и количества теплоты. Немного ранее эту количественную связь, но с меньшей точностью вычислил Роберт Майер, используя для этого результат опытов Гей-Люссака по расширению газов в пустоту.

Только после этого модель теплорода стала тормозом в развитии теории тепловых явлений и достаточно быстро была отброшена. Все это ускорило развитие кинетической теории тепла. Существующий вклад в создание кинетической теории тепла внес Джеймс Клерк Максвелл.

Справедливости ради назовем и других корифеев, которые способствовали становлению современной теории тепловых явлений. Это: Бенуа Клапейрон, Генрих Гельмгольц, Рудольф Клаузиус, Людвиг Больцман, Макс Планк. И это далеко не все ученые, имена которых запечатлены в истории физики. Дополним сказанное научно-исторической хронограммой. А более подробно остановимся только – на Сади Карно и Людвиге Больцмане, не оставив без внимания к ним и Роберта Бойля, Жозефа Гей-Люссака, Рудольфа Клаузиуса, Джеймса Максвелла, Уильяма Томсона (лорда Кельвина), Роберта Майера, Германа Гельмгольца, Джеймса Джоуля, Альберта Эйнштейна и Марианна Смолуховского, а также Жана Перрена.

«Мостик между механикой и теплотой»

Может показаться, что изучая тепловые явления, мы исследуем совершенно новую и довольно «чуждую» механике область. Слово «теплота» имело двойной смысл, т.е. понятие теплоты было неоднозначным. С одной стороны, оно означает тепловое состояние тела и указывает на то, какое из тел более нагрето или более холодное. С другой стороны, под теплотой подразумевается количество энергии, которую получает или отдает тело при теплообмене с другими телами. В связи с этим практически стало целесообразным в первом случае пользоваться понятием температуры, а во втором – количества теплоты. Но долгое время оба эти понятия оставались в определенном смысле загадочными, таинственными, а потому в познавательном плане притягательными.

Начало в раскрытии этой «тайны» было положено в опытах английского ботаника Роберта Броуна(1773-1858), который впервые в 1827 году наблюдал в микроскоп удивительную, захватывающую дух картину. Крохотные частички, выделенные из растительных клеток, беспрерывно и хаотически двигались по поверхности жидкости! Причем, при более высокой температуре движение частиц более оживленное, а с понижением температуры частички начинают «успокаиваться». Вот она связь или «мостик» между механикой и теплотой! Движение молекул взаимосвязано с температурой и тепловая энергия есть ни что иное, как совокупность кинетических энергий всех частиц!

Окончательную ясность в эту проблему внес австрийский физик Людвиг Больцман(1844-1906). Когда впервые наблюдалось броуновское движение, Людвигу было 17 лет. В конце XIX столетия ему довелось защищать молекулярно-кинетическую теорию теплоты в ожесточенных спорах с другими маститыми учеными, которые не признавали атомно-молекулярную гипотезу строения вещества. Одну из своих научных статей Больцман закончил перефразированными словами Галилея: «И все-таки они движутся», имея в виду молекулы. Противники отвергали очевидное? Нет, в том то и дело, что в микроскопе были видны «броуновские частички», молекулы же оставались невидимыми, а потому гипотетическими.

Но, прежде чем ученые-исследователи углубились в изучение вопросов, связанных с движением молекул, достаточно успешно исследовались экспериментально (на макроуровне) тепловые явления, доступные непосредственным наблюдениям. Были открыты так называемые газовые законы, которые названы именами их открывателей. Это английский ученый Роберт Бойль, французские ученые Эдм Мариотт, Жозеф Гей-Люссак, Жак Шарль, Бенуа Клапейрон.

Р. Бойль, Э.Мариотт, Ж. Шарль, Гей-Люссак, Б. Клапейрон... Почему их имена поставлены рядом?

Роберт Бойль

Роберт Бойль (1627-1691). Роберт был тринадцатым (предпоследним) ребёнком, появившемся на свет в одном из ирландских поместий отца, который умножил свои угодья захватом чужих земель. Первому герцогу королевы Елизаветой разрешалось обогащаться таким образом. Этот тринадцатый ребёнок никогда не учился в школе, а получил прекрасное домашнее образование и в возрасте восьми лет стал студентом Итонского университета. После окончания университета в возрасте 12 лет Роберт вместе с братом отправился путешествовать по

Европе, но это было не праздное путешествие. В течении шести лет он продолжал образование в Швейцарии и Италии. Восемнадцатилетним юношей Роберт Бойль возвратился в Англию уже после смерти своего отца, который оставил ему значительное состояние. На одном из этажей отцовского замка размещались спальня, кабинет, просторная зала и богатая библиотека. Еженедельно из Лондона доставлялись ящики с новыми книгами. Роберт Бойль с величайшим интересом буквально их «проглатывал». А иногда засиживался за какой-нибудь книгой с раннего утра и до позднего вечера. Некоторые постройки отцовского поместья по указанию Роберта Бойля и за его деньги переоборудовались под научные лаборатории. В 1645 году юноша начинает проводить собственные экспериментальные исследования по физике, химии и агрохимии. Бойль любил работать одновременно по нескольким проблемам. Как правило, Роберт Бойль очень подробно и обстоятельно разъяснял своим помощникам, что и как им необходимо исследовать в течении дня, а сам удалялся в кабинет, где диктовал своему секретарю философские трактаты. Бойль стал учёным – энциклопедистом. Он интересовался и много знал из биологии, химии, физики, медицины. Не меньший интерес проявлял Роберт Бойль к философии, теологии и языкознанию. Первостепенное значение придавалось лабораторным исследованиям, особенно в области химии. В частности он подробно изучил условия получения чернил и составил конкретные рецепты, которые в течении века использовались для производства высококачественных чернил.

В двадцатипятилетнем возрасте Роберт Бойль, которого уже смело можно было назвать учёным, переселился в Оксфорд, где и продолжил свои исследования, цель которых состояла в систематизации веществ в соответствии с их свойствами.

Вместе с молодым ассистентом Робертом Гуком Роберт Бойль экспериментально исследовал свойства газов и развивал корпускулярную теорию.

Бойль изобрёл оригинальную конструкцию воздушного насоса, первый образец которого был построен с помощью Гука. Удаляя воздух из сосуда с помощью своего насоса, исследователи пытались доказать наличие эфира в «пустом» сосуде. «Никакого эфира не существует», - сделал вывод Бойль. «Пустое» пространство он назвал вакуумом, что по-латыни и означает «пустой».

Общественно-политический кризис в Англии в связи с жестокой диктатурой Оливера Кромвеля, которому активно противостояли сторонники монархии, наложил отпечаток на все сферы жизни в стране.

Роберт Бойль удаляется в своё поместье и подводит результаты своих исследований за десять лет.

За несколько месяцев напряжённой работы Роберт Бойль вместе с двумя помощниками-секретарями заканчивает и издаёт первую книгу

«Новые физико-механические эксперименты относительно веса воздуха и его проявления»(1660г.).

После восстановления королевской власти политическая жизнь в Англии нормализовалась, и Роберт Бойль возвратился в Оксфорд, к тому же довольно часто посещал Лондон, общался с учёными.

Он экспериментально устанавливает, что объём газа обратно пропорционален его давлению при постоянной температуре(1662г.).

Кроме этого, Бойль установил, что при изменении давления могут испаряться даже те вещества, которые в обычных условиях не испаряются (лёд); впервые описал расширение тел при изменении температуры (разрыв железной трубы наполненной водой при образовании льда); впервые показал, что при уменьшении давления воздуха вода может кипеть, оставаясь тёплой.

Став общепризнанным учёным, Роберт Бойль выступил с инициативой организации Общества учёных, которое впоследствии получило название Лондонское Королевское общество (оригинальное название Академии наук). Роберт Бойль – первый президент ЛКО.

В этот научный центр вошли знаменитые учёные: Д. Локк, И. Ньютон, Д.Уоллес и др.

Роберт Бойль в зените славы! Его приглашают в королевский дворец, «сильные мира сего» считают для себя за честь побеседовать со светилом английской науки. Ему оказывают всяческие почести, сулят материальные вознаграждения, которые он направляет на развитие науки. Иногда Роберт Бойль приезжал в Кембридж, чтобы побеседовать с И.Ньютоном.

В конце жизни его занимали в основном философские проблемы. Бойль был признан крупнейшим богословом и теологом своего времени. Чтобы читать библейские тексты в подлинниках, Бойль изучил греческий и древнегреческий языки. Он учредил ежегодные научные чтения по богословию и истории религии.

Роберт Бойль обладал хорошим слогом и своеобразным литературным стилем. Он написал несколько стихотворений и трактат на темы морали и нравственности.

Автор фундаментальных открытий и один из первых в мире организаторов науки похоронен в Вестминстерском аббатстве, где погребены выдающиеся люди Англии.

Роберт Бойль завещал весь свой капитал на развитие науки в Англии и на продолжение деятельности Королевского общества. Специальные средства он целенаправленно выделил для проведения ежегодных чтений по физике и богословию.

Через пятнадцать лет после установления закона Бойля ($pv=const$) этот же закон получил во Франции Эдм Мариотт, поэтому теперь он называется закон Бойля-Мариотта.

Жозеф Луи Гей-Люссак

Жозеф Луи Гей-Люссак (1778-1850). Наиболее важным свойством всех газов является сильное изменение их объема при изменении температуры на 1°C объём любого газа изменяется на одну и ту же величину, примерно на $1/273$ часть объёма, занимаемого газом при 0°C . Если уменьшение температуры произойдёт 273 раза, то от первоначального объёма газа «ничего не останется». В действительности это, конечно же, не происходит, так как всё реальные газы при определенной (достаточно низкой) температуре превращаются в жидкости.

Для модели идеального газа, как системы материальных точек, не имеющих собственных размеров, теоретически допустимо охлаждение до так называемого абсолютного нуля. Закон, согласно которому объём идеального газа строго пропорционален его температуре при постоянном давлении был открыт французским учёным Жозефом Гей-Люссаком в 1802 году независимо от английского учёного Джона Дальтона. В 22 года Гей-Люссак окончил знаменитую Политехническую школу, а в 24 года он – преподаватель этой школы. Он был избран членом Парижской Академии наук, работал профессором физики Парижского университета.

В 1804 году дважды осуществлял полёты на воздушных шарах, причём не с целью развлечений, а выполнял научные исследования, измеряя температуру и влажность воздуха. В 1807 году установил, что температура воздуха понижается при расширении и повышается при сжатии (без теплообмена с окружающей средой). Гей-Люссак изобрёл ряд приборов, в частности, гидрометр, спиртометр, барометр, насос, различные термометры. В 1829 году был избран членом Петербургской Академии наук.

Сегодня закон Гей-Люссака чаще всего записывают так:

$$\frac{V}{T} = \text{const}, \text{ при } P = \text{const}.$$

Размышления по поводу открытых газовых законов.

Рассмотренные законы были экспериментально установлены на основе простейших наблюдений и измерений. Аналогично был открыт и закон изменения давления данной массы газа с изменением температуры при постоянном объёме в 1787 году, так называемый закон Шарля. Жак Шарль (1746-1823) – французский учёный, член Парижской Академии наук, профессор экспериментальной физики в Консерватории искусств и ремёсел в Париже.

Англичанин Бойль (и его сотрудники), французы Мариотт, Гей-Люссак, Шарль изучали физические явления лишь внешне, измеряя давление, объём и температуру в определённом смысле грубыми приборами, не прибегая к понятиям атомов или молекул. Таким образом, учение о теплоте, как и учение о механических явлениях, первоначально возникло из опыта. Этот опыт представлял собой пёструю смесь наблюдений, экспериментов и чувственного восприятия явлений природы. Ещё и сегодня многие основные понятия физики носят ярко выраженный антропоморфный (связанный именно с жизнью человека) характер.

Однако эти субъективные предпосылки физического мышления не следует абсолютизировать и считать единственным исходным пунктом развития физического знания. Были видные учёные, которые считали, что «Свободный разум включает в себя только такие правила мышления, в которых обобщены чувственные восприятия» (профессор физики из Вены Эрнст Мах). Таким образом, Мах считал, что ценность представляет лишь то, что доступно непосредственному наблюдению. Когда в его присутствии кто-либо начинал говорить об атомах, он всегда воинственно вопрошал: «А вы видели этот атом?»

Математическое обобщение всех трёх экспериментальных газовых законов впервые в 1834 году выполнил французский физик и инженер, профессор института инженеров путей сообщения в Петербурге, профессор Школы мостов и дорог в Париже, академик Бенуа Клапейрон. Уравнение, которое он получил, называется уравнением

Клапейрона и имеет вид: $\frac{PV}{T} = const$. Через 40 лет русский учёный

Дмитрий Иванович Менделеев обосновал необходимость учитывать в явном виде массу газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева приобрело

такой вид: $PV = \frac{m}{M}RT$, где M -молярная масса газа.

Математическое обобщение экспериментальных законов нельзя считать их теоретическим обоснованием. Эти законы порождали много вопросов, например: почему эти законы справедливы для всех газов, независимо от их химического состава? Какова физическая природа давления газа и его температуры? Все эти вопросы возникали на фоне отсутствия прямых экспериментальных доказательств реальности существования атомов. Становилось всё более ясным, что ответы на эти вопросы можно получить только на основе представлений о внутреннем строении вещества, в частности и газов.

Теория газов, созданная на основе атомистической гипотезы, получила название молекулярно - кинетической теории. Эта теория создавалась многими учёными, но самый существенный вклад был

сделан немецким физиком Рудольфом Клаузиусом, английским физиком Джеймсом Максвеллом и австрийским физиком Людвигом Больцманом.

Рудольф Клаузиус

Рудольф Клаузиус (1822-1888). Справедливости ради необходимо отметить, что первым учёным, кто применил атомистические представления к расчётам свойств газов, был швейцарский учёный Даниил Бернулли (1700-1782). В 1738 году он выполнил теоретический расчёт давления газа и теоретически вывел закон Бойля-Мариотта. В то время атомистические представления были не очень популярны, и о замечательных результатах теоретических исследований Бернулли вскоре забыли. Более чем через 100 лет попытку использования молекулярно-кинетических представлений для расчётов параметров газа предпринял английский учёный Уотерстон. Из его расчётов, как следствия, вытекали законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака. Судьба этой теоретической работы очень печальна, обычно о ней отзывались как о «пустой, если не бессмысленной, основанной на чисто гипотетических принципах».

Столь удивительная логика развития теорий газов обусловлена, прежде всего, имевшим место недоверием к атомистической гипотезе («Атомов никто и никогда не видел!?!»)

Скептиков поубавилось (но ярые противники остались!), когда в 1875 году немецкий физик Рудольф Клаузиус опубликовал большую работу по кинетической теории газов. Он теоретически вывел уравнение, которое сегодня известно учащимся под названием основного уравнения молекулярно-кинетической теории – это уравнение Клаузиуса:

$$P = \frac{1}{3} n m v^2 \text{ или } p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}.$$

Клаузиус впервые вычислил скорости молекул газа. Например, для скорости молекул кислорода при нормальных условиях он получил $V=461\text{м/с}$, а для молекул водорода – $V=1844\text{м/с}$. Эти результаты вызвали очень большие сомнения, поскольку они противоречили известным фактам медленного распространения запахов. Клаузиус разгадал кажущееся противоречие и объяснил его многочисленными столкновениями молекул. Он впервые ввёл в физику газов важнейшее понятие длины свободного пробега как пути, проходимого молекулой газа между двумя последовательными столкновениями.

Клаузиус уточнил представление о молекуле, как об упругом шарике, и дополнил картину движения молекулы тем, что при поступательном движении молекула обладает и «внутренним» движением. Атомы в составе молекулы могут колебаться около своих положений равновесия, а молекула в целом может и вращаться. Это было

время великих теоретических «фантазий» в физике! Клаузиус предположил, что энергия между различными движениями распределяется равными долями. Сейчас это общепринятое положение о равномерном распределении энергии между различными степенями свободы. Число степеней свободы – число независимых между собой возможных движений.

Работы Клаузиуса имели важнейшее направляющее значение для дальнейших не тупиковых теоретических исследований. Так на основе теории Клаузиуса и количественных экспериментов Джеймс Максвелл вскоре определил, что в воздухе при нормальных условиях каждая молекула газа сталкивается с другими 5 тысяч миллионов раз в секунду и что путь (длина свободного пробега) равен примерно десятитысячной доле миллиметра! Используя эти данные, австрийский учёный Лошмидт в 1865 году впервые вычислил размеры молекул воздуха, и их число в кубическом метре при нормальных условиях. Невообразимо малые и невообразимо большие числа стали конкретными и вполне определёнными!

Удивительные следствия вытекали из факта огромного числа Лошмидта (10^{25} молекул/м³!). Перед наукой возникли новые серьёзные проблемы принципиального характера. Ведь научная картина мира и мировоззрение зиждились на теории Ньютона. А это означает, что необходимо составлять и совместно решать 10^{25} уравнений движений молекул одного кубометра газа. Задача о расчёте траекторий молекул газа приобретает невообразимую математическую сложность, её решение не в состоянии выполнить самые современные электронно-вычислительные машины. Да к тому же и поставить эту задачу невозможно, так как не представляется возможным учесть все начальные условия для всех молекул! Вывод – «разочарование»: классическая механика Ньютона не может быть применена к теоретическим исследованиям свойств газов!

Предположение Клаузиуса об одинаковой для всех молекул средней скорости никоим образом не отвечает действительной картине столкновений молекул, а следовательно, и обмену энергиями. Введение одной средней скорости затушёвывает принципиальное различие между классической механикой, описывающей движения нейтральных частиц, и механикой ансамблей этих частиц. Для дальнейших разработок молекулярно – кинетической теории «нужен был»

Джеймс Максвелл

Д. Максвелл (1831-1879). Родился Джеймс на севере Англии в семье шотландского лендлорда, который был человеком явно незаурядным. Сам Джеймс неоднократно повторял, что добрые и мудрые родители – это одна из величайших удач, о которых можно только

мечтать. Эта мечта Максвелла, безусловно, была реальностью. Его отец, будучи адвокатом, проявлял всесторонние интересы. Он путешествовал, занимался спортом, мастерил, конструировал машины, ставил физические опыты, увлекался техникой, писал научные статьи.

Джеймсу Максвеллу повезло не только с родителями, но и в том, что он родился в период промышленного расцвета в Англии, когда научные знания и изобретательства начали высоко цениться. Однако, чрезвычайно любознательному мальчику в школе не понравилось. Учился он посредственно, особенно по арифметике (и это будущий гениальнейший математик!). Так было до «встречи» с геометрией, которая разбудила Джеймса. Он начинает заниматься с невиданным увлечением и вскоре становится лучшим учеником. Успехи его великолепны, блестящи, потрясающие.

Из школы – академии Джеймс переходит в Эдинбургский университет. Он быстро освоил все программы и отправился в Кембридж, в Тринити – колледж, где когда-то учился Ньютон, и где математика преподавалась на высочайшем уровне. Считалось, что физика как наука давно сформировалась, и добавить к ней ничего существенного уже невозможно, так как все главнейшие факты в природе уже изучены. Несмотря на это, Максвелл решил посвятить себя именно физике, чем и увековечил своё имя. Особенно велики заслуги Максвелла в создании теории электромагнитного поля, но он сделал существенный вклад и в молекулярно – кинетическую теорию.

Максвелл обосновал принципиально новый подход для расчёта средних величин, характеризующих состояние газа. Вместо невыполнимой задачи расчёта скоростей каждой молекулы Максвелл предложил распределять все молекулы «по группам» и дал метод расчёта числа молекул в каждой такой группе. Столкновения молекул приводят к изменению числа молекул в группах, однако в силу большого числа столкновений среднее число молекул в группе остаётся неизменным.

Значение идей Максвелла было исключительно велико. Распределение молекул по скоростям выявило различие между механикой отдельных тел и механикой совокупности молекул. Статистическая механика Максвелла позволяла глубже проникать в закономерности молекулярного движения. В теоретические методы исследования входила теория вероятностей.

Новые методы начинали свой путь в физике. Идеи привлечения теории вероятностей в физику не встретили поддержку у большинства учёных того времени. Многие думали, что допускающие известную неоднозначность вероятностные методы вообще не могут применяться к науке о явлениях природы. Мировоззрение большинства физиков середины 19 столетия полностью основывалось на ньютоновской механике, дающей строгие, вполне однозначные решения. Распределение

Максвелла, дающее иную трактовку физических явлений, нуждалось в строгом теоретическом обосновании, расширении областей его применения, экспериментальной проверке.

Перед теоретической физикой открылось поле деятельности по созданию физически строгой кинетической теории газов. Именно в этой области ярко проявил свой талант Людвиг Больцман. Но прежде чем отдать должное этому гениальному учёному, уделим внимание родоначальнику теории тепловых явлений. Этим родоначальником по праву можно считать Сади Карно.

Учёный – физик Джеймс Максвелл, обращаясь к Господу, который, по убеждению Максвелла, сотворил мир и человека, просил Господа научить познавать дела его так, чтобы люди могли господствовать на земле, и чтобы ум человека укреплялся на службе у Бога.

Сади Карно

Сади Карно (1796-1832). Теория тепла имеет свой год рождения, это 1824 год. Именно в этом году в Париже вышла книга 28-летнего военного инженера Сади Карно «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу».

Сын учёного, государственного деятеля, участника французской буржуазной революции Сади Карно окончил в Париже Политехническую школу, после чего служил в инженерных войсках в чине капитана. На военной службе очень много времени уделял научной работе, результатом чего и была опубликованная вышеупомянутая книга.

С. Карно впервые показал, что полезную работу можно получить лишь в том случае, когда тепло переходит от нагретого тела к более холодному.

Ни один из крупных учёных сразу не обратил внимание на, по сути дела, гениальную мысль инженера, которая содержалась в следующих словах: «... чтобы рассмотреть принцип получения движения из тепла во всей полноте, надо провести рассуждения, приложимые не только к паровым машинам, но и ко всем мыслимым тепловым машинам, каково бы ни было вещество, пущенное в дело, и каким бы образом на него не производилось воздействие».

Карно понял и доказал в виде теоремы, что максимальная эффективность тепловой машины зависит только от двух величин – температуры нагревателя и температуры холодильника. «Движущая сила тепла не зависит от агентов, взятых для её развития, её количество исключительно определяется температурами тел, между которыми, в конечном счёте, производится перенос теплорода».

Из этой цитаты следует. Что Карно придерживался гипотезы о том, что тепло есть особая материя (теплород). Однако модель теплорода не

помешала учёному получить совершенно правильные в научном отношении выводы.

Как выяснилось после смерти Карно, он впоследствии изменил свои взгляды на природу теплоты и высказал мнение, что теплота представляет собой движение, а также мысль об эквивалентности работы и теплоты, что по сути было выражением закона сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах.

Вот отрывок из его дневниковых записей: «Тепло - не что иное, как движущая сила или, вернее, движение, изменившее свой вид; это движение частиц тела; повсюду, где происходит уничтожение движущей силы, возникает одновременно теплота в количестве, точно пропорциональном количеству исчезнувшей движущей силы. Обратное: всегда при исчезновении тепла возникает движущая сила. Таким образом, можно высказать общее положение: движущая сила существует в природе в неизменном количестве; она, собственно говоря, никогда не создаётся, никогда не уничтожается; в действительности она имеет форму, т.е. вызывает то один род движения, то другой, но никогда не исчезает...».

Только через 10 лет после опубликования, уже после смерти Карно его научный труд получил широкую известность благодаря французскому физика и инженеру Бенуа Клапейрону, который был на три года моложе Карно и учился в той же Политехнической школе. В 1834 году Бенуа Клапейрон придал идеям Карно четкую математическую форму. Он первым оценил большое научное значение труда Карно, содержавшего фактически формулировку второго начала термодинамики. Развивая идеи Карно, Клапейрон вывел уравнение состояния идеального газа и впервые ввёл в термодинамику графический метод изображения термодинамических процессов.

Научные идеи Карно плодотворно развивал и Рудольф Клаузиус – немецкий физик – теоретик, один из создателей термодинамики и кинетической теории газов. Он точно сформулировал принцип эквивалентности теплоты и работы. Независимо от Джоуля и Ранкина получил общие соотношения между теплотой и механической работой (первое начало термодинамики). Дал математическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.

Значительный вклад Клаузиус внёс в кинетическую теорию газов, представив в 1857 году систематическое изложение основ этой теории. Он разработал метод средних величин, ввёл в физику статистические представления и вычислил величину давления газа на стенки сосуда. Особо отметим, что развивая свои термодинамические идеи, Клаузиус ввёл новое фундаментальное понятие – понятие ЭНТРОПИИ (1865 г.). Понятие энтропии для современной науки и научного мировоззрения

является настолько важным, что мы в дальнейшем остановимся на этом вопросе более подробно.

Распространив правильный принцип возрастания энтропии на всю Вселенную, считая её замкнутой системой, Клазиус пришёл к ошибочному выводу о неизбежности тепловой смерти Вселенной.

Обосновав статистический характер второго начала термодинамики, несостоятельность этого вывода доказал Людвиг Больцман.

Людвиг Больцман

Людвиг Больцман (1844–1906 гг.). Из блестящей кагорты выдающихся физиков мы выделили Сади Карно, как родоначальника физической теории термодинамики и Людвигу Больцмана. Почему именно его? Всё написанное здесь о Больцмане является ответом на поставленный вопрос. А если кратко и не совсем понятно, то потому, что он записал и обосновал формулу, в которой поистине „умещается” весь мир. А ведь для того, чтобы по достоинству оценить что-то в науке, надо это „что-то” прежде всего, понимать.

Чарующая гармония стихотворных строк, титаническая сила музыкальных творений обращены непосредственно к нашим чувствам и находят эмоциональный отклик в душах всех, кто ими интересуется. А вот оценка интеллектуальной мощи научных идей и теорий требует наличия определённого уровня научных знаний. Но и этого недостаточно. Ведь многих учёных, которые не сумели понять и своевременно по достоинству оценить научные достижения Больцмана, никак нельзя упрекнуть в отсутствии у них научных знаний. При жизни Больцмана его новаторские, основополагающие идеи и творения не получали должных понимания и признания.

Величайшей заслугой Больцмана является то, что он со всей принципиальностью и научной добросовестностью отстаивал свои идеи, взяв на вооружение мощь своего разума, мудрость философа, задор великолепного полемиста и стойкость убеждённого борца.

Читая Больцмана, трудно не думать об авторе написанного. Перед нами живой и остроумный человек, пленяющий нас не только глубиной мысли, но и тонким юмором; это прекрасный педагог, чётко и ясно излагающий самые трудные научные проблемы. Острые дискуссии он ведёт в духе высокого благородства и уважения к своим оппонентам. Всесторонне образованный человек, знаток литературы, почитатель Гёте и особенно Шиллера, хороший пианист, тонко чувствующий музыку, Больцман и в науке превыше всего ценит эстетические начала, придавая большое значение красоте и изяществу физических теорий.

Наука и искусство сливались у него в единое целое общечеловеческой культуры.

Родился Людвиг в Вене в благополучной обеспеченной семье. Однако ещё в детстве на его долю выпали тяжёлые испытания. Заболевает и умирает брат Людвиг, затем сестра, когда Людвигу было 15 лет, умирает его отец. Все заботы легли на мать, которая не жалела ни сил, ни средств на образование сына.

Людвиг оправдал труды и надежды матери. Всё, чем он занимался, делалось серьёзно и с большим увлечением. Через всю жизнь пронёс Больцман восторженное, поэтическое отношение к непостижимой гармонии, царящей в природе.

У Людвиг прекрасная память, он хорошо учился. Мог наизусть цитировать большие отрывки из произведений Гомера, Гёте и особенно Шиллера:

«Чем больше наши мысли, наши чувства,
Открыты для безбрежного искусства,
Для светлого потока красоты, -
Тем он яснее различает звенья
Единства мирозданья, - те черты,
Которых прежде он не знал значенья».

Великий поэт – романтик видел путь к решению проблем человечества *в сотворении человеком самого себя*, в эстетическом воспитании людей. Идеалы Шиллера стали основополагающими для жизненной позиции Больцмана и существенно повлияли на его мировоззрение: «Я высоко ценю произведение Гёте «Фауст» которое, возможно, величайшее из всех произведений искусства; Шекспира и других я ценю за величие духа; но Шиллера – за нечто другое. Тем, чем я стал, я обязан Шиллеру», - такое откровение Людвиг Больцмана.

Ещё в гимназии три прекрасные «грации» - музыка, литература и наука – представили собой триединство в одном человеке. Теперь ясно – в прекрасном человеке. Человечество хранит его имя в своей благодарной памяти – Людвиг Больцман.

А вот в Веском университете, студентом которого стал 19 летний Людвиг, его интересы в основном были сосредоточены на углубленном изучении физики и математики. В это время физику в университете преподавали известные учёные: Стефан, Лошмидт, Доплер. Заметим, что в фундаментальную физику навеки вошли выражения: «Закон Стефана - Больцмана», «Число Лошмидта», «Эффект Доплера». Больцман отмечает обострённое «чувство нового» у Стефана, «величие души» у Лошмидта, под влиянием которых и происходило научное становление Людвиг.

Начиная с 1865 года, появляющиеся одна за другой научные работы Больцмана были столь значительны, что без них трудно представить развитие как классической, так и современной физики.

Когда Рудольф Клаузиус, развивая научные идеи Карно, ввёл понятие энтропии, тем самым он способствовал воцарению в физике некой научной тайны, связанной с этим понятием. Людвиг Больцман был первым, кто предпринял попытку приоткрыть завесу над этой тайной. Он предложил формулу, раскрывающую **глубокий физический смысл энтропии на основе понятия вероятности**. Попробуем приблизиться к этому загадочному фундаментальному научному понятию. Но сначала попытаемся разобраться, почему такое же по сути сложное физическое понятие как температура, давно привычное человеку, а аналогичное ему по сложности понятие энтропии и сегодня не рассматривается на уровне среднего образования.

Температура

Термометры были придуманы и сконструированы за много лет до того, как учёные поняли, что же именно они измеряют. Дело в том, что температура связана с весьма неопределёнными понятиями теплоты и холода. Различной степени нагретости тела на ощупь можно расположить в определённый ряд и сказать, какие тела имеют большую температуру, а какие меньшую, это и способствовало укоренению иллюзорного мнения о том, что мы понимаем, что такое температура.

История создания термометра интересна и поучительна. В далёкой древности врачи были первыми, кому понадобилась сравнительная шкала теплоты тела, так как с этим было связано самочувствие и здоровье человека. Лекарства способны были осуществлять охлаждающее или согревающее действие, и степень этого действия определялось градусами. Лекарства смешивали между собой, и эти смеси имели разные градусы. Смесью по латыни называется температура. Неопределённые «градусы» тепла нагретого тела определяли ещё древние греки. Но настоящая история определения температуры началась только с Галилея. Интересно, что и Ньютон не оставил без внимания проблемы измерения температуры. Он опубликовал работу «О шкале степеней тепла и холода» в 1701 году, в которой описал 12-градусную шкалу, аналогичную шкале древних медиков. Ноль он поместил в точке замерзания воды, а 12 градусов отвечали температуре здорового человека.

Первый современный термометр был описан в 1724 году Даниелем Фаренгейтом, стеклодувом из Голландии. Это был спиртовой термометр. Самую низкую температуру зимы он имитировал смесью льда, поваренной соли и нашатыря. Вторую точку он получил, погружая термометр в смесь льда и воды. Расстояние между этими двумя точками

Фаренгейт разделил на 32 части, тогда температура собственного тела оказалась равной 96 градусам, а точка кипения воды +212 градусов. Такой шкалой до сих пор пользуются в Англии и США (вспомним рассказы Джека Лондона, Рея Бредбери).

Во Франции получила распространение шкала Реомюра (1740 г.), опорными точками которой являются точка замерзания воды (0 градусов) и точка её кипения (80 градусов).

Современная шкала Цельсия была предложена в 1742 году. Он поместил ноль в точку кипения воды, а 100 градусов – в точку её замерзания. Такая «перевернутая» шкала оказалась неудобной и непривычной. По предложению других шведских учёных шкала была обратно «перевернута».

Таким образом, термометр стал достаточно привычным измерительным прибором, но что именно измеряет термометр, единого мнения не было из-за отсутствия чёткой разделенности понятий температуры и тепла. С помощью термометра можно было легко сравнивать температуру различных тел, но невозможно было сравнивать величины одного градуса в разных частях шкалы. Оставалось недоказанным, что один градус вблизи нуля имеет ту же величину, что и вблизи 100 градусов. Если бы теплоёмкость вещества, которым заполнен термометр, не зависела от температуры, то сомнений о равноценности градусов в различных частях шкалы не было бы. Величина градуса была бы пропорциональна количеству тепла, подведённого к телу при постоянном объёме. Однако этому условию удовлетворяет только идеальный газ, а поэтому реально построить такой термометр не представляется возможным.

Способ определения температуры с помощью термометра, показания которого не зависели бы от термометрического вещества, предложил Рудольф Клаузиус, основываясь на учении Сади Карно. Это было в 1848 году. В этом же году научные идеи Карно были по достоинству оценены 24-летним Вильямом Томсоном, который родился в год опубликования знаменитой работы Карно. В. Томсон (впоследствии лорд Кельвин) обратил внимание на то, что в теории Карно эффективность тепловой машины никак не зависит от свойств рабочего тела, а определяется только температурой нагревателя и холодильника. Следовательно, в цикле Карно и температура не должна зависеть от свойств рабочего вещества. Теория Карно впервые перебрасывала мостик между температурой и механическими величинами. Карно доказал лишь одну теорему, но его формула

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

содержит больше научной информации, чем все эмпирические формулы вместе взятые.

После Карно понятие температуры приобрело точный научный смысл, Формула Карно позволяла определять отношение температур через отношение вполне измеримых количеств теплоты. Температурную шкалу, основанную на цикле Карно, и предложил Вильям Томсон. Так, вместо температурной шкалы с двумя по сути дела произвольными опорными точками, расстояние между которыми делилось на произвольное число равных частей, в физике появилась шкала, построенная на основе отношений температур. Эту термодинамическую шкалу привязали к газовой, выбрав в качестве эталонной точки так называемую «тройную» точку воды. По этой шкале лёд начинает плавиться, когда температура по шкале Цельсия составляет 0,01 градуса Цельсия а все три фазы (пар – лёд – вода) находятся в равновесии. Точку 0,01 градуса Цельсия (легко воспроизводимую в лабораторных условиях) принимают за эталонную, а по термодинамической шкале она оказывается равной точно 273,16 К. Тогда обычный нуль соответствует температуре 273,15 К.

После работы В. Томсона температура выглядела двояко. С одной стороны это было строго определённая величина, определяемая через отношение температур, одну из которых можно принять за эталон. С другой стороны, она входила в уравнение состояния идеального газа, и надо было понять, почему произведение давления газа на его объём пропорционально температуре.

Решение формально лежало рядом, так как изменение температуры было связано с изменением объёма, то есть с работой газа, а, следовательно, с движением.

Строгое теоретическое решение этой проблемы ознаменовано большими трудностями. Путь этот оказался тернистым. Гениальные умы работали над решением этой научной проблемы: Ватерстон, Крениг, Джоуль, Клапейрон, Клаузиус, Максвелл, Больцман и, наконец, Планк. На основе формулы давления идеального газа и уравнения Клапейрона легко получается достаточно простая формула, имеющая глубокий физический смысл:

$$E = \frac{3}{2} kT$$

Кстати, постоянную Больцмана «к» ввёл Макс Планк, который впервые предложил естественную систему единиц, которая лежит в основе явлений природы. Эта формула была одной из первых ступеней в современной единой картине природы. Формула выглядит так, что можно сделать вывод о распределении энергии по каждому из трёх направлений в пространстве. На каждое направление в среднем

приходится $\frac{1}{2} kT$ на каждую молекулу. Это частный случай общего закона равнораспределения по энергиям. Постоянная Больцмана переводит кельвины в джоули, то есть устанавливает соответствие между температурными и энергетическими единицами.

Так как кинетические энергии молекул в данный момент времени разные, то правомерен вопрос, сколько молекул имеет ту или иную определённую энергию и от чего это зависит. Эту задачу в своё время решил Максвелл. Его формула, безусловно, достаточно сложна но вместе с тем, это удивительная формула. Стало очевидным, что физические задачи о движении материальных точек можно решать не только на основе законов Ньютона, но и на основе понятия вероятности применительно к системам с большим числом степеней свободы. Именно эти системы «забывают» о своём прошлом, и распределение молекул по энергиям, в конечном счёте, превращается в распределение Максвелла. И при каждой температуре это распределение строго определённое!

Температура выступает в новой роли. Она характеризует отклонение энергии молекул от её среднего значения.

Как видим, это достаточно сложное физическое понятие. Будем считать, что мы продвинулись по пути проникновения в его сущность.

Почему же случилось так, что столь сложное понятие издавна известно человеку, и при этом человек не испытывал «дискомфорта непонимания»? Ответ заключается в относительной простоте сравнения двух температур. Ведь легко определить, какое тело имеет большую температуру. А вот способа сравнения энтропии двух разных систем не существует! У нас нет способов измерения энтропии наподобие тех, которые существуют для измерения давления, температуры, объёма.

Нелегко было догадаться, что у понятия температуры есть связанное с ним другое понятие, а именно, такое, которое устанавливает связь между физическими величинами температуры и количества теплоты. Изменение этой величины (энтропии), умноженное на температуру, определяет количество теплоты, полученное или отданное телом.

Мы уже упоминали, что формально математически понятие энтропии ввёл Клаузиус и оно долгое время считалось весьма трудным из-за неясности глубокого физического смысла.

Уильям Томсон (лорд Кельвин)

Уильям Томсон (1824-1907). Родился Уильям в Белфасте (Северная Ирландия) в том самом году, когда Сади Карно опубликовал свою знаменитую работу «Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Родители были выходцами из Шотландии и вскоре возвратились в родные места, обосновавшись в

Глазго. Его отец (профессор математики в университете) был добрым духовным наставником Уильяма.

В Шотландии было традицией поступать в университет в шестнадцатилетнем возрасте, но Уильяму Томсону было сделано исключение - его приняли в университет, когда ему исполнилось десять лет.

Через некоторое время Уильям Томсон получил возможность перейти в Кембриджский университет, который был ведущим научным центром Англии. Учеба Уильяма была ярким подтверждением того, какие поистине необыкновенные творческие возможности таит в себе пытливый юношеский ум. Почему-то принято думать, что обучение следует облегчать, делая его доступным для всех учащихся. А ведь решение простых задач не очень-то способствует развитию творческой мысли.

Ранняя интеллектуальная зрелость и широкая образованность, регулярное посещение религиозных служений не гарантировали сами по себе добропорядочного поведения Уильяма Томсона в студенческом возрасте. Поэтому его отец своими письмами всегда старался быть рядом с сыном. Вот пример добрых наставлений отца: «Помни, ты молод, будь осторожен, не сбейся с пути. Любой ложный шаг, дурная привычка, склонность могут испортить тебе всю жизнь. Почаще анализируй свое поведение и набирайся ума на будущее». Сын не разочаровывал отца и вел пристойный образ жизни. Занятия науками сочетались со спортивными увлечениями. Уильям Томсон стал первоклассным гребцом, что помогало ему в учебе значительно больше, чем обыкновенные прогулки.

Он был одним из основателей Кэмбриджского музыкального общества. В последствии его игра на рожке всегда вызывала бурно восторженных аплодисментов, когда в университете Глазго он демонстрировал своим студентам акустические эффекты.

Молодому профессору Уильяму Томсону всего двадцать два года, а его избирают заведующим кафедрой физики в университете г. Глазго. Редкий в истории науки случай - в высшей степени плодотворная научно-педагогическая деятельность профессора физики Уильяма Томсона на одной кафедре продолжалась в течение пятидесяти трех лет! Университет воздал должное заслугам профессора, избрав его своим президентом, а королевская власть даровала ему почетное звание Лорда Кельвина.

Огромные заслуги Томсона, связанные с успешной прокладкой трансатлантического кабеля, были по достоинству оценены муниципалитетом Глазго, избравшим его почетным гражданином города и присвоившем ему рыцарское звание, так что в тридцать четыре года его стали величать сэром. А первое сообщение, переданное по этому кабелю

между Европой и Америкой, было такое: «Слава Богу на небесах и Миру на земле и добрые пожелания всем людям!»

Сэр Уильям Томсон - лорд Кельвин обладал редким даром добиваться успеха во всем, за что он брался. В юношеском возрасте (а может еще в детском?) Уильям заинтересовался проблемой переноса тепла. Когда ему было пятнадцать лет, он опубликовал свою первую научную статью, посвященную математическому анализу процесса распространения тепла, причем статья была опубликована в «Трудах Кембриджского математического общества».

По окончании Кембриджского университета Уильям Томсон в течение нескольких месяцев проходил научную стажировку в Колледж де Франс в лаборатории Виктора Реньо, который пытался создать универсальную, абсолютную шкалу температур.

Разгадка природы тепла и введение абсолютной шкалы температур - краеугольные камни науки термодинамики, в которую лорд Кельвин внес ощутимый вклад. Абсолютная шкала температур получила название в его честь - шкала Кельвина, а единица температуры - один Кельвин (1К).

Уильям Томсон логически пришел к выводу, что должен существовать нижний предел степени охлаждения тел, т.е. универсальный и естественный нуль температуры.

Сегодня каждый, кто имеет базовое общее образование, может объяснить это следующим образом. Если тело очень горячее, то его молекулы (атомы) обладают достаточно высокой энергией. Насколько нам известно, не существует единого верхнего предела этой энергии, а поэтому не может быть и универсального верхнего предела температуры. Но по мере охлаждения тела энергия движущихся молекул (атомов) становится все меньше и меньше. Следовательно, становится возможным достижение абсолютного нуля температуры (0К). В шкале Цельсия естественный, абсолютный нуль температуры составляет $-273,15^{\circ}\text{C}$. В соответствии с этим температура плавления (таяния) льда при нормальных физических условиях будет 0°C , т.е. $273,15\text{ K}$.

Уильям Томсон (лорд Кельвин), как и его великий соотечественник Исаак Ньютон, считал, что только через познание природы можно прийти к вере в Бога.

Закон сохранения и превращения энергии.

Р.Майер, Г.Гельмгольц, Д.Джоуль

Частные случаи закона сохранения и превращения энергии рассматривались многими учеными, начиная с семнадцатого века.

В середине XIX века был открыт закон сохранения и превращения энергии, который справедлив для всех физических явлений, а не только

для механических. К открытию этого закона причастны многие ученые, однако наибольшие заслуги в этом фундаментальном открытии принадлежит трем выдающимся ученым.

Роберт Майер

Роберт Майер (1814 - 1878). Роберт Майер немецкий врач, который в 1840-41 годах принимал участие в плавании на остров Яву. Этот корабельный врач заметил, что цвет венозной крови матросов в тропиках становится значительно светлее, чем в северных широтах. Это изменение цвета крови привело его к мысли, что существует связь между потреблением вещества и образованием тепла. Майер установил, что количество окисляемых продуктов в организме человека возрастает с увеличением выполняемой им работы. Все это способствовало возникновению предположения, что теплота и механическая работа способны взаимопревращаться (1840г.). От рассмотрения энергетических процессов в живом организме Роберт Майер перешел к физическим процессам, в каждом случае устанавливая факт сохранения энергии при ее превращениях. Вот одно из его рассуждений. «Один кубический сантиметр (1 см^3) атмосферного воздуха при 0°C и давлении 0,76 м (рт.ст.) весит 0,001322; будучи нагрет при постоянном давлении на 1°C , он расширяется на $\frac{1}{273}$ часть своего объема. При этом он поднимает

столб ртути высотой 76 см с основанием 1 см^2 на высоту $\frac{1}{273}$ см. Вес такого столба составляет 1033 г. Удельная теплоемкость атмосферного воздуха при постоянном давлении ... равна 0,267. Следовательно, количество тепла, принимаемого нашим 1 см^3 воздуха для повышения температуры на 1°C $0,0013 \times 0,267 = 0,000347$ г воды. Количества тепла, которые воздух принимает при постоянном объеме и постоянном давлении, относятся как $\frac{1}{1,421}$. Следовательно для нагревания 1 см^3 воздуха при постоянном объеме требуется количество тепла $\frac{0,000347}{1,421} = 0,0002440$. Разность $0,000347 - 0,000244 = 0,000103$ есть

то количество теплоты, которое нужно для поднятия груза весом 1033 г на высоту »

Однако выдающееся открытие Роберта Майера не имело всеобщего признания. Его работа «Органическое движение в его связи с обменом веществ», была опубликована в 1845г. отдельной брошюрой на собственные деньги, длительное время оставалась почти неизвестной. Лишь в 1850-60-х годах приоритет Майера в открытии закона сохранения и превращения энергии был признан.

Майер рассматривал шесть форм энергии, превращающихся друг в друга: энергию падения тел (потенциальную энергию), кинетическую энергию, теплоту, магнетизм, электричество, химическую энергию. Закон сохранения энергии он распространил и на органическую природу, развивая мысль о значении процесса ассимиляции в растениях для поддержания всей животной жизни.

Таким образом, справедливости ради необходимо заключить, что именно Роберт Майер сформулировал закон в самой общей форме и указал на его значимость во всех явлениях природы.

Герман Гельмгольц

Герман Гельмгольц (1812-1894). Герман Гельмгольц один из величайших ученых XIX века. Физика, физиология, анатомия, психология, математика... В каждой из этих наук он сделал блестящие открытия, которые принесли ему мировую славу. Он родился в семье учителя Потсдамской гимназии (Германия). По настоянию отца Герман поступил в военно-медицинский институт, и с 1843 года начался служебный путь Гельмгольца в качестве эскадронного хирурга гусарского полка. Через два года он прощается с военной службой, переезжает в Берлин и усердно занимается в домашней физической лаборатории Густава Магнуса.

Домашняя физическая лаборатория становится «рассадником» физиков-экспериментаторов. Впоследствии Герман Гельмгольц переносит все оборудование этой физической лаборатории в Берлинский университет, где физическая лаборатория превращается в мировой научный центр.

Научное развитие Гельмгольца происходило в благоприятной обстановке возросшего интереса к естествознанию. В 1847 году Гельмгольц сделал доклад "О сохранении силы" на заседании Белинского физического общества. Этот доклад был опубликован отдельной брошюрой.

На примере Германа Гельмгольца природа как бы демонстрировала, какое огромное значение имеет широта кругозора ученого, богатство и разнообразие его знаний и интересов.

В 1871 году Гельмгольц создает физический институт, в который приезжали учиться и работать физики всего мира.

В 1883 году император жалует Гельмгольцу дворянское звание за научные заслуги, а в 1888 году он назначается директором вновь учрежденного правительственного физико-технического института.

Что же касается отношения Гельмгольца к работам предшественников по "законам сохранения", то он неоднократно признавал приоритет Майера и Джоуля, подчеркивал, что с работой Майера он не был знаком, а работы Джоуля знал недостаточно.

Принцип Майера "из ничего ничего не бывает" Герман Гельмгольц конкретизирует: "Невозможно при существовании любой произвольной комбинации тел получать непрерывно из ничего двужущую силу".

Джоуль Джеймс Прескотт

Джоуль Джеймс Прескотт (1818-1889). Выдающийся английский ученый Дж. Джоуль родился вблизи Манчестера в Англии в семье богатого владельца пивоваренного завода. Он получил домашнее образование. В течение трех лет его наставником был выдающийся химик Джон Дальтон. Именно Дальтон привил Джоулю любовь к науке и страсть к сбору и осмыслению численных данных, на которых основаны научные теории и законы. К сожалению, математическая подготовка Джоуля была слабой, что в дальнейшем очень мешало ему в исследованиях и, возможно, не дало ему сделать еще более значительные открытия.

У Джоуля не было никакой профессии и никакой работы, кроме помощи в управлении заводом отца. Вплоть до 1854 г., когда завод, наконец, был продан, Джоуль работал на нем и урывками, по ночам, занимался своими опытами. После 1854 г. у Джоуля появились и время, и средства, чтобы построить в собственном доме физическую лабораторию и полностью посвятить себя экспериментальной физике. Позднее Джоуль начал испытывать материальные затруднения и для продолжения исследований обратился за финансовой помощью к королеве Виктории.

В течение 1837-1847 гг. Джоуль все свободное время посвятил разнообразным экспериментам по превращению различных форм энергии - механической, электрической, химической, - в тепловую энергию. Он разработал термометры, измерявшие температуру с точностью до одной двухсотой градуса, что позволило ему проводить измерения с наилучшей для того времени точностью. В 1840 г. Джоуль формулирует закон, определяющий количество теплоты, выделяющейся в проводе при прохождении тока (известный сейчас как закон Джоуля).

В июне 1847 г. Джоуль представил доклад на собрании Британской ассоциации ученых, в котором он сообщил о наиболее точных измерениях механического эквивалента теплоты. На полусонных слушателей доклад не произвел никакого впечатления, пока молодой пылкий Уильям Томсон (будущий лорд Кельвин) не объяснил своим престарелым коллегам значение работы Джоуля. Доклад стал поворотным пунктом в его карьере. В 1850 г. Джоуль был избран членом Лондонского Королевского общества. Он стал одним из авторитетнейших ученых своего времени, обладателем многих титулов и наград. Королева возвела его в рыцарское достоинство. Именем Джоуля была названа единица энергии.

Джоуль обладал выдающимися способностями физика-экспериментатора. Его страсть к науке была беспредельной. Даже во время медового месяца он находил время для измерения температуры воды у вершины и подножия живописного водопада, около которого они с молодой женой жили, чтобы убедиться, что разность значений температуры воды соответствует закону сохранения энергии! Джоуль верил, что природа устроена просто, и стремился найти простые соотношения между важными физическими величинами. Особенно впечатляют опыты Джоуля по определению соотношения между работой и теплотой, которые способствовали установлению фундаментального закона природы - закона сохранения и превращения энергии.

Опыты эти Джоуль начал в 1839 году и продолжал их в течение одиннадцати лет. Затем вернулся к этим опытам в 1878 году и в каждом опыте ученый задавал природе один и тот же вопрос: "Дает ли каждая единица работы одно и то же количество теплоты - не зависит ли количество теплоты, получаемое за счет убыли единицы механической энергии, от метода измерения и от материала, который нагревается в опыте за счет работы?"

Джоуль нагревал трением воду, ртуть, китовый жир, железные плитки, экспериментировал с электрическим током, получаемым за счет падения грузов и нагревающим катушку, экспериментировал с воздухом, нагреваемым за счет работы сжатия.

Подобные опыты, но не столь обстоятельно проводили и другие ученые: Вебер в 1857-59 годах, Гирн в 1857-61 гг., Роуланд в 1879 г., Майер в 1842 г., Румфорд в 1798г., Дэви в 1799 г.

Все эти опыты вместе с фундаментальными исследованиями Джоуля дают необходимые основания для обобщения, получившего название первого принципа термодинамики, который представляет собой не что иное как закон сохранения и превращения энергии - фундаментальный закон природы.

Познание - понимание - воодушевление

Понимание мира является основной целью не только науки, но и других областей человеческой духовной культуры: религии, философии, искусства. В каждом случае искомое, желательное понимание связано с восприятием внутреннего порядка и единства хаотического мира нашего жизненного опыта. Далекое не просто точно сформулировать, что мы подразумеваем под ощущением порядка и единства за внешним многообразием. К счастью, такое ощущение присуще не только ученым или философам, а достаточно широко распространено в обыденной жизни.

Существенная особенность состояния и процесса понимания: приходящий к пониманию человек иначе смотрит на мир. Факты, прежде

казавшиеся не имеющими особого значения, а теперь укладываются в общую картинку. Другие факты, казавшиеся важными, уже не являются таковыми. Вместе с новым знанием на основе понимания приходит чувство воодушевления.

Понимание и связанное с ним чувство воодушевления не являются исключительной прерогативой ученых. Эмоции ученого в момент совершения научного открытия сопоставимы с эмоциями поэта в момент вдохновения, с эмоциями людей в состоянии религиозного прозрения, с эмоциями других людей, для которых открывается новый взгляд на действительность.

В науке нам приходится расплачиваться за стремление найти фундаментальные общие законы, так как при этом мы теряем многие конкретные детали отдельных вещей и событий.

Если мы ищем общую закономерность в большом количестве разнообразных событий, мы должны учитывать, что никакие два события не совпадают полностью во всех деталях друг с другом. Мы можем выявить закономерности лишь за счет выбора немногих подробностей и пренебрежением всеми остальными. В научном познании мы всегда в силу необходимости абстрагируемся от реальности и, тем самым, создаем идеальную в данном отношении модель этой реальности. Вот такова "плата" за обобщение, и вот почему в иных условиях созданные нами модели "отказываются работать".

Таким образом, наука занимается общим, а не частным, но иногда требуется определенный научный анализ, чтобы решить, что является общим, а что - частным.

Особенность науки, отличающая ее от других способов понимания и объяснения мира, состоит, прежде всего и главным образом в том, что она полагается на "авторитет эксперимента". Экспериментальная проверка теории это не автоматический и не тривиальный процесс. Эксперименты, которые казались решающими на одном уровне понимания, в дальнейшем теряли свою убедительность, и наоборот.

Последнее слово всегда остается за согласованным мнением ученых, использующих критерии истинности и значимости на основе совпадающих пониманий.

А пока такого совпадающего понимания нет, то возникают трудности подобные тем, которые предстали перед Румфордом в попытках убедить современников в справедливости кинетической теории теплоты. Эксперименты по сохранению теплоты были количественными, а поэтому достаточно убедительными: можно было точно предсказать конечную температуру, когда определенное количество килограммов раскаленного железа помещалось в сосуд с определенным количеством холодной воды. Все согласуется с теорией теплорода. Но эксперименты

по "взвешиванию теплоты" наличие теплорода отвергали. Кинетическая (а не теплородная) теория теплоты стала убедительной, когда Джоуль фактически повторил опыты Румфорда, но выполнил количественные измерения, какое количество работы дает определенные количества теплоты.

Научная деятельность сложна, в исследованиях возможны ошибки. Путь к истине ищут многие исследователи с различными целями, интересами, научной подготовкой и глубиной понимания. Степень уверенности в достоверности научного знания нельзя измерить количественно, так как она всегда субъективна.

Чтобы эксперимент повлиял на наши убеждения, мы должны быть готовы к различным результатам, должны иметь предрасположенность к альтернативам. Экспериментальная проверка научной теории не может быть механическим, автоматическим процессом. Процесс проверки теории, как и процесс ее создания, практически никогда не заканчивается и требует творческих поисков и воображения.

Уверенность и сомнения в достоверности научных результатов - характерное состояние ученого. Уверенность возрастает, если научные результаты выражаются на языке математики. Язык математики - точный язык, и когда законы природы выражаются в математической форме, они тоже приобретают точность. Предсказания, которые можно сделать с их помощью, имеют числовую форму. Количественное совпадение теоретических вычислений и экспериментальных измерений является предпосылкой и средством совпадающего понимания результатов научных исследований.

Эйнштейн и Смолуховский. Жан Перрен.

Альберт Эйнштейн

Альберт Эйнштейн (1879 - 1955). Альберт Эйнштейн со своими открытиями и откровениями был в центре всего нового, необычного, загадочного и фантастического, что можно и уместно назвать научным колдовством.

Пятилетний Альберт впервые увидел магнитный компас и преисполнился удивления и трепетного желания познать "поведение" компаса. Неугасающие чувства и желания познать сущность лежали в основе всех его величайших научных достижений. Впервые раскрыв учебник геометрии в двенадцатилетнем возрасте, он испытал такое же восторженное изумление и жажду достичь понимания увиденного.

Родители меняют место жительства: Ульме – Мюнхен – Милан – Цюрих... В связи с этим Альберт Эйнштейн закончил всего шесть классов гимназии и в Милане учился самостоятельно. В

шестнадцатилетнем возрасте он намеревается поступить на учебу в Высшее техническое училище Цюриха (краткое название - политехникум). Знания Альберта по историко-филологическим дисциплинам оставляли желать лучшего, а экзамены по ботанике и французскому языку были просто провалены. Однако, директор политехникума сумел все-таки усмотреть в этом самоучке «искру божию» и посоветовал поступить сразу в последний класс школы для получения аттестата зрелости. Проницательный директор свой совет подкрепил утешительными словами: «Не переживайте, Джузеппе Верди тоже не сразу приняли в Миланскую консерваторию. У вас большое будущее, я в этом уверен».

Через год Альберт Эйнштейн поступил в политехникум на учительский факультет, так как решил стать преподавателем физики и начал усердно работать в физической лаборатории. В студенческие годы Эйнштейн проявляет повышенный интерес к теоретической физике, но интересуется и геологией, историей культуры, экономикой, литературоведением. Наряду с учебой он продолжает заниматься самообразованием, изучает научные труды Гельмгольца, Герца, Дарвина ...

В 1900 году Альберт Эйнштейн получил диплом учителя физики и математики, но долгое время не мог найти постоянной работы, а периодически временно заменял некоторых учителей. Материальное положение Эйнштейна было очень плохим, и он как-то сказал, что на кусок хлеба ему придется зарабатывать, играя на скрипке для прохожих.

По рекомендации своего друга Альберт Эйнштейн был принят на работу в федеральное бюро патентов в г. Берне в должности эксперта третьего класса.

Необременительная работа в патентном бюро способствовала тому, что именно в эти годы (1902-1909) Эйнштейн значительно вырос в научном отношении и стал крупнейшим физиком-теоретиком. Никому не известный в ученом мире мелкий клерк патентного бюро мог позволить себе вступать в дискуссии с маститыми учеными-физиками.

В 1904 году Альберт Эйнштейн предложил журналу «Анналы физики» свои статьи по некоторым вопросам статистической механики и молекулярной теории теплоты. Через год эти статьи были напечатаны. По выражению французского физика Луи де Бройля эти теоретические исследования были словно сверкающие ракеты, осветившие лунные ночи. Альберт Эйнштейн объяснил броуновское движение молекул, и это же независимо от него сделал польский физик Марианн Смолуховский.

Марианн Смолуховский

Марианн Смолуховский (1872-1917). Марианн Смолуховский – польский физик, который учился в Венском университете,

совершенствовал свои знания в нескольких физических лабораториях, в том числе и в лаборатории Уильяма Томсона (лорда Кельвина). Четырнадцать лет преподавал физику во Львовском университете, после чего работал профессором Краковского университета, был избран ректором.

Основные исследования Марианна Смолуховского посвящены молекулярной физике, термодинамике, статистической механике, в частности кинетической теории газов и жидкостей, теории броуновского движения, молекулярной статистике.

Теоретические исследования Смолуховского по броуновскому движению и по вопросам границ применимости второго начала термодинамики обосновывали и развивали идеи Людвиг Больцмана. Исходя из кинетического закона распределения энергии, в 1905-06 гг. независимо от Альберта Эйнштейна создал теорию броуновского движения, которая доказала справедливость кинетической теории теплоты и содействовала ее окончательному утверждению.

Однако, согласованное мнение ученых на основе совпадающих пониманий окончательно и бесповоротно утвердилось только после экспериментального подтверждения теории броуновского движения Эйнштейна-Смолуховского французским ученым-физиком Жаном Перреном, за что он и получил Нобелевскую премию.

Жан Перрен

Жан Перрен (1870-1942) – французский физик и физико-химик, с 1936г. президент Парижской АН, а с 1938 года жил и работал в США.

В 1908 году осуществил цикл экспериментальных исследований броуновского движения, которые подтвердили молекулярно-статистическую теорию Эйнштейна-Смолуховского и окончательно убедили в том, что броуновское движение является следствием теплового движения молекул среды, а следовательно, убедили в реальности самих молекул. Это означает, что только в 1908 году молекулярная гипотеза стала достоверным научным фактом!

Опыты Перрена дали убедительные результаты о том, что средний квадрат смещения броуновской частицы прямо пропорционален абсолютной температуре газа или жидкости и первой степени интервала времени, за которое происходит это смещение.

Кроме этого, Перрен изучал распределение броуновских частиц в поле тяжести. В этих опытах было установлено, что распределение частиц по высоте полностью согласуется с теоретически полученной барометрической формулой. На основании всех опытов Перрена была

определена постоянная Авогадро в 1909 г., значение которой совпадало со значениями, полученными ранее другими методами.

При нормальных условиях молекула газа совершает за одну секунду путь около 500 м, но из-за хаотических изменений направления движения в результате большого числа столкновений с другими молекулами она смещается от своего первоначального положения приблизительно в среднем на 0,5 см! Подобные наблюдения с помощью микроскопа за смещениями броуновских частиц, измерение этих смещений и сопоставление с теоретическими результатами и выполнил Жан Перрен. Труд этот поистине титанический, а опыты признаны фундаментальными. После этих опытов никто уже не сомневался в реальности молекул!

Энтропия

Клаузиус пришел к понятию энтропии, изучая исследования Карно и пытаясь понять глубокий смысл этих исследований. Последуем за Клаузиусом.

Соотношение

$$Q_1 : Q_2 = T_1 : T_2$$

справедливо для любой идеальной тепловой машины, то есть если ее можно заставить работать в «обратную сторону». Приписав знаки «плюс» и «минус» количеству теплоты в случае теплоприема и теплоотдачи, знаменитую формулу Карно можно переписать так:

$$\frac{Q_1}{T_1} = -\frac{Q_2}{T_2} \text{ или } \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$$

В соответствии с моделью теплорода должно бы быть

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Это означало бы, что количество теплоты сохраняется, а работа совершается. На самом же деле в обратимом термодинамическом цикле сохраняется не количество теплоты (теплород), а совсем другая величина

$$S = \frac{Q}{T}$$

Эта величина и была названа энтропией. Изменение этой величины

$$\Delta S = \frac{\delta Q}{T}$$

Мы видим, в термодинамике энтропия вводилась формально, как величина, сохраняющаяся в обратимом процессе.

А вот в кинетической теории газов энтропия приобрела новый смысл. В этом, безусловно, большая заслуга Людвигу Больцмана. Формула Больцмана описывает связь между термодинамической величиной (энтропией) и вероятностью термодинамического состояния системы, которая вычислялась по статистическим законам.

Второй закон термодинамики стал истолковываться как закон возрастания энтропии для замкнутых систем. Тем самым отвергалась возможность создания вечных двигателей второго рода, производящих работу только за счет циркулирования в них тепла. Закон возрастания энтропии (усиления «хаоса» на основе случайных событий) утверждал, что тепло не может циркулировать вечно. Машина будет производить работу, пока между нагретым телом (источником) и «холодным телом» (холодильником) есть разница температур. Пока машина работает, разность температур уменьшается, и эффективность машины падает.

Закон возрастания энтропии «запрещает» теплу самопроизвольно «перетекать в обратную сторону».

Первый и второй законы термодинамики стали не только физическими, но и юридическими законами, так как на их основе во всех патентных бюро мира был объявлен запрет на проекты по изобретению вечных двигателей.

Теперь проследим за возможной логикой ученых. Второй закон термодинамики – закон возрастания энтропии – это закон природы. Все естественные самопроизвольные процессы приводят к равномерному распределению тепла и выравниванию температуры. Следовательно, Солнце, отдавая тепло в окружающее пространство, в конце концов, перестанет светить и греть. Другие небесные светила постигнет такая же участь. Наступит «конец света», что и соответствовало религиозным учениям.

Теологическое толкование закона возрастания энтропии нашло свое воплощение на заседании папской Академии наук в Ватикане. «Эта печальная необходимость красноречиво свидетельствует о существовании Необходимого Существа» - заявил папа Пий XII, имея в виду «тепловую смерть вселенной» и обосновывая наличие Бога.

Физические исследования сопровождались философскими и религиозными толкованиями.

Полное понимание сущности второго закона термодинамики и решения проблемы «тепловой смерти» Вселенной пришло на пути глубокого проникновения в сущность понятия энтропии и теплоты и дальнейшего развития молекулярно-кинетической теории. И снова Людвиг Больцман! В результате глубоких теоретических исследований он пришел к выводу, имеющему, как оказалось, колоссальное физическое (и мировоззренческое) значение: энтропия системы пропорциональна термодинамической вероятности данной системы (если,

точно по логарифму вероятности, т.е. $S = k \ln W$). Это фундаментальный научный результат! Именно общенаучный, а не только физический! Приближение газа к состоянию с максимальной энтропией есть не что иное, как переход в наиболее вероятное состояние.

«Послушаем» самого Больцмана: «...второе начало, оказывается, таким образом, вероятностным законом... в большей части явлений природы, обнимающих огромное число материальных точек, всякое изменение системы, которое может произойти само собой (без компенсаций), есть переход от менее вероятного состояния к более вероятному состоянию».

Сравним ученого Больцмана с поэтом Шиллером в отношении их жизненной позиции, которая лаконично выражалась в стремлении к истине. Вот поэтические строки Шиллера:

Так лестница поэзии ведет
Все верх его, дорогой звуков ясных,
Дорогой форм все более прекрасных,
К вершинам новым, по цветам, вперед.
И, наконец, последних поколений
Еще одно усилие, мощный взлет,
Последний взмах широких крыл – и вот
Пред Истиною пал он на колени.

А истина в данном случае в лаконичной формуле

$$S = k \ln W$$

Еще немного о понятии энтропии в современной науке

«Тропэ» - превращение и приставка «Эн», которой Клаузиус хотел подчеркнуть родство введенного им в науку понятия с уже общепризнанным в то время понятием энергии. После этого Клаузиус сформулировал первый и второй законы термодинамики таким образом: 1) Энергия Вселенной постоянна; 2) Энтропия Вселенной стремится к максимуму. Просто и лаконично, но, к сожалению, не очень понятно. И,

прежде всего, не очень понятно потому, что употребляется термин «Энтропия».

Приведем несколько выражений, которые по большому счету нельзя назвать определениями.

Энтропия – это особая функция состояния термодинамической системы. Энтропия изолированной системы может только возрастать (если в системе протекает необратимый процесс), либо оставаться постоянной (если в системе протекает обратимый процесс).

Энтропия – это мера, степень неопределенности (хаотичности) вероятностных (стохастических) систем и процессов.

Энтропия – физическая величина, изменение которой в замкнутой системе можно рассматривать как меру необратимости совершившегося в ней процесса.

Энтропия – мера беспорядка в системе.

Энтропия – эта такая функция состояния, которая при идеализированных квазистатических адиабатных процессах не изменяет своего значения.

Все это, безусловно, остается в силе, но только понятие энтропии связывают не только с хаотичным движением молекул газа. Это понятие включает в себя и мутации генов, рождающие новые биологические виды, и ведущийся методом проб и ошибок творческий поиск, и шумовые сигналы, специально подмешиваемые в эвристические программы электронно-вычислительных машин. Если эти процессы лишить (каким-то образом) содержащейся в них энтропии, то они не породят ничего неожиданного, нового. Этот вывод можно распространить на процессы развития, имеющие место во всем окружающем мире.

Если бы мир удалось избавить от всевозможных случайностей (от энтропийности), то он превратился бы в «механизм», обреченный на повторение одних и тех же движений, и каждый день жизни был бы точной копией, точным повторением предыдущего дня. От этой незавидной участи спасает нас энтропия, избыток и возрастание которой будто бы грозит тепловой смертью. В этом и состоит двуединая, диалектически противоречивая сущность энтропии. Она столь же противоречива, как и весь окружающий мир.

Повторяемость связана с закономерностью, с информацией о прошлом, т.е. с памятью. Изменение, развитие, обновление связано со случайностью, с закономерностью случайного, с энтропией.

Вот эту взаимосвязь между информацией и энтропией впервые выявил американский ученый, специалист по теории информации Клод Шеннон.

Клод Шеннон (надо запомнить это имя!) предложил использовать для количественного измерения информации введенную в науку Людвигом Больцманом формулу взаимосвязи энтропии с вероятностью.

Это главное и принципиально новое – мера количества информации! Эта мера имела общий характер и основывалась на методе измерения информации с помощью выведенной за несколько десятилетий до Шеннона Больцманом статистической формулы энтропии.

События развивались достаточно интересно, но быстро и так, что формула Больцмана – Шеннона стала мелькать не только в технических и математических журналах, но и в трудах биологов, психологов, лингвистов, физиков, искусствоведов, геологов, философов...

Около сотни лет энтропию считали неким роком, причиной будущей неминуемой тепловой смерти Вселенной. Однако она, неискаженно понята, совершала свою, в то время никем не замеченную созидательную работу по обновлению и омолаживанию всего мира и человека в том числе.

Видение «созидательной деятельности» энтропии стало возможным благодаря работам Шеннона.

В дальнейшем физик Леон Бриллюэн показал, что количество накопленной и сохраняемой в структуре систем информации в точности равно уменьшению их энтропии. Таким образом, речь идет о двуедином информационно-энтропийном процессе, в котором за репродукцию, повторяемость, «отвечает» информация, а за творческое обновление «отвечает» энтропия.

Для нормального функционирования «нивы жизни» (а жизнь не может стоять на месте, не превращаясь в смерть – это мы обязаны воспринимать как должное, естественное, природное) в любой системе (в том числе и общественной) должно иметь место некое оптимальное соотношение между информацией и энтропией, между закономерностью и случайностью. Соблюдая закон этого соотношения на всех уровнях организации, природа распространила этот же закон на свой «мыслящий дух», т.е. на человека.

Если бы в мире «господствовала» только энтропия, то мы бы неминуемо пришли к «тепловой смерти». Однако если «отдать власть» только и исключительно информации, полностью подчиниться однозначным закономерностям, нас не минуемо постигнет теперь уже «механическая смерть».

Общность законов развития материального мира, действующих в области органической и неорганической природы, получает новое подтверждение при исследованиях энтропийно-информационных соотношений на всех структурных уровнях организации систем, начиная с взаимодействия элементарных частиц, атомов и молекул и заканчивая

образованием сложных биологических, интеллектуальных и электронно-вычислительных систем.

Современная наука находит все новые и новые подтверждения того, что случайности неизбежны, что все явления в мире по сути своей вероятностны и их статистическое описание соответствует вероятностной природе и никакими другими методами исследовать их и описать не представляется возможным.

Созидательная роль энтропии состоит в том, что:

Не будь энтропии в ЭВМ, она была бы обречена решать только нетворческие задачи.

Не будь энтропии в печатном тексте, все книги превратились бы в надоевшее повторение азбучных истин.

Не будь энтропии в генетическом коде, невозможна была бы эволюция животных и растительных видов. А ведь микроскопическая половая клетка содержит в себе такое количество наследственной информации, которое не уместилось бы на страницах тысячи книг.

Не будь энтропии в природе, нас угнетал бы своей неизменностью фатально подчиняющийся предначертанию неумолимого рока детерминированный мир.

Энтропия необходима природе, но если ее «передозировать», она начнет «хоронить тот порядок, который миллиарды лет накапливал и сохранял наш мир. Чтобы «обуздать» энтропию, природа (именно природа!) «научилась» копить информацию, вырабатывать правила формирования структур разнообразных систем».

Таким образом, в основе формирования и существования всех самоорганизующихся систем (будь то человек или кристаллическое вещество, социальная группа или популяция животных) лежат единые информационно-энтропийные принципы, отвечающие не только на загадочные «что», но и на заманчивые «как», а также на любопытное (пытливое) «почему»?

Процесс приближения к пониманию энтропии мы продолжим. Это сначала формально математическое, потом физическое, а теперь и общенаучное понятие настолько фундаментально, что его (с нашей точки зрения) следует уже сегодня включить в содержание среднего образования, хотя бы в ознакомительном плане!

Ведь достигнутая миром гармония хранится в накопленной им информации, а за вечную молодость, изменчивость, непредсказуемость нашего мира мы должны быть признательны энтропии.

Энтропия и современная наука.

Илья Пригожин.

Любой учебник, а школьный тем более, не может вместить всех нюансов драматического и поэтического развития истории науки, взаимоотношений ученых, борьбы идей. «Жизнь замечательных людей» и «Жизнь замечательных идей», как правило, остаются вне учебно-познавательных текстов.

Сегодня, когда исследователи истории науки все чаще обращаются к творчеству великих ученых, тщательно взвешивая все мельчайшие подробности их деятельности, обращаясь раз за разом к духовной жизни «открывателя нового», постоянно подмечается и подчеркивается значение нравственно-этических начал и духовно-гуманитарного потенциала, нерасторжимо связанных с научными достижениями. Еще одним подтверждением этому является жизнь и научная деятельность Ильи Романовича Пригожина, благодаря которому Брюссель стал притягательным центром теоретической физики.

Илья Пригожин (1917 -) уроженец Москвы, эмигрировавший в Бельгию, стал выдающимся физиком и физико-химиком современности. Основные его работы и научные достижения находятся в области неравновесной термодинамики и физической химии. Пригожин внес существенный вклад в феноменологическую теорию необратимых процессов и термодинамику нелинейных необратимых процессов. Впервые в 1947 году ввел понятие производства энтропии и потока энтропии, дал локальную формулировку второго начала термодинамики и предложил принцип локального равновесия.

Илья Пригожин показал, что в стационарном состоянии при фиксированных внешних параметрах скорость производства энтропии в термодинамической системе минимальна и производство энтропии для необратимых процессов в открытой системе стремится к минимуму.

За работы по термодинамике необратимых процессов и их использование в химии и биологии удостоен в 1977г. Нобелевской премии.

На какой же классической основе Илья Пригожин расширил и углубил понятие энтропии? Акцентируем особое внимание на подчеркнутой нами фразе в связи с тем, что в последнее время довольно часто в научных текстах встречаются выражения о введении нового понятия энтропии для определенных классов неустойчивых динамических систем. Именно модели таких систем являются новыми, а также новыми являются и законы изменения энтропии примечательно к таким системам. Само же научное понятие энтропии остается неизменным.

▪ Для идеального цикла Карно легко показать, что КПД идеальной (обратимой) тепловой машины может быть выражен через абсолютные температуры нагревателя и холодильника, т.е. $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

Для любой тепловой машины $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, тогда для машины,

работающей по циклу Карно имеем:

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1}$$

$$\frac{Q}{T} = S \quad - \quad \text{энтропия,} \quad \text{тогда} \quad S_2 = S_1, \quad \text{т.е. энтропия}$$

термодинамической системы сохраняется.

Термодинамические процессы любых реальных тепловых машин являются необратимыми, и для них КПД

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} > \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} > \frac{Q_1}{T_1}, \quad \text{т.е.}$$

$$S_2 > S_1.$$

Это означает, что при реальных (а они всегда необратимы!) термодинамических процессах энтропия термодинамической системы всегда возрастает!

Вот так гениально была найдена возможность однозначно различать обратимые и необратимые процессы. Если энтропия в ходе какого-либо процесса сохраняется постоянной, то процесс обратим, если же возрастает – процесс необратим.

Энтропия – мера обратимости (необратимости) процессов!

▪ Энтропия, конечно же, абстрактное понятие, но оно характеризует конкретные процессы. Использование абстрактных понятий не мешает нам создавать адекватную картину мира. Именно непрерывное расширение и углубление наших понятий все более раскрывает перед нами картину мира и делает ее все более целостной. Вот почему открытие Клаузиусом количественной меры обратимости принадлежит к числу фундаментальных. «И в небе, и в земле сокрыто больше, чем снится вашей мудрости, Горацио,» - эти слова Гамлета актуальны сегодня, как и тогда, когда были произнесены Шекспиром.

Важность понятия энтропии выходит далеко за пределы круга вопросов, связанных с тепловыми машинами. Абсолютно обратимых процессов не существует и потому при всевозможных физических процессах энтропия должна возрастать. В этом и заключается суть

второго закона термодинамики. Слишком одностороннее толкование этого закона, как правило, приводит к недоразумению. Так, например, если стакан с горячей водой самопроизвольно остывает, то его энтропия, безусловно, уменьшается. Однако для полной системы (стакан с водой + окружающая среда) энтропия будет обязательно возрастать.

Тенденция к возрастанию энтропии определяет направление всех многообразных процессов в природе. Они протекают так, что полная энтропия системы увеличивается. Этот всеобщий принцип - энтропии - «указывает» направление потока тепла или направление протекания химической реакции; он же определяет, куда необходимо двигаться молекулам сжатого газа при наличии свободного пространства.

▪ Хаотическое, непрерывное движение молекул представляет собой идеальную арену для случайных событий. При этом мы вновь соприкасаемся с необратимостью. Мерой такой необратимости является термодинамическая вероятность состояния данной системы.

При всех самопроизвольных процессах энтропия возрастает и стремится к максимальному значению. Термодинамическая вероятность также стремится к максимальному значению. Людвиг Больцман показал, что между энтропией и термодинамической вероятностью существует закономерная связь. Этот закон имеет чрезвычайно большое значение, так что не лишним будет еще раз написать знаменитую формулу Больцмана:

$$S = k \ln W$$

Закон Больцмана вскрывает глубочайший смысл понятия энтропии. Все физические процессы протекают в направлении постепенного перехода от упорядоченного состояния к неупорядоченному, от состояний с меньшей вероятностью к состоянию с большей вероятностью. Макс Планк по этому поводу заметил, что «принцип возрастания энтропии как хорошо обоснованный факт включается в физическую картину мира». Энтропия – мера беспорядка!

▪ Принцип возрастания энтропии имеет такой же общий характер, как и закон сохранения энергии. Однако подобно тому как в физических микросистемах теряют смысл понятия температуры и давления, так же становятся бессмысленным и понятие энтропии. Все наши современные знания о стремлении энтропии к максимальному значению справедливы для ограниченных систем. Существуют серьезные сомнения в применимости закона энтропии к мегасистемам, например, к практически бесконечной Вселенной.

▪ Научная проблема об отношении порядка и хаоса остается и в настоящее время чрезвычайно актуальной. Фундаментальный закон возрастания энтропии описывает мир как эволюционирующий от

порядка к хаосу. Однако биологическая и социальная эволюции убедительно свидетельствуют о том, что сложное возникает из простого (порядок – структура из хаоса). Современными учеными, в частности И. Пригожиным, установлено, что неравновесность может быть источником порядка. Научные идеи и решения Пригожина затрагивают проблемы многих наук, как естественных, так и гуманитарных. Фундаментальные физические понятия и принципы становятся междисциплинарными, общенаучными, а потому и общезначимыми.

Сегодня стало возможным исследовать процессы порождения структур из хаоса, а это означает, что энтропия в таких случаях стремится к минимуму!

Имеем новое поведение энтропии применительно к специфическим системам, а не новое понятие энтропии! К суперсовременным проблемам следует отнести и такие, как: структура и направление времени (темпоральность); роль необратимости в процессах самоорганизации; роль наблюдателя, не только фиксирующего, но и активно изменяющего ход явлений на макроскопическом уровне.

Роль, место и значение Демиурга, превратившего изначальный Хаос в Космос всегда будут не только интересовать, но и будоражить ум, волновать душу познающего Человека как триединства души, тела и духа!

Научные достижения и мировоззрение ученых

Мировоззрение физиков XIX столетия было воспитано на дающих однозначный результат строгих динамических законах ньютоновской механики. После исследований Больцмана (и Максвелла) снова возродился вопрос о причинах развития, который поднимался еще мыслителями древней Эллады. Каков же действительный характер физических законов?

Ценность работы Больцмана «Об отношении второго начала механической теории теплоты и исчисления вероятностей в соответствии с теоремами о тепловом равновесии» (1877 г.) состоит в том, что закон возрастания энтропии перестал быть однозначным, а это на первый взгляд плохо. Но именно не однозначный, вероятностный его характер гораздо больше способствовал его тонкости.

Акцентируем внимание на существенном различии между выводами, которые мы получаем на основе однозначных динамических законов и вероятностных статистических. Первые по сути связанные с сохранением (энергии, массы, импульса и т.д.), вторые появляются тогда, когда речь идет об исследовании изменений, и здесь мы вынуждены (повинуясь природе) обращаться к вероятностному описанию. Процессы изменений носят вероятностный характер, а поэтому статистические

законы не дают однозначных предсказаний, но приобретают новое чрезвычайное важное качество: указывают направленность протекающих процессов.

Ученые далеко не сразу признали объективную необходимость существования статистических законов. Они считали, что статистические законы – это синтез отдельных динамических, которые в силу множества объектов не в состоянии охватить наше сознание. Большинство физиков стремилось свести статистические законы к динамическим и, таким образом, вернуться к строгой динамической определенности. Вероятность они пытались рассчитать лишь как меру нашего незнания действительного положения вещей.

Сейчас очевидно, что означало бы сведение статистических закономерностей к динамическим. Строгая однозначность и предопределенность есть четкая и жесткая повторяемость, неизменность одних и тех же видов движения, форм жизни. А вот случайности, имеющие место в природе, обеспечивают эволюцию, развитие! Больцман настойчиво и смело отстаивал свою точку зрения, сражаясь практически в одиночку. Ему было 33 года, когда он открыл связь между энтропией и вероятностью, а почти все последующие годы ему пришлось защищать, отстаивать и разъяснять результаты своих открытий.

Больцман видит несомненную пользу своей теории в том, что «кто знает, не расширяет ли она круг наших представлений и, делая мышление более гибким, не способствует ли познанию действительности ... она полезна тем, что открывает перед нами новые точки зрения и побуждает нас во многом не только к умозрению, но и к экспериментам».

Больцман опередил свое время. Однако сам он с присущей ему скромностью писал, что «никто, конечно, не станет считать подобные умозрения ни важными открытиями, ни, тем более, как это делали древние философы, высшей целью науки». Вместе с тем непоколебимая убежденность в своей правоте позволяла ему считать свои научные результаты «очарованием фантазии о Вселенной, не прибегая к пошлой гипотезе о тепловой смерти».

«Послушаем» еще Шиллера, которого так боготворил Больцман:

Прекрасен гордый облик человека,
Стоящего на склоне века, -
Он сбросил тяжкий гнет оков,
Ему открыты тайны мирозданья,
Он погружен безмолвно в созиданье,
Могучий сын веков.
Трудясь с усердьем непреклонным,

Завоевал могущество – законом
И волку – разумом, в борьбе он стал сильней,
Природа, что была неукротимо дикой,
Простерлась ниц перед своим владыкой,
Теперь он стал хозяином над ней.

Идеи Больцмана были настолько необычайными и новыми, что полемика вокруг них длилась в течение многих лет. Подвергались сомнению и беспощадной критике как математические методы его исследований, так и физический смысл, и, прежде всего, автомистическая гипотеза.

Сегодня кажется невероятным, что даже в преддверии XX века многие ученые скептически отнеслись к признанию существования атомов. После чтения Больцманом лекции по кинетической теории газов студенты переходили в другую аудиторию, где в своих лекциях профессор Мах категорически отрицал атомистику.

У Больцмана резко ухудшается здоровье. Тяжелая форма астмы приводит к сильным страданиям. Долгие годы жестокой полемики сказались и на состоянии его нервной системы, что приводило к частым душевным депрессиям. Всеобщее признание научных заслуг пришло при его жизни, но было уже поздно. Его уже почти не радует изданный в честь 60-летия юбилейный сборник, в составлении которого приняли участие 117 крупнейших ученых. Идеи Больцмана постепенно завоевывают все большее признание. На основе этих идей в 1900 г. Макс Планк заложил основы квантовой теории, а в 1905г. Альберт Эйнштейн создает теорию броуновского движения (независимо от Марианна Смолуховского). Статистические идеи развивает в красивую и стройную теорию американский ученый Гиббс. Больцман избирается членом Академий в Геттингене, Берлине, Стокгольме, Турине, Риме, Амстердаме, Петербурге, Нью-Йорке, Лондоне, Париже, Вашингтоне, его избирает почетным доктором университета в Оксфорде.

Восхищение научным подвигом Больцмана приходится заканчивать, как это ни грустно, на трагической и горькой ноте. Творец науки и исполин духа, отдавший все силы делу защиты своих научных идей, ушел из жизни по своему собственному желанию. Случилось эта трагедия 5 сентября 1906 г. Точно причину смерти не знает, конечно, никто.

Ведь в семейной жизни он был счастлив. Женился он на студентке математического факультета, которая подарила ему трех дочерей. Круг его интересов достаточно широк, везде он в центре внимания. Со своей семьей он посещал оперные и драматические спектакли, в театрах ему отводились специальные места.

Разнообразны читаемые им в различных университетах курсы: аналитическая механика, теория газов, теория электричества и магнетизма, оптика, акустика, термодинамика. О манере и стиле его преподавания сохранились восторженные высказывания его учеников. Столь огромные знания Больцмана сочетались с великолепным умением обучать.

Вот высказывания его ученицы Лизы Мейтнер, прославившейся впоследствии своими работами в области ядерной физики: он (Больцман) «до такой степени сам воодушевлялся всем тем, чему нас учил, что после каждой лекции мы уходили, как будто нам открылся новый и чудесный мир».

Всего 2 года не дожил Больцман до экспериментального подтверждения французским ученым Перреном в 1908 г. существования атомов, после чего наступило не просто всеобщее признание, а триумф атомно-молекулярного учения. После опытов Перрена все труды Больцмана были объявлены классическими.

Размышляя над научными идеями Больцмана, восхищаясь ним как удивительной личностью, недоумевая по поводу его трагического конца, попробуем «прочитать» кое-что между строк, им когда-то написанных:

«То, на что жалуется поэт, верно и для теоретика: творения его написаны кровью его сердца, и высшая мудрость граничит с высшим безумием».

Закончим «очеловечивание» теории тепловых явлений и «дорисуем портрет» Людвигу Больцману словами Х.А.Лоренца, произнесенными на заседании немецкого физического общества, посвященном памяти великого ученого (17 мая 1907 г.):

«Больцман был вождем нашей науки, новатором во многих направлениях, исследователем, надолго оставившем следы своей деятельности в тех областях, куда он вторгся. ...Во многих своих сочинениях он говорил с нами так, как пожалуй, редко говорит физик, и весь свой образ мышления (подчеркнуто нами – А.П., В.И.,) и восприятия открывает нам в словах, делающих его еще более близкими к нашему сердцу. ...В нарисованной им физической картине нет недостатка в противоречиях, которые он не боится высказать открыто, иногда даже в резком виде; однако мы чувствовали, что они отнюдь не являются непреодолимыми, что все они коренятся в его внутренней сущности и таким образом дают возможность глубже проникнуть в ту область его духовного мира, куда он разрешает нам заглянуть».

И, наконец, профессор Оствальд вынужден был признать, что «Больцман – человек, который в своей области превзошел всех нас проницательностью и ясностью ума».

После Людвигу Больцману в физике начала «обживаться» закономерность случайного! А это требовало нового стиля мышления.

С течением лет росло понимание величия вклада ученого в развитие науки. В Вене на центральном кладбище возвышается беломраморный бюст Больцмана, а на постаменте выгравирована формула, являющаяся высшим творческим достижением:

$$S = k \ln$$

ФИЛОСОФСКИЕ ИДЕИ, ВЗГЛЯДЫ И УЧЕНИЯ, КОТОРЫЕ МОГЛИ ПОВЛИЯТЬ (ИЛИ ПОВЛИЯЛИ) НА МИРОВОЗЗРЕНИЕ Л. БОЛЬЦМАНА И ДРУГИХ УЧЕНЫХ

Рассмотренная нами в части I плеяда античных философов, безусловно, имеет отношение и к мировоззрению ученых, причастных к созданию теории тепловых явлений.

Сказанное ранее, дополним материалом, имеющим непосредственное отношение к развитию теории тепловых явлений в XIX веке.

Если бы ученые физики больше внимание уделили учениям Эпикура и Аристотеля, то можно было бы избежать некоторых споров и дискуссий с нежелательными последствиями для развития науки.

В самом деле, ведь еще Эпикур пришел к выводу, что непрерывную цепь причин природа должна разрывать у самого основания: на атомном уровне. Атомам, по Эпикуру, присущи не только те движения, которые обусловлены действием силы их тяжести и взаимными столкновениями друг с другом, но и иные, спонтанные, т.е. самопроизвольные, непредсказуемые и не подчиняющиеся никаким законам движения, возникающие как бы «по внутренним побуждениям» самих атомов, отражающие присущую атомам «свободную волю». В спонтанных движениях атомов и заключается то самое «» отклонение первоначала, избавляющее мир от действия «рока законов».

Сегодня ясно, что все вопросы взаимосвязи вероятностных явлений и статистических закономерностей с диалектикой поставлены на повестку дня развитием современной науки (квантовой физики, генетики, кибернетики, теории информации). Однако удивительным является то, что эти вопросы были поставлены и частично решены еще Аристотелем.

В своей книге «Топика», что означает «Общие принципы», Аристотель обращает внимание на *два способа* логического мышления. Первый способ Аристотель назвал аподиктическим. Он основан на формальных законах и приводит к однозначным выводам, имеющим полную достоверность.

Второй способ Аристотель назвал диалектическим (!). при таком способе мышления все выводы имеют предположительный характер и потому часто противоречат друг другу – учил Аристотель.

Случилось так, что многие века в центре внимания был именно формально-логический, а не диалектический способ мышления. Особенно ярко это проявилось в годы господствования рационализма Френсиса Бэкона и триумфа динамических закономерностей классической механики Ньютона. Так что философы, отмеченные на философско-исторической хронограмме в первой части учебного пособия, безусловно, влияли и на мировоззрение ученых, которые занимались исследованием тепловых явлений.

Но теперь, считая 1824 г. годом рождения теории тепловых явлений, плеяду выдающихся философов дополним новыми именами: Иммануил Кант, Иоганн Фихте, Георг Гегель, Фридрих Шеллинг, Людвиг Фейербах, Фридрих Энгельс (рис.6).

Иммануил Кант (1724-1804) – великий немецкий философ, родоначальник классического идеализма. Работал учителем, затем стал профессором Кенигсбергского университета, и впоследствии его ректором. Кант создал космогоническую теорию, основные моменты которой заключаются в следующем: солнечная система возникла и развивалась из первоначального диффузного облака материи на основе законов притяжения и отталкивания.

Второй период своего творчества, более тридцати лет, Кант посвятил исследованиям познавательных и нравственных способностей человека. Кант придерживался точки зрения, что подлинная природа вещей не может быть доступна познанию. Законы природы есть творение Разума. Мы знаем вещи только такими, какими они нам являются (это «вещи для нас»), но мы ничего не знаем и не узнаем о том, каковы вещи на самом деле. Вещь, находящуюся за пределами наших ощущений, Кант называл «вещь в себе». Таким образом, Кант ограничил знание, чтобы освободить место вере. Он преследовал две цели: во-первых, он стремился уберечь действительное, опытное знание от умозрительных суждений, доказать, что источником научных знаний не могут быть божественные откровения и логические построения, которые не основаны на опытных данных; во-вторых, Кант стремился оставить Бога как источник веры в высшее единство, в высший нравственный закон воли.

Прислушаемся к одному из нравственных принципов Канта: «Человек, посягнувший на достоинство другого человека, теряет свое достоинство».

Кант все время пытался соединить знание и веру, примирить науку и религию. В его учении о познании есть правильные и очень важные суждения, фактически открывающие путь к пониманию творческой силы познающего разума.

Иоганн Фихте (1762-1814) – представитель немецкого классического идеализма. Его девиз: каков человек, такова его философия. Фихте был личностью решительной, бескомпромиссной, одержимой. Он считал себя жрецом Истины и служил ей бескомпромиссно и самоотверженно. Феноменальная память открыла сыну ремесленника путь к высшему образованию. В 28 лет он впервые прочитал кантовские философские труды и пришел к выводу: перед ним истина. Особенно увлекала его кантовская этика, идея свободы как следование долгу.

В брошюре «Понятие учения о науке или так называемой философии» Фихте утверждал, что «философия» - устаревший термин. Надо создать «науку всех наук», строго и доказательно вывести знание из единого принципа.

Георг Гегель (1770-1831) – создатель определенной философской системы, которую принято называть идеалистической системой Гегеля. По Гегелю, первоосновой всех явлений природы и общества является не материя, а дух, «мировой разум».

Этот разум творит природу, человека и человеческое общество.

Неоспоримая и главная заслуга Гегеля состоит в том, что он глубоко разработал вопрос о диалектической логике и сформулировал основные законы диалектики: перехода количественных изменений в качественные, единства и борьбы противоположностей и закон «отрицания отрицания», или развития по спирали. Он разработал такие основные категории диалектики: формы и содержания, явления и сущности, целого и части, возможности и действительности, необходимости и случайности. Его главные философские произведения «Феноменология духа» и «Наука логики».

Диалектический метод познания действительности имеет огромное значение и является стовым хребтом любого научного познания. В связи с этим поинтересуемся, какой же человек, что за личность скрывается за сухой и короткой фразой «философ Гегель».

В городе Штутгарте в январе месяце 1770 года в семье секретаря казначейства и уважаемого бюргера родился будущий великий философ. Ни в детстве, ни в юности никаких гениальных способностей не проявлял. В гимназии учился ровно и хорошо, при переходах из класса в класс получал грамоты. Любил читать, систематически дважды в неделю

ходил в библиотеку, но в отличие от своих сверстников читал не романы, а произведения ученых, причем непременно что-то записывал. Его интересовали филология, эстетика, геометрия, арифметика, психология, история, богословие, философия. Время от времени он перечитывал свои собственные записи.

Вот одна из его записей, которая является весьма красноречивой: «Как в делах, так и во взглядах людей великие революции никогда не происходят без подготовки. Их так никогда и не называли бы, если бы пригляделись к непрерывному ряду предшествовавших изменений. Людям, которых величают изобретателями, нельзя отказать в таланте и гениальности, но вместе с тем ясно, что человек, знакомый с состоянием науки в момент изобретения, гораздо меньше удивляется последнему, чем тот, кто рассматривает изобретение как нечто неподготовленное. Светлые умы один за другим делают какое-нибудь небольшое открытие. Об этом обычно мало знают. Но вот приходит мыслитель и как бы подводит им итог. Он появляется в тот момент, когда движение мысли заканчивается в определенной точке, открывающей новые пути в новые сферы. Он делает, следовательно, только один шаг, но поскольку именно он достигает цели, то видят только его одного, не задумываясь над тем, как близко к цели он уже был, когда начинал. В человеке, в природе, в душе происходит непрерывный рост, развитие».

18-летний Гегель поступает на богословский факультет Тюбингенского университета. Выпускники этого университета становились либо священниками, либо учителями. Гегель стал домашним учителем. В выпускном свидетельстве Гегеля записано: Здоровье слабое. Рост средний. Красноречием не отличается. Жестикоуляция сдержанная. Способности отличные. Суждения здравые. Память твердая. В письме и чтении затруднений нет. Поведение хорошее. Трудолюбие нерегулярное. Физическое развитие достаточное. По теологии успевал. Церковным красноречием занимался не без усердия, однако большим оратором себя не проявил. В филологии сведущ. В философии никаких стараний не проявил. Так было в оригинале, который претерпел исправление, и последняя строчка стала выглядеть так: «В философии много стараний проявил». Когда было сделано это исправление, никто не знает.

Право читать лекции в университете Гегель получил только на 32 году жизни. Вот характеристика лектора одним из его студентов: «Суровые черты лица и сверкающий взгляд больших глаз внушали робость и если не отпугивали, то, во всяком случае, действовали сдерживающе. Но, с другой стороны, покоряла и приближала мягкая и дружелюбная манера говорить. У Гегеля была необычайная улыбка. Лишь у немногих людей я видел такую. Она была доброжелательной и одновременно резкой, жестокой или даже болезненной, иронической или

саркастической. Я бы сравнил эту улыбку с ликом солнца, пробивающимся сквозь тяжелые тучи».

Лекции Гегеля и его научные произведения излагались сложным и труднодоступным языком. Но постигать их необходимо ради истины. А истина, по Гегелю, «есть великое слово и еще более великий предмет. Если дух и душа человека еще здоровы, то у него при звуках этого слова должна выше вздыматься грудь».

Представление о пассивной созерцательной роли сознания впервые отверг Кант, выдвинувший тезис о «деятельной роли сознания». Идею Канта об активной роли человеческого сознания воспринял и развивал Фихте, утверждавший, что весь мир есть результат деятельности человека, его сознания.

Большая заслуга Гегеля состоит в том, что он законы разума сопоставлял с законами самого мира. А вот процесс познания он предлагал начинать с познания разума, исследовать процесс самопознания мирового разума, духа, и тогда перед нашим взором предстанет процесс развития действительного мира.

«Гегель гениально угадал диалектику вещей (явлений мира, природы) в диалектике понятий». Эта цитата из конспекта основного философского труда Гегеля «Наука логики», составленного В.И. Лениным.

«Рациональное зерно» философии Гегеля – диалектика, диалектический метод, учение о развитии, о противоречии, являющемся источником всякого развития, о природе мышления и логических форм.

Многие ученые, современники Гегеля, не смогли своевременно глубоко изучить, по достоинству оценить и взять на вооружение «рациональное зерно» философии Гегеля. В XIX веке диалектические идеи, диалектический стиль мышлений стихийно и медленно проникал в сознание ученых-естествоиспытателей. «Дух диалектики» витал в воздухе и составлял тот «философский фон», который способствовал торжеству научной истины во многих научных исследованиях, в том числе и при создании теории тепловых явлений.

Фридрих Шеллинг (1775-1854). Философия Шеллинга переживает ныне своеобразный ренессанс. В сегодняшние мировоззренческие споры он вошел как актуальный мыслитель, перед лицом экологического кризиса и социальных катастроф, призывающих человека: будь един со своей природой, как окружающей тебя, так и внутренне тебе присущей. Философия Шеллинга лишена назидательности, нравоучения, она вся поисковая, а потому проблематична.

Бывает так, что о детстве великих людей (а Шеллинга можно считать великим, ведь это о нем было сказано «Светоносный мыслитель Запада») мы знаем до обидного мало, ведь никто не знает, что именно из

этого ребенка выйдет что-то путное, никто не собирает свидетельств его духовного роста.

Шеллинг родился в семье дьякона, в школе учился недолго, так как учитель заявил, что мальчик знает всю программу и ему в школе делать нечего. Все удивляются его знаниям и способностям. Он свободно владеет многими языками: латинским, греческим, арабским, древнееврейским.

По специальному разрешению в связи с возрастными ограничениями становится студентом богословия, живет в интернате богословского факультета, где провел свои юные годы знаменитый Кеплер. Занимался Шеллинг в одной комнате с двумя старшекурсниками, один из которых был Гегель. Не слишком ли много гениев в одних и тех же стенах?

Располагал ли богословский интернат Тюбингенского университета какими-то особо благоприятными условиями для развития творческих способностей студентов? На этот вопрос следует ответить отрицательно. Тюбинген – типичное захолустье, богословский факультет – церковная полуказарма с чуть ли не средневековыми нравами и методами обучения. Студенты ходят в черной форме, спозаранку их ведут на молитву, на трапезу, на обязательные лекции. Курить запрещено. За проступок – наказание, вплоть до карцера. У одних это вызывает страх и покорность, у других ненависть и протест.

Тюбингенские профессора требуют заучивание библейских текстов и канонического их истолкования. Вся интеллектуальная Германия живет философскими идеями Канта, а тюбингенские профессора философии, скорее всего, даже не читали его трудов. Но студенты самостоятельно изучают труды Канта, обмениваются мнениями, спорят. Они тайком читают «Разбойников» Шиллера, по рукам ходят трактаты Жан Жака Руссо.

Есть основания предполагать, что гении рождались в этих стенах не благодаря определенной системе воспитания, а вопреки ей!

Один из крупнейших философов своего времени, Шеллинг занимался и натурфилософскими построениями, которые выглядят у него достаточно туманно. Например, он задолго до Эрстеда, с которым был в дружеских отношениях, глубокомысленно назвал электричество «разломанным магнетизмом». Туманно? Да, но, вместе с тем, и глубокомысленно! Мысль о единстве сил природы в научном отношении была очень ценной. Такая мировоззренческая установка могла только благотворно влиять на творческие поиски ученых.

Людвиг Фейербах (1804-1872) – сын видного немецкого юриста, после окончания гимназии изучал богословие в Гейдельбергском университете, но очень быстро увлекся философией и уехал в Берлин,

где слушал лекции Гегеля. Основной труд Фейербаха – «Сущность христианства».

Фейербах рассматривал человека только как биологический вид, как природное существо; взаимоотношения людей в обществе он ограничивал природными узами.

Большую часть жизни Фейербах провел в деревне, любил одиночество, длительные прогулки на природе. Незадолго до смерти вступил в ряды социал-демократической партии Германии.

Произнесем «монолог» за Фейербах, основываясь на его мировоззренческих взглядах:

Итак, Бог есть плод нашей фантазии о человеке и природе, фантазии, создающей утешение и надежду. Бог – сказка, но эта сказка отличается от прочих сказок тем, что мы верим, будто выдуманное существует на самом деле. Разум наш могуч и потому наделил Бога своим могуществом, а воображение бедно, и потому Бог предстает нам в образе человека. Бог – это человеческая тоска по лучшей доле. Он всего лишь человек в своем совершенстве и могуществе. Но, чтобы человек действительно стал таким, совершенным и могущественным, он не должен уповать на милость божью, смиренно сложив руки на груди и предоставив злу беспрепятственно существовать. Мы должны на место любви к Богу поставить любовь к человеку как единственную истинную религию, на место веры в Бога – веру человека в самого себя, в свои силы, в то, что судьба человеческая зависит не от существа, вне его или над ним стоящего, а от него самого.

Так считали далеко не все философы, пытавшиеся постигнуть суть человека, и далеко не все ученые-естествоиспытатели, пытавшиеся постигнуть и постигавшие суть природных явлений.

Фридрих Энгельс (1820-1895) является (совместно с Марксом) создателем философии диалектического и исторического материализма. С юношеских лет размышляет о преобразовании существующих общественных отношений. Проходит военную службу в Берлине, а в свободное время посещает лекции в университете. В это время придерживался философских взглядов Гегеля, критиковал Шеллинга. По настоянию отца переехал в Англию, чтобы заняться изучением коммерции. Столкнувшись с жизнью рабочего класса наиболее развитой тогда капиталистической страны, Энгельс глубоко задумывается над причинами тяжелого экономического положения рабочих, над их политическим беспорядком.

К 24 годам прошел большой путь философских исканий. Он изучил философские труды Платона, Аристотеля, Джордано Бруно, Спинозы, Френсиса Бэкона, Лейбница, Локка, Декарта, Руссо, Дидро, Гельвеция, Гольбаха, Вольтера, Канта, Гегеля, Шеллинга, Фейербаха.

Философские истины и откровения не появляются внезапно, из ничего; они всегда итог развития научных знаний. Энгельс – яркое тому подтверждение.

Особенно большая заслуга принадлежит Энгельсу в применении идей диалектического материализма к естествознанию. Глубину этих философских идей, к сожалению, начали постигать десятилетия спустя. Многие фундаментальные открытия науки XX века были, по существу, предсказаны Энгельсом (представление о неразрывности материи и движения и связанное с этим учение о единстве пространства и времени; о неисчерпаемости форм материи и сложном строении атома; критика теории «тепловой смерти» Вселенной; о жизни как форме движения материи, возникшей на определенной стадии развития природы).

Духовно-гуманитарный потенциал физико-технического содержания учебного материала

Сначала немного пофантазируем... События, которые мы здесь описываем, вполне могут быть достаточно близкими к реальным событиям в конце девятнадцатого века.

Летний жаркий день в Одессе близился к концу. Морской бриз принес горожанам и приезжим приятную прохладу. Бульвары постепенно оживали, прохожих становилось все больше и больше. По мостовым покатали велосипедисты, коляски ...Вдруг, совершенно неожиданно, громыхая, дымя и поднимая тучи пыли, обгоняя всех извозчиков, по мостовой промчался странный экипаж. Лошади шарахались в стороны, паникеры-собаки подняли неистовый гвалт, удивленные прохожие в недоумении обменивались вопросительными фразами.

Внешне экипаж напоминал обыкновенную коляску, но без упряжи и лошадей. Спереди, вцепившись в какие-то рычаги, поворачивая колесо со спицами, управлял движением самодвижущегося экипажа мужчина в кепке и очках. На заднем сидении, заметно подпрыгивая на ухабах, ехали два пассажира.

Вскоре один за другим прогрохотали три огромных «выстрела», появились клубы черного дыма, и экипаж остановился. Перепуганные прохожие остановились в недоумении... “Ничего страшного не произошло, просто машина шалит,” – произнес водитель и стал копать в моторе. Толпа любопытных окружила экипаж, наиболее смелые трогали его руками и заглядывали под низ. Машина имела деревянный кузов, покрытый лаком, мягкие сиденья, деревянные колеса, на которые были натянуты сплошные резиновые шины. На облицовке четко виднелась надпись: “Бенц”, Уместно вспомнить, на какой машине ездил

Штирлиц из кинофильма «Семнадцать мгновений весны»: «Мерседес - Бенц», но эта машина даже отдаленно не напоминала ту, которая повергла в удивление и ужас прохожих и гуляющих на бульваре в г. Одессе. Было это в 1891 году. Начиналась автомобилизация России. Через четыре года первый автомобиль появился на улицах Петербурга.

Вслед за Одессой, Петербургом, Москвой автомобили начали появляться на улицах Киева, Харькова, Тбилиси и в других городах. Все машины были импортные, они привозились из Германии, Франции и Италии.

“Сердце” автомобиля – его мотор, а мотор этот есть ни что иное, как двигатель внутреннего сгорания, в цилиндрах которого совершаются термодинамические процессы.

Когда в Париже начали использовать газовые фонари для освещения улиц, изобретатели (а такие ищущие и размышляющие люди были всегда!) начали прикидывать, нельзя ли в самодвижущихся экипажах с паровыми котлами заменить дрова на газ.

Идея создания двигателя внутреннего сгорания (ДВС) принадлежит французскому изобретателю Дени Палену. Но его первые попытки создать ДВС, работающий на светильном газе, оказались неудачными.

Другой французский изобретатель (официант одного из парижских кафе) Жан Лемуар додумался для зажигания в цилиндре двигателя газовой смеси использовать электрическую искру. ДВС Лемуара был запатентован в 1860 году и быстро распространился во многих странах, так как имел бесспорные преимущества перед паровой машиной: компактность, легкость, простота запуска и эксплуатации. Однако КПД был 3-5%, к тому же светильный газ в то время стоил очень дорого.

Началась борьба за повышение КПД ДВС. На помощь практике пришла наука – термодинамика! Год ее рождения – 1824, когда была опубликована знаменитая научная работа Сади Карно, так что к 1860 году в науке уже были существенные наработки.

Немецкий механик Никола Отто в 1878 году создал первый двигатель, который работал по четырехтактному циклу и имел КПД 22%, а поэтому на выставке в Париже был награжден Большой Золотой медалью.

В 1885 году инженер г. Даймлер, который ранее работал на заводе под руководством Н. Отто, получил патент за изобретение бензинового двигателя и построил первый автомобиль с таким двигателем. Этот автомобиль развивал большую по тем временам скорость – 18 км/час!

Борьба за повышение КПД продолжалась. Теория диктовала: чтобы повысить КПД ДВС горючую смесь перед ее воспламенением необходимо сильнее сжимать! Однако бензовоздушная смесь, нагреваясь

при сильном сжатии, самопроизвольно в неконтролируемые моменты времени самовоспламенялась.

Гениальное решение нашел немецкий инженер Рудольф Дизель (1858-1913).

Вряд ли в настоящее время найдется взрослый человек, который бы не слышал слово «дизель». Вот только имеют в виду, как правило, машину, а не человека... А ведь такой человек (очень счастливый и несчастный) жил на белом свете.

Родился он во Франции в Париже, хотя родители его были немцы-переселенцы. Рудольф очень хорошо знал Париж и очень любил этот город. Его отец содержал переплетную мастерскую и очень часто посылал своего сына Рудольфа с книгами по самым разнообразным адресам. Они жили своим собственным трудом, подчиняясь правилу: «Сегодня труд – завтра хлеб!» Так жили в то время и тысячи других парижан. Все знали, что переплетчик книг – немец и его дети – немцы, но никто не придавал этому какого-либо существенного значения.

Но когда началась война, Рудольф Дизель ощутил и понял, насколько страшной может быть межнациональная вражда. Отец уговаривает тринадцатилетнего подростка ехать к дяде в Германию. Рудольф лишается не только материальной, но и моральной поддержки своей семьи. Вынужденная самостоятельность дисциплинирует Рудольфа, делает его педантичным, щепетильным и упрямым. Он стал первым учеником в реальном училище, а потом и политехнической школе.

Профессор Линде – творец холодильной машины пригласил усердного и способного Рудольфа Дизеля в высшую техническую школу г. Мюнхена.

Одна из лекций профессора Линде предопределила всю дальнейшую жизнь Рудольфа Дизеля. Эта лекция была посвящена термодинамическому циклу Карно – теперь уже великого Сади Карно. На полях студенческой тетрадки Рудольф запечатлел «информацию для размышления». Написал для памяти, чтобы не забыть, а оказалось, что это программа всей его поисковой изобретательской деятельности. Слова были такими: «Изучить возможность применения изотермы на практике». «Дух Карно» не покидает Рудольфа Дизеля ни на минуту. Пунктуально он составляет программу, в основе которой главная цель: мотор должен работать на угольной пыли. Но заставить гореть в ДВС угольную пыль было чрезвычайно трудно, а еще труднее заинтересовать, убедить промышленника Круппа дать деньги на предполагаемое изобретение.

В отчаянии он находит утешение в мелодиях любимого Вагнера и в письмах – криках души для жены: «...Я могу все перенести, что думают обо мне, невыносимо только одно, когда считают тебя глупцом!»

Глушом Дизеля никто не считал, но и с деньгами богатые люди не очень желали расставаться.

Рудольф Дизель работал как одержимый, от «когда рассвело» и до «когда стемнело». Первое испытание построенного вместе с помощниками двигателя закончилось трагически. Двигатель разлетелся, Дизель чудом остался жив, к тому же по счастливой случайности никто не пострадал. В протоколе испытаний написано: «Считать, что осуществление рабочего процесса на этой незавершенной машине невозможно». Это писала крупновская комиссия. Дизель сжимает зубы, напрягает ум и воображение, проявляет невиданную работоспособность, одержимость своей идеей и продолжает усовершенствование своего двигателя.

В начале 1894 года начались испытания нового, переконструированного двигателя. В какой-то момент времени слесарь-сборщик, старый опытный человек молча стянул с головы промасленный головной убор. Всем стало ясно, что в это время родился новый двигатель инженера – изобретателя Рудольфа Дизеля – родился дизель! Сжимался воздух, впрыскивалось и самовоспламенялось жидкое топливо.

Патент, лицензии, торговые соглашения, договора, сделки... началась лихорадочная жизнь торгаша... Смесь триумфального парада гениального изобретателя с будничной рыночной суетой. Обеды, симпозиумы, съезды, конференции, хвалебные речи... Рудольф Дизель по праву считал себя победителем: «Я настолько превзошел все до меня существующее в деле машиностроения, что могу смело утверждать, что иду в голове технического прогресса».

Вилла в Мюнхене, три миллиона золотых денежных знаков, заработанных за один год!

Осень 1913 года. Над Европой скапливаются тучи мировой войны. Генштабы работают над планами военных действий. Среди военных много разговоров о том, что немецкий инженер Рудольф Дизель сделал чертежи и построил новый мощный двигатель, который может быть установлен на кораблях, тягачах, автомобилях...

Пароход «Дрезден» держал курс на Лондон. За столиком судового ресторана трое. Они ехали на промышленную выставку в Англию. Один из них, изысканно одетый, с дорогими перстнями на пальцах, был Рудольф Дизель. Двое его собеседников – бельгийские инженеры, внимательно слушавшие прославленного изобретателя и очень успешного предпринимателя.

В полночь разошлись по комнатам, условившись за завтраком в семь утра встретиться за тем же столиком.

Утром бельгийцы были очень удивлены, когда подчеркнуто пунктуальный немец заставил себя ждать. Попросили официанта

разбудить Дизеля и пригласить его на завтрак. Вскоре официант вернулся и поведал, что господина Дизеля в каюте нет и по всем приметам он там и не ночевал.

А через двое суток рыбаки случайно обнаружили у берега труп хорошо одетого человека. По перстням с бриллиантовыми камнями узнали, что это труп Рудольфа Дизеля.

Тайна гибели великого изобретателя так и осталась нераскрытой. Но всем было ясно, что немецкая военная разведка, узнавшая, что английский генштаб ходатайствует о покупке чертежей нового двигателя, сработала так же безошибочно, как и бесчеловечно.

Так трагически оборвалась жизнь гениального изобретателя Рудольфа Дизеля, а дизели работают на всем земном шаре.

Даты и факты развития теории тепловых явлений

V-IV – вв. до н.э. – Возникновение идеи о прерывистом, зернистом строении материи, установление предела делимости вещества – атомарная гипотеза (Левкипп, Демокрит).

1121 г. – Альгабини написал трактат «Книга о весах мудрости», в которой, в частности, содержалась зависимость удельного веса воды от температуры.

1440 г. – Н.Кузанский изобрел первый гигрометр (из шерсти).

1475 г. – Леонардо да Винчи высказал идею о невозможности вечного двигателя.

Ок. 1490 г. – Леонардо да Винчи открывает явление капиллярности, наблюдая поднятие жидкости в узких трубках.

XV в. – Н.Кузанский высказал мысль, что Земля и все небесные тела созданы из одной и той же первоматерии.

1592 г. – Г.Галилей изобрел термоскоп, являющийся прообразом термометра.

1604 г. – К.Дреббель выполнил опыт над расширением тел от теплоты.

1609 г. – Изобретен термостат.

1620 г. – Опубликован трактат Ф.Бэкона «Новый органон», в котором впервые высказана идея, что тепло есть движение.

- Впервые описан термометр Ф.Бэконом.

1631 г. – Ж.Рей изобрел жидкостный термометр.

1641 г. – Создан спиртовой термометр.

1643 г. – Открытие атмосферного давления (Э.Торичелли).

1644 г. – Получение вакуума («торичеллиевской пустоты») и создание барометра (Э.Торичелли).

1646 г. – Спиртовой термометр продемонстрировал Э.Торичелли.

1648 г. – Экспериментально обнаружено уменьшение атмосферного давления с высотой (Ф.Перье по идее Б.Паскаля).

1654 г. – О.Герике выполнил опыт с «магдебургскими полусферами», доказывающими существование атмосферного давления.

1655 г. – Изобретение ртутного термометра.

1661 г. – Р.Бойль и Р.Тоунли установили обратно пропорциональную зависимость между объемом газа и его давлением, не зависимо от них - Э.Мариотт в 1676 г.

- Р.Бойль сформулировал понятие о химическом элементе как простейшей составной части тела.

- 1663 г. – Э.Сомерсет изобрел паровую машину (построена в 1667 г. в Лондоне и поднимала воду на высоту 40 футов). В 1705 г. паровую атмосферную машину создал Т.Ньюкомен.
- 1665 г. – Х.Гюйгенс и Р.Гук предложили как основные точки термометра точки плавления льда и кипения воды. В 1694 г. это сделал К.Ренальдини.
- 1668 г. – Р.Гук показал, что для всех тел точки кипения и плавления постоянны.
- 1674 г. – Открытие зависимости точки кипения от давления.
- 1680 г. – Д.Папин изобрел паровой котел. В 1681 г. он снабдил его предохранительным клапаном.
- 1710 г. – Появился термометр Г.Фаренгейта.
- 1730 г. – Р.Реомюр предложил применять в термометрах шкалу от 0 до 80°.
- 1738 г. – Д.Бернулли предложил теплоту считать движением частиц, а давление газа на стенки – как результат совокупного действия этих частиц.
- 1742 г. – А.Цельсий предложил стандартную шкалу термометра.
- 1750 г. – Опубликована работа М.В.Ломоносова «Размышления о причинных тепла и холода».
- 1755 г. – Ж.Делюк впервые установил, что для расплавления льда недостаточно нагреть его до температуры плавления, требуется еще некоторое количество теплоты (скрытая теплота плавления).
- 1762 г. – Впервые измерены удельная теплота плавления льда и удельная теплота парообразования (Дж.Блэк).
- 1763 г. – И.И.Ползунов разработал проект паровой машины.
- 1770 г. – Дж.Блэк ввел понятие теплоемкости.
- 1772 г. – И.Вильке выполнил впервые измерения теплоемкости твердых тел.
- 1784 г. – Дж.Уатт создал паровую машину двойного действия.
- 1787 г. – Ж.Шарль установил один из газовых законов.
- 1798 г. – Томпсон-Румфорд осуществил опыты, свидетельствующие о механической теории теплоты.
- 1799 г. – Г.Дэви осуществил опыты по превращению льда в воду (трением).
- 1802 г. – Закон Гей-Люссака о зависимости объема газа от температуры.
- 1807 г. – Установлено понижение температуры при адиабатическом расширении газа (Ж.Гей-Люссак).
- 1811 г. – Разработка А.Авогадро молекулярной гипотезы строения вещества и установление закона его имени.
- 1813 г. – Ф.Деларош и Ж.Бергар выполнили первые опытные измерения удельных теплоемкостей газа.

1822 г. – Вышел в свет труд Ж.Фурье «Аналитическая теория теплоты».

1823 г. – С.Пуассон вывел уравнение адиабаты.

1824 г. – Вышел в свет труд С.Карно «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу».

1827 г. – Открытие Р.Броуном хаотического движения мелких частиц.

1834 г. – Б.Клапейрон вывел уравнение состояния идеального газа, обобщенное в 1874 г. Д.И.Менделеевым.

1842 г. – Открытие Ю.Майером закона сохранения энергии и определение механического эквивалента теплоты (независимо в 1843 г. Д.Джоуль, в 1847 г. Г.Грин и Г.Гельмгольц).

1848 г. – Введение У.Томпсоном (Кельвином) понятия абсолютной температуры и абсолютной шкалы.

- Д.Джоуль вычислил скорость движения молекул газа (водорода) – опубликовал в 1851г.

1849 г. – У.Ранкин и Р.Клаузиус независимо получили первое начало термодинамики.

1850г. - Р.Клаузиус сформулировал второе начало термодинамики.

1854 г. - Р.Клаузиус дал математическое выражение второго начала термодинамики.

1856 г. - Р.Клаузиус дал формулу для коэффициента полезного действия паровой машины (независимо У.Ранкин и У.Томсон).

1857 г. – Разработка Р.Клаузиусом основ кинетической теории газов (независимо Д.Бернули в 1738 г., Дж.Герпат в 1847 г., Дж.Джоуль, а в 1848 г., А.Крениг в 1856 г., Дж.Максвелл в 1859-1866 гг.).

1859 г. – Г.Кирхгоф установил один из законов теплового излучения.

- Дж.Максвелл установил статистический закон распределения молекул газа по скоростям.

- Р. Клаузиус ввел понятие о сфере действия молекул и вычислил среднюю длину свободного пробега.

1865 г. – Введение Р.Клаузиусом понятия энтропии.

- Й.Лопшмидт рассчитал диаметр молекул и определил число молекул в 1 куб. см газа (число Лопшмидта).

1866 г. – Л.Больцман обобщил закон распределения молекул по скоростям Максвелла.

1867 г. – Дж. Максвелл показал статистическую природу второго начала термодинамики.

1872 г. - Л.Больцман вывел основное кинетическое уравнение для идеального газа.

- Л.Больцман установил связь энтропии физической системы с вероятностью ее состояния и доказал статистический характер второго начала термодинамики.

1873 г. – Ван дер Ваальс вывел уравнение состояния реального газа.

– Дж. Гиббс заложил основы общей теории термодинамического равновесия.

1879 г. – Установление закона Стефана-Больцмана.

1883 г. В.Вин установил закон смешения Вина.

1900 г. М. Планк сформулировал квантовую гипотезу и ввел фундаментальную постоянную, предложил новую формулу для распределения энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.

1905 г. Эйнштейн создал теорию броуновского движения, развивая теорию флукуаций.

1906 г. М. Смолуховский (независимо от Эйнштейна) дал последовательное объяснение броуновского движения на основе молекулярно-кинетической теории.

1908 г. Ж. Перрен. Осуществил эксперименты по исследованию броуновского движения, окончательно доказавшие реальность существования молекул и подтвердившие атомно-молекулярную теорию строения вещества и кинетическую теорию теплоты!

НАУЧНО - ИСТОРИЧЕСКАЯ ХРОНОГРАММА

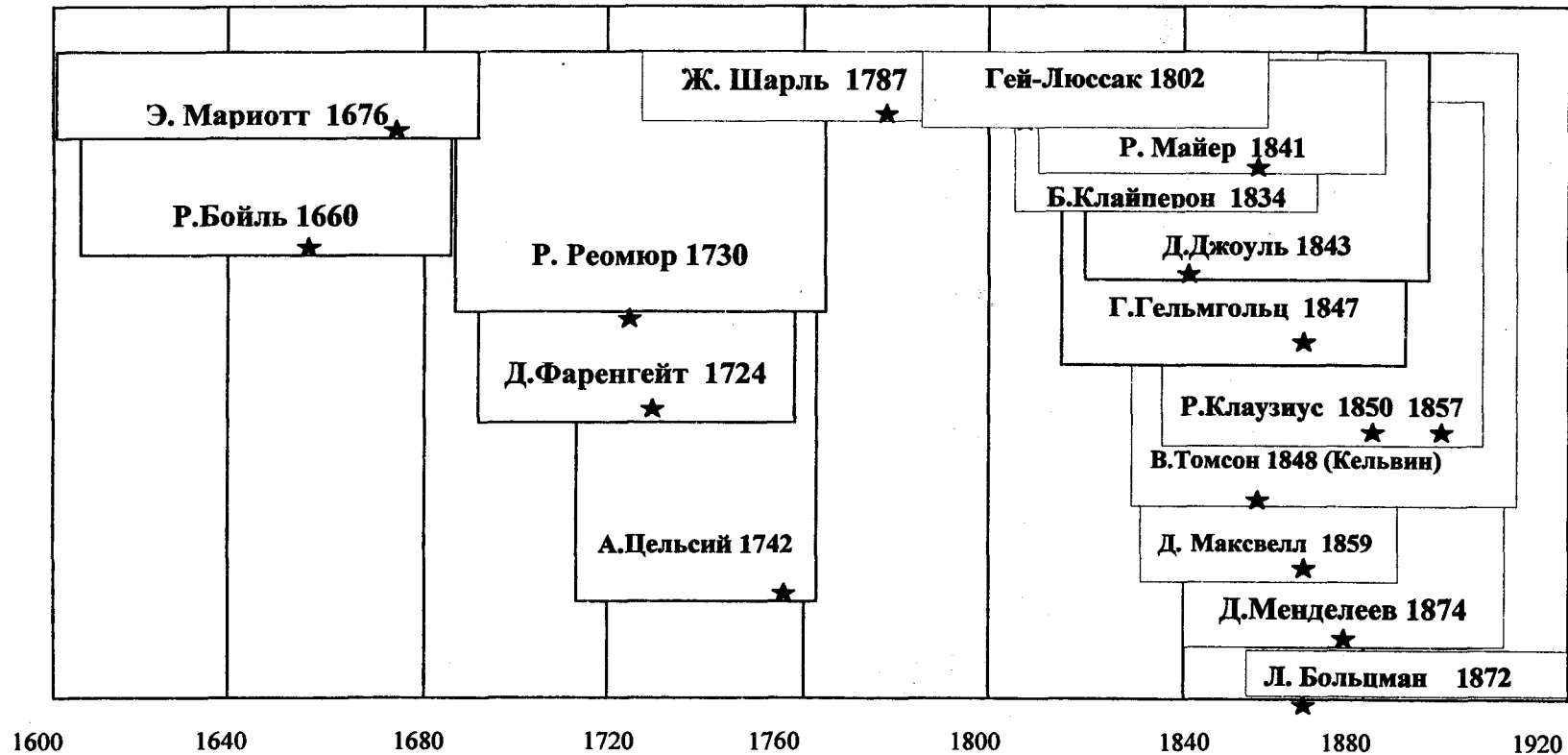


Рис. 1

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

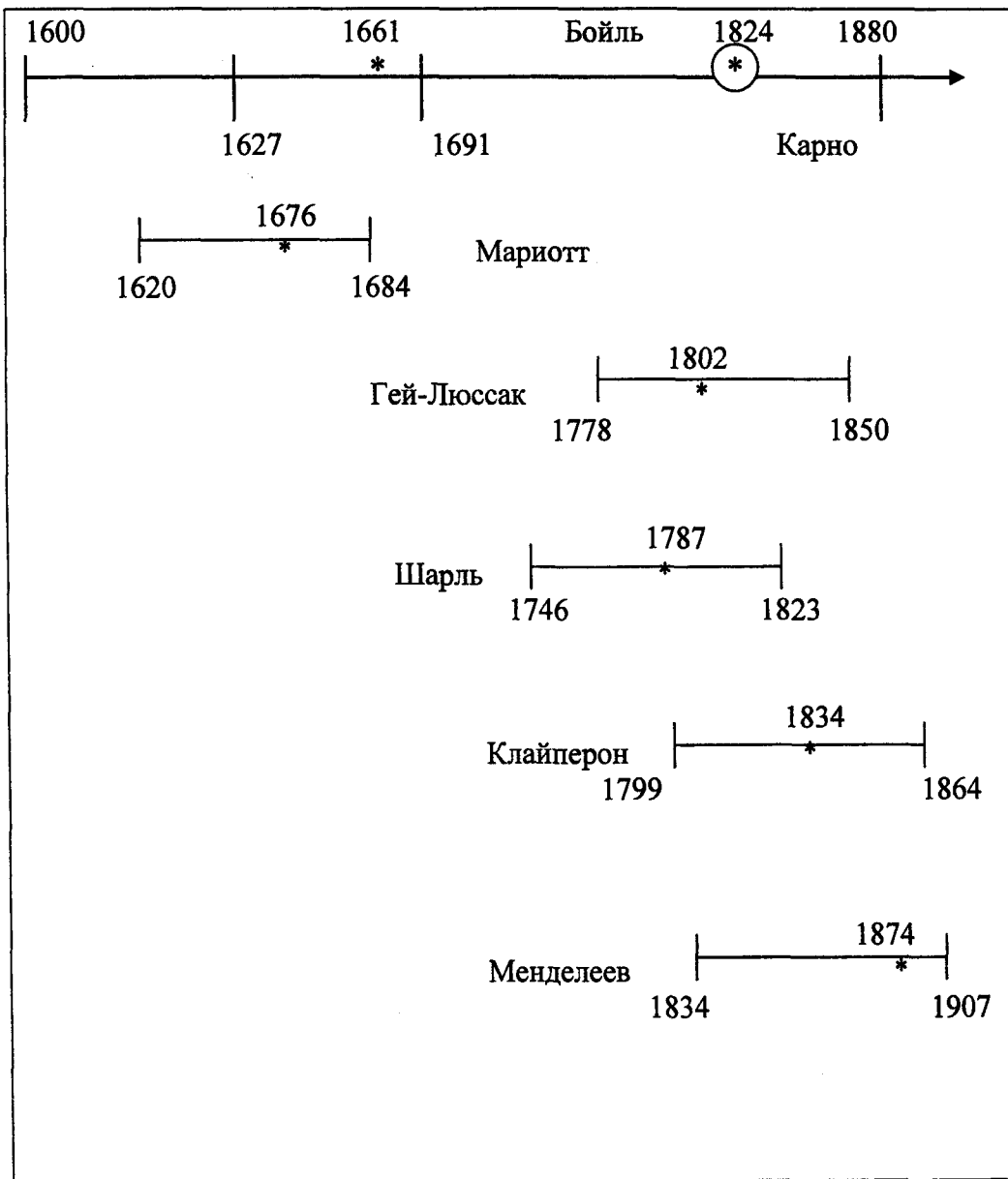


Рис. 2

ТЕРМОДИНАМИКА

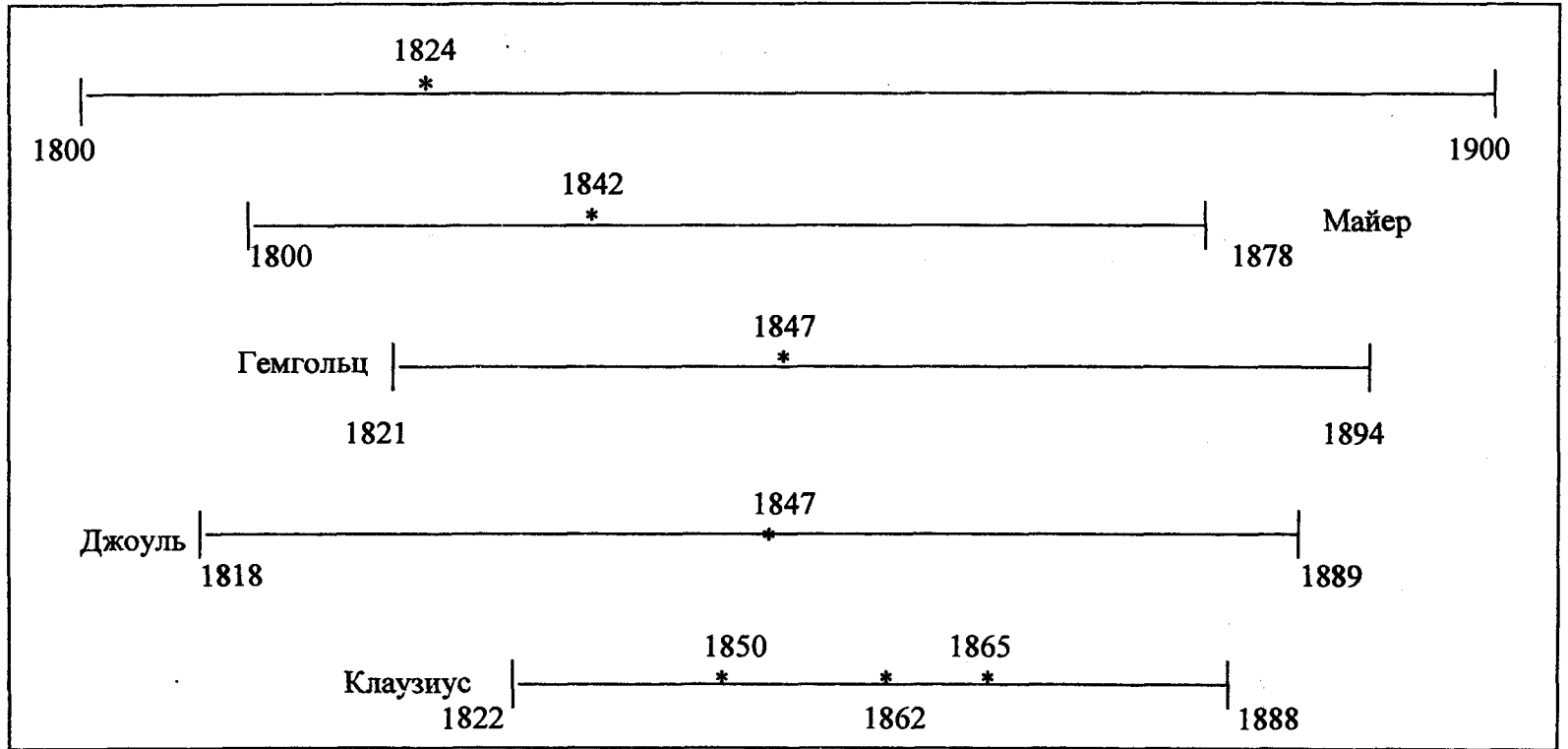


Рис. 3

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

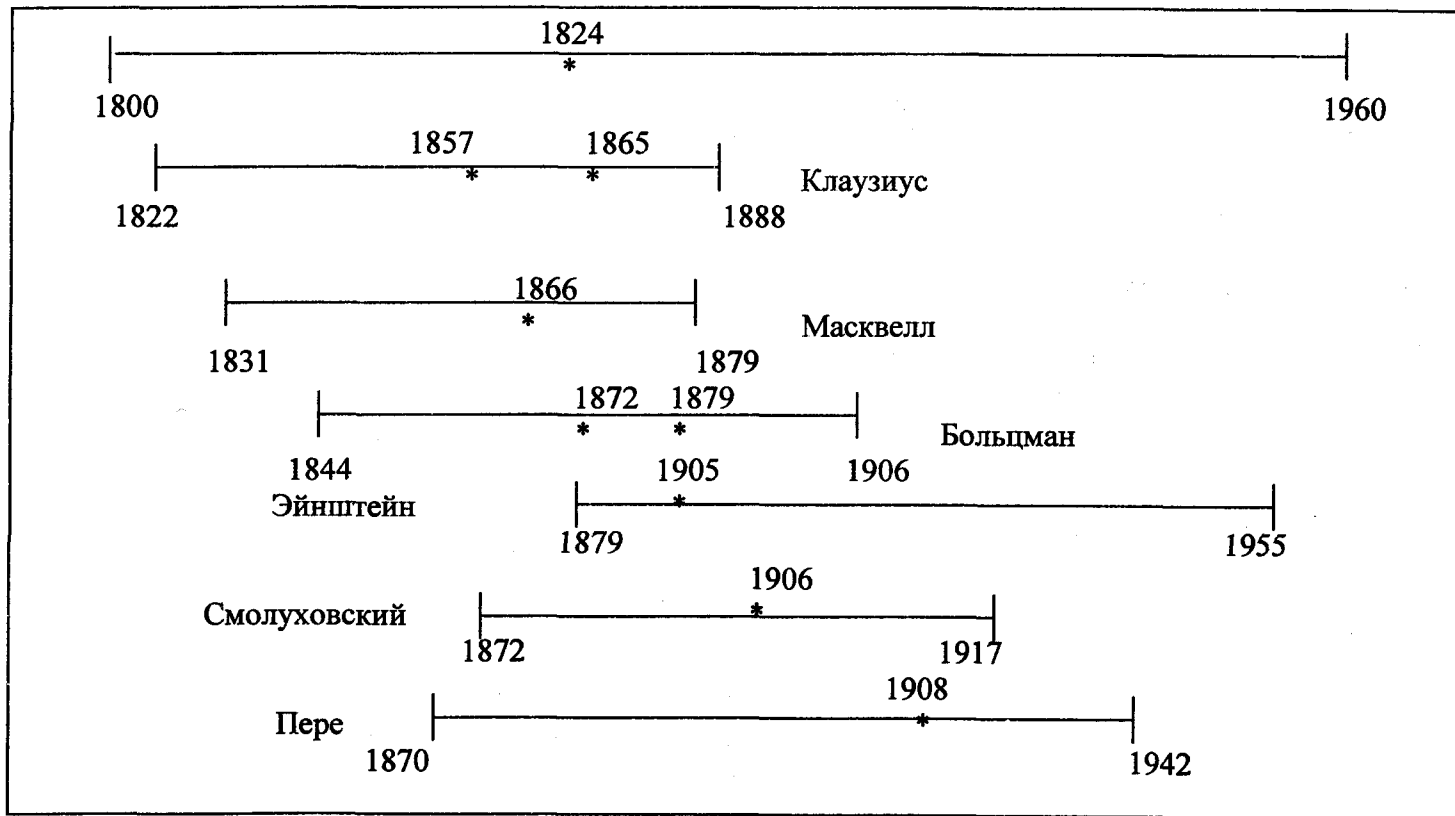


Рис. 4

ФИЛОСОФСКО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ХРОНОГРАММА

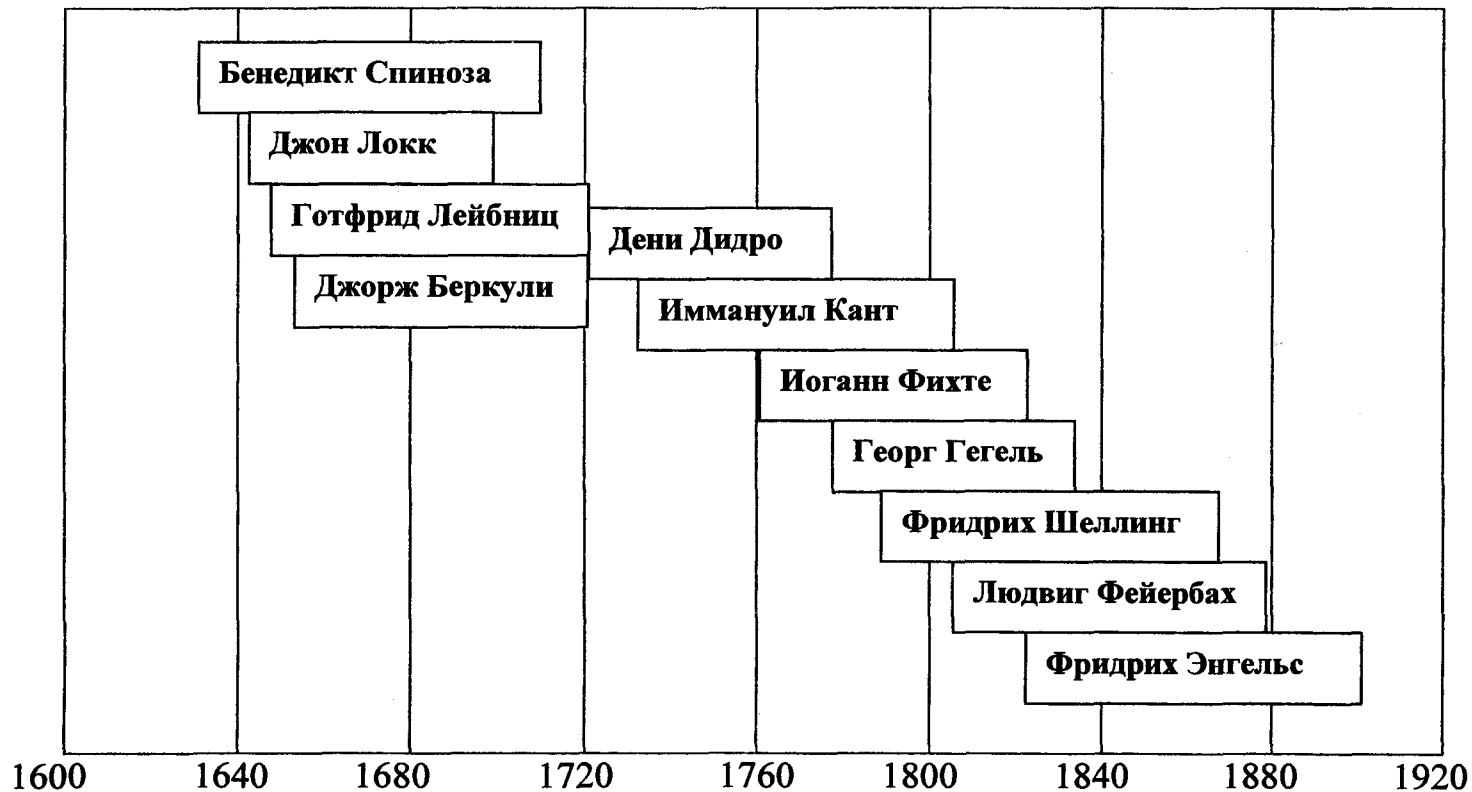
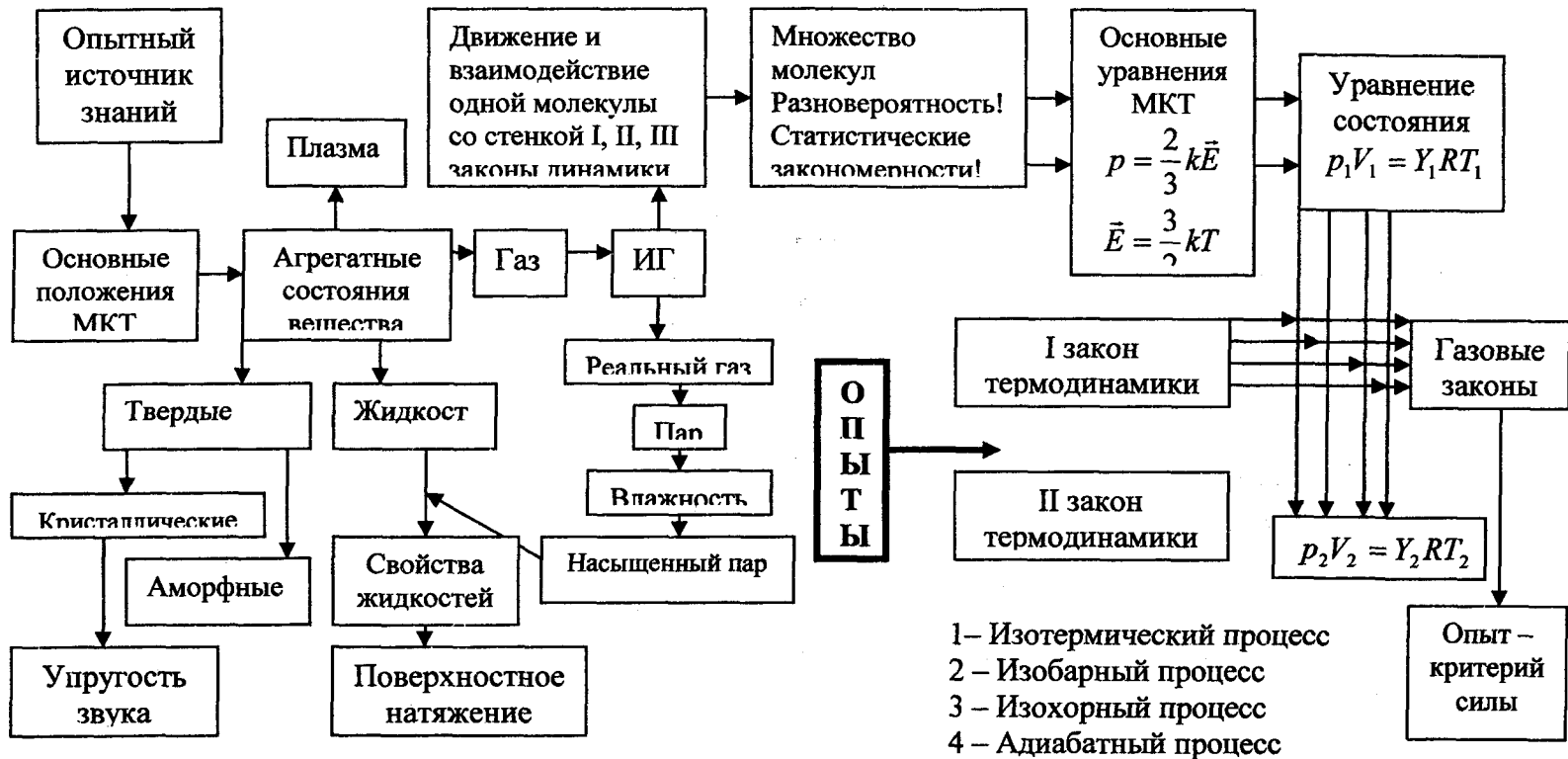


Рис. 5

Педагогические семиотические системы

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

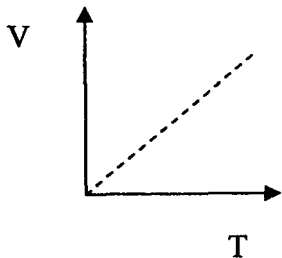
147



ИЗОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Закон Гей-Люссака
 $\frac{V}{T} = const$

1802 г.



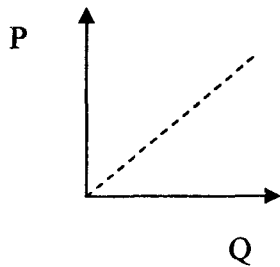
$p = const$
изобарный процесс

$pV = YRT$
 $Y = const$

И
З
О
Т
Е
Р
М
И
Ч
Е
С
К
И
Й

$\frac{p}{T} = const$
Закон Шарля

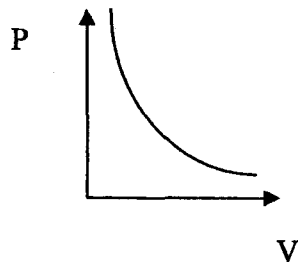
1787 г.



$T = const$
изотермический процесс

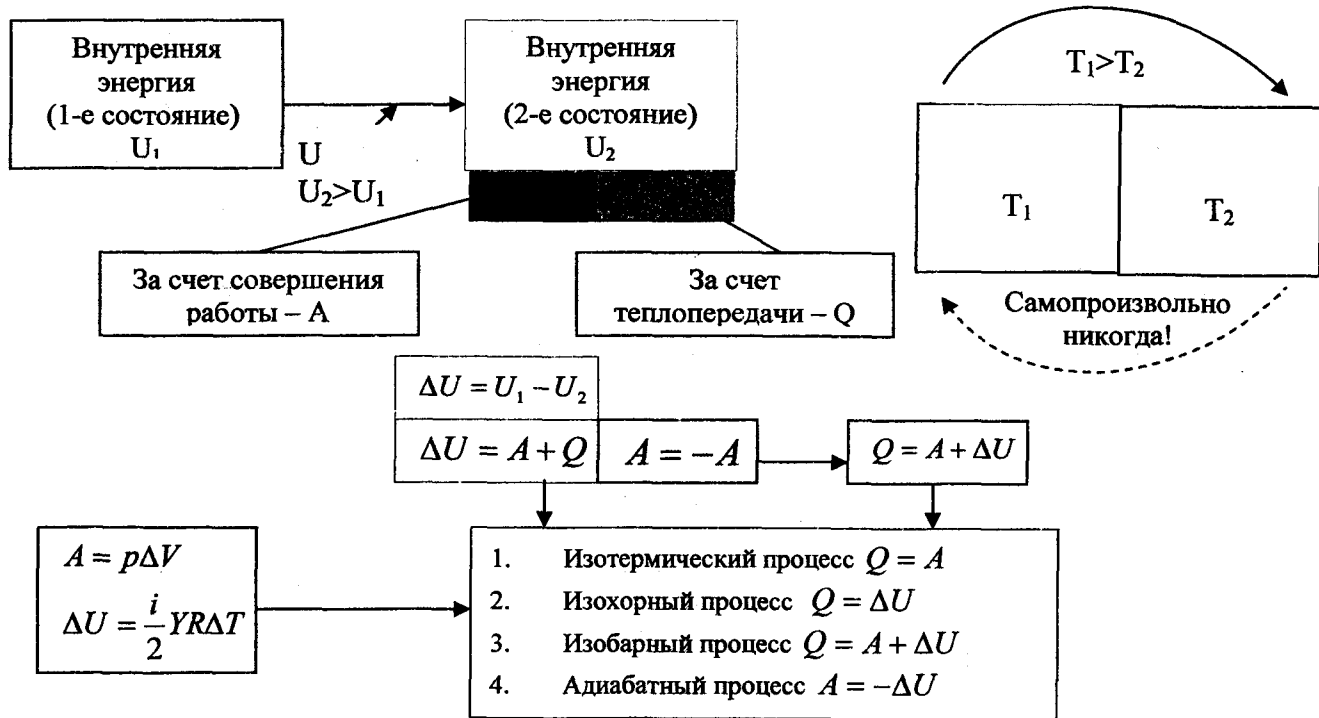
Закон Бойля-Мариотта
 $pV = const$

1660 г. Р. Бойль
1676г. Э.Мариотт

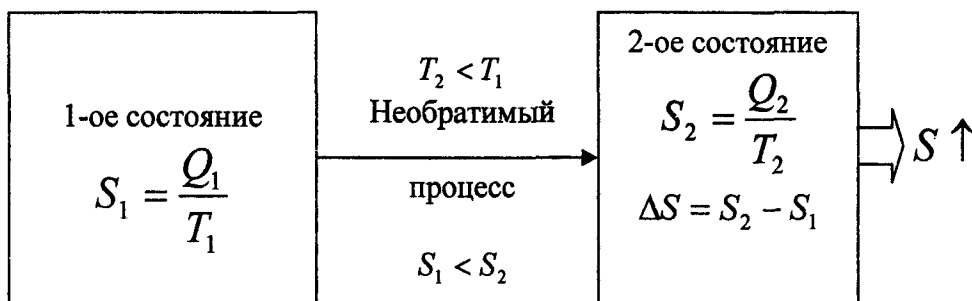
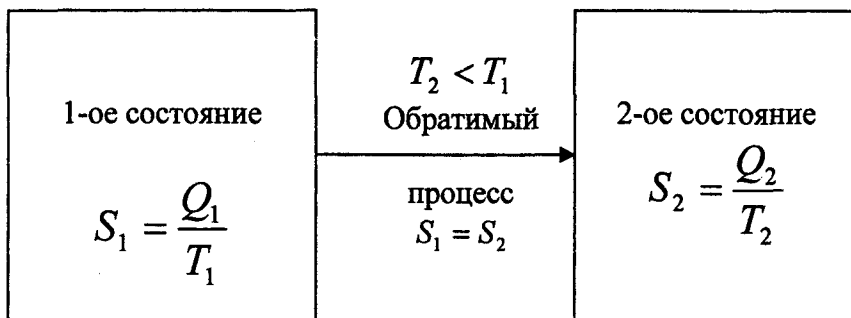


**ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И
ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ
ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ**

**НАПРАВЛЕННОСТЬ ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ
ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ**



ЭНТРОПИЯ И ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

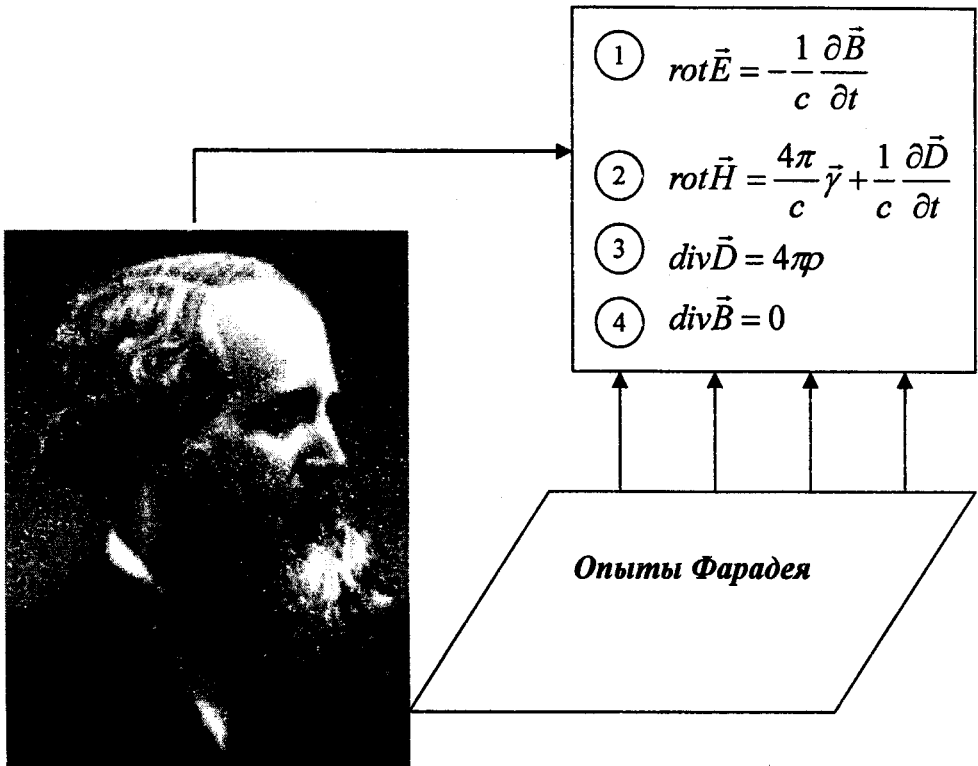


ГЛАВА 3

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

*Как прекрасно почувствовать единство
целого комплекса явлений, которые при
непосредственном
восприятии казались разрозненными!*

Альберт Эйнштейн



- ① Закон электромагнитной индукции
- ② Обобщенный закон полного тока
- ③ Теорема Остроградского-Гауса
- ④ Магнитное поле всегда вихревое

Из жизни замечательных людей

Физические законы, которые носят названия ученых, а также названия единиц измерения физических величин определяют (во имя справедливости и с целью «очеловечивания» научных знаний) необходимость акцентировать внимание на следующих ученых:

Шарль Огюстен Кулон (1736-1806) – французский физик, инженер;

Алессандро Вольт (1745-1827) – итальянский физик, химик и физиолог, изобретатель источника постоянного электрического тока;

Андре Мари Ампер (1775-1836) – французский физик, математик и химик;

Георг Симон Ом (1787-1854) – немецкий физик;

Ханс Кристиан Эрстед (1777-1851) – датский физик;

Майкл Фарадей (1791-1867) – английский физик;

Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879) – английский физик;

Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889) – английский физик;

Эмилий Христианович Ленц (1804-1865) – русский физик;

Генрих Рудольф Герц (1857-1894) – немецкий физик;

Хендрик Антон Лоренц (1853-1928) – нидерландский физик-теоретик, создатель классической электронной теории, член Нидерландской АН, член многих академий и научных обществ, в частности иностранный член АН Советского Союза; организатор и создатель Сольвеевских конгрессов физиков;

Альберт Эйнштейн (1879-1955) – выдающийся физик-теоретик, один из создателей современной физики, член многих академий наук и научных обществ, иностранный член АН Советского Союза.

О поэтике познания и красоте научных законов

Возникающие в процессе познания положительные эмоции поэтизируют этот процесс, делают его радостным. Большая информационная емкость научных понятий, законов и теорий позволяет постигать сущность физических явлений проще, изящнее, красивее.

Принцип простоты в познании имеет длительную историко-философскую и историко-научную традицию. Его корни уходят в далекое средневековье (XIII век). Английский философ и теолог Уильям Оккам, преподававший в Оксфордском университете, обвиненный в ереси и бежавший из заключения в континентальную Европу, исповедовал такой принцип познания: не множить сущностей без необходимости. Из этого следует, что научная теория должна строиться на минимальном количестве исходных посылок.

Красоту природы в ее простоте усматривали многие мыслители: Дж. Бруно (1548-1600), Р.Декарт (1596-1650), Б.Спиноза (1632-1677), Г.Лейбниц (1646-1717), французские просветители XVIII века, немецкие классические философы И.Кант (1724-1804) и Г.Гегель (1770-1831). Идея простоты природы проходит красной нитью через всю историю естествознания. Вера в простоту служила на протяжении всей истории познания природы наиболее действенным стимулом научного исследования.

Философы и ученые-естествоиспытатели XVII-XVIII вв. обосновали необходимость научного принципа простоты ссылкой на простоту самой природы.

Такой подход длительное время оправдывал себя. Именно такую познавательную позицию занимали Коперник, Галилей, Ньютон, Френель, Максвелл и др. В подтверждение этого можно привести немало примеров из истории науки. Однако все это не дает оснований считать, что простота научных знаний обусловлена простотой природы.

Упорядоченность природы сочетается с хаосом, гармония с дисгармонией, однообразие с разнообразием и многообразием и т.д. Таким образом, речь должна идти не о некоей всеобщей универсальной простоте природы, не о простоте действительности, которая сложна и многообразна, а о простоте выражения знаний об этой сложной действительности, т.е. о такой простоте, которая имеет эвристическое значение в процессе познания. Именно эта простота поэтически красива!

Современная наука, отвергнув утверждение о простоте, как якобы всеобщем фундаментальном свойстве природы, по-новому поставила вопрос о простоте как принципе познания, т.е. об эвристической простоте, но это уже «сложная простота»!

Общеизвестно, что познание природы всегда начинается с фактов. Однако знание фактов не есть истинное знание. Американский ученый Л.Купер заметил, что «простое собирание фактов без всякой системы напоминает библиографический кабинет, словарь случайных слов или тот скучный и бесполезный каталог, который иногда путают с наукой... Наука ничего не могла бы сделать, если бы знание было просто клубком запутанных фактов или случайных наблюдений.» Наука не может ограничиться констатацией фактов. Ученый ищет скрывающиеся за этими фактами существенные связи, т.е. научные законы. Эти законы вскрывают сущность явлений, находят единство в многообразии, что дает возможность не только объяснять, но и предсказывать физические явления. Ценность, простота и красота закона в том и состоит, что он вскрывает всеобщее, т.е. вскрывает “линию поведения” физического объекта в определенных условиях. Закон, вскрывая всеобщее в явлениях действительности, обязательно содержит в себе и единичные случаи.

То, что на описательном уровне научного поиска выражается в “море фактов”, в законе фиксируется в короткой, простой и красивой фразе, причем часто в красивой знаково-символической форме. В этом смысле закон всегда проще того необъятного и разнообразного, а потому сложного, эмпирического материала, который он заменяет, вбирает в себя и как бы концентрирует в себе.

Более общие законы, являясь информативно более емкими, становятся в то же время и более простыми. Богатое научное содержание предполагает минимум знаковых средств для своего выражения. Многочисленные опыты Фарадея, описанные более чем на тысяче страниц, удивительно и красиво были представлены изящными уравнениями Максвелла.

Законы науки являются структурными элементами научных теорий, которые отражают более широкую область объективных связей, нежели отдельный научный закон. Каждая более общая теория на основе принципа соответствия как бы вбирает в себя менее общую теорию, указывая для нее границы применимости. Научная теория тем более совершенна, чем больше фактов она объясняет при минимальном количестве исходных положений.

Однако математический аппарат “простой” теории зачастую оказывается достаточно сложным. Простота теории достигается через сложность выражения сущности. Так необходимо понимать выражение “сложная простота”.

Более общие теоретические системы, будучи в то же время по сути своей, а не по форме и наиболее простыми, позволяют не только объяснять огромное количество фактов материального мира, но и выражать это объяснение экономно, сжато, изящно, а поэтому красиво.

Об изяществе и красоте уравнений Максвелла Г.Герц восторженно и вдохновенно написал: “Изучая эту чудесную теорию, нельзя не почувствовать, что ее математическим формулам присуща самостоятельная жизнь и собственное сознание, что они умнее нас, умнее даже своего создателя, что они дают нам больше, чем в них было заложено вначале”.

После этой фразы нет необходимости писать что-либо еще о простоте и красоте научных теорий, лучше еще и еще раз перечесть это высказывание замечательного ученого, экспериментально подтвердившего существование электромагнитных волн, предсказанных «простой» и красивой теорией Максвелла.

Продолжаем размышления о познании...

Научное познание – это открытие неизвестного и добывание достоверных знаний о мире.

Учение – это усвоение этих знаний.

Учебное познание – это специально организованная деятельность «добывания» знаний в определенных педагогических условиях.

И научное, и учебное познание предполагает познавательную активность человека, желание познавать с целью утолить жажду знаний.

В любом случае необходимо иметь правильное представление о том, как осуществляется познавательный процесс и каковы его закономерности. Эти вопросы относятся к теории познания (гносеологии). «Теория познания без контакта с наукой становится пустой схемой. Наука без теории познания...примитивна и беспорядочна» (Альберт Эйнштейн).

Исходным началом гносеологии является принцип познаваемости мира. Действительно, прежде чем ставить перед собой задачу познать что-то, открыть закономерность, познающий субъект должен быть убежден, что он берется за дело хотя и трудное, но в принципе выполнимое. При этом используются имеющиеся знания на данном этапе развития человечества.

Правда, имеют место и оригинальные, но не в полной мере соответствующие действительности точки зрения на открытия и изобретения. Кое-кто считает, что многие великие открытия и изобретения сделаны по счастливой случайности на основе вдохновения. Как яркий пример, используется знаменитое «яблоко Ньютона».

Историю этой случайности поведал остроумный французский мыслитель Вольтер, который якобы услышал эту притчу от племянницы Ньютона.

Эта забавная история быстро распространилась и попала на страницы многих книг. Однако, в «Математических началах натуральной философии» Ньютона, в его письмах и многочисленных рукописях, ни в одной бумаге не удалось найти никаких упоминаний о яблоке. Сам Ньютон писал, что не он догадался первым о существовании всемирного тяготения, и эта заслуга принадлежит не ему, а скорее всего, Кеплеру или Гуку, а может быть и другим ученым. Величайшая заслуга Ньютона состояла в том, что он впервые установил закон всемирного тяготения, используя при этом законы свободного падения тел Галилея и законы Кеплера. Размышлениями над движением небесных тел занимался Ньютон практически всю свою жизнь.

«Историю с яблоком» не без иронии прокомментировал знаменитый немецкий ученый Гаусс: «Не понимаю, как можно предполагать, что этот случай мог замедлить или ускорить такое

открытие. Вероятно, дело было так: пристал к Ньютому глупый, нахальный человек с вопросом о том, каким образом он мог прийти к своему великому открытию. Ньютон, увидев, с кем имеет дело, и желая отвязаться, ответил, что ему упало на нос яблоко. Это совершенно удовлетворило любопытство того господина».

Реальный физический мир многообразен, разнообразен, а потому является достаточно сложным. Познать его «единым кавалерийским наскоком» не представляется возможным. Поэтому в процессе познания создаются идеальные физико-математические миры, в той или иной степени отражающие отдельные стороны реального мира. Эти идеальные физико-математические миры называются теоретическими моделями реального мира.

В реальном мире можно выделить «рукотворный» мир, мир современной техники, без которой трудно представить себе современную жизнь. Эта техника создавалась и создается умными людьми с «золотыми руками».

Жизненные хитросплетения и закономерности познавательных процессов в отношении единичных физико-математических объектов проследим на конкретном примере.

Томас Алва Эдисон, автор тысячи девяноста девяти технических изобретений считается создателем электрической лампочки накаливания. После его смерти решили увековечить память о нем и спроектировали огромный обелиск-небоскреб. На вершине предложили поставить электрическую лампу из прозрачного стекла величиной, как церковный купол. По ночам она должна была загораться и ослепительно светить подобно маяку. Заслужил ли Эдисон такой памятник?

Даты и факты свидетельствуют:

Не Эдисон первым научился накалять проволочку электрическим током.

Не Эдисон первым додумался до главной «хитрости» - накаливать нить без доступа кислорода, чтобы она светила, не сгорая.

Не Эдисон первым догадался запаять волосок в пустую стеклянную колбу.

Не Эдисон первым использовал тугоплавкий уголь, выдерживающий жар ослепительного накала.

Прервем повествование простым перечислением причастных к изобретению лампы накаливания: Грове (1840 г), де Молейн (1841), Стэт (1848), Гебель (1854), де Шанжи (1858), Адамс (1867), Лодыгин (1873), Дидрихсон (1875), Кон (1877), Булыгин (1877), Яблочков (1878), Фокс (1878), Сван (1879), Эдисон (1879).

Может быть и в самом деле не следует считать Эдисона изобретателем лампы накаливания? Даты и факты истории говорят о другом. Именно гений Эдисона «широко растворил двери»

электрической лампе в большой мир. Достался этому гению только последний, но чрезвычайно важный шаг. Эдисон упрочил угольную нить, сделал ее более износостойкой. Нити прежних ламп были слабыми и хрупкими, они рассыпались от толчков и легко перегорали. Эдисон сделал гибкую, прочную, упругую угольную нить, которая не боялась сотрясений и могла гореть тысячу часов подряд! Лодыгин вывел лампу из лаборатории на улицы городов, а Эдисон заставил ее там удержаться. Именно в этом и состоит его неоспоримая заслуга! Не считая Эдисона единственным изобретателем лампы накаливания, воздадим ему должное, тем более, что его «умные руки» оставили свои следы на телефоне и динамомашине, на многократном телеграфе и аккумуляторе, на фонографе и установке для магнитной сортировке руд и т.д., и т.п. (всего 1099 изобретений и усовершенствований!)

Чувственный опыт, практика одного, отдельно взятого индивида не может служить основанием для широких и глубоких выводов и обобщений, являющихся содержанием достоверного знания. Практика отдельного человека не может включить в себя все богатство материальной и духовной культуры, результаты всей деятельности человеческого общества в его историческом развитии. Рамки индивидуального опыта слишком узки и ограничены. Основанием для достаточно глубоких и широких выводов и обобщений может служить только общественно-историческая деятельность – научная, научно-техническая, социально-гуманитарная, экономическая, религиозная...

Процесс познания и его результаты зависят не только от внешней деятельности, находящей в мышлении свое отражение, но и от собственной активной духовной деятельности познающего субъекта. Не осознав практической активности как основы всей жизнедеятельности человека, невозможно понять и объяснить и активность познавательную.

Совершенствование умственной деятельности в процессе познания – длительный и сложный путь духовного развития личности, а гуманитарный потенциал физики есть одно из действенных средств такого развития.

Г.Гачев в «Книге удивлений или естествознание глазами гуманитария, или образы в науке» излагает и обосновывает следующую точку зрения. Предмет гуманитарного знания «сотворяется» самим человеком, а предмет естественнонаучного знания находится вне человека. Если естественные науки изучают то, что возникло и бытует не зависимо от человека, то гуманитарные отделены от бытия, они «замкнуты в человеческом всезнании», поэтому интравертны. Естествознание же – экстравертно, потому что оно открыто в природу.

Гуманитаризация содержания учебного материала по физике предполагает: изучение и анализ смены систем физических знаний (научных парадигм) в процессе научного познания; показ человеческого

и социального значения изучения физики как одной из наук о природе; раскрытие исторического и модельного характера научного познания; осуществление методологического анализа структуры и содержания физического знания для глубокого понимания эволюции физической, естественнонаучной и целостной научной картин мира.

В педагогической энциклопедии гуманитаризация образования определяется как система мер, направленных на приоритетное развитие общекультурных компонентов в содержании образования и, таким образом, на формирование личностной зрелости обучаемых. Культура выполняет важнейшую корректирующую функцию в развитии науки и техники, выступая посредником в разрешении острых противоречий между материальным и духовным. Только культура может и должна регулировать и снимать противоречия между человеком и техникой, так как разработка новых технических устройств и технологий превратилось сегодня в проблему нравственную.

Естественнонаучная культура включает в себя совокупный общечеловеческий объем знаний о природе, о конкретных видах и сферах бытия. Техничко-технологическая культура зиждется на физико-технических знаниях, которые составляют существенное ядро технических наук. Гуманитарная культура – это система, состоящая из исторического объема знаний по философии, этике, литературоведению, искусствоведению, религиеведению и др. наукам и системообразующих ценностей гуманитарного знания (гуманизм, идеалы добра, красоты, справедливости).

Каждая из культур характеризуется признаками, которые отличают и связывают разновидности культур друг с другом. Специфика физического знания, которое лежит в основе естественнонаучной культуры, состоит в том, что знания о природе отличаются высокой степенью объективности и достоверности. Системообразующие ценности гуманитарного знания исходят из социальной позиции человека. А такие мыслители, как В.И.Вернадский, Н.А.Бердяев, А.Л.Чижевский рассматривали культуру как целостную и неделимую категорию, раскрывающую интегративно-гуманитарный подход к изучению всеобщей взаимосвязи в природе и обществе.

Таким образом, две культуры, естественнонаучная и гуманитарная, взаимосвязаны, а потому можно выделить аспекты, раскрывающие их связи в процессе изучения физики.

Прежде всего необходимо создать педагогические условия и возможности для решения проблемы гуманитаризации физического образования, что приведет к интеграции знаний – естественнонаучных и гуманитарных.

О специфике электромагнитных явлений

О существовании электрических и магнитных явлений люди знали еще в глубокой древности.

У дочери легендарного Фалеса из Милета, жившего в шестом веке до нашей эры, было янтарное веретено. Эта дочь будто и заметила электризацию янтаря – его свойство притягивать пылинки, нити, кусочки папируса при трении о шерсть. Может быть, это и придуманная история, но историки науки свидетельствуют, что янтарь был тогда в большом ходу и на столь необычное свойство наверняка обратили бы внимание. Не исключено, что именно история с янтарным веретеном много веков спустя подарила миру новое слово – «электричество». Обработанный янтарь по-гречески – электрон, что означает «притягивающий к себе».

Столь же древнюю историю имеет и магнит. Три тысячи лет назад в Китае уже пользовались простейшим компасом – указателем юга.

Как утверждают китайские ученые, двадцать два века назад ворота перед дворцом правителя были сделаны из магнитного железа, а поэтому ни один злоумышленник не мог пронести тайком через эти ворота оружие. «Невидимая сила» вытаскивала нож или меч из-под одежды, и стража увозила преступника в темницу.

По утверждению Платона, название «магнит» дано Эврипидом. По версии Плиния, свое имя магнит получил в честь сказочного пастуха Магниса, у которого к сандалиям и к палке прилипали странные камни. В сандалиях были железные гвозди, а у палки железный наконечник.

Тит Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей» утверждает, что слово магнит происходит от названия провинции Магнезия (Манисса). Есть там гора, где и до сих пор встречаются магнитные камни.

Впервые связь между электричеством и магнетизмом обнаружил Ганс Христиан Эрстед – профессор Копенгагенского университета. Это произошло 15 февраля 1820 года на лекции, по ходу которой Эрстед демонстрировал явление нагревания проволоки электрическим током. Один из студентов заметил, что стрелка компаса, случайно оказавшаяся рядом с проволокой, приходила в движение при включении и выключении электрического тока. «Случай потакает лишь умам, подготовленным к открытию» (Луи Пастер). Ум Эрстеда, безусловно, к этому открытию был подготовлен. За несколько лет до этого открытия Эрстед писал: «Следует испробовать, не производит ли электричество...каких-либо действий на магнит»...

Дальнейшие события настолько интересны и значительны, что мы их рассмотрим более подробно вместе с действующими лицами. А здесь кратко заметим, что обратную связь магнетизма с электричеством открыл Майкл Фарадей. Когда он продемонстрировал английскому королю Георгу IV свой опыт, тот, нахмурившись, спросил: “Почему ваше изобретение не приносит практической пользы?”. На этот вопрос

ученый ответил: “Ваше величество, а какую пользу приносят дети, только что появившись на свет?”

Есть основания предполагать, что Фарадей интуитивно чувствовал, какую пользу в будущем принесет его открытие. Уже тогда у него возникла мысль о будущих электрической и магнитной волнах. Но мысль тогда была настолько необычайной, даже кощунственной, что Фарадей не осмелился ее опубликовать. 12 марта 1832 года он передал для хранения в архив Королевского общества запечатанный конверт с надписью “Новые воззрения, подлежащие в настоящее время хранению в архивах Королевского общества”. Конверт был вскрыт через 106 лет, т.е. в 1938 году. Гениальной проницательности ученый оставил в этом письме такие строки: “Я пришел к заключению, что на распространение магнитного воздействия требуется время, которое, очевидно, окажется весьма незначительным. Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом. Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебание взволнованной водной поверхности... По аналогии я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции... В настоящее время, насколько мне известно, никто из ученых, кроме меня, не имеет подобных взглядов”.

В этих записях содержится гениальная догадка о существовании электромагнитных волн. Майклу Фарадею оставалось жить два года, когда Максвелл теоретически предсказал (естественно, не зная содержания письма Фарадея), что электромагнитное поле распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью света (1865 г). Через 23 года этот теоретический вывод был подтвержден экспериментально Генрихом Герцем (1888 г).

Законы Фарадея, в основе которых лежали непосредственные наблюдения и измерения, относятся к эмпирическим. Законы Максвелла, которые создавались на основе экспериментальных данных путем обобщения, абстрагирования, идеализации, носят название теоретических. При этом экспериментальные и теоретические законы тесно связаны между собой. Не удивительно поэтому, что эмпирические законы могут быть выведены из соответствующих теоретических законов (разумеется, при определенных допущениях). Так, например, из законов электромагнетизма Максвелла (теоретические законы) вытекают эмпирические законы Кулона, Ома, Фарадея, т.е. эмпирические законы с помощью определенных положений, которые называются правилами соответствия, могут быть выведены из теоретических законов.

Однако значение теоретических законов (и научной теории, которая представляет собой совокупность взаимосвязанных между собой теоретических законов) не исчерпывается только тем, что они объясняют уже известные эмпирические законы. Важная роль теоретических

законов в развитии науки состоит также в том, что на их основе могут быть предсказаны новые, еще не известные закономерности. Так, из законов электродинамики Максвелла были выведены многие до того неизвестные законы электричества и магнетизма, что привело к возможности рассматривать оптику как частный случай учения об электромагнетизме.

Таким образом, теоретические законы, органически вплетенные в ткань научных теорий и составляющие их основу, наиболее глубоко выражают внутренние, сущностные характеристики объективного мира. Это проявляется в том, что в небольшом количестве фундаментальных теоретических законов в концентрированном виде находит выражение большое количество частных эмпирических фактов и закономерностей. Поэтому переход ко все более общим, все более абстрактным и фундаментальным научным теориям, при котором происходит как бы «поглощение» частных теорий более общими и глубокими, характеризует стремление людей к более полному и глубокому познанию мира и построению научной картины этого мира. Научная картина мира «сконструированная» на основе системы научных знаний является чрезвычайно важной составляющей целостной картины мира (ЦКМ).

В основе любой теории – модель, которая представляет собой упрощенную ситуацию той части действительности, в которой «работают» научные понятия и соответствующие научные положения. Это означает, что теоретическое исследование без моделирования невозможно, а модель является промежуточным звеном между теорией и изучаемой реальностью. Создание модели – процесс творческий, и познающий субъект такой же творец нового, как поэт, композитор, художник, архитектор и т.п. Без воображения, фантазии, без дерзаний и творческой направленности поисковой деятельности не может быть научного познания, а следовательно, не может быть и учебного познания, как педагогического эквивалента научного.

Очерк развития учений и взглядов на электричество и магнетизм с древнейших времен до начала XIX века

Открытие новых физических явлений и начало исследований электрических и магнитных свойств вещества связано с именем одного из семи мудрецов Древней Греции Фалеса Милетского, после кончины которого идет уже третье тысячелетие. Подлинные труды этого мыслителя не дошли до наших дней, а о его размышлениях и научных заслугах удалось узнать только из работ более поздних мудрецов: Диогена, Плутарха, Плиния, Аристотеля и др. По их мнениям знаменитого Фалеса из Милета можно было считать носителем

почетного звания первого мудреца. Познавательные интересы Фалеса были весьма разносторонними: математика, физика, философия, астрономия. Высказывания древних мыслителей о научных заслугах знаменитого милетянина неполны и противоречивы. Наиболее достоверен факт предсказания Фалесом солнечного затмения 585 г. до н. э. Эта дата является первой точной датой в истории науки и связана с именем Фалеса.

Однако, скудность точных сведений о жизни и научных открытиях великого ученого древности восполняется обилием легенд, связанных с его именем. В одной из них рассказывается, что автором открытия электрических явлений был даже не сам Фалес, а его дочь. Протирая однажды шерстяным лоскутом янтарное веретено, она заметила, что при более тщательном натирании янтаря ворсинки ткани удерживаются на нем, а затем через некоторое время без видимых причин опадают. Удивленная увиденным, дочь обратилась к отцу за объяснением странного поведения ворсинок. Заинтересовавшись этим явлением, Фалес собственноручно проделал опыты с янтарем и убедился в существовании фактов, о которых сообщала ему дочь.

Исходя из этого, можно считать, что открытие новых электрических явлений и первые целенаправленные опыты связаны с именем Фалеса Милетского в VI веке до н.э.

Те же древнегреческие мыслители, которые упоминают Фалеса как открывателя электрических явлений, называют его пионером и в изучении магнетизма. Объяснение Фалесом этих явлений были весьма характерны для того времени. Он предложил для объяснения электрических и магнитных свойств вещества считать, что у янтаря и магнита есть душа, которая и проявляет себя определенным образом. Ничего более основательного при современном ему уровне знаний Фалес предложить не мог и дальнейших опытов в области электричества и магнетизма он не проводил.

Дальнейшие исследователи в области электричества и магнетизма дальше повторения опытов Фалеса Милетского не шли. Никаких попыток объяснить наблюдаемые уникальные явления не было. Густой туман мистики надежно окутал имеющиеся скудные сведения об электрических и магнитных явлениях. «Детство» электричества и магнетизма затянулось почти на два тысячелетия и завершилось только в 1600 г.

«Виновником» становления электричества и магнетизма на научные рельсы был английский исследователь, придворный врач английской королевы Вильям Гильберт (1544-1603).

XVI век. Только что смолкли шумные схватки закованных в броню рыцарей, приверженцев Алой и Белой роз. «Старая добрая Англия» еще не осознает, что на ее землях родились два гения, два

Вильяма, которым суждено прославить эту страну на весь мир. В те времена никто еще и не подозревал, что за студеными морями, где-то далеко есть и другие страны, другие земли, другие люди, которые говорят на непонятных языках.

Один Вильям – это, безусловно, Шекспир, впоследствии автор знаменитого «Гамлета». В это время в Англии театры создаются один за другим, хотя актеры по-прежнему приравниваются в общественном положении к низшему сословию. В одном из театров ухаживает за лошадьми богатых посетителей юноша Вильям Шекспир, будущая гордость страны.

Другой Вильям – это лейб-медик королевы Елизаветы по фамилии Гильберт, который прославится впоследствии как первый человек, посмотревший на электричество и магнетизм с научных позиций.

Трудно сказать, почему именно медик написал первую научную работу по электричеству и магнетизму. Может быть потому, что толченый магнит у средневековых лекарей считался сильным слабительным и использовался с этой целью. Сам Вильям Гильберт считал, что магнитное железо «...возвращает красоту и здоровье девушкам, страдающим бледностью и дурным цветом лица, так как оно сильно сушит и стягивает, не причиняя вреда».

В отличие от исследований предшественников, которые познание природы сводили к интуитивным умозаключениям часто с привлечением потусторонних, сверхъестественных сил, исследования Гильберта носили строго экспериментальный характер.

Заинтересовавшись опытами древнегреческого мудреца в изложении Аристотеля, Вильям Гильберт повторил их и, убедившись в справедливости изложенного древним философом, значительно расширил область экспериментов. Отличаясь необыкновенной изобретательностью, он придумывал все новые и новые опыты, выполнял их, а затем анализировал результаты наблюдений. Итогом многолетних исследований Гильберта явился труд, опубликованный в Лондоне в 1600 г. Книга называлась оригинально: «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. Новая физиология доказанная множеством аргументов и опытов».

Из огромного количества описанных опытов существенно выделяются эксперименты из области электрических явлений. Для своих наблюдений и исследований Гильберт изобрел специальный прибор, с помощью которого установил, что «не только янтарь ...привлекает к себе тела, но то же делает и алмаз, сапфир, карбункул, камень, крис, опал, аметист,....берилл и кристалл. Подобными же притягательными силами обладают, по-видимому, стекло, большинство флуоров из рудников и белемениты. Притягивают также сера, мастика и сургуч, составленный из лака, окрашенного в разные цвета...Все они притягивают не только

соломинки и мякину, но и все металлы, дерево, листья, камни, земли, даже воду, растительное масло и все, что подвластно нашим чувствам». К веществам не подвластным, не поддающимся электризации, Гильберт относит мрамор, жемчуг, кость и металлы.

В этой же работе Гильберт проводит четкое разделение электрических и магнитных явлений. «Магнит без натирания ... (сухой или облитый жидкостью) как на воздухе, так и в воде зовет к себе магнитные тела, даже если вставить преграду в виде очень твердых тел, деревянных досок или толстых каменных пластинок. Магнит возбуждает магнитные тела, а к электрическим телам несется все. Магнит поднимает большие грузы; ...электрические силы притягивают лишь тела очень маленького веса...» Так на основе учения Гильберта электричество и магнетизм в течение длительного времени (аж до начала XIX века) будут рассматриваться как два явления, совершенно не связанные между собой. Однако и сделанного им достаточно, чтобы считать его первопроходцем в целенаправленных исследованиях электрических и магнитных явлений.

Вот оценка Галилео Галилея заслуг Вильяма Гильберта в экспериментальных исследованиях электричества и магнетизма: «Я воздаю величайшую хвалу и завидую этому автору, так как ему пришло на ум столь поразительно представление о вещи, бывшей в руках у бесконечного числа других людей возвышенного ума, но никем не подмеченной; он кажется мне достойным величайшей похвалы также и за много сделанных им новых и достоверных наблюдений... И я не сомневаюсь, что с течением времени эта новая наука будет совершенствоваться путем новых наблюдений и в особенности путем правильных и необходимых доказательств. Но от этого не должна уменьшиться слава первого наблюдателя».

Написать в то время книгу об электричестве и магнетизме да еще и утверждать, что Земля – большой магнит, к тому же еще и проверять на опытах все мыслимые предположения, а также строить новые, исходя из опытов – это был действительно новый шаг и новое достижение в научном познании окружающей действительности. Сам Гильберт свои заслуги очень ценил. Впервые в практике книгопечатания он поставил свое имя перед названием книги, и никто его за это не осудил.

Через год после выхода в свет книги Вильяма Гильберта «О магните...» Вильям Шекспир создает знаменитого «Гамлета». Обеим книгам суждена была долгая жизнь, полная взлетов, признаний и забвений. И чем больше в глубь веков уходят воспоминания об их авторах (двоих Вильямах), тем сильнее ощущаем мы гениальность этих людей, вечность истины знаний и человеческих страстей, провозглашенных ими.

Заслуги Вильяма Гильберта действительно велики. Самой значительной из них явилось то, что он впервые в истории познания, еще

за 11 лет до выхода в свет «Нового органа» Френсиса Бэкона, считавшегося родоначальником индуктивного метода в науке, провозгласил опыт критерием истины и все положения проверял в процессе специально поставленных экспериментов.

Гильберт многое сделал и открыл. Но он почти ничего не смог объяснить. Его «туманные» разъяснения относительно природы магнетизма, что причиной всему есть «душа магнита», что уместно рассуждать о «среде действия души» - все это не может умалять его заслуг хотя бы потому, что истинная природа магнетизма в науке была установлена только... в 30-х годах XX столетия!

И если Вильям Шекспир силой своего литературно-художественного гения проникновенно вскрывал хитросплетения взаимоотношений между людьми, то Вильям Гильберт в то же историческое время выяснял «взаимоотношения» между электрическим и магнетизмом.

По-настоящему электричество и магнетизм «породнились» и стали «неразлучными» только в 1820 году. Способствовал этому эпохальному событию датский профессор Ганс Кристиан Эрстед, а свидетелями были студенты Копенгагенского университета. Но до этого события исследования в области электрических и магнитных явлений проводили многие пытливые люди. Объяснения их были, безусловно, наивными, однако важен сам факт, что ученые начинают задумываться над причинами этих «таинственных» явлений. Так, например, итальянский исследователь Никола Кабео в 1629 г. выпустил трактат «Философия магнетизма», в котором он делает попытку объяснить причину притяжения наэлектризованных тел. Электризуя одно и то же тело тысячи (!) раз, Кабео не обнаружил ни малейшего изменения в весе, что наводило на мысль о «невесомой электрической жидкости».

Заметной вехой на пути развития учения об электричестве были исследования магдебургского инженера и администратора Отто фон Герике (1602-1686). Проявив интерес к электрическим явлениям, Герике изучил трактат Гильберта и с целью получить более сильные электрические эффекты, сконструировал специальную машину для создания больших зарядов. Этот любознательный бургомистр немецкого города Магдебурга придумал эту очень странную машину, которая шар из серы приводила во вращение. Если этот вращающийся шар придерживать ладонями, то на нем скапливается электрический заряд, что позволяло выполнять многие «удивительные» опыты.

Родился Отто фон Герике за год до смерти Вильяма Гильберта, учился в Лейпциге, занимался юриспруденцией в Иене, потом отправился в Голландию, где увлекся физикой, математикой, фортификацией. Переехал в Англию, потом во Францию, где усердно занимался точными науками. Вернулся в Германию 25-летним

эрудированным ученым. Был он и генералом-квартирмейстером, и инженером-строителем, и дипломатом. В 44 года от роду Герике был избран бургомистром родного Магдебурга, а на досуге усердно занимался науками. Шестидесяти лет он окончил книгу, в которой описал многие физические опыты. Эта книга и знаменитые «шары Герике» из магдебургских полушарий получили очень широкую известность по всей Европе. Используя его открытия, другие исследователи смогли, выполняя опыты, заметить новые, ранее никогда не наблюдавшиеся свойства электричества. Так лейденский профессор Мушенбрук писал: «Хочу сообщить вам новый и странный опыт, который никак не советую повторять...Моя правая рука была поражена такой силой, что все тело содрогнулось, как от удара молнии..., одним словом, я думал, что мне пришел конец».

Выяснилось, что в сосудах такого типа, который использовал Мушенбрук для зарядки от машины Герике, электричество может накапливаться в весьма значительных количествах. Так была открыта прославленная впоследствии „лейденская банка” – простейший конденсатор. Новость о лейденской банке с большой емкостью распространилась по Европе. Известность профессора Мушенбрука достигла уровня славы. Он вошел в историю не как великий физик, а как человек, одним из первых испытавший на себе электрический удар: даже „...ради французской короны я не согласился бы еще раз подвергнуться столь жуткому сотрясению”.

Лейденская банка (конденсатор) стала непременным «участником» электрических исследований. С ее помощью получали крупные электрические искры, опыты приобрели необыкновенную популярность, они стали одним из изысканнейших развлечений.

В лабораториях, в аристократических салонах, на ярмарках просвещенной Европы и не слишком просвещенной тогда Америки ставились удивительные опыты: неприятные, забавные, волнующие и интригующие одновременно.

Париж, естественно, не мог остаться в стороне от этого «лейденского поветрия». «Эксперименты проводил придворный мыслитель короля,...электрик», специально ведавший различными электрическими увеселениями, аббат Нолле.

Несмотря на неприятные ощущения, тысячи и тысячи людей желали участвовать в экспериментах. Семьсот французских монахов, взявшись за руки, провели лейденский эксперимент. В тот момент, когда первый монах прикоснулся к головке банки, все семьсот монахов, связанные судорогой, вскрикнули с ужасом на лицах.

Сто восемьдесят королевских мушкетеров по приказу участвовали в эксперименте: «Первый держал в свободной руке банку, а последний извлекал искру; удар почувствовался всеми в один момент. Было очень

курьезно видеть разнообразие жестов и слышать мгновенный вскрик, исторгаемый неожиданностью у большей части получивших удар». Даже гвардейская дисциплина оказалась бессильной перед «ударом лейденской банки». Целые представления, занимательные сродни театральным зрелищам разыгрывались перед восхищенными зрителями. Несомненно, рано или поздно среди них должен был появиться человек, на которого опыты произведут более глубокое впечатление и кому суждено было увидеть и осознать больше и глубже, чем другим. Это произошло не в уважаемой Европе, а в далекой, устремившейся в погоню за Европой, Америке.

Шел 1747 год... На лекцию по электричеству в Бостоне попал средних лет джентльмен. Высокий, импозантный, прекрасно сложенный, окруженный друзьями и почитателями. Как замороженный, смотрел он на синие электрические искры от лейденской банки, жадно вдыхал свежий воздух. Этим человеком был Бенджамен Франклин – выдающаяся и популярная в Америке личность того времени. В этом же году он занялся физикой и занимался ней всего семь лет. Но за это время гениальный Франклин сделал очень много. Он ввел в науку понятие положительного и отрицательного электричества, не зная, что еще раньше это сделал французский ученый Дюфе (1698-1739). Когда мы употребляем слова: батарея, конденсатор, проводник, заряд, разряд, обмотка, мы вряд ли задумаемся над тем, что Франклин первым дал эти названия.

Франклин был обаятельным, образованнейшим человеком своего времени. Веселый и жизнерадостный, он всегда был окружен интересными и влиятельными людьми – дипломатами, принцами, учеными и очаровательными женщинами. Семь «электрических» лет из жизни Франклина были связаны с доказательством электрической природы молнии. Именно с доказательством, потому как впервые мысль-предположение об электрической природе грома и молнии высказал все тот же Дюфе. Именно Дюфе писал: «Возможно, что в конце концов удастся найти средства для получения электричества в больших масштабах и, следовательно, усилить мощь электрического огня, который во многих из этих опытов представляется как бы одной природы с громом и молнией».

Своими исследованиями Бенджамен Франклин «изъял» из приведенной цитаты слова «возможно» и «как бы», превратив предположения Дюфе в доказанные научные факты. Франклин вдохновенно сотворил блестящую теорию статического электричества.

Когда стала ясна электрическая природа молнии, Франклин смог осуществить главное изобретение своей жизни – громоотвод (молниеотвод!).

В последние годы своей жизни Франклин стал одной из выдающихся фигур политической жизни Америки, активным борцом за освобождение Америки от колониального ига Англии. В 1775 году Франклин участвует в составлении Декларации независимости.

Благодаря дипломатическим способностям Франклина Америке удалось в борьбе против Англии привлечь на свою сторону Францию, а по инициативе России ряд европейских государств объявил «вооруженный нейтралитет», что способствовало подписанию мирного договора, в котором Англия признавала полную независимость американских колоний.

Естественно, что столь бурные политические события оторвали Франклина от его электрических экспериментов. И все же эпоху статического электричества своими открытиями увенчал и Франклин, который «отнял молнию у небес и власть у тиранов»!

Далеко не все мы сказали об этой эпохе, а это короткое повествование считаем необходимым закончить фактом установления количественного закона взаимодействия электрических зарядов. Справедливости ради отметим, что автором качественного закона взаимодействия электрических зарядов был все тот же французский ученый Дюфе, который убедительно доказал, что одноименные заряды отталкиваются, а разноименные – притягиваются.

Количественный закон взаимодействия зарядов установил в 1785 году другой французский ученый и военный инженер, член Парижской академии наук. Это основной закон электростатики – закон Кулона.

Шарль Огюстен Кулон (1736-1806)

Родился Шарль летом на юго-западе Франции, но вскоре семья переехала в Париж. У него очень рано проявился интерес к математике, и он объявил, что хочет стать ученым. Двоюродный брат отца вскоре представил своего племянника Шарля Королевскому научному обществу в городе Моннелье, где он жил и был хорошо знаком с многими членами этого общества.

В феврале 1757 года на заседании Королевского научного общества молодой любитель математики Шарль Огюстен Кулон прочел свою первую научную работу «Геометрический очерк среднепропорциональных кривых». Работа получила одобрение, и начинающий исследователь был избран адъюнктом по классу математики.

В 1760 году Шарль поступил в школу военных инженеров. В этой школе лекции по экспериментальной физике читал известный французский естествоиспытатель аббат Нолле (уже упоминавшийся нами в связи с опытами с использованием лейденском банки).

После окончания школы Кулон участвовал в строительстве военных фортификационных сооружений и вскоре он получил чин капитана – по тем временам это было очень быстрое продвижение по службе. Его научные исследования по теории упругости и сопротивлению материалов были оценены как основополагающие.

Весной 1773 года Кулон представил свой научный мемуар в Парижскую академию наук и зачитал его на двух заседаниях. Академик Боссю так оценил эту работу: «Под этим скромным названием мсье Кулон охватил, так сказать, всю архитектурную статику... Повсюду в его исследовании мы отмечаем глубокое знание анализа бесконечно малых и мудрость в выборе физических гипотез, а также в их применении. Поэтому мы полагаем, что эта работа вполне заслуживает одобрения Академии и достойна публикации в Собрании работ иностранных ученых».

Молодой ученый расширяет круг своих исследований. Он занялся разработкой оптимального метода изготовления магнитных стрелок для точных измерений магнитного поля Земли. Эта тема была задана на конкурсе, объявленном Парижской академией наук.

Кулон – победитель конкурса. Для истории науки наибольший интерес представляет глава мемуара, где анализируются механические свойства нитей, на которых подвешиваются магнитные стрелки. Ученый провел цикл экспериментов и установил общий порядок зависимости момента силы деформации кручения от угла закручивания нити и от ее геометрических параметров: длины и диаметра.

Дальнейшие исследования и результаты опытов были обобщены в работе: «Теоретические и экспериментальные исследования силы кручения и упругости металлических проволок». Глубину идей Кулона о природе деформаций отмечали многие ученые XIX века, в том числе английский ученый Томас Юнг (вспомним модуль упругости – модуль Юнга).

Кулон продолжает заниматься инженерными проблемами, и венный министр переводит его на строительство крепости-тюрьмы Бастилии. За инженерные разработки Кулон был награжден Крестом Св. Людовика.

В 1781 году Кулон был избран членом Парижской академии наук по классу механики.

Исследование кручения тонких металлических нитей имело важное практическое следствие – создание «крутильных весов»! Этот прибор можно было использовать для измерения очень малых сил различной природы, причем он обеспечивал чувствительность, беспрецедентную для того времени.

Разработав тончайший физический прибор, Кулон стал искать ему достойное применение. Ученый начинает исследование проблем

электричества и магнетизма. Эта редкая по широте программа исследований заканчивается написанием семи мемуаров.

Важнейшим результатом, полученным Кулоном в области электричества, было установление основного закона электростатики – закона взаимодействия неподвижных точечных зарядов. Экспериментальное обоснование знаменитого «закона Кулона» и его формулировка представлены в первом и втором мемуарах. Итог: «Сила отталкивания двух маленьких шариков, наэлектризованных электричеством одной природы, обратно пропорциональная квадрату расстояния между центрами шариков».

В третьем мемуаре Кулон обратил внимание на явление утечки электрического заряда. В следующем, одном из самых коротких из серии мемуаров Кулон рассмотрел вопрос о характере распределения электричества между телами. Он доказал, что «электрический флюид распространяется во всех телах в соответствии с их формой».

Пятый и шестой мемуары посвящены количественному анализу распределения заряда между соприкасающимися проводящими телами и определению плотности заряда на различных участках поверхности этих тел.

Применительно к магнетизму Кулон пытался решить те же задачи, что и для электричества.

Ученому удалось уловить некоторые своеобразные черты магнетизма. В целом же общность полученных Кулоном результатов в области магнетизма меньше, чем общность электростатических закономерностей.

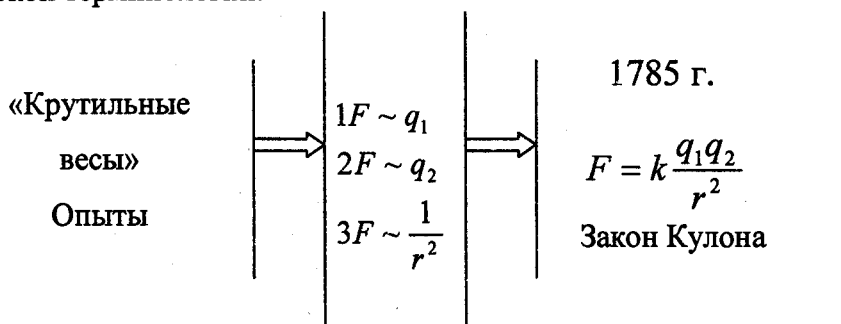
Таким образом, Кулон заложил основы электростатики (и магнитостатики). Его результаты имеют фундаментальное и прикладное значения. «Крутильные весы» имели важнейшее значение еще и потому, что они дали в руки физиков метод определения единицы электрического заряда через величины, использовавшиеся в механике: силу и расстояние, что позволило проводить количественные исследования электрических явлений.

В 1793 году политическая обстановка в Париже сильно обострилась, поэтому Кулон со своей семьей переезжает в свое поместье подальше от политических бурь. В конце 1795 года он возвращается в Париж после избрания его постоянным членом отделения экспериментальной физики Института Франции – новой национальной академии.

Последние годы своей жизни Кулон посвящает организации новой системы образования во Франции. Поездки по стране подорвали здоровье ученого. Летом 1806 года он заболел лихорадкой и скончался.

Отец семейства оставил довольно значительное наследство супруге и сыновьям. В знак уважения к памяти о Кулоне оба его сына

были определены за государственный счет в привилегированное учебное заведение. Ученый муж Шарль Огюстен Кулон оставил человечеству огромное научное наследство в виде блестящих научных результатов: закономерности внешнего трения, закон кручения упругих нитей, основной закон электростатики, закон взаимодействия магнитных полюсов и, конечно же, «крутильные весы» - все это вошло в золотой фонд науки. «Кулоновское поле», «кулоновский потенциал», единица электрического заряда «Кулон» - все это прочно закрепилось в физической терминологии.



Итоги и выводы:

Закон Кулона относится к числу фундаментальных законов природы.

Кулон измерял силу взаимодействия заряженных шариков, а обобщил результаты в виде закона взаимодействия электрических зарядов.

Закон был получен в предположении, что силой всемирного тяготения между шариками можно пренебречь. Когда была измерена гравитационная постоянная, это интуитивное предположение получило количественное обоснование.

Чтобы соблюсти точность физической терминологии, мы не можем говорить «движение зарядов» в электрическом и магнитном полях, так как ускорение заряженной частицы зависит не только от ее заряда, но и от массы:

$$m \vec{a} = q \vec{E} \text{ — для электрического поля,}$$

$$m \vec{a} = q \left[\vec{v} \times \vec{B} \right] \text{ — для магнитного поля}$$

В обоих случаях далеко не очевидно, что закон, установленный на основе экспериментов с макротелами, будет справедливым и для взаимодействия заряженных микрочастиц. Во времена Кулона ученые исходили из предположения, что законы микромира и макромира тождественны. Это предположение было отвергнуто в связи с развитием квантовой и релятивистской механики. Однако закон Кулона оказался в

известных пределах справедлив и для микромира. В 1910 г. Резерфорд создал теорию взаимодействия зараженных -частиц с ядрами атомов. Он исходил из предположения, что закон Кулона справедлив на расстояниях порядка диаметра атома. Эта теория подтвердилась опытами, которые раскрыли «загадки» структуры атомов.

Современная физика считает, что закон Кулон «отказывается работать» лишь при расстоянии порядка диаметра атомных ядер, т.е. в области действия ядерных сил и только потому, что ядерные силы значительно больше кулоновских.

Алессандро Вольта (1745-1827)

Родился Алессандро в Италии в родовом поместье, где богатые его предки жили в течение многих веков. Учился в школе ордена иезуитов и в 18-летнем возрасте интенсивно переписывался с одним из наиболее видных физиков – иезуитов того времени – преподобным аббатом Нолле (тем самым, который показал королю Франции опыт с лейденской банкой, поражающей электричеством отряд мушкетеров).

В 30-летнем возрасте он уже знаменит, так как изобрел электрофор – прибор для опытов со статическим электричеством. На Вольта «золотым дождем» сыплются почести многих академий. Его электрофор – безотказный прибор для получения мощных разрядов электричества. Но главное открытие Вольта еще впереди. А пока Алессандро Вольта – профессор, он прогрессивный и смелый, так как порывает с латынским языком и учит студентов на итальянском.

Он много путешествует: Брюссель, Амстердам, Париж, Лондон, Берлин. Среди его друзей – Бенджамен Франклин, в то время представитель английских колоний в Америке. В каждом городе в его честь проводят собрания ученых, ему вручают золотые медали и оказывают другие почести. Но все это потускнеет перед последующими триумфальными шествиями Вольта по иностранным городам, когда он станет создателем «Вольтова столба» - первой в истории человечества электрической батареи!

Профессору Алессандро Вольта попался на глаза только что вышедший трактат Луиджи Гальвани «Об электрических силах в мускуле». Вольта потрясен содержанием трактата, он перечитывает его несколько раз и находит в нем то, что ускользнуло от внимания самого автора, а именно – упоминание о том, что эффект содрогания лапок лягушки наблюдался лишь тогда, когда лапок касались двумя различными металлами. Вольта решает поставить видоизмененный опыт...на самом себе!

«Признаюсь, я с неверием и очень малой надеждой на успех приступил к первым опытам: такими невероятными казались они мне, такими далекими от всего, что нам доселе известно было об

электричестве... Ныне я обратился, сам был очевидцем, сам производил чудное действие и от неверия перешел, может быть, к фанатизму!» Вольта брал две монеты из разных металлов и ...клял их себе в рот – одну на язык, другую – под язык. Если эти монеты Вольта соединял проволочкой, то чувствовал солоноватый вкус. Из опытов, проведенных ранее с машиной Отто фон Герике и собственным электрофором, Вольта знал, что такой вкус вызывается электричеством.

Гениальная догадка...! Поставив друг на друга более ста металлических (цинк и серебро) кружков, разделенных смоченной соленой водой бумагой, Вольта получил довольно мощный источник электричества – «Вольтов столб»! В противовес машине Герике и электрофору, Вольтов столб действует не одно мгновение, а постоянно!

20 марта 1800 года Вольта сообщил о своих исследованиях Лондонскому королевскому обществу. Распространению известности и расширению опытов с электричеством способствовало приглашение Вольта в Париж для чтения лекций перед известными физиками Франции.

По пути в Париж, в Женеве, в честь Вольта были организованы сверхбагатые пиршества, почести неопишуемые. В Париже все академики, за научные заслуги получившие прозвища «бессмертные», казалось соревновались друг с другом в оказании почестей Вольта.

Лаплас, Кулон, Био, Бертолле, Кювье и др. с величайшим почтением приветствовали Алессандро Вольта, который, к тому же, был принят и Первым консулом Франции – Наполеоном Бонапартом. Наполеон очень интересовался науками, справедливо полагая, что сила государства в новом веке будет немыслимой без процветания наук.

Вольта стал рыцарем Почетного легиона, Железного Креста, получил звание сенатора и графа.

Наполеон довольно часто посещал заседания Французской академии наук, тем более что он сам был академиком по классу геометрии. Однажды Наполеон увидел в библиотеке академии лавровый венок с надписью «Великому Вольтеру» и зачеркнул две последние буквы, в результате его вмешательства получилось: «Великому Вольте...»

Наполеон Бонапарт – генерал, Первый консул, император Франции мало известен тем, что он содействовал интенсивному исследованию электричества. В послереволюционной Франции наблюдался резкий подъем научной деятельности. Именно в это время во Франции впервые в мире возникли ученые – профессионалы, для которых главным было не преподавание, а занятие наукой. Наполеон ввел в практику широкую поддержку (в том числе и материальную) ученых со стороны государства.

Наполеон способствовал созданию в пригородной парижской деревушке Аркюэле научного сообщества, в которое вошло редкое созвездие научных талантов – Гей-Люссак, Араго, Лаплас, Гумбольдт и др. В деревянных домах этого «академгородка» происходили горячие научные споры между учеными. Любой талантливый человек мог найти там не только моральную поддержку, но и возможность поработать в специальной созданной лаборатории. Покровительство Наполеона наукам имело, в известном смысле, случайные корни. Одним из преподавателей в Военной школе, где учился Наполеон, был знаменитый французский математик, астроном и физик Пьер Симон Лаплас. Блестящий математик произвел на будущего императора неизгладимое впечатление. Впоследствии Лаплас стал техническим экспертом, членом сената и другом Наполеона.

Отношение Наполеона к науке и ее деятелям было благоприятным всегда, но его покровительство особенно ценилось после приезда в Париж Вольта. Наполеон посетил лекции Вольта и выступил с речью, из которой следовало, что он (Наполеон) считает приезд Вольта крупной вехой в истории французской науки.

Наполеон учредил ежегодную золотую медаль и премию в 3 тысячи франков за лучшие работы в области «вольтаического» электричества. Кроме этого он обещал и разовую премию: «Я желаю для ободрения исследователей учредить премию в 60 тысяч франков тому, кто своими экспериментами и открытиями продвинет электричество и гальванизм до уровня, сравнимого с уровнем исследований Вольта и Франклина. Иностранцы также должны допускаться к конкурсу на равных основаниях».

Старость свою Алессандро Вольта провел в своем родном городе Комо на севере Италии, где когда-то он преподавал физику в гимназии и целеустремленно занимался электрическими исследованиями.

О профессоре физики Павийского университета Алессандро Вольта знаменитый Араго говорил так: «Смелый и быстрый ум, большие и верные мысли, мягкий и искренний характер – таковы были основные качества знаменитого профессора. Никогда честолюбие, жадность к деньгам, дух соперничества не повелевали его действиями. Единственная страсть, которую он испытывал, была любовь к исследованиям». Его биограф Монти писал: «Никто не мог бы вывести его из размышлений, в которое он погружен с такой силой, что всякая другая мысль казалась в нем угасшей». Громкая слава, достигшая вершины после изобретения «вольтова столба», мало трогала ученого.

Вольта прожил долгую и счастливую жизнь. Он был преданным сыном, любящим мужем и отцом троих своих сыновей. К сожалению, почти все его личные вещи, приборы, а также одиннадцать огромных папок его трудов сгорели во время пожара. Наверное в этих папках было

очень много интересного...Но Вольты вечен, потому что есть «один вольт», «двести двадцать вольт», «тысяча киловольт», «миллиард электрон - вольт»!

В музее г.Комо есть запись профессора Берцолари: Вольты «был самым великим физиком, жившим в Италии после Галилея».

Ганс Христиан Эрстед (1777-1851)

Родился Ганс на датском острове в семье бедного аптекаря. Начальное образование он получал весьма оригинально: городской парикмахер учил его немецкому языку, его жена – датскому, пастор маленькой церквушки научил его правилам грамматики, познакомил с историей и литературой, землемер научил математическим действиям сложения и вычитания, а заезжий студент впервые поведал Гансу удивительные сведения о свойствах минералов, посеял любопытство и приучил любить «аромат» тайны.

За стойкой отцовской аптеки Ганс приобщается к медицине, поступает в Копенгагенский университет и берется за изучение всего – медицины, физики, астрономии, философии, поэзии.

Он был абсолютно счастлив в университетских стенах, где царил свобода, где Ганс мог наслаждаться в великом царстве мысли и воображения, где есть борьба, где есть свобода высказываний, где побежденному дано право восстать и бороться снова – именно так оценивал свою студенческую жизнь Ганс Эрстед.

Чем бы ни занимался в студенческие годы Ганс Эрстед, он делал это с увлечением, а потому успешно и результативно. Золотая медаль университета была присуждена ему за литературную работу «Границы поэзии и прозы». Высоко оценена и работа о свойствах щелочей, а диссертация, за которую он получил звание доктора философии, была посвящена медицине.

Деятнадцатый век заявил о себе новым образом жизни, мыслей, новыми социальными и политическими идеями, новой философией, новым восприятием искусства и литературы. Увлеченность Эрстеда не знает границ. Он стремится туда, где бурлят научные страсти – в Германию, Францию и другие страны, так как Дания в это время была европейской провинцией.

Блестяще защитив диссертацию, Эрстед едет на стажировку во Францию, Германию, Голландию. Он слушает лекции выдающихся философов, не всегда соглашаясь с ними, особенно по проблеме значения экспериментальных исследований физических явлений. Он в восторге от Шеллинга, особенно поразила его шеллинговская идея о всеобщей связи физических явлений. Эрстед усмотрел в ней оправдание и смысл своей разносторонней «разбросанности» - все изучавшееся им оказалось по этой философии взаимосвязанным и взаимообусловленным.

Он стал одержим идеей связи всего со всем! Нашлись родственные души, столь же одержимые и романтические. Это немецкий философ Шеллинг и немецкий физик Риттер – изобретатель аккумулятора, гениальный фантазер, генератор сумасброднейших идей. Исходя из сугубо астрономических соображений, Риттер «вычислил», что эпоха новых электрических открытий наступит в 1819-1820 гг. Это предсказание сбылось, открытие состоялось в феврале 1820 г, автор открытия – Ганс Христиан Эрстед!

Предыстория и предпосылки этого открытия весьма красноречивы. В 1806 году Эрстед стал профессором Копенгагенского университета. Увлечшись и уверовав в философию Шеллинга, он много размышлял о связях между теплотой, светом, электричеством и магнетизмом. В 1813 году во Франции выходит его работа «Исследование идентичности химических и электрических сил». В этой работе Эрстед впервые высказывает идею о связи электричества и магнетизма. Он писал: «Следует испробовать, не производит ли электричество... каких-либо действий на магнит...» Его рассуждения были достаточно логичными: электричество порождает искру-свет, звук-треск, наконец, оно может производить тепло-провода, замыкающая зажимы источника тока, нагревается. Не может ли электричество производить магнитных действий? Идея связи электричества и магнетизма носилась в воздухе, и многие лучшие умы Европы были ею увлечены.

В феврале 1820 г. Эрстед, заслуженный профессор Копенгагенского университета, читал лекцию студентам и демонстрировал тепловое действие электрического тока. Рядом с проволокой, замыкающей цепь, случайно находился компас в виде магнитной стрелки на острие. Эта стрелка «почему-то» поворачивалась при замыкании цепи и возвращалась в исходное положение при размыкании. Студенты потом рассказывали, что один из них обратил внимание на «странное» поведение магнитной стрелки, а удивление и восторг профессора в связи с этим, по их утверждению, были неподдельными. Здесь имеют место исторические разночтения, так как сам Эрстед в своих последующих работах писал: «Все присутствующие в аудитории свидетели того, что я заранее объявил о результате эксперимента. Открытие, таким образом, не было случайностью, как хотел бы заключить профессор Гильберт из тех выражений, которые я использовал при первом оповещении об открытии».

Как бы там ни было, но в данном случае случайность была закономерной, так как Эрстед был в числе тогда еще немногих исследователей, изучающих связи между явлениями и, как может быть никто, Эрстед в такую связь верил.

Четырехстраничный мемуар Эрстеда вышел в свет в июле 1820 года. Дальнейшие события развивались в весьма стремительном темпе,

непривычном для неторопливой тогда науки. Через несколько дней мемуар появился в Женеве, где в это время находился французский ученый, один из представителей «Аркюэльского созвездия» Доминик Франсуа Араго. Он сразу понял, что найдено решение проблемы, над которой он и другие ученые трудились очень долго. Впечатление от демонстрируемого опыта было столь велико, что один из наблюдавших этот опыт с волнением произнес ставшую впоследствии знаменательной фразу: «Господа, происходит переворот!»

Кроме выдающегося открытия связи электричества с магнетизмом профессор Копенгагенского университета и одновременно директор политехнической школы Эрстед одним из первых высказал мысль (1821 г) о том, что свет представляет собой электромагнитные явления. В 1822-23 гг. он переоткрыл термоэлектрический эффект и построил первый термоэлемент. Эрстед проводил исследования по акустике, пытался обнаружить возникновение электрических явлений за счет звука.

Ганс Христиан Эрстед был блестящим лектором и популяризатором науки. В 1824 году он организовал Общество по распространению естественнонаучных знаний, создал первую в Дании физическую лабораторию, способствовал улучшению преподавания физики в учебных заведениях. Он почетный член многих академий наук, в том числе и Петербургской АН.

Еще при жизни Эрстед стал национальным героем Дании. В последний путь его провожали ученые, правительственные чиновники, члены королевской семьи, дипломаты многих стран, студенты и простые датчане – всего более двухсот тысяч человек. Звучали траурные марши, специально сочиненные в его память. Все ощущали его смерть как личную потерю. За многое они были благодарны ему, ведь он подарил миру свет знаний и новые тайны.

Французский ученый Андре Мари Ампер писал о датском ученом Гансе Христиане Эрстеде так: «Ученый датский физик, профессор своим великим открытием проложил физикам новый путь исследований. Эти исследования не остались бесплодными; они привлекли к открытию множества фактов, достойных вниманию всех, кто интересуется прогрессом».

Андре Мари Ампер (1775-1836)

Ампер в истории науки известен, в основном, как основоположник электродинамики. Однако он был универсальным ученым, достойным восхищения. Он имеет заслуги и в области математики, химии, биологии, философии, лингвистики. Ампер высказал мысль о том, что в будущем, вероятно, возникнет новая наука об общих закономерностях процессов управления и предложил назвать эту новую науку кибернетикой. Это был блестящий ум, поражающий своими

энциклопедическими знаниями всех близко знавших его и общавшихся с ним людей.

Родился Андре в семье лионских торговцев, его детство прошло в небольшом поместье, которое отец купил в окрестностях Лиона. Он никогда не учился в школе, но чтению и арифметике выучился очень рано и быстро. Читал Андре все, что находилось в отцовской библиотеке. В 14-летнем возрасте он прочитал все двадцать восемь томов французской «Энциклопедии», созданной академиками с прозвищем «бессмертные».

Особый интерес проявлял Андре Ампер к физике и математике, но именно таких книг в отцовской библиотеки было мало. Поэтому родители пригласили к Андре учителя математики. Вскоре учитель отказался от уроков, так как его знаний явно не хватало для обучения такого ученика, который уже умел интегрировать.

В 1789 году началась Великая французская буржуазная революция, которая сыграла трагическую роль. Его отец, мировой судья в Лионе, был казнен на гильотине, хотя все и всегда делал только с лучшими намерениями.

Еще при жизни отец купил много книг и геометрических приборов, без которых, как он писал, «мой сын не мог обойтись».

Увлекаясь математикой, Андре Ампер в 13-летнем возрасте представил в Лионскую академию наук свое решение задачи о квадратуре круга. Известно, что эта задача была принципиально неразрешимой.

После казни отца и конфискации имущества Амперу пришлось решать и проблему материальных средств существования. Сначала он давал частные уроки математики, а в 1802 году его пригласили преподавать физику и химию в Центральную школу старинного провинциального городка недалеко от Лиона. Началась постоянная преподавательская деятельность Ампера, которой он занимался до конца жизни.

В конце 1804 года Ампер получил должность преподавателя в знаменитой Политехнической школе Парижа. Эта школа функционировала уже 10 лет и стала национальной гордостью Франции, так как успешно решала поставленную перед ней задачу: готовить высокообразованных технических специалистов с глубокими знаниями физико-математических наук.

Время Ампера – время великих открытий в области электричества.

Эксперименты Франклина были проведены, когда Андре было шестнадцать лет. Первая статья Алессандро Вольта о гальваническом электричестве была опубликована, когда Амперу было двадцать пять лет. В это же время Французская академия наук по указанию Наполеона

объявила конкурс с большими материальными вознаграждениями за исследования в области вольтаического электричества.

Увлекающийся Ампер со своим пытливым умом уже со времен франклиновских опытов постоянно думает о проблемах электричества.

К своим двадцати семи годам у Ампера уже наметились в общем виде те же научные идеи, которые затем будут развиты в необычной и яркой форме языком созданной им электродинамики.

Время расцвета научной деятельности Ампера приходится на период с 1814 года по 1826, причем первые шесть лет были получены существенные математические результаты, а вторые шесть лет – выдающиеся результаты в области физических исследований.

Научный потенциал – мысли и эксперименты, и беседы, гипотезы и проблемы постоянно накапливались у Ампера. Благодаря успехам в области математики 39-летний Ампер становится академиком по секции геометрии. Он стал равноправным членом среди «бессмертных», к которым относились Лаплас, Пуассон, Фурье, Коши, Араго, Монж, Био, Френель, Гей-Люссак, Савар.

Вспышка гения Ампера, явившаяся «пусковым механизмом» его научного творчества, произошла в сентябре месяце 1820 года, когда Доменик Араго продемонстрировал на заседании Французской Академии опыты датского профессора Эрстеда.

Весь накопленный научный потенциал Ампера по проблеме взаимосвязи электричества и магнетизма был актуализирован практически за две недели. Уже в конце первой недели Ампер сделал открытие большой важности – взаимодействие параллельных токов. Он установил, что два параллельных провода, по которым течет ток в одинаковом направлении, притягиваются друг к другу, а если направления токов противоположны, провода отталкиваются. Ампер объяснил это явление взаимодействием магнитных полей, которые создаются токами. Сегодня вся электротехника «пронизана» этим законом Ампера. Электродинамика, созданная Ампером, сыграла огромную роль не только в истории развития физики, но и в истории человеческой цивилизации!

По праву сегодня есть город Ампер, железнодорожная станция Ампер, научно-исследовательский центр имени Ампера, музей Ампера, «Общество друзей Ампера».

В международной системе единиц (СИ) среди основных единиц есть и единица силы тока – один ампер!

А во всех учебниках физики есть закон Ампера – закон взаимодействия параллельных проводников, по которым «течет» электрический ток:

$$\text{Опыты} \Rightarrow \left| \begin{array}{l} F \sim I_1 \\ F \sim I_2 \\ F \sim l \\ F \sim \frac{l}{R} \end{array} \right| \Rightarrow \left| \begin{array}{l} 1820 \text{ г.} \\ F = k \frac{I_1 I_2 l}{R} \\ \text{Закон Ампера} \end{array} \right|$$

$$\frac{k \cdot I_1}{R} = B_1 \quad F = B_1 \cdot I_2 \cdot l$$

$$\frac{k \cdot I_2}{R} = B_2 \quad F = B_2 \cdot I_1 \cdot l$$

Обобщенный вариант закона Ампера

$$F_A = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

Георг Симон Ом (1787-1854)

«Открытие Ома было ярким факелом, осветившим ту область электричества, которая до него была окутана мраком. Ом указал единственно правильный путь через непроходимый лес непонятных фактов. Замечательные успехи в развитии электротехники, за которыми мы с удивлением наблюдали в последние десятилетия, могли быть достигнуты только на основе открытия Ома. Лишь тот в состоянии господствовать над силами природы и управлять ими, кто сумеет разгадать законы природы. Ом вырвал у природы так долго скрываемую ею тайну и передал ее в руки современников» - такие слова прозвучали из уст профессора физики Мюнхенского университета при открытии памятника Ому в 1895 году.

Научное открытие Ома – закон его имени, в отличие от открытий Вольта, Эрстеда, Ампера, Фарадея не произвело революционных изменений в научном мировоззрении, но без этого научного открытия невозможно было бы дальнейшее развитие электротехники, конструирование электрических машин, которые до сих пор являются основными в промышленности и на транспорте. Знание и значение закона Ома для расчета электрических цепей и радиосхем невозможно переоценить.

Георг родился в семье слесаря, который продолжал ремесло своих предков. Его мать умерла, когда Георгу исполнилось семь лет. Роль отца в образовании детей трудно переоценить, так как он в полном смысле посвятил этому всю свою жизнь. С трудом «сводя концы с концами» в материальном положении, отец Георга никогда не экономил денег на книгах, приучая своих детей к самостоятельному учению.

Георг успешно закончил гимназию и поступил на философский факультет Эрлангенского университета, где изучал математику, физику и философию. Незаурядные способности студента и солидная предварительная подготовка позволили Ому учиться в университете легко и успешно. Он вовлечен в бурную студенческую жизнь на «положении первого»: лучший бильярдист среди студентов университета; среди конькобежцев ему не было равных; он великолепный танцор на студенческих вечерах.

Однако материальные затруднения не позволяют продолжить учебу в университете и, проучившись три семестра, Георг Ом становится учителем математики в частной школе, а затем возвращается в Эрланген. Плодотворные самостоятельные занятия науками были настолько успешными, что Ом за один год заканчивает университет, защищает диссертацию и получает степень доктора философии.

Преподавательская работа полностью соответствовала желаниям и способностям Ома. Вскоре Ом получает приглашение на место учителя математики и физики в г.Кельне, где он «превратился» из математика в физика. Он с увлечением отдается не только преподавательской, но и исследовательской работе, проводя долгие часы в мастерской и в хранилище приборов. Требовался принципиальный переход от созерцательного исследования и накопления экспериментального материала к установлению закона, описывающего сущность процесса протекания электрического тока по проводнику.

Наступило время для установления количественных связей, характеризующих электрический ток. Необходимо было выбрать величины, подлежащие измерению. Такие понятия, как напряжение, падение напряжения, сопротивление проводников еще не вошли в научный обиход и не стали привычными характеристиками при изучении электрического тока. К тому же отсутствовали электроизмерительные приборы, их надо было создавать. Не известен был и механизм работы гальванических и термоэлектрических источников, хотя сами элементы были уже созданы. Разные токи по-разному нагревали проводники, что сказывались на их сопротивлениях. Несмотря на постоянные попытки экспериментаторов найти соотношение между величинами, характеризующими электрический ток, это им не удавалось.

Благодаря упорству и целеустремленности, физической интуиции, уверенности в успех и той тщательности, с которой Ом проводил свои эксперименты, ему удалось в конце концов преодолеть все препятствия и установить основной закон электрических цепей, справедливо названный его именем.

Ровно через год, в 1827 году, была опубликована монография «Теоретические исследования электрических цепей», в которой Ом предложил характеризовать электрические свойства проводника его

сопротивлением, сформулировал законы для участка цепи и для полной цепи.

Только в 1841 году работа Ома была переведена на английский язык, в 1847 году – на итальянский, в 1860 году – на французский.

Раньше всех из зарубежных ученых Ома признали русские физики Ленц и Якоби, что способствовало его международному признанию. Лондонское королевское общество наградило Ома золотой медалью и избрало своим членом.

Очень эмоционально отозвался о заслугах немецкого ученого американский физик Дж. Генри: «Когда я первый раз прочел теорию Ома, то она мне показалась молнией, вдруг осветившей комнату, погруженную во мрак».

В 1852 году Ом наконец-то получил должность ординарного профессора, о которой мечтал всю свою жизнь. Через год он одним из первых был награжден только что учрежденным орденом «За выдающиеся достижения в области науки», а еще через год Ом скончался.

Исследования Ома вызвали к жизни новые идеи, развитие которых способствовало движению вперед учения об электричестве.

В 1881 году на электротехническом съезде в Париже ученые единогласно утвердили название единицы сопротивления – один ом.

В законе Ома стали навсегда «неразлучными» три выдающиеся ученые, которые при жизни никогда не встречались вместе. Это итальянец Алессандро Вольта, француз Андре Мари Ампер и немец Георг Симон Ом!

Когда в 1826 году Ом опубликовал свою первую научную статью с результатами экспериментальных исследований 81-летнему Вольта оставалось жить всего один год, а 51-летнему Амперу – 10 лет.

$$I = \frac{U}{R} \quad 1826 \text{ г}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad 1827 \text{ г}$$

Майкл Фарадей (1791-1867)

Этот английский ученый сделал за свою 76-летнюю жизнь столько открытий, что их хватило бы доброму десятку исследователей, чтобы обессмертить свое имя. За 5 лет до своей кончины он записал в лабораторный журнал свой последний физический опыт под номером 16041! А пять фундаментальных опытов, выполненных осенью 1831 года и раскрывших тайну электромагнитной индукции, сделали 40-летнего ученого всемирно известным. По существу, Майкл Фарадей вывел науку

об электричестве и магнетизме с узких лабораторных тропинок на широкую магистральную дорогу, ведущую в двадцатый век!

Родился Майкл в одном из беднейших кварталов Лондона в семье кузнеца. В начальной школе научился чтению, письму и счету. После начальной школы 13-летний Майкл устроился на работу помощником переплетчика в книжной лавке, где читал все, что попадает под руку.

Некоторые из заказчиков его хозяина, принадлежавшие к научному миру и посещавшие переплетную мастерскую, заинтересовались преданным науке учеником переплетчика и способствовали тому, чтобы Майкл имел доступ на лекции, которые ученые читали для публики. Так Фарадей попал на лекции великого английского физика и химика Гемфри Дэви. Свои подробные записи Майкл аккуратно переплел и вручил ученому. Тот был настолько приятно удивлен, что предложил Фарадею работать с ним в качестве секретаря. Вскоре Дэви отправился в путешествие по Европе и взял с собой Фарадея. За два года они посетили крупнейшие европейские университеты.

Дэви был «человеком света», и тихий лаборант Майкл впитывает опыт общения знаменитого ученого. Все окружающее – Париж, Флоренция и другие города, встречи с Ампером, Гей-Люссаком и другими учеными – все это было для Фарадея «школой жизни».

Вернувшийся в Лондон в 1815 году, Фарадей начал работать ассистентом в одной из лабораторий Королевского института в Лондоне. Он очень много и с удовольствием работает. Наступили годы высокого творческого подъема. Первые публикации, первые прикосновения к тайне электромагнитных полей.

Многие исследования и их результаты (например, законы электролиза Фарадея) могли бы сами по себе обессмертить имя их автора. Но наиболее важными из научных работ Фарадея являются его исследования в области электромагнетизма, в частности электромагнитной индукции. По сути дела учение электромагнетизма об индукционном электричестве, имеющее в настоящее время громадное значение для техники, было создано Фарадеем «с нуля». Фарадей открыл третий вид электричества – индукционное, в дополнении к первым двум: статическому и гальваническому.

Только после исследований Фарадея в области электромагнетизма, только после открытия им этого вида проявления электромагнитной энергии стали возможными те «чудеса техники», которые имеют место в настоящее время.

Фарадей весь отдавался научным занятиям. Он отправлялся рано утром в свою лабораторию и возвращался в лоно семьи лишь поздно вечером. В лаборатории среди своих приборов Фарадей провел всю свою,

посвященную науке, жизнь, решительно ничем не отвлекаясь от научных исследований.

Возможность всецело отдаться научным занятиям обуславливалась тем, что работа Фарадея достаточно хорошо материально вознаграждалась, но еще более тем, что все жизненные заботы были сняты с него женою, его настоящим «ангелом-хранителем». Любящая жена приняла на себя все тяготы жизни, чтобы предоставить возможность мужу всецело отдаться науке. Никогда в течение продолжительной совместной жизни Майкл Фарадей не чувствовал затруднений материального характера, и его ум неумоимо работал в области научных исследований. Фарадей писал о себе в третьем лице: «12 июня 1821 года он женился; это обстоятельство более всякого другого содействовало его земному счастью и здоровью его ума. Союз этот продолжался 28 лет, ни в чем не изменившись, разве только взаимная привязанность с течением времени стала глубже и сильнее».

Одним из последних открытий Фарадея было «намагничивание света», как писал Фарадей, или «магнитное вращение плоскости поляризации света», как принято говорить в современной физике.

Фарадей установил, что под действием магнита поляризованный луч света изменяет свое направление. Это открытие было «пусковым механизмом» целого ряда исследований в этой области.

В конце своей жизни, как и многие ученые, Майкл Фарадей обращается к вопросам чисто философского характера. Он старается выяснить природу вещества, определить отношения между атомом и пространством, между пространством и силами и т.п.

Вместе с тем, Фарадей прославился не только своими многочисленными исследованиями (вспомним 16041 опыт!) и открытиями. Он стремился к тому, чтобы его открытия были понятны и тем, кто не имел специального образования. Для этого он занялся популяризацией научных знаний.

С 1826 года Фарадей начал читать свои знаменитые рождественские лекции. Чтение популярных лекций и научно-популярные издания, которые инициировались Фарадеем, были подхвачены и развиты в последствии многими научными организациями.

Фарадей и умер в кресле за рабочим столом. После его смерти многие вспоминали, что он все время носил в кармане маленькую медную спиральку и часто, не слыша людских голосов и музыки, позабыв о собеседниках и оставив закуски, вертел ее в руке, погруженный в мысли, недоступные другим.

О гениальной научной интуиции и пронизательности философского ума Фарадея можно судить по содержанию письма, которое он в запечатанном конверте оставил в Королевском обществе еще в 1832 году. Надпись на конверте гласила: «Новые воззрения,

подлежащие в настоящее время хранению в архивах Королевского общества».

Через 106 лет (1938 г) конверт был вскрыт в присутствии английских ученых. Слова, которые были запечатлены на пожелтевшем листке бумаге, потрясли всех! Выяснилось, что уже в то время Фарадей ясно представлял себе, что индукционные явления распространяются в пространстве с некоторой скоростью, причем в виде волн!

Вот эти записи: «Я пришел к заключению, что на распространение магнитного воздействия требуется время, которое, очевидно, окажется весьма незначительным. Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом. Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной поверхности... По аналогии я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции. В настоящее время, насколько мне известно, никто из ученых, кроме меня, не имеет подобных взглядов».

Девиз Лондонского королевского общества («Не принимай ничьи слова за веру!») ясно и определенно выражал намерения поощрять и поддерживать критический подход к достижениям науки, подход, всегда прочно опирающийся на экспериментальные факты, никогда не зависящий от авторитетов и произвольных догм.

Мысли Фарадея, опередившие время на полвека, блестяще подтвердились дальнейшими теоретическими исследованиями Максвелла и экспериментами Герца.

Значение открытий Фарадея в области электромагнетизма попытаемся подытожить пунктуально.

Во-первых, оказалось возможным осуществить приспособление, создающее электрический ток непрерывно и так долго, как это необходимо. Основу такого приспособления составляет определенным образом намотанная катушка, перемещающаяся в сфере действия (говорят «в поле») постоянного магнита. Именно на этом принципе основано действие роторного электрического генератора (индукционного генератора). Фактически все наши современные электростанции вырабатывают электроэнергию в соответствии с этим принципом, независимо от того, работают они на угле, нефти или за счет энергии воды.

Во-вторых, Фарадей дал удовлетворительный ответ на поставленный им же вопрос: «Коль скоро электричество может создавать магнетизм, может ли магнетизм создавать электричество?» Вообще, весь материальный мир, как правило, симметричен, и нам всегда страстно хочется найти обратное соотношение между явлениями.

В-третьих, открытие Фарадеем электромагнитной индукции, подтвердившее общие соображения о симметрии, или обратимости,

применительно к электрическим и магнитным явлениям, помогло Максвеллу доказать существование самоподдерживающихся электромагнитных волн, обладающих свойством отрываться от их источника и самостоятельно распространяться в пространстве.

Сейчас мы даже мысленно не можем представить себе современный мир без индукционных генераторов, электродвигателей, трансформаторов..., без радио и телевидения! Но именно работам Майкла Фарадея было суждено стать важнейшим звеном в цепи событий, сделавших нашим достоянием все эти физико-технические достижения.

Педагогическая деятельность Майкла Фарадея. Спустя год после избрания Фарадея в Лондонское королевское общество он стал директором Лаборатории в Королевском институте, а в 1833 году получил должность профессора в этом же институте. Все эти годы, несмотря на обширную научно-исследовательскую работу, Фарадей много внимания уделяет организации и чтению лекций.

О своем стиле чтения лекций Фарадей писал, как обычно о себе в третьем лице: «... мой лектор никоим образом не должен быть «приклеенным» к столу или «привинченным» к полу... (Он) должен быть непринужденным и собранным, бесстрашным и беззаботным, а его мысли и сознание ясны и свободны, когда он размышляет о предмете и излагает его... Все его поведение должно внушать аудитории уважение, и он никогда не должен забывать о присутствии этой аудитории... Я не одобряю (лектора), диктующего (свой предмет), за исключением случаев, когда он приводит цитату или выдержку. Лектор обязан излагать предмет легко и свободно, обращаясь к книге только тогда, когда ему надо уточнить свои заметки, он не должен ограничивать свою речь указанным направлением, но отклоняться от него, если того требуют обстоятельства или позволяют возникающие условия... По той же причине (а, именно, чтобы аудитория не уставала) я не одобряю длинных лекций; один час достаточен для любого лектора, никому нельзя позволить превосходить это время». Фарадею в это время было всего двадцать один год!

Спустя два-три года Фарадей с присущей ему скромностью писал: «...судя по моим заметкам о лекциях, я, видимо, являюсь просто новичком в этом искусстве...» На самом деле, как отмечают многие его слушатели, Фарадей был одним из наиболее искусных и способных лекторов. Будучи директором Королевской лаборатории, Фарадей организовал еженедельные творческие встречи членов Королевского института. Вечерние «лекции по потницам» постепенно превратились в регулярные.

В 1826 году были начаты рождественские чтения, или, как их называли, «лекции, предназначенные для юношеской аудитории». На этих «детских» лекциях можно было встретить слушателей «от 8 до 80»!

Фарадей правильно считал, что дети, как правило, редко находятся в таком состоянии, когда ко всему потеряли интерес и все надоело. Наоборот, они с интересом воспринимают все, что их окружает и стремятся все знать. Самое опасное – это убить у детей чувство изумления и восхищения!

Часто бывает, что определенная часть учащихся «стареют и скучают» еще до своего совершеннолетия. Вся яркая жизнь Майкла Фарадея – убедительный пример того, как избежать этой «ученической трагедии»!

Майкл Фарадей еще в молодости обобщил свои мысли о том, каким, по его мнению, должен быть ученый. Эти слова, как нельзя более кстати, подходят к его собственной научной деятельности: «Ученый должен быть человеком, который стремится выслушать любое предложение, но сам определяет, справедливо ли оно. Внешние признаки явлений не должны связывать суждений ученого, у него не должно быть излюбленной гипотезы, он обязан быть вне школ и не иметь авторитетов. Он должен относиться почтительно не к личностям, а к предметам. Истина должна быть главной целью его исследований. Если к этим качествам еще добавится трудолюбие, то он может надеяться приподнять завесу в храме природы».

Слишком категорично? – Да! Но эти слова он подтвердил собственной жизнью. А потому с именем Фарадея связаны две физические величины: число Фарадея, определяющее значение электрического заряда в электролите, переносящего его стандартное количество вещества, и емкость, которая измеряется фарадами!

Джозеф Генри (1797-1878)

Американский физик, член Национальной академии наук, в течение двадцати лет ее президент. Его научные работы посвящены электромагнетизму. Генри впервые сконструировал мощный подковообразный электромагнит, применив многослойные обмотки из изолированной проволоки (грузоподъемность достигла одной тонны).

В 1831 году (вот удивительное совпадение!) открыл явление электромагнитной индукции (независимо от Фарадея). В этом же году Джозеф Генри сконструировал электрический двигатель, а через год обнаружил явление самоиндукции и экстратоки при размыкании электрической цепи.

Джозеф Генри установил причины, влияющие на индуктивность цепи, в связи с чем в его честь единица индукции названа – один генри!

Кроме этого, Генри изобрел электромагнитное реле, построил телеграф, действовавший на территории Принстонского колледжа. Он же установил в 1842 году колебательный характер разряда конденсатора на катушку.

Прочитируем Колумбийскую энциклопедию: «Он (Генри) открыл явление самоиндукции, и единица индуктивности по этой причине часто называется «генри». Независимо от Фарадея он отыскал принцип возникновения тока индукции, являющийся основой действия динамомашины, трансформатора и многих других устройств. Эксперименты Генри в этой области даже опередили наблюдения Фарадея, однако Генри признавал приоритет Фарадея, раньше его опубликовавшего свои результаты».

Это один из ярких примеров совпадений во времени великих открытий! Когда «приходит время», дух открытий носится в мире, а «пальму первенства» обычно приписывают (и по праву!) тому, кто первым заявил, сообщил, опубликовал, запатентовал.

Открытия Джозефа Генри нисколько не умаляют научные заслуги Майкла Фарадея, а историческая справедливость требует, чтобы имя Генри сохранялось в благодарной памяти потомков. Просто надо знать, что единица индуктивности «генри» учреждена в честь ученого-физика Джозефа Генри.

Вильгельм Вебер (1804-1891)

Единица измерения магнитного потока в интернациональной системе (СИ) – один вебер. Кто стоит за этой единицей и что сделал этот человек для увековечивания своего имени?

Вильгельм Вебер – немецкий физик, научные исследования которого посвящены электромагнетизму. Совместно с Карлом Гауссом построил первый в Германии электромагнитный телеграф. Разработал теорию электродинамических явлений и установил закон взаимодействия движущихся зарядов.

Вебер впервые указал на связь силы тока с плотностью электрических зарядов и скоростью их направленного перемещения. Он является автором гипотезы о дискретности электрического заряда (1848 г) и теории элементарных магнитов – магнитных диполей (1854 г).

Еще в 1871 году Вильгельм Вебер предложил первую электронную модель атома, обосновав его планетарную структуру.

Для введения абсолютной системы единиц в электромагнетизм необходимо было проделать тонкую метрологическую работу, требовавшую одновременно глубоких теоретических оснований и экспериментальной изошренности.

Наука нашла блестящего исполнителя этой сложной задачи в лице Вильгельма Вебера. Более двадцати лет Вебер вел систематические метрологические исследования, в которых прежде всего реализовалась идея Гаусса о сведении измерения всех физических величин в измерению массы, длины и времени.

Эксперименты Вебера (1856 г) привели к установлению фундаментального соотношения – между абсолютной единицей силы тока на основе ее определения через заряд и время, и абсолютной единицей силы тока, установленной по магнитному взаимодействию токов на основе закона Ампера. Опыты Вебера дали удивительный результат: это отношение оказалось равным $3 \cdot 10^8$ м/с, что совпало со скоростью света!

Почему это совпадение не привлекло обостренного внимания Вебера? Видимо для этого еще не созрела почва?!

Примерно через десять лет Джеймс Максвелл увидел в этом совпадении одно из экспериментальных оснований электромагнитной теории света. Действительно, отношение величин, имеющих электромагнитную природу, дает по численному значению и размерности скорость света в вакууме. Это не могло быть случайным! И действительно, дальнейшее развитие физики подтвердило проницательность Максвелла.

Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879)

Всего несколько месяцев разделяют два дни рождения, а именно: 4 октября 1831 г. – «день рождения» гениального открытия Фарадея, его закона электромагнитной индукции и 13 июня 1831 г. – день рождения Джеймса Максвелла.

Научное открытие Фарадея и наследник знаменитого старинного шотландского рода прошли «рука об руку» много лет, что способствовало рождению великих уравнений – уравнений Максвелла.

Перед тем как приступить к построению теории электромагнитного поля, Максвелл тщательно изучил экспериментальные исследования Фарадея. Он пришел к выводу, что Фарадей в своих поисках опирался на систему воззрений, которая могла быть выражена в математической форме.

Фарадеевские представления об электромагнитном поле было непосредственным, чувственно представимым выражением данных опыта. Максвелл нашел математические выражения, адекватные моделям Фарадея. Они позволили глубже заглянуть в сущность электромагнитных явлений и предсказать основные свойства электромагнитного поля.

«Трактат по электричеству и магнетизму»- главный труд Максвелла и вершина его научного творчества. В нем он подвел итоги многолетних поисков и исследований по электромагнетизму. Девятнадцать лет работал Джеймс Максвелл над своим основополагающим трудом!

Максвелл рассмотрел всю сумму знаний по электричеству и магнетизму своего времени, начиная с основных фактов электростатики и кончая созданной им электромагнитной теории света. Он подвел итоги

борьбы теорий дальнего действия и близкого действия, начавшейся еще при жизни Ньютона.

Максвелл не высказался открыто против существовавших до него теорий электричества. Он изложил фарадеевскую концепцию как равноправную с господствующими теориями, но весь дух его книги, его подход к анализу электромагнитных явлений были настолько новы и необычны, что современники отказывались (или не могли) понимать его учение.

«Экспериментальные исследования по электричеству» Фарадея двадцатилетний Максвелл воспринял так, что эту «встречу» можно характеризовать не только как любовь с первого взгляда, но и как любовь на всю жизнь. Эта работа Фарадея произвела на Максвелла неизгладимое впечатление. «Я решил не читать ни одного математического труда в этой области, покуда не изучу достаточно основательно экспериментальные исследования по электричеству» - писал он. И продолжал впоследствии: «Может быть для науки является счастливым обстоятельством то, что Фарадей не был собственно математиком, хотя он был в совершенстве знаком с понятиями пространства, времени и силы. Поэтому он не пытался углубляться в интересные, но чисто математические исследования, которых требовали его открытия. Он был далек от того, чтобы облечь свои результаты в математические формулы, либо в те, которые одобрялись современными ему математиками, либо в те, которые могли бы дать начало новым начинаниям. Благодаря этому он получил досуг, необходимый для работы, соответствующей его духовному направлению, смог согласовать идеи с открытыми им фактами и создать если не технический, то естественный язык для выражения своих результатов».

Вот этим-то «если не техническим, то естественным» языком Фарадей смог выражать сложнейшие понятия, которые легли в основу максвелловской теории.

Реалистически мыслящий Фарадей, докапывающийся до самых глубинных основ, проверяющих всех и вся, органически не мог примириться с теориями великих французов и не менее великих немцев (Вебер), которые исповедовали идею мгновенной передачи действия на расстоянии от одного тела к другому без промежуточной среды. Фарадей был абсолютно убежден в том, что материя не может действовать там, где ее нет» Материальную среду, заполняющую «пустое» пространство и передающую от точки к точке электрическое и магнитное воздействие, Фарадей назвал полем. Теорию этого фарадеевского электромагнитного поля создал Максвелл, который «по счастливой закономерности» был блестящим математиком!

Вчитываясь (а не просто читая!) в страницы «Экспериментальных исследований» Фарадея, Максвелл осознал, что упреки «в

нематематичности воззрений» Фарадея были несправедливыми, а поэтому и несостоятельными. Максвелл писал: «Когда я стал углубляться в изучение работ Фарадея, я заметил, что метод его понимания тоже математичен, хотя и не представлен в условной форме математических символов. Я также нашел, что метод может быть выражен в обычной математической форме и таким образом может быть сопоставлен с методами признанных математиков».

Метод может быть выражен «в обычной математической форме»... Для кого обычной? – Далеко не для всех!

Четыре строчки этих простых уравнений (для кого простых?) и составляют «уравнения Максвелла», а система взглядов, которая легла в основу этих «великих уравнений» (а великие они для всех), получила название «максвеллской теории электромагнитного поля».

Генрих Герц, знаменитый немецкий физик так писал о неисчерпаемости теории Максвелла: «Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая по времени такого чувства, будто математические формулы живут собственной жизнью, обладают собственным разумом – кажется, что эти формулы умнее нас, умнее даже самого автора, как будто они дают нам больше, чем в свое время было в них заложено».

Теория электромагнитного поля Максвелла – триумф идеи Фарадея. Максвелл, по выражению Роберта Милликена, «облек плебейски обнаженные представления Фарадея в аристократические одежды математики».

В уравнениях Максвелла «фигурировала» электродинамическая постоянная «с». Применяв свои уравнения к решению конкретной задачи, Максвелл нашел, что «таинственный» коэффициент «с» оказался равным скорости света! Максвелл непрерывно думал об этом удивительном совпадении, и уравнения тоже «думали».

Электромагнитное поле, как с поразительной ясностью понял Максвелл, распространяется в виде волны, причем волны незатухающей (в вакууме) – энергия магнитного поля полностью переходит в энергию электрического поля, и наоборот. Но ведь в виде таких же поперечных волн распространяется и свет!

Максвелл делает сразу два фундаментальных и далеко идущих вывода:

- Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде поперечных волн.
- Свет есть электромагнитное возмущение.

Было это в 1865 году. Максвелл утверждал, что волны света имеют ту же электромагнитную природу, что и волны, возникающие вокруг провода, в котором существует переменный электрический ток (ускоренно движущиеся заряженные частицы). Отличия только в длине волны. Очень короткие электромагнитные волны и есть видимый свет!

После выхода в свет «Трактата об электричестве и магнетизме» Максвелл решает в целях разъяснения, популяризации и распространения своих научных идей и взглядов написать книгу «Электричество в элементарном изложении». Книга осталась не законченной в связи с тем, что из-за тяжелой болезни 48-летний гений угас, так и не став свидетелем триумфального торжества своей теории.

Этот поистине выдающийся физик-теоретик был, вместе с тем, первым профессором экспериментальной физики в Кембридже. Под его руководством была создана известная всему миру Кавендишская лаборатория в Кембридже, которую он возглавлял до конца своей жизни. Изучение Максвеллом научного наследия Генри Каведиша позволило установить, что Каведиш значительно раньше Фарадея открыл влияние диэлектрика на величину емкости конденсатора и за 15 лет до Кулона открыл закон электрических взаимодействий.

Гений Максвелла оставил свои «отпечатки» на многих физических проблемах – многочисленные увлечения были весьма плодотворными. Он изобрел волчок, поверхность, которого, окрашенная в разные цвета, при вращении образовывала самые разнообразные цветные сочетания. «Диск Максвелла», «демон Максвелла», «распределение Максвелла», «статистика Максвелла-Больцмана», «число Максвелла» - таковы «следы» в науке «признанного лидера математических физиков». Он создал еще множество больших шедевров в самых разнообразных областях – от первой в мире цветной фотографии до разработки способа радикального выведения с одежды жировых пятен.

Но главная заслуга Джеймса Клерка Максвелла и главная память о нем, вероятно единственном в истории науки человеке, в честь которого имеется столько научных названий, - это «уравнение Максвелла», «электродинамика Максвелла», «ток смещения Максвелла», и наконец – один максвелл-единица магнитного потока в гауссовой системе.

Все приведенные термины относятся к области физики, которой Джеймс Клерк Максвелл посвятил всю свою жизнь.

Экспериментальное подтверждение существования электромагнитных волн, предсказанное теоретически Максвеллом, было осуществлено немецким физиком Генрихом Герцем через девять лет после кончины гениального ученого, т.е. в 1888 году.

Генрих Герц (1857-1894)

Генрих родился в Гамбурге в семье юриста, позже ставшего сенатором. В реальном училище он намерен был изучать юриспруденцию, но после того, как начались занятия по физике, интересы Генриха существенно изменились. Родители, которые радовались его жизнерадостности, не мешали мальчику искать свое

призвание и разрешили ему перейти в гимназию, окончив которую он получал право поступления в университет.

Получив аттестат зрелости, Генрих Герц поступил в высшее техническое училище, но вскоре понял, что профессиональная деятельность инженера не для него. По этому поводу он писал так: «Раньше я часто говорил себе, что быть посредственным инженером для меня предпочтительнее, чем посредственным ученым. А теперь думаю, что Шиллер прав, сказав: «Кто трусит рисковать жизнью, тот не добьется в ней успеха». И эта излишняя моя осторожность была бы с моей стороны безумием».

Все возрастающее влечение к физике способствовало тому, что Герц переходит на физико-математический факультет Берлинского университета.

Крупнейший немецкий физик того времени Герман Гельмгольц заметил талантливого юношу. Между ними установились хорошие отношения, которые впоследствии перешли в тесное научное сотрудничество. Герц с величайшим почтением относился к своему научному руководителю и обращался к Гельмгольцу не иначе, как «Ваше превосходительство».

Начинающего ученого Генриха Герца полностью захватила обязательная для выпускника работа над докторской диссертацией. Вскоре диссертация была блестяще защищена, а ее автору была присуждена степень доктора наук с редким в истории Берлинского университета предикатом – «с отличием»! И это у таких строгих и взыскательных профессоров, какими несомненно были Гельмгольц и Кирхгоф.

Дипломная работа Герца «Об индукции во вращающемся шаре» была чисто теоретической, что свидетельствовало о его блестящей математической подготовке так важной для занятий теоретической физикой. Несмотря на то, что Генриха Герца все больше и больше стали привлекать физические экспериментальные исследования, он в определенном смысле вынужден был продолжать теоретические изыскания. Дело в том, что по рекомендации своего научного наставника он перешел в провинциальное городишко Киль, чтобы из ассистента достаточно быстро перейти в доценты. В Киле, в отличие от прекрасно оборудованной берлинской лаборатории, физической лаборатории не было совсем, а эксперименты делались путем приобретения необходимого оборудования за счет исследователя. Поэтому в Киле значительно плодотворней можно было заниматься теоретическими исследованиями.

Генрих Герц предпринял попытку дополнить электродинамику Неймана – одного из ярых приверженцев идеи дальнего действия. Электродинамические уравнения Неймана были «несимметричными», на

что обратил внимание проницательный Герц. В этих уравнениях электрические и магнитные величины находились в неравном положении. К тому же при использовании этой системы уравнений не во всех случаях соблюдался закон сохранения энергии. Отсутствие «математической красоты» и несоблюдение закона сохранения энергии в некоторых случаях не нравилось Герцу. Он вносит поправку в систему уравнений Неймана так, чтобы выполнялся закон сохранения энергии в любом случае, и получает свою собственную систему уравнений, как выяснилось полностью соответствующую системе уравнений Максвелла. Это и обрадовало, и огорчило Герца, так как подтвердило правильность теоретических изысканий и свидетельствовало о том, что в этих изысканиях нет ничего нового.

После шести лет работы в должности доцента в Киле, Герц получил должность профессора физики в Высшей школе в Карлсруэ. Здесь была физическая экспериментальная лаборатория, которая обеспечила Герцу свободу творческого экспериментирования, возможность заниматься тем, к чему он испытывал интерес и чувствовал свое призвание. Именно здесь, в Карлсруэ, начался плодотворный период его научной деятельности.

Так как Герц еще в лаборатории Гельмгольца прошел блестящую экспериментальную и теоретическую школу, тематика его научных интересов была достаточно многообразной. Решающим для выбора основного направления был объявленный Берлинской академией наук по инициативе Гельмгольца конкурс по следующей научной проблеме: «Доказать экспериментально наличие какой-либо связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией изоляторов». В течение семи лет Генрих Герц искал пути решения поставленной Гельмгольцем задачи.

Многочисленные эксперименты способствовали «счастливому случаю» (по выражению Герца), когда он открыл возможность получения регулярных колебаний высокой частоты и заметной интенсивности в коротких металлических проводниках. Об этом Герц написал в статье «О весьма быстрых электрических колебаниях».

Герцем совершен переход к открытому колебательному контуру! Герц конструирует вибратор (генератор) и резонатор (детектор) для исследования поля излучения. Он устанавливает три важнейших научных факта:

- Колебания можно возбудить в линейном проводнике;
- Электрическая искра является источником (генератором) электромагнитных колебаний;
- Колебания можно уловить на значительном расстоянии от генератора с помощью контура, в котором индикатором колебаний также служит электрическая искра.

По поводу последнего пункта Герц писал: «Особенно приводили меня в изумление все большие расстояния, вплоть до которых я мог обнаружить действие. До тех пор привыкли считать, что электрические силы убывают по закону Ньютона и, следовательно, с увлечением расстояния быстро становятся незаметно малыми».

Сделаем разъяснение «изумления» Герца. Электромагнитное поле вблизи линейного вибратора (в так называемой ближней зоне) определяется мгновенными значениями силы тока и заряда в вибраторе. В точке на расстоянии r от вибратора магнитный вектор определяется по закону Био-Савара-Лапласа, а электрический вектор – по закону Кулона. Следовательно, электрический вектор убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от данной точки до вибратора.

В ближней зоне, кроме этого квазистационарного электромагнитного поля, связанного с зарядами и токами в вибраторе, возникает, согласно теории Максвелла, еще и индукционное поле. Оно порождается колебаниями электрического и магнитного векторов квазистационарного поля вблизи вибратора. Таким образом, вблизи вибратора поле носит сложный характер, является суперпозицией квазистационарного поля, сильно убывающего с расстоянием, и индукционного поля, убывающего значительно медленнее по закону обратно пропорциональной зависимости.

При малых r существенно первое поле, а при больших r – второе. В промежуточной области в результате суперпозиции этих полей электрический и магнитный векторы становятся синфазными, и эта синфазность в дальнейшем сохраняется в так называемой волновой зоне. Здесь уже квазистационарные поля практически становятся незначительными, а индукционное поле остается и становится свободным от связи с источником (вибратором). Это свободное поле и есть электромагнитная волна. Изменяющиеся электрическая и магнитная составляющие волны обеспечивают тем самым, в соответствии с теорией Максвелла, существование распространяющегося электромагнитного поля, т.е. именно в изменчивости – залог существования электромагнитной волны.

Чтобы не сбиться с пути экспериментирования, нужно было решить проблемы и теоретического характера, а положительный опыт у Герца в этом отношении, безусловно, был.

В начале 1888 года Герц доказывает, что «индукционное действие распространяется в воздухе с конечной скоростью», а затем публикует свою знаменитую статью «Об электродинамических волнах в воздухе и об их отражении». Именно в этом исследовании в «почти непосредственно осязаемой форме» были получены электромагнитные волны. Опыты Герца дали убедительные результаты: круговым контуром

с разрядником в качестве детектора можно было буквально «прощупать» структуру волны!

Генрих Герц на основе теоретического анализа намечает пути дальнейших экспериментальных исследований электромагнитных волн. Теория диктовала условия, при которых можно было выяснить все свойства волн, повысив мощность излучения. Это могло быть достигнуто, с одной стороны, уменьшением длины волны (повышением частоты), а с другой – фокусировкой «лучей электрической силы» (по терминологии того времени).

Опыты Герца и на этот раз были успешными. Он получил свободную электромагнитную волну, интенсивность которой была достаточной для проведения решающих экспериментов, результаты которых опубликованы в его работе «О лучах электрической силы» (1889 г). «Мне удалось получить отчетливые лучи электрической силы и произвести при их помощи все элементарные опыты, которые производятся со световыми и тепловыми лучами».

Опыты были поразительны по простоте и убедительности. Они кратчайшим путем привели к фундаментальному заключению: «Представляется весьма вероятным, что описанные опыты доказывают идентичность света, тепловых лучей и электродинамического волнового движения».

Генрих Герц представил электромагнитное поле как физическую реальность, доступную экспериментальному исследованию! Его опыты «осветили» путь практического использования теории электромагнитного поля, чем и воспользовались другие ученые.

На 62-м съезде немецких естествоиспытателей и врачей 32-летний Герц выступил с докладом «О соотношении между светом и электричеством». Он подвел итоги своих опытов, сообщив следующее: «Все эти опыты очень просты в принципе, но, тем не менее, они влекут за собой важнейшие следствия. Они рушат всякую теорию, которая считает, что электрические силы перепрыгивают пространство мгновенно. Они означают блестящую победу теории Максвелла...Настолько маловероятным казалось ранее ее воззрение, на сущность света, настолько трудно теперь не разделять это воззрение».

К великому сожалению очень рано (в 37 лет) ушел из жизни этот великий человек, удостоенный при своей короткой жизни великих почестей (ему были вручены многие награды, премии и медали).

А после его смерти благодарные потомки воздвигнул ему «вечный памятник»: именем Герца названа единица частоты колебаний – один герц – одно колебание в секунду. Мы сегодня говорим: 50 герц; килогерц – тысяча герц; мегагерц – миллион герц, а Генрих Герц – один – великий экспериментатор, выдающийся ученый-физик и просто замечательный человек!

Из доклада «О соотношении между светом и электричеством»

Если вы дадите физику некоторое количество камертонов и резонаторов и потребуете, чтобы он доказал вам конечность скорости распространения звука, то даже в ограниченном пространстве комнаты он не встретит никаких затруднений. Где-либо в комнате он установит камертон и в различных местах вокруг него будет вслушиваться с помощью резонатора, обращая внимание на силу звука. Он констатирует, что последняя становится в определенных точках весьма слабой; он найдет причину этого в том, что каждое колебание уничтожается здесь другим колебанием, вышедшим позднее, но достигшим той же точки по более короткому пути. Если, однако, более короткий путь требует меньше времени, чем более длинный, то распространение происходит с конечной скоростью. Поставленная задача решена.

Но наш акустик покажет нам сверх того, что места тихого звука повторяются периодически на одинаковых расстояниях; он измерит отсюда длину волны и, если он знает период камертона, получит отсюда же и скорость звука.

В точности то же, и не что иное, изучаем мы с помощью наших электрических колебаний. Вместо камертона мы ставим электрически колеблющийся проводник. Вместо резонатора мы берем наш прерванный искровым промежутком провод, который мы тоже называем электрическим резонатором. Мы замечаем, что в определенных положениях в пространстве он дает искры, а в других — не дает; мы видим, что мертвые зоны следуют друг за другом периодически по определенному закону, а тем самым доказана конечная скорость распространения и длина волны сделалась измеримой. Ставится вопрос — являются ли обнаруженные волны продольными или поперечными. Мы придаем нашему проводу два различных положения в одном и том же месте волны; при одном из них он откликается, при другом нет. Ничего больше не требуется, вопрос решен, волны являются поперечными.

Спрашивается, какова их скорость. Мы делим измеренную длину волны на вычисленный период колебаний и находим скорость, близкую к скорости света. Если вызывает сомнение правильность вычисления, то у нас имеется и другой путь. Скорость электрических волн в проводах тоже чрезвычайно велика, и скорость наших волн в воздухе мы можем непосредственно сравнить с ней. Но скорость электрических волн в проводах уже давно определена путем прямого измерения. Это оказалось возможным потому, что эти волны пробегают расстояния во много километров. Таким образом, мы косвенно получаем чисто экспериментальное определение и нашей скорости. Если результат и

оказывается грубым, то во всяком случае он не противоречит уже имеющемуся.

Все эти опыты очень просты в принципе, но тем не менее они влекут за собой важнейшие следствия. Они рушат всякую теорию, которая считает, что электрические силы перепрыгивают через пространство мгновенно. Они означают блестящую победу теории Максвелла. Последняя уже не связывает далекие друг от друга явления природы. Насколько маловероятным казалось ранее ее воззрение на сущность света, настолько трудно теперь не разделить это воззрение. Итак, мы у цели. Но здесь можно, пожалуй, обойтись даже без содействия теории. Наши опыты сами неуклонно поднимали нас на высоту того горного прохода, который соединяет, согласно теории, область света с областью электричества.

Остается пройти несколько шагов дальше и исследовать спуск в область уже изученной оптики. Исключить теорию будет при этом не лишним. Существует много любителей природы, которых интересует сущность света, которым доступно понимание простых опытов, но для которых при всем том теория Максвелла является книгой за семью печатями. Да и экономия науки требует отказа от обходных путей там, где возможен прямой. Если с помощью электрических волн мы сможем непосредственно констатировать световые явления, то нам не понадобится никакая теория в качестве посредника; родство выявится из самых опытов. Такие опыты действительно возможны.

Мы помещаем проводник, который возбуждает колебания, в фокальной линии очень большого вогнутого зеркала. Благодаря этому волны собираются вместе и уходят от зеркала в виде остро направленного луча. Конечно, мы не можем этот луч ни непосредственно видеть, ни ощущать; его действие проявляется тем, что он вызывает искры в проводниках, на которые он падает. Он становится видимым для нашего глаза лишь тогда, когда последний вооружается одним из наших резонаторов; в остальном это настоящий световой луч. Вращением зеркала мы можем посылать его в различных направлениях; исследуя путь этого луча, мы можем убедиться в прямолинейном его распространении. Если мы поставим на его пути проводящие тела, то они не позволят ему пройти, отбросят тень. При этом не зависимо от того, уничтожают ли они луч полностью или нет, они отбрасывают его назад; мы можем проследить ход отраженного луча и убедиться что законы его отражения суть законы отражения света.

Мы можем и преломлять наш луч тем же путем, что и свет. Для того чтобы заставить преломляться световой луч, мы пропускаем его через призму, в результате чего он отклоняется от своего прямого пути. Так же мы поступаем и здесь и с тем же результатом. Соответственно размерам волн и луча мы должны только взять очень большую призму,

сделав последнюю из какого-либо дешевого материала, например из смолы или асфальта.

И, наконец, мы можем получить с нашим лучом даже такие явления, которые до сих пор наблюдали исключительно в свете, - поляризационные явления; вводя на пути луча соответствующим образом сконструированную проволочную решетку, мы можем зажечь или потушить искры в нашем резонаторе в соответствии с точно такими же геометрическим закономерностями, каким следует просветление или затемнение поля зрения поляризационного аппарата при введении кристаллической пластинки.

Таковы опыты. При их проведении мы уже целиком и полностью находимся в области учения о свете. Когда мы составляем план этих опытов, когда мы описываем их, мы мыслим уже не электрически, а оптически. Мы уже не увидим токов, текущих в проводниках, и накапливающихся зарядов. Мы видим лишь волны в воздухе, видим, как они перекрещиваются, как они расходятся, складываются, взаимно усиливаются и ослабевают. Выйдя из области чисто электрических явлений, мы шаг за шагом пришли к явлениям чисто оптическим.

Горный перевал перейден, дорога опускается и вновь выравнивается. Связь между светом и электричеством, которую теория предчувствовала, предугадывала, предвидела, установлена, - установлена вразумительно и понятно для здравого смысла.

Этот доклад был прочитан Генрихом Герцем в 1889 году.

Размышления по поводу научных открытий (физика в лицах...)

Опыты Герца были поразительны по простоте и убедительности. Они были фундаментальными не только с физической точки зрения, но и с философской.

В образной статье «Исследования по распространению электрической силы» Герц дает следующую оценку своих работ: «Совокупностью описанных опытов впервые было дано доказательство распространения с конечной скоростью силы, которая считалась действующей на расстоянии мгновенно. Этот факт составляет философское и вместе с тем в известном смысле важнейшее достижение опытов. В этом доказательстве содержалось познание того, что электрические силы могут отделяться от весовых тел и существовать далее самостоятельно как состояния или изменения пространства».

Генрих Герц представил электромагнитное поле как реальность, доступную экспериментальному исследованию! Он завершил труд, начатый Фарадеем. Если Максвелл перевел представления Фарадея в образы высокой математики, то Герц превратил эти образы в осязаемые,

видимые, слышимые колебания – в реально существующие электромагнитные волны, описываемые все теми же уравнениями Максвелла.

Здесь необходимо отдать дань исторической справедливости... Дело в том, что уравнения Максвелла, которые сегодня представлены во всех учебниках физики для высшей школы, в таком виде были записаны не Максвеллом, а Генрихом Герцем и ...Оливером Хевисайдом.

«Трактат по электричеству и магнетизму» Максвелла – это объемная работа, в ней более тысячи страниц, на которых обосновывается и объясняется смысл максвеллских уравнений.

Изучая этот фундаментальный научный труд Максвелла, Герц и Хевисайд (естественно, независимо друг от друга) показали, что некоторые из уравнений могут быть выведены друг из друга, т.е. не являются независимыми. Во всех уравнениях Максвелла надо было разобраться, выделить из них основные и представить в виде лаконичной системы.

Генрих Герц, работая в провинциальном Киле, где не было физической лаборатории, занимался, как мы уже отмечали, теоретическими изысканиями. Как частный случай своей электродинамической теории, он получил уравнения Максвелла. Именно усилиями Герца уравнения Максвелла, не изменяясь по сути, были представлены в более приемлемом системном виде. Вместе с тем Генрих Герц, как «истинный немец» использовал символику старонемецкого готического шрифта.

Теория Максвелла увлекла и другого ученого, английского физика и математика Оливера Хевисайда (1850-1925). Переработав в своей идеальной голове весь многостраничный «Трактат» Максвелла, Хевисайд, как и Герц, пришел к необходимости гармонизации системы уравнений теории электромагнитного поля.

Хевисайд, безусловно, был гений – это было ясно его современникам, а тем более это ясно с позиций сегодняшнего дня. Мало кто знает, что он получил формулу раньше Эйнштейна на полтора десятка лет.

Таким образом, стараниями и гениальными умственными способностями и Герца и Хевисайда «разбросанные формулы» Максвелла были связаны в стройную систему уравнений, которая остается неизменной до сих пор.

Оливер Хевисайд – интереснейшая и своеобразная личность в истории науки. В восемнадцатилетнем возрасте он поехал из Англии в Данию работать телеграфистом. Между Англией и Данией был проложен подводный телеграфный кабель. Юноша с удивлением обнаружил, что из Англии в Данию сигналы идут со скоростью в два раза большей, чем в обратном направлении. Через много лет уравнения Максвелла помогли

Оливеру найти разгадку этого явления. Оказалось, что в Англии и Дании кабели имели разные сечения. Предложенная Хевисайдом «линия без искажения» обогатила не одного предпринимателя, а великий Хевисайд, отшельник по натуре, жил по сути дела в бедности.

Хевисайда избрали членом Лондонского королевского общества, но он никогда не участвовал в научных заседаниях, так как был безразличен к этой высшей научной почести.

Считая математику служанкой техники, Хевисайд предложил множество очень полезных математических формул. Эти формулы он никогда не выводил и не обосновывал – он их просто «угадывал»! Его научная интуиция «работала» безупречно, а это явный признак гения.

После открытий Герца Хевисайд заинтересовался проблемой распространения электромагнитных волн и установил, что в верхних слоях атмосферы должен быть ионизированный слой, отражающий радиоволны. Сейчас этот слой по праву называется «слой Хевисайда». Именно этот слой позволяет нам слышать передачи на коротких волнах за тысячи километров, а не в пределах прямой видимости без ретрансляторов, как телевизионные передачи.

В течение двадцати лет Хевисайд не опубликовал ни одной своей работы, которые были воплощением его блестящих идей. Сегодня мы не можем в полном объеме оценить, что же «натворил» в науке и технике этот чудаковатый, но, безусловно, гениальный англичанин. Когда в 75-летнем возрасте Хевисайд ушел из жизни, рукописи его были похищены... Однако пятитомная монография «Электромагнитная теория» Хевисайда, к счастью, все-таки осталась.

Александр Степанович Попов (1859-1906)

Изобретатель радио, физик и электротехник А.С.Попов родился на Урале, в семье священника. Окончил общеобразовательный цикл пермской духовной семинарии, после чего начал самостоятельно готовиться к вступительным экзаменам в Петербургский университет и успешно поступил на физико-математический факультет. Еще в студенческие годы, желая подзаработать, Попов поступает на работу в артель «Электротехник», участвует в налаживании электрического освещения и приобретает много ценных практических навыков.

Окончив университет, продолжает образование в аспирантуре и готовится к получению профессорского звания. Не окончив аспирантуру, Попов принимает приглашение Минных офицерских классов и становится преподавателем, параллельно работая в Техническом училище Морского ведомства. Так Попов проработал 17 лет, пока не был избран в 1900 году профессором кафедры физики Электротехнического института.

После экспериментального открытия Герцем электромагнитных волн (1888 год) А.С.Попов с увлечением начал читать в Минных классах цикл лекций «Новейшие исследования о соотношении между световыми и электрическими явлениями», сопровождая лекции демонстрациями. Лекции пользовались огромным успехом, и Попову предлагают повторить этот цикл лекций в Морском музее. Уже в этом цикле Попов высказывал мысль, что опыты и работы Герца представляют большой интерес не только в строго научном плане, но также и в возможности их применения для беспроволочной передачи сигналов.

7 мая 1895 года на заседании Русского физико-химического общества Александр Попов продемонстрировал сконструированный им прибор для приема и регистрации электромагнитных колебаний. Свой доклад А.С.Попов закончил словами: «... могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен для передачи сигналов на расстояние при помощи быстрых электромагнитных колебаний, обладающих достаточной энергией».

Попов А.С. усиленно работает над совершенствованием своего изобретения и осуществляет передачи сигналов на 60 м, на 250 м, на 5 км, на 50 км в 1899 году.

Морское ведомство поручает А.С.Попову начать широкую работу по внедрению беспроволочного телеграфа на судах русского флота.

В 1896 году итальянский инженер Г.Маркони сделал заявку на патент, свидетельствовавший о том, что им было изобретено радио. В 1897 году Маркони получил английский патент, закрепляющий его юридическое право на это изобретение. В начале 1897 году в газете «Котлин» появилась заметка А.С.Попова, в которой он указал, что прибор, который запатентовал Маркони в 1896 году, еще в 1895 году был сконструирован им и демонстрировался на заседании физико-химического общества.

Вопрос о приоритете А.С.Попова в изобретении радио не раз поднимался, в том числе и за рубежом. Создавались специальные комиссии, и все они приходили к выводу, что изобретателем радио является А.С.Попов. Заслуги Маркони в дальнейшем развитии радио бесспорны, но именно развитию, а не в приоритете открытия.

Сегодня невозможно представить нашу жизнь без радио. Это выдающееся изобретение является лучшим памятником его автору – Александру Степановичу Попову.

Джозеф Джон Томсон (1856-1940)

Дж. Дж. Томсон родился близ Манчестера в Англии, в семье владельца антикварного книжного магазина. Учился в Оуэнс – колледже, а затем в знаменитом колледже святой Троицы – Тринити – колледже

Кембриджского университета. После окончания начал работать в не менее знаменитой Кавендишской физической лаборатории.

В 24-летнем возрасте Дж.Дж. Томсон публикует первую свою научную статью, которая была посвящена электромагнитной теории света.

Томсон был одержим экспериментальной физикой в лучшем смысле этого выражения. Он настолько привык самостоятельно добиваться поставленной цели, что поговаривали о его пренебрежении мнениями авторитетов. Поговаривали также, что Томсон предпочитал самостоятельно решать любые незнакомые ему вопросы научного характера, вместо того чтобы обратиться к книгам и готовым научным результатам. Может быть это и преувеличение, но «нет дыма без огня»...

Научные успехи и достижения Томсона настолько высоко ценились директором лаборатории, что уходя с этого поста, он рекомендовал своими приемником 28-летнего Дж.Дж. Томсона.

Один из американских физиков, проходивший научную стажировку в Кавендишской лаборатории, узнавший о назначении нового директора, решил оставить лабораторию. «Бессмысленно работать под началом профессора, который всего на два года старше тебя...» - заявил он. Наверное впоследствии он пожалел о своем поспешном решении.

Все, кто близко знал Джозефа Джона Томсона, единодушно отмечали его неизменную доброжелательность и приятную манеру общения, сочетающуюся с принципиальностью. Позже его ученики вспоминали, что их руководитель любил повторять слова создателя Кавендишской лаборатории Джеймса Максвелла о том, что никогда не следует отговаривать человека поставить задуманный им эксперимент, даже если он не найдет того, что ищет, он может открыть нечто иное и вынести для себя больше пользы, чем из тысячи дискуссий. Вскоре в этой лаборатории, руководимой Томсоном, собралась группа молодых ученых из разных стран, горевших энтузиазмом и готовых на любые жертвы ради науки.

35 лет (!) руководил Томсон этой научной лабораторией. За это время она превратилась в крупный центр мировой науки – физики! Она стала международной школой физиков. Из этой научной школы вышли 27 членов Королевского общества (академиков), 80 профессоров, успешно работавших в тринадцати странах.

Программа научных исследований была впечатляющей. Решались такие научные проблемы: прохождение электрического тока через газы, электронная теория металлов, исследование физической природы различных лучей и т.п.

Исследуя так называемые «катодные лучи», Томсон обнаружил, что отношение удельного заряда к массе есть величина постоянная, не

зависящая ни от скорости частиц, ни от материала катода, ни от природы газа, в котором происходит разряд. Похоже, что корпускулы были какими-то универсальными частицами вещества, составными частями «неделимых» атомов...

«Неделимый» атом из чего-то состоит? (В то время никому и в голову не приходило ставить кавычки!)

Томсон принялся за расчеты. И вот они, первые результаты расчетов: сомнений нет, неизвестные частицы - не что иное, как мельчайшие электрические заряды, неделимые атомы электричества – электроны!

Теоретически они уже были известны, и даже получили свое название, но только Томсону удалось открыть и тем самым окончательно подтвердить их существование. Опыт – критерий истины! Именно он – целеустремленный английский физик – экспериментатор профессор Джозеф Джон Томсон открыл электрон.

29 апреля 1897 года состоялся доклад в помещении, где уже более двухсот лет происходили заседания Лондонского королевского общества. Высокого роста, худощавый докладчик говорит уверенно и четко. Ассистенты тут же, на глазах у присутствующих готовят и осуществляют демонстрационные опыты. Катодные лучи в трубке послушно отклонялись и притягивались магнитным и электрическим полями. Отклонялись и притягивались так, как должны были, если считать, что они состоят из мельчайших отрицательных заряженных частиц. Слушатели были в восторге, доклад неоднократно прерывался аплодисментами. Почтенные члены Королевского общества (академики) вскакивали с мест, толпились возле демонстрационного стола, выражая свой восторг! «Неделимый» атом – сложная структура?!

В историю науки Джи-Джи (как «за глаза» любовно называли его ученики и коллеги) вошел как открыватель электрона.

Пришло время для создания электронной теории.

Гендрик Антон Лоренц (1853-1928)

Этот поистине выдающийся ученый вошел в историю физики как создатель электронной теории, в которой синтезировал научные идеи теории поля и атомистики.

Родился Гендрик в Голландии. Шестилетним мальчиком пошел в школу и окончил ее лучшим учеником. Потом в высшей гражданской школе его любимыми предметами стали физика, математика, иностранные языки. Для изучения французского и немецкого языков Лоренц посещал церковь и слушал проповеди священников на этих языках.

В Лейденском университете Гендрик с большим интересом слушал лекции профессоров физики и математики, изучал научные труд

Максвелла. Эти труды были очень трудными для понимания, а поэтому Лоренц назвал их «интеллектуальными джунглями». Подобрать ключи к пониманию теории электромагнитного поля Максвелла, по словам Лоренца, помогли ему научные статьи Гельмгольца, Фарадея и Френеля.

21-летний Гендрик с отличием сдает экзамены на степень магистра и начинает самостоятельно готовиться к докторским экзаменам, работая учителем вечерней школы. Работа ему нравится, и вскоре Лоренц становится отличным педагогом. Дома он создает небольшую физическую лабораторию и продолжает штудировать труды Максвелла и Френеля. Об этом времени Лоренц вспоминал: «Мое восхищение и уважение переплелось с любовью и привязанностью; как велика была радость, которую я испытывал, когда смог прочесть самого Френеля» (помогло знание французского языка).

Лоренц становится активным сторонником электронной теории Максвелла: «Его «Трактат об электричестве и магнетизме» произвел на меня, пожалуй, одно из самых сильных впечатлений в жизни; толкование света как электромагнитного явления по своей смелости превзошло все, что я до сих пор знал» - таково отношение Лоренца к этим «интеллектуальным джунглям» Максвелла.

Лоренц блестяще защищает докторскую диссертацию и в 25-летнем возрасте становится профессором специально для него учрежденной кафедры теоретической физики (одной из первых в мире) Лейденского университета. 28-летний профессор становится членом Королевской академии наук в Амстердаме.

В 1895 году вышла фундаментальная работа Лоренца «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах», где дает систематическое изложение электронной теории. Слово «электрон» в ней еще не используется, хотя элементарное количество электричества уже называлось именно так. (До экспериментального открытия Дж.Дж.Томсоном электрона оставалось два года). Лоренц просто употребляет свои термины и говорит о заряженных положительно или отрицательно частичках материи.

В 1900 году на Международном конгрессе физиков в Париже Гендрик Антон Лоренц выступил с докладом о магнитооптических явлениях. Доклад получил всеобщее одобрение и признание. Его друзьями стали Больцман, Вин, Пуанкаре, Рентген, Планк и другие знаменитые физики.

В 1904 года Лоренц опубликовал основополагающую статью «Электромагнитные явления в системе, движущейся со скоростью, меньшей скорости света». Он вывел формулы, связывающие между собой пространственные координаты и моменты времени в двух различных инерциальных системах отчета (преобразования Лоренца!). Ему удалось получить формулу зависимости массы от скорости.

В 1911 году на I Международном Сольвеевском конгрессе физиков в Брюсселе обсуждалась проблема «Излучение и кванты». В работе этого конгресса брали участие двадцать три знаменитости, известные в физике ученые. Председательствовал Г.А.Лоренц, вот его вступительное слово: «Нас не покидает чувство, что мы находимся в тупике; старые теории оказываются все менее способными проникнуть во тьму, окружающую нас со всех сторон... Мы будем очень счастливы, если нам удастся хоть немного приблизиться к той будущей механике, о которой идет речь».

Лоренц был членом многих академий наук и научных обществ. В день его 50-летия научной деятельности Голландская академия наук учредила большую научную награду «Золотую медаль Лоренца». Торжества по сути дела превратились в международный съезд ученых.

Лоренц был признан старейшиной физической науки, великим классиком теоретической физики и ее духовным отцом.

В 1927 году на Сольвеевском конгрессе по проблеме «Электроны, фотоны и квантовая механика», как и на всех предыдущих конгрессах, председательствовал Г.А.Лоренц. А 4 февраля 1928 года он ушел из жизни, Лоренца не стало. В Голландии был объявлен национальный траур. На похороны великого физика прибыли ученые со всего мира. От Голландской академии наук на траурном митинге выступал Пауль Эренфест, от английских ученых – Эрнст Резерфорд, от французских – Поль Ланжевен, от немецких – Альберт Эйнштейн.

Над прахом Лоренца Эйнштейн сказал: «Его блестящий ум указал нам путь от теории Максвелла к достижениям физики наших дней. Именно он заложил краеугольные камни этой физики, создал ее методы... Образ и труды его будут служить на благо и просвещение еще многих поколений».

Стиль работы Лоренца «брать глубоко и стремиться к полной завершенности» послужит, по словам Макса Планка, образцом и для будущих поколений.

«Его труды не перестали быть захватывающе интересными...Он оставил после себя огромное наследие – истинное завершение классической физики», - так оценивал заслуги Лоренца Луи де Бройль.

Вот таким титаном науки был и таким остается в памяти потомков Гендрик Антон Лоренц – этот «великий классик теоретической физики»!

Альберт Эйнштейн (1879-1955)

Об этом выдающимся ученым мы уже писали в связи с его теорией броуновского движения. («Духовно-гуманитарный потенциал физики». Ч.II)

В век, когда доминировала как никогда ранее наука – физика, Эйнштейн выступает как некий символ интеллектуальной мощи.

Принцип относительности, сформулированный Галилеем для механических явлений, французский ученый Пуанкаре в 1904 году предложил рассматривать в числе основных принципов физики. Он утверждал, что «законы физических явлений будут одинаковыми как для покоящегося наблюдателя, так и для наблюдателя, находящегося в состоянии равномерного прямолинейного движения, так что мы не имеем и не можем иметь никаких средств, чтобы различить, находимся мы в таком движении или нет».

В 1905 году вышла научная статья Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел». Эта основополагающая работа поступила в редакцию журнала «Анналы физики» 30 июня 1905 года и состояла из двух частей. В первой части были изложены основы новой теории пространства и времени, во второй – применение этой теории к электродинамике движущихся сред.

В этом же 1905 году вслед за первой статьей была опубликована небольшая статейка Эйнштейна, в которой он излагает найденную им связь между массой и энергией. «Масса тела есть мера содержащейся в нем энергии», - делает заключение Эйнштейн.

В статье «Теория относительности» Эйнштейн пишет: «Однако важнейший результат, достигнутый пока теорией относительности, - это вывод соотношения между инертной массой физической системы и содержанием энергии в ней. Пусть тело обладает в некотором определенном состоянии инертной массой M . Если этому телу сообщается каким-то образом энергия E , то, согласно теории относительности, его инертная масса возрастает вследствие этого до значения $\frac{E}{c^2}$, где c – скорость света в пустоте. Поэтому закон сохранения массы, считавшейся до сих пор справедливым, видоизменяется и объединяется в один закон с законом сохранения энергии. Этот результат говорит о том, что инертную массу M тела следует понимать как содержание энергии Mc^2 ».

Кроме специальной относительности, Альберт Эйнштейн создал уже упоминавшуюся теорию броуновского движения, разработал квантовую теорию света и на ее основе объяснил явление фотоэффекта, создал квантовую теорию теплоемкости. Любого из этих научных достижений было бы достаточно, чтобы обессмертить имя автора, который к тому же разрабатывал одну из основополагающих физических теорий XX века – общую теорию относительности.

Незадолго до смерти этот выдающийся ученый стал одним из инициаторов воззвания крупнейших ученых мира, обращенного к правительствам всех стран, с предупреждением об опасности использования научных достижений в военных целях, в частности об опасности применения водородной бомбы. Это воззвание стало началом

движения, объединившего виднейших ученых в борьбе за мир, которое получило название Пагуошского.

В своем предсмертном завещании Эйнштейн, всю жизнь ненавидевший культ личности, категорически запретил всяческие масштабные погребальные церемонии. Его завещание исполнено точно и полностью: прах ученого был предан огню в крематории, а пепел развеян по ветру. Ученый – физик с мировым именем и сейчас принадлежит всему миру!

Сущность классической электродинамики

1. Благодаря конечной скорости распространения взаимодействия электромагнитное поле становится самостоятельной сущностью. В противоположность этому в классической механики, где имело место дальное действие, поле было лишь некотором формально-математическим способом описания.

2. О свойствах поля мы судим по тому влиянию, которое оно оказывает на движущиеся в нем частицы. В случае электромагнитного поля это влияние характеризуется наличием у частиц некоторого электрического заряда.

3. Важнейшими величинами, характеризующими физические системы, являются их энергия и импульс. Выражение для энергии взаимодействия частиц с полем должно содержать как характеристики поля, так и движущихся частиц, а также электродинамическую постоянную, где c – скорость распространения взаимодействия (скорость света в вакууме).

4. Пространственные компоненты образуют трехмерный векторный потенциал, а временная компонента – скалярный потенциал поля.

5. Для характеристики поля можно было бы в принципе ограничиться только потенциалами. Однако обычно вводят дополнительно (это удобно) так называемые напряженности электрического и магнитного полей, связанные с потенциалами.

6. На существование весьма различных составляющих электромагнитного поля (электрическая составляющая и магнитная) указывает сам вид уравнения движения заряда в электромагнитном поле. В этом уравнении сила Лоренца состоит из двух: первая – со стороны электрического поля не зависит от скорости заряда и направлена вдоль вектора электрической напряженности; вторая – описывает силовое воздействие магнитного поля на заряд, она зависит от скорости заряда и направлена перпендикулярно как к вектору скорости, так и к вектору магнитной индукции.

7. Источником электрического поля являются заряды. Существует и вихревое электрическое поле, порождаемое переменным магнитным полем.

8. «Магнитных зарядов» в природе не существует. Вихревое магнитное поле создается движущимися зарядами и переменным электрическим полем.

9. Система дифференциальных уравнений для полей и , являющихся функциями координат и времени, следует считать полной, поскольку в этой системе имеются операторы пространственных и временных изменений полей, а также присутствуют источники (плотности заряда и тока). Это уравнения Максвелла – Герца – Хевисайда, обычно называемые уравнениями Максвелла, которые и являются основными уравнениями электродинамики.

10. Всякий ускорено движущийся заряд излучает электромагнитные волны, которые несут энергию и импульс.

Даты и факты развития теории электромагнитных явлений

Первые исследования об электричестве и магните.

Открытие свойств натертого янтаря притягивать легкие предметы, а магнита - железные. (см. Фалес Милетский).

XI - переоткрытие арабами свойств ориентации магнитной стрелки, которые были известны китайцам еще в 2700 гг до н. э.

1600г. Вышел в свет трактат У. Гильберта “О магните, магнитных телах и большом магните Земле”, в котором заложены основы электро- и магнитостатики. (см. У. Гильберт)

1698г. Открытие электрической машины (Волл)

1706г. Построена первая стеклянная электрическая машина и начаты исследования разрядов в газах. (см. Ф. Гауксби)

1710г. Открыто свечение газа в трубке при электрическом разряде.

1729г. Открыто явление электропроводности (см. С. Грей)

1733г. Открытие двух видов электричества, установление факта притяжения (отталкивания) разноименных (одноименных) зарядов. (см. Ш. Дюффе)

1742г. Введены понятия “проводник” и “непроводник” электричества. (см. Ж. Дегаюлье)

1745г. Изобретен электромметр (см. Г. Рихман)

1745-1746гг. Изобретена лейденская банка (см. Э. Клейст, П. Мушекбрук):

1747г. Исследование атмосферного электричества, доказательство В. Франклиным электрической природы молнии.

- 1750г. Изобретение молниеотвода. Впервые сформулирован закон сохранения заряда (см. В. Франклин)
- 1752-1753гг Опыты по исследованию атмосферного электричества (М.В. Ломоносов, Г. Рихман)
- 1754г. Построен первый молниеотвод (см. П. Дивицц)
- 1756г. Открытие явления пирозлектричества. (см. Ф. Эпинус)
- 1757г. Изобретение электрофора. (см. Ф. Эпинус)
- 1759г. Разработка первой математической теории электрических и магнитных явлений. (см. Ф. Эпинус)
- 1781г. Изобретение чувствительного электрометра с соломинками (см. А. Вольта)
- 1785г. Открыт закон взаимодействия точечных зарядов (см. Ш. Кулон)
- 1791г. Опубликован “Трактат о силах электричества при мышечном движении” Л. Гальвани» в котором содержалось открытие электрического тока. (см. Л. Гальвани)
- 1799г. Создан элемент Вольта (см. А. Вольта)
- 1800г. Открытие электролиза (см. У. Никольсон А. Карлейль)
- 1802г. Открытие электрической дуги (см. В. Петров)
- 1811г. Распространение С. Пуассоном теории потенциалов на явления электро- магнитостатики.
- 1820г. Открытие магнитного действия тока. (см. Х. Эрстед)
- 1820г. Сформулировано правило Ампера (см. А. Ампер)
- 1820г. Открытие закона взаимодействия токов (закон Ампера) (см. А. Ампер)
- 1820г. А. М. Ампер высказал гипотезу молекулярных токов. (см. А. Ампер)
- 1820г. Обнаружение намагничивания опилок электрическим током (см. Д. Араго)
- 1820г. Изобретен гальванометр (И. Швейггер)
- 1820г. Открытие магнитного эффекта соленоида (см. А. Ампер)
- 1820г. Открыт закон, определяющий напряженность магнитного поля прямого тока (закон Био-Савара) (см. Ж. Био Ф. Савар)
- 1821г. Установлена зависимость сопротивления проводника от его длины, поперечного сечения и температуры (см. Г. Дэви)
- 1821г. Получение вращения проводника в м. п. (см. М. Фарадей)
- 1821г. Открытие термоэлектричества (см. Т. Зеебек)
- 1823г. Создание термобатареи (см. Ж. Фурье, Х. Эрстед)
- 1823г. Опубликован труд А. М. Ампера
 “Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта”
- 1827г. Открытие закона Ома (см. Г. Ом), также введено понятие ЭДС, электропроводности

- 1829г. Открытие электромагнитной индукции. (см. М. Фарадей)
- 1831г. Открыт закон электромагнитной индукции (Фарадей)
- 1831г. Построен первый электродвигатель. (см. Дж. Генри, С. даль Негро)
- 1832г. Построен генератор переменного тока (см. И. Пикси)
- 1832г. Создание единой системы электрических и магнитных единиц. (В. Вебер, К. Гаусс)
- 1832г. Первый телеграф (см. П. Л. Шиллинг)
- 1832г. Открытие самоиндукции (см. Дж. Генри)
- 1833г. Открытие законов электролиза (см. М. Фарадей)
- 1834г. Открытие эффекта Пельтье (см. Ж. Пельтье)
- 1834г. Постулировано существование ионов. (см. М. Фарадей)
- 1834г. Введено понятие о силовых линиях (см. М. Фарадей)
- 1835г. Доказано существование экстратоков замыкания / размыкания. (см. М. Фарадей)
- 1837г. Влияние диэлектриков на электростатическое взаимодействие.
- 1837г. Изобретение электрического реле.
- 1839г. Создание теории потенциалов (см. К. Гаусс)
- 1840г. Изобретен мостик Уитстона (см. Ч. Уитстон)
- 1840г. Открытие явления магнитного насыщения. (см. Дж. Джоуль)
- 1841-1842гг. Открытие закона теплового действия тока (см. Дж. Джоуль и Э. Ленц.)
- 1843г. Экспериментальное доказательство закона сохранения электрического заряда (см. М. Фарадей)
- 1843г. Открытие закона взаимодействия двух движущийся зарядов. (В. Вебер)
- 1844г. Высказана гипотеза существования электромагнитного поля (см. М. Фарадей)
- 1845г. Открытие диа-, парамагнетизма (см. М. Фарадей)
- 1845г. Сформулировано правила Кирхгоффа (см. Г. Кирхгофф)
- 1851г. Открытие эффекта У. Томсона (см. У. Томсон)
- 1851г. Изобретение индукционной катушки (см. Г. Румкорф)
- 1853г. Выведена формула периода электрических колебаний (см. У. Томсон)
- 1854г. Математическая теория диполей. (см. В. Вебер)
- 1856г. Получено соотношение электромагнитных и электростатических единиц. (см. В. Вебер)
- 1859г. Ю. Пюккер положил основу спектроскопии.
- 1855-1865гг. Создание теории электромагнитного излучения. (см. Дж. Максвелл)
- 1860г. Построен электродвигатель постоянного тока.
- 1861г. Введено понятие токов смещения. (см. Дж. Максвелл)

- 1865г. Постулирование существования электромагнитных волн. Электромагнитная теория света. (см. Дж. Максвелл)
- 1872г. Изобретен электрический счетчик. (У. Томсон)
- 1873г. Открытие фотопроводимости. (У. Смит)
- 1873г. Начало опытов А. Г. Столетова (см. А. Г. Столетов)
- 1874г. Введено понятие о направлении распространения электромагнитной энергии (см. Н. А. Умов, Дж. Пойтинг)
- 1874-1881гг. Предположение о дискретности заряда. Вычислен заряд электрона.
- 1879г. Открыт эффект Холла (Э. Холл)
- 1880г. Открытие пьезоэлектрического эффекта. (см. П. Кюри)
- 1888г. Опыты Герца, доказано существование электромагнитных волн
- 1888г. Открыты законы внешнего фотоэффекта. (см. А. Г. Столетов)
- 1891г. Первая передача трехфазного тока (М. И. Доливо-Добровольский)
- 1893г. Изобретен электронный осциллограф.
- 1894г. Открыто сегнетоэлектричество.
- 1895г. Изобретение радио (см. А. С. Попов)
- 1895-1902гг. Создание электродинамики движущийся сред (см. Х. Лоренц)
- 1897г. Открытие электрона (см. Дж. Томсон)
- 1905г. Специальная теория относительности (см. А. Эйнштейн)
- 1905г. Разработана теория диа~ парамагнетизма (П. Ланжевен)
- 1907г. Теоретически разработан принцип получения телеизображения (Б.Л. Розинг)

Краткая справка об ученых, внесших вклад в развитие электродинамики

<p>Уильям Гильберт W. Gilbert 1544-1603 гг.</p>	<p>англ. физик, придворный врач королевы Елизаветы. Родился в Колчестере. Обучался в Кембридже и Оксфорде. <i>Открытия и изобретения:</i> магнитное поле Земли, прототип электроскопа "версор". Расширил список тел, способных наэлектризовываться, заметил действие пламени на наэлектризованные тела.</p> <p>Первый воспользовался индуктивным методом в науке, авторство которого приписывается Фрэнсису Бэкону, хотя его «Новый органон» вышел на 11 лет позже трактата Гильберта</p>
<p>Френсис Гауксби F. Hauksbee 1670-1713 гг.</p>	<p>англ. физик, член Лондонского королевского общества с 1705г. ученик Р. Бойля. <i>Открытия и изобретения:</i> электрическая машина, совершенствование воздушного насоса, первый исследователь газового разряда.</p> <p>Заметил свечение в сильно натертой стеклянной колбе, которое было заметно на расстоянии до 3-х метров</p>
<p>Стефен Грей S. Gray 1666-1736 гг.</p>	<p>англ. физик, член Лондонского королевского общества с 1732г. Открыл проводимость, разделил все тела на проводники и диэлектрики.</p> <p>Проводил опыты по передаче заряда по телам различной формы, изготовленным из различного материала, находящимся в разных положениях.</p>
<p>Шарль Франсуа Дюффе Ch. Du Fay 1698-1739 гг.</p>	<p>французский физик, член Парижской АН, директор ботанического сада. Разделил все электричество на два вида. Установил, что одноименные заряды отталкиваются, разноименные - притягиваются.</p> <p>Однажды вечером после работы Шарль Дюффе отдыхал на диване, поглаживая любимую кошку. Услыхав едва уловимый треск, он открыл глаза и увидел искорки, сыпавшиеся из шерсти животного.</p>
<p>Георг Вильгельм Рихман 1711-1753 гг.</p>	<p>русский физик, академик с 1741г. Научные работы относятся к теплоте, электричеству. Изобрел электрометр, исследовал вместе с М.В. Ломоносовым атмосферное электричество.</p> <p>Был убит шаровой молнией при исследовании атмосферного электричества. Разряд прошел через все тело, оставив следы на виске и ступне. Прибывший вскоре лекарь констатировал смерть. М. В. Ломоносов по случайности опоздал на трагический эксперимент.</p>

<p>Питер Ван Мушенбрук P. Mushenbruk – 1692-1761 гг.</p>	<p>голландский физик, проф. Лейденского, Дуйсбургского университетов. Занимался исследованием тепловых, электрических, оптических явлений. Первый обратил внимание на физиологическое действие электричества, изобрел первый конденсатор. Способствовал Петру I в оснащении кунст-камеры электрическими приборами</p>
<p>Франц Эпинус F. Aepinus 1724-1802 гг.</p>	<p>член Петербургской АН, учился в Ростове. Разработал первую теорию электрических и магнитных явлений. Предсказал то, что электрические и магнитные силы обратно пропорциональны квадрату расстояний. Ближе подошел к понятию емкости и потенциала, подал идею электрофора. Предвосхитил на 50 лет открытия Фарадея, предсказав единую природу электрических и магнитных явлений</p>
<p>Луиджи Гальвани L. Galvani 1737-1798 гг.</p>	<p>итальянский физик, учился в Болонском университете. Исследовал "животное", электричество. Открыл контактную разность потенциалов. Основатель электрофизиологии. Говорят, что Гальвани впервые обнаружил действие электричества на мышцу лягушки, когда препарировал ее для приготовления "лечебного" супа (ведь он был медиком) вблизи электрофора, случайно находившегося в лаборатории. От прикосновения скальпелем мышца сократилась, а жена Л. Гальвани, находящаяся неподалеку, несоответствующим образом обратила на этот факт внимание ученого.</p>
<p>Алессандро Вольта A. Volta 1745-1827 гг.</p>	<p>итальянский физик и физиолог, директор физического факультета университета в Падуе. Усовершенствовал химический элемент Гальвани - Вольтов столб, занимался исследованием "животного" электричества. В детстве сильно отставал в развитии – он не говорил до 4х лет, однако затем его организм развивался чрезвычайно бурно, и в 18 лет он уже переписывался с известными учеными. Был признан при жизни. Наполеон Бонапарт даже учредил медаль имени великого ученого.</p>
<p>Шарль Кулон Sh. Coulomb 1736-1806 гг.</p>	<p>французский физик и военный инженер, член Парижской АН. Сформулировал законы трения, упругого кручения, закон взаимодействия точечных зарядов. Изобрел крутильные весы. Установил, что электрические заряды располагаются по поверхности. Сложнее всего было решить проблему измерения заряда. Кулон делил заряд, установив, что он делится поровну</p>

	между двумя одинаковыми сферами при их соприкосновении.
Ганс Христиан Эрстед H. Oersted 1777-1851 гг.	датский физик, проф. Копенгагенского университета, секретарь Датского королевского общества. Обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку. Первый выдвинул идею о взаимосвязи между электричеством и магнетизмом. Известен тот ф акт, что действие тока на стрелку находящегося неподалеку компаса заметил студент на лекции, которую читал Эрстед в Копенгагене.
Андре Мари Ампер A.M. Ampere 1775-1836 гг.	французский физик, член Парижской АН. Автор теории электромагнетизма, идеи молекулярных токов, закона взаимодействия линейных токов. Открыл магнитное действие соленоида и усиление магнитного поля металлическим сердечником. Предложил использовать электрический сигнал для передачи информации. Ампер славился также своей рассеянностью. Говорят, что однажды он три минуты варил свои часы, держа яйцо в руке.
Доминик Араго D. Arago 1786-1853 гг.	французский физик, член Парижской АН, политический деятель. Обнаружил намагничивание металлический опилок электрическим током, открыл магнетизм вращения. По его указаниям братья Физо измерили скорость света, а У. Лавуазье открыл планету Нептун. Стал академиком в 23 года. Ему покровительствовал Лаплас.
Жан Батист Био J.B. Biot 1774-1862 гг.	французский физик, член Парижской АН, с 1809г. проф. Парижского университета. Открыл оптическую активность кристаллов. совместно с Ф. Саваром открыл закон, определяющий напряженность поля прямого тока. Автор курса Физики. Помогал Ньепсу - одному из изобретателей фотографии. На одной из первых в мире фотографий изображен Жан Био.
Феликс Савар F. Savart 1791-1841 гг.	французский физик, член Парижской АН с 1827 г. по образованию врач, профессор Колледж де Франс. Научные работы относятся к акустике, электричеству, магнетизму, оптике. Совместно с Ж. Био открыл закон, определяющий напряженность поля прямого тока. Изобрел кварцевую пластинку – поляризатор, перископ.
Гэмфри Дэви H. Davy	англ. физик, химик член Лондонского королевского общества с 1803 г., его президент (1820-1827 гг.) Положил начало электрохимии, исследовал сопротивление

1778-1829 гг.	проводников. Дэви говорил, что главным его открытием стал Майкл Фарад ей, который начинал свою деятельность в лаборатории Дэви
Майкл Фарадей M. Faraday 1791-1867 гг.	англ. физик, химик член Лондонского королевского общества с 1824 г. Учился самостоятельно. В химии: первым сжижил хлор, получил бензол. В физике: открыл закон электромагнитной индукции, законы электролиза, ввел понятие поля, диэлектрической проницаемости ,экспериментально доказал закон сохранения заряда, был близок к открытию закона сохранения и превращения энергии. Обладал громадной работоспособностью и пунктуальностью. Последний параграф его восьмитомного дневника имеет номер 16041
Томас Зеебек T. Seebeck 1770-1831 гг.	немецкий физик, член Берлинской АН, учился в Берлинском и Геттингенском университетах. Открыл явление термоэлектричества, построил первую термопару. Первый применил металлические опилки для определения формы силовых явлений. Был дружен с Эрстедом
Георг Симон Ом G. Ohm 1787-1854 гг.	немецкий физик, профессор Мюнхенского университета. Ввел понятие сопротивление, как характеристики цепи, ввел понятие ЭДС, установил пропорциональность силы тока и напряжения. Установил закон Ома.
Джозеф Генри J. Henry 1797-1878 гг.	американский физик, член Национальной АН, ее президент с 1868г. Изобрел электродвигатель, электромагнитное реле, открыл явление самоиндукции.
Вильгельм Эдуард Вебер W. Weber 1804-1891 гг.	немецкий физик, профессор университета в Галле, разработал абсолютную систему электромагнитных единиц, открыл закон взаимодействия движущихся зарядов. Автор идеи о дискретности электрического заряда.
Карл Фридрих Гаусс K. Gauss 1777-1855 гг.	немецкий математик, физик, астроном, профессор Геттингена. Построил совместно с Вебером абсолютную систему единиц. Первый пришел к идеи конечности скорости распространения взаимодействия.
Жан Шарль Пельтье J. Peltier 1785-1845 гг.	французский физик. До 1815 г. был парижским часовщиком. Научные работы посвящены электромагнетизму. Занимался конструированием электроизмерительных приборов. В 1834г. обнаружил выделение / (поглощение) тепла в местах спаев разнородных металлов (эффekt Пельтье)
Чарльз Уитсон	англ. физик, член Лондонского королевского общества с

<p>Ch. Weatstone 1802-1875 гг.</p>	<p>1836г. С 1834 г. – профессор Королевского колледжа (Лондон). Научные работы в области электромагнетизма (мостик Уитстона), изобрел переменные реостаты (три вида)), акустики, оптики. Способствовал Беллу в построении телефона</p>
<p>Джеймс Прескотт Джоуль J. Joule 1818-1889 гг.</p>	<p>англ. физик, химик член Лондонского королевского общества с 1850г. Начинал учиться у Дальтона. Научные работы посвящены магнетизму и теплоте. Открыл явление магнитного насыщения, установил зависимость количества теплоты, выделяемого в проводнике при прохождении электрического тока, от силы тока и сопротивления проводника, один из первооткрывателей закона сохранения энергии. Изучал эффект дросселирования газа.</p>
<p>Эмилий Христианович Ленц 1804-1865 гг.</p>	<p>русский физик, член Петербургской АН с 1834 г. Учился в Дерптском университете. Сформулировал правило определения ЭДС индукции. Открыл закон теплового действия тока (з-н Джоуля-Ленца).</p>
<p>Густав Роберт Кирхгофф G. Kirchhoff 1824-1887 гг.</p>	<p>немецкий физик, член Берлинской АН с 1874 г., учился в Кенигсберге, профессор Гейдельбергского и Берлинского университетов. Сформулировал правила протекания тока в разветвленной цепи, первым ввел понятие электрического потенциала, ввел понятие абсолютно черного тела, открыл основной закон теплового излучения, математически обосновал принцип Гюйгенса-Френеля. Разработал метод спектрального анализа и открыл новые элементы - цезий (1860г) и рубидий (1861г).</p>
	<p>Исследования разветвленной цепи начал на последнем курсе Кенигсбергского университета.</p>
<p>Уильям Томсон (Кельвин) W. Thomson 1824-1907 гг.</p>	<p>англ. физик, химик, член Лондонского королевского общества с 1803 г., его президент (1890-1895гг.), учился в Кембридже, открытия относятся к термогидродинамике, электромагнетизму, механике, математике. Построил термодинамическую модель электромагнитных явлений, открыл явление выделения/поглощения теплоты, в случае пропускания тока по проводнику, с ненулевым градиентом температур (эффект Томсона). Открыл изменение электропроводности ферромагнетиков при их намагничивании во внешних полях, получил формулу периода электромагнитных колебаний. Изобрел электрический счетчик, усовершенствовал ряд электроизмерительных приборов.</p>
<p>Джеймс Клерк Максвел</p>	<p>англ. физик, химик член Эдинбургского (с 1855г.) и Лондонского (с 1861г.) королевских обществ. Учился в</p>

<p>J.C.Maxwell 1831-1879гг.</p>	<p>Эдинбурге и Кембридже, профессор Абердинского, Кембриджского университетов. Научные работы посвящены электродинамике, оптике, теории упругости, общей статистике, механике. Считается основателем кинетической теории газов, т.к. установил статистический закон распределения молекул газа по скоростям. Записал уравнения, выражающие основные закономерности электромагнитных явлений, используя новое понятие – ток смещения. Из них вытекало существование электромагнитных волн. Они давали основание считать свет – видом электромагнитного излучения. Теоретически вычислил давление света.</p> <p>Режим дня Максвелла был непостижим: он спал с 17.00 до 22.00, затем – занятия до 2-х ночи; до 3.30 – гимнастика (бег по лестницам преподавательского общежития), затем – сон до 7.00 утра. С 7.00 – новый рабочий день.</p>
<p>Александр Григорьевич Столетов 1839-1896 гг.</p>	<p>русский физик. Учился в Московском университете, проходил стажировку у Г. Кирхгоффа и Б. Веб ера, с 1873г. – профессор Московского университета. Первым получил кривую намагничивания ферромагнетика, открыл зависимость фототока от интенсивности света при внешнем фотоэффекте, сформулировал законы фотоэффекта.</p>
<p>Пьер Кюри P. Curle 1859-1906 гг.</p>	<p>французский физик, член Парижской АН с 1905г. Образование получил самостоятельно. С 1904г. – профессор Парижского университета. Научные труды посвящены радиоактивности, физике кристаллов и магнетизму. Совместно с Ж Кюри открыл пьезоэлектрический эффект, открыл существование температуры, выше которой ферромагнетик теряет свои свойства (точка Кюри) и скачкообразно меняются некоторые свойства. Исследовал свойства диа- и парамагнетиков.</p> <p>Пьеру Кюри принадлежит следующее изречение: «Чем дальше эксперимент от теории, тем ближе он к Нобелевской премии».</p>
<p>Александр Степанович Попов 1859-1906 гг.</p>	<p>русский физик, с 1901г. – зав. кафедрой Петербургского электротехнического института. С 1905г. – его ректор. Изобрел радиоприемник и радиопередатчик, положил основу радиолокации.</p> <p>До сих пор продолжаются споры об авторе радио. На авторство претендовал Маркони, который внес в схему А. С. Попова серьезные усовершенствования и первым запатентовал свое изобретение через год после публикации работ А. С. Попова</p>
<p>Джозеф Джон Томсон</p>	<p>англ. физик, член Лондонского королевского общества с 1884 г., его президент (1916-1920 гг.), учился в Кембридже</p>

<p>J. Tomson 1856-1940 гг.</p>	<p>и Манчестере. 1894 -1919гг. – профессор Кембриджского университета, директор Кавендишской лаборатории, лауреат Нобелевской премии по физике 1906г. Научные работы посвящены исследованию прохождения электрического тока через разреженные газы, атомной физике, физике металлов. Изучая катодное излучение определил удельный заряд электрона. разработал теорию его движения в магнитном поле, объяснил происхождение сплошного спектра рентгеновских лучей. Одним из первых предложил атомную модель. Является основоположником классической электронной теории металлов.</p>
<p>Хендрик Антон Лоренц H. Lorentz 1853- 1928 гг.</p>	<p>голландский физик-теоретик, член Нидерландской АН. Учился в Лейденском университете. 1878-1923 – профессор Лейденского университета. Занимался научными исследованиями по статистической механике, термодинамике, оптике, теории излучения и др. Создал классическую электронную теорию. дал выражение для силы, действующей на движущийся заряд (сила Лоренца). Предсказал расщепление спектральных линий в сильном магнитном поле (эффект Зеемана). Получил преобразования, некоторых основываются все кинематические эффекты специальной теории относительности (преобразования Лоренца).</p>
<p>Альберт Эйнштейн A. Einstein 1879-1955гг.</p>	<p>немецкий физик-теоретик. Учился в Швейцарии. 1909-1911-профессор Цюрихского политехникума, 1914-1933 – профессор Берлинского университета. С 1933 г. работал в Принстоне (США), лауреат Нобелевской премии по физике 1921г. Создатель специальной и общей теории относительности. Автор теоретического открытия фотона, теории фотоэффекта. Развил молекулярно-статистическую теорию броуновского движения, создал квантовую статистику частиц с целым спином (статистика Бозе-Эйнштейна). Создатель релятивистской теории тяготения. С 1933г. Занимался теорией единого поля</p>

Философские идеи, взгляды и учения, которые могли повлиять (или повлияли) на мировоззрение творцов электродинамики

Теории тепловых и электромагнитных явлений в историческом плане создавались параллельно. Условно можно определить «годы рождений» каждой из теорий, это: 1820- «год рождения» теории электромагнитных явлений (электродинамики Ампера), 1824 – «год рождения» теории тепловых явлений (термодинамики Карно).

Исходя из этого, рассмотренная нами плеяда выдающихся философов (от Иммануила Канта до Фридриха Энгельса) в связи с духовно-гуманитарным потенциалом молекулярно-кинетической теории и термодинамики (глава 2), имеет непосредственное отношение и к теории электромагнитных явлений.

В связи с этим мы считаем необходимым более подробно остановиться только на некоторых мыслителях того времени и, прежде всего, на философских взглядах Шеллинга.

Фридрих Шеллинг (1775-1854)

Он родился (в Германии) в один год с Ампером (Франция). В это время Алессандро Вольта (Италия) было уже тридцать лет. На два года моложе Шеллинга Эрстед (Дания). Ушел из жизни Шеллинг в один и тот же год, что и Ом (Германия), так что в 1854 году Германия потеряла великого философа и великого физика.

В 1832 году Фридрих Шеллинг выступил в Академии наук с докладом «О новом открытии Фарадея», что свидетельствует о его непотерянном интересе к естествознанию. Известно, что еще в юном возрасте Шеллинг исповедовал идею о связи между магнитными и электрическими явлениями. Выступая теперь по поводу открытия Майкла Фарадея, он подчеркивает, что «некоторые немцы» (именно так он выразился, имея в виду, прежде всего, себя) давно говорили о единстве магнитных, электрических и химических явлений. В 1820 году Эрстеду удалось продемонстрировать магнитное действие электрического тока. Теперь, в 1831 году, Фарадей открыл возникновения электрического тока под влиянием магнита. Шеллинг утверждает, что когда устанавливается связь между различными явлениями природы, между существующими порознь науками, это значит – науки начинают подлинную жизнь. Прогресс научного знания всегда радует!

Свои натурфилософские идеи Шеллинг изложил в собрании сочинений под названием «Описание природного процесса». Вот его основные мысли:

Каждая наука обладает своим особым предметом изучения (астрономия изучает структуру космоса, химия – свойства тел и т.д.). Каждая наука изучает нечто существующее, философия изучает существование как таковое.

Существующее не случайно, а является выражением необходимости. Природа материальна. Материя не может быть изначальной, как у Аристотеля, она становится таковой в процессе изменения и развития. Понятие материи самое трудное – откровенно признается Шеллинг. Он не в состоянии объяснить, как происходит материализация «исключительного сущего».

Шеллинг разбирает проблему пространства, рассматривает и другие категории философии природы. Он говорит о магнетизме, электричестве, химических процессах, напоминает, что их единство философия установила раньше, чем эмпирическое естествознание. Его интересует проблема перехода от неорганической природы к органической. «В начале органическое с трудом отделяется от неорганического, поскольку каждая последующая ступень удерживает что-то от предыдущей... В неорганическом материя утверждает свою субстанциональность, в органическом она все больше опускается до акциденции» - пишет Шеллинг. Вместе с человеком, наделенным сознательным целеполаганием и свободой, заканчивается история природы, совершается необходимый переход в новый мир; это «мир духа, идеальная сторона универсума».

Проблема материи, по мнению Шеллинга, это настоящая «ловушка для философии». В эту «ловушку» легко попал философ Якоби, когда его в числе других ученых представили Наполеону. Как известно, у Наполеона была привычка спрашивать сразу самое главное в расчете на быстрый и точный ответ. Как в бою, Наполеон не давал времени для размышлений. «Что такое материя?» - быстро и четко спросил Наполеон философа. Якоби смутился и ничего не ответил, а потому сразу стал не интересен Наполеону. Если бы на месте Якоби оказался Шеллинг, то ответ был бы таким: «Материя – это пролившийся дух».

Сокровенный смысл последних поисков Шеллинга сокрыт в таких размышлениях: «В негативной философии, то есть в науке разума, первичным является сущее, а содержание сущего (бог) вторичным. Конец негативной философии наступает тогда, когда Я требует перестановки, которая в начале представляет собой акт воли (по аналогии с кантовским постулатом практического разума с той только разницей, что не разум, а практическое Я в качестве личности выставляет требование и говорит: «Я хочу», - что выше сущего). Эта воля только

начало. Воля, подымающаяся над сущим, и наука о ней (положительная философия) оказывается новым сущим, которое теперь выступает уже как вторичное и производное».

Все это означает, что кантовский постулат практического разума – это идея бога как регулятора человеческого поведения. У Шеллинга сложнее. Бог Шеллинга в естественном ходе вещей вторичен. Он приобретает первичный определяющий характер лишь в практической деятельности человека в качестве свободного морального деяния.

Философия (по Шеллингу) должна воспитать человека, наделенного не только разумом (этого мало!), но и высокой нравственностью, нравственной ответственностью. Человека необходимо уподобить богу (всеведущему, всемогущему, всеблагому), научить его в акте свободной воли преобразовать, переориентировать мир на истину, добро и красоту.

Свою задачу Шеллинг видит в том, чтобы преодолеть разъединение рационализма и эмпиризма; в познании бога исходить из единства всеобщего и особенного. Бог есть всеобщее и одновременно единичное, живое существо. Он творит мир в результате акта свободной воли. Положительная философия – философия свободы. Положительный – значит кем-то положенный, установленный в результате определенного действия.

Положительная философия Шеллинга «Философия откровения» посвящена христианской религии.

Послушаем самого Фридриха Шеллинга.

«Ни в одну эпоху не было такого количества умов, полностью потерявших связь с действительностью, как ныне. Причина лежит в распространенном мнении, будто подлинное образование состоит в том, чтобы погрузиться в мир абстракций и общих положений, между тем как все природное и все человеческое между собой связано сложнейшим образом...Идея непрекращающегося прогресса есть идея бесцельного прогресса, а то, что не имеет цели, не имеет смысла, следовательно, бесконечный прогресс – это самая мрачная и пустая мысль. Последняя цель познания – достичь состояния покоя. Покой знания обоснован всем предшествующим развитием, это последняя остановка науки..., когда она может перейти в веру. Начинать с веры наука не может, но завершиться ею должна. Вера не устраняет поиск, она стимулирует его, ибо она есть достигнутая цель. «Ищите, да обречете». Таков Фридрих Шеллинг.

Ныне мы все чаще сопрягаем науку с нравственностью, требуем от науки постоянного этического самоконтроля. Шеллинг считал, что у истинной философии одно название – нравственность. Философия означает любовь к мудрости. «Следовательно, не всякое знание без различия к его содержанию нужно философу, но знание, содержащее

мудрость» - пишет Шеллинг и продолжает: «Мудрость не припишешь тому, что направлено к безнравственному или стремится достичь благие цели, используя безнравственные средства».

Фридрих Шеллинг – актуальный мыслитель, особенно сегодня перед лицом экологического кризиса и социальных катастроф. Он призывает человека: Будь един со своей природой, как окружающей тебя, так и внутренне тебе присущей!

На памятнике Фридриха Шеллинга надпись:

«Первому мыслителю Германии». А в России его называли «Светоносный мыслитель Запада» и, наверное, не без оснований!

Александр Иванович Герцен сопоставлял Шеллинга с Гете. В «Письмах об изучении природы» он прославляет Гете, называя его поэтом-мыслителем, объединившего философское умозрение с эмпирическим естествознанием. Одновременно с «поэтом-мыслителем» Герцен называет «мыслителя-поэта» - Шеллинга, считая его великаном, который непосредственно, инстинктивно, вдохновенно овладевал истиной... Шеллинг, по мнению Герцена, пророк науки.

Гете говорит языком Шеллинга, мыслит его категориями. Смерть Гете (1832 год) потрясла Шеллинга. Он отменил очередную свою лекцию, а следующую целиком посвятил памяти Гете, олицетворявшего собой духовное единство страны.

Иоганн Вольфганг фон Гете (1749-1832)

Иоганн родился во Франкфурте-на-Майне в семье состоятельного бюргера, учился в Лейпциге и Страсбурге.

Величайший немецкий мыслитель прожил 83 года, наполненные плодотворным трудом в литературе, науке, искусстве и общественной жизни. Он создал большое количество лирических стихотворений, несколько романов и драм, работы по естествознанию и искусствоведению.

Богатство идей и художественное совершенство произведений Гете приносят ему при жизни всеобщее признание. Он исповедует идеи гуманизма, утверждает человеческие идеалы добра, мужества, любви, красоты.

Гете и Шеллинг встретились случайно в доме Шиллера. На следующий день они вместе уже ставили оптические опыты, а затем Гете писал влиятельному Веймарскому министру, рекомендуя Шиллинга в иенские профессора. «Уверен, что он сделает нам честь и окажется полезным университету, так как у молодого человека ясная и энергичная голова, устроенная по новейшей моде».

Гете, Шеллинг, Шиллер...- три гения рядом, и ни один не меркнет в тени другого, все светят!

Гете – гуманист, выразивший в своих произведениях идею постоянного развития и совершенствования человека, неуклонно стремящегося к познанию мира, овладению его богатствами, служению благу человечества.

Гете – автор «Фауста». Одной этой фразой сказано об авторе далеко не все, но очень много!

Необходимость отказа от существовавшей естественнонаучной традиции, когда человек отстранялся от природы и мысленно бесконечно детально готов был ее препарировать, хорошо осознавал в свои годы И.В.Гете. Вот великолепные строки из Фауста»:

Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явленья обездушить,
Забыв, что если в них нарушить
Одушевляющую связь,
То больше нечего и слушать...

Великий Гете понимал суть естественнонаучных процессов, которые имеют место в закрытых и открытых системах:

Прижми к груди свое дитя!
Но бережно, чтоб не разбилось склянка.
Вот неизбежная вещей изнанка:
Природному Вселенная тесна,
Искусственному ж замкнутость нужна!

Так в «Фаусте» обращался гомункулус к создавшему его алхимику.

Вселенная, по Гете, величественна, все в природе находится в непрерывном движении. Это своеобразный космический фон мироздания, в котором происходит спор о человеке, о смысле его существования:

Гроза земле, волнуя воды,
Бушуют бури и шумят,
И грозной цепью сил природы
Весь мир таинственно объят.

Гуманистическую программу Гете вкладывает в уста Господа, который противопоставил Мефистофелю свою веру в человека. Поэт убежден, что Фауст преодолет временные заблуждения и найдет дорогу к истине:

И посрамлен да будет сатана!
Знай: чистая душа в своем исканье смутном
Сознаньем истины полна!

Роль противоречивого Мефистофеля достаточно сложная и многозначная. При первом своем появлении перед Фаустом он сам себя представляет так:

Часть общей силы я,
Всегда желавшей зла, творившей лишь благое

...Я отрицаю все, и в этом суть моя...

Гете однажды обмолвился, что оба – Фауст и Мефистофель – воплощают разные грани его собственного Я. Таким образом, автор подсказал нам, что столкновение этих двух персонажей можно понимать и как борьбу противоположных тенденций в душе человека: веры и сомнения. Сам Фауст произнес знаменательные слова:

Ах, две души живут в больной груди моей,

Друг другу чуждые, - и жаждут разделенья!

Очень важно в борьбе за истинное знание не быть рабом мертвой догмы, пустой фразы.

Словами диспуты ведутся,

Из слов системы создаются...

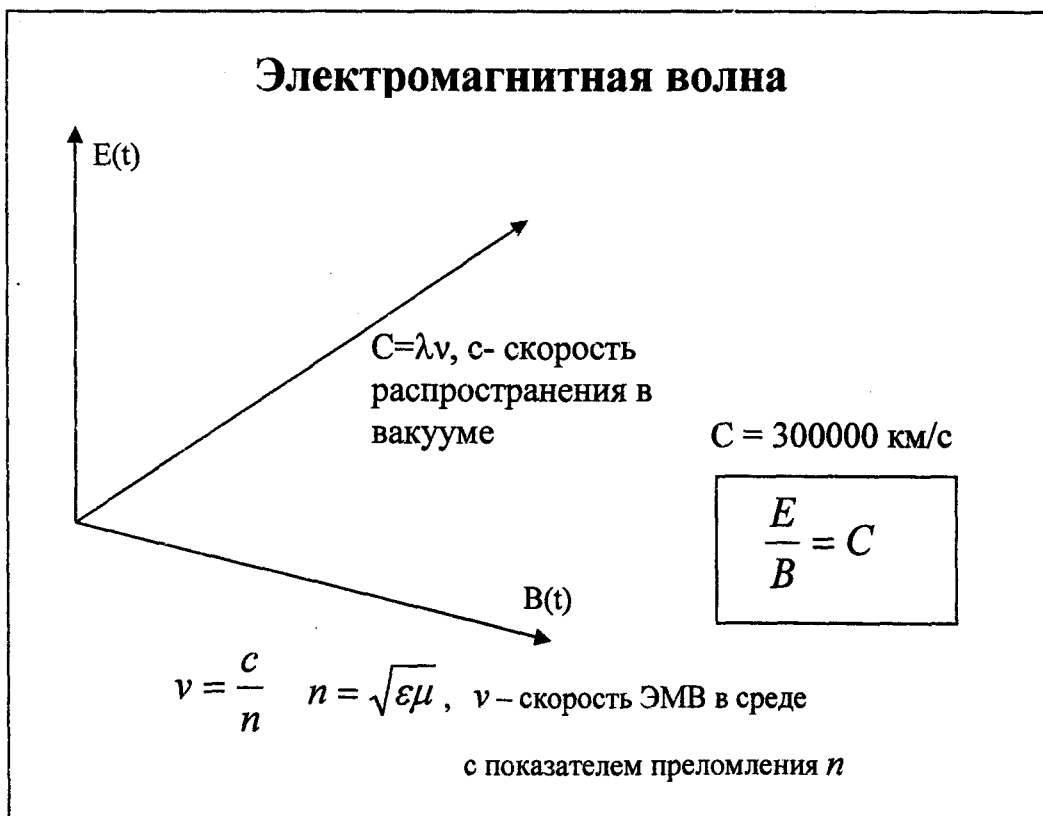
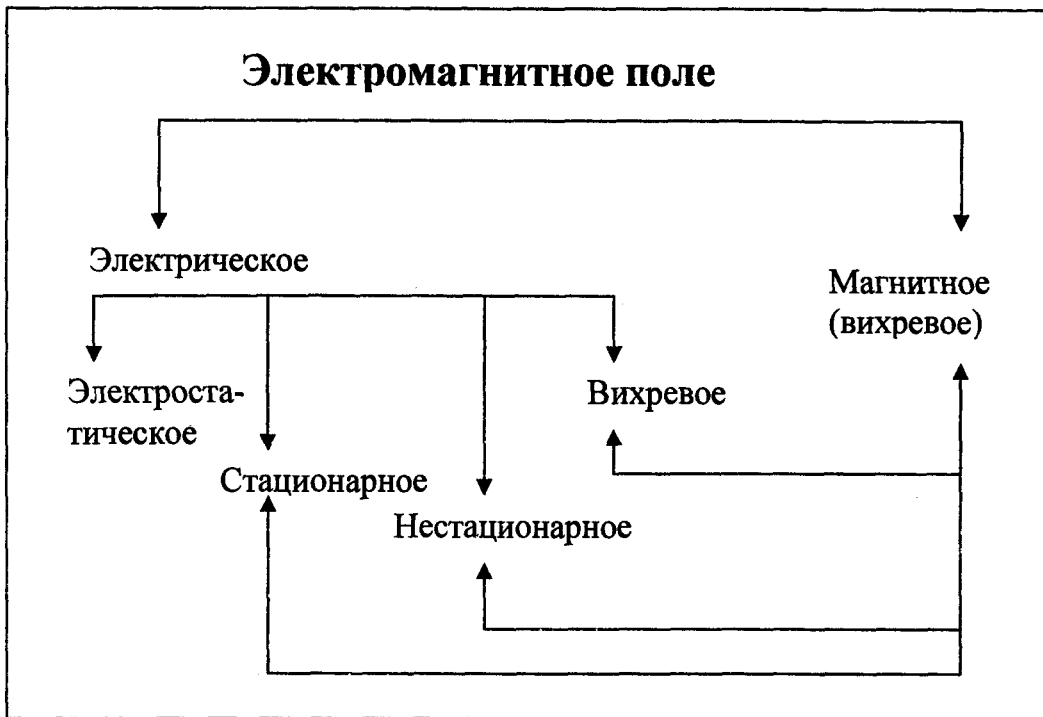
Одна из центральных идей «Фауста» свидетельствует не только о поэтическом, литературном даровании Гете, но и о естественнонаучной проницательности:

Суша, мой друг, теория везде,

А древо жизни пышно зеленеет!

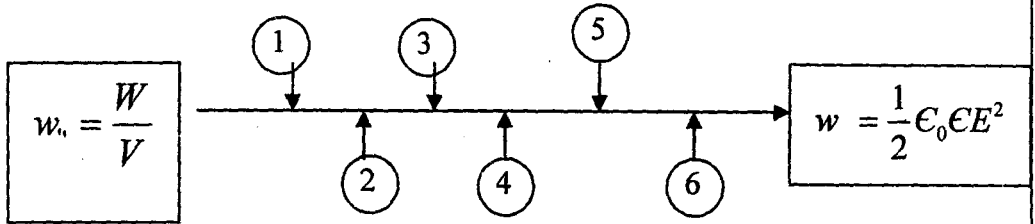
Три последних десятилетий своей жизни Гете прожил в 19 веке, и от его проницательного взора не укрылись противоречия нового времени. Оптимизм самого Гете не был поколеблен. В этом величие титанов века Просвещения, к которым он, безусловно, принадлежал. Идеологи Просвещения без колебаний несли свою веру в человека, в его высокое призвание. Главный урок Гете – неумоимо двигаться вперед. Пассивность, примирение со злом, всякое равнодушие и успокоенность губительны для человека.

В 1832 году И.В.Гете умер. Ушел из жизни человек, возвышавшийся как колосс во всех немецких внешних и внутренних смутах. Его сердце служило Германии, ее искусству, науке, поэзии, жизни. Германия осиротела... Осиротел и весь мир...



Плотность энергии электромагнитного поля

Плотность энергии электрического поля



$$1) W = \frac{CU^2}{2}$$

$$2) V = Sd$$

$$3) C = \frac{q}{S}$$

$$4) \sigma = \frac{q}{S} \Rightarrow q = \sigma S$$

$$5) E = \frac{\sigma}{2} \epsilon_0 \epsilon \Rightarrow \sigma = 2\epsilon_0 \epsilon E$$

$$6) E = \frac{U}{d}$$

Плотность энергии магнитного поля

$$w_m = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0 \mu}$$

Плотность энергии электромагнитного поля

$$w = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 \epsilon E^2 + \frac{B^2}{\mu_0 \mu} \right)$$

В ЭМВ $E(t), B(t) \rightarrow w(t)$

Законы Ома

Для постоянного тока

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

$$R = \zeta \frac{l}{S}$$

– сопротивление
проводника

Для переменного тока

$$I = \frac{U}{X_c}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi\nu C}$$

Ёмкостное
сопротивление

$$I = \frac{U}{X_L}$$

$$X_L = 2\pi\nu L$$

Индуктивное
сопротивление

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Полное
сопротивление

Законы Джоуля - Ленца

Внутренняя
энергия
проводника U_1

Внутренняя
энергия
проводника U_2

Работа сил
электр. поля
 $A = qi$

=

Количество
теплоты
 $Q = \Delta U = A$

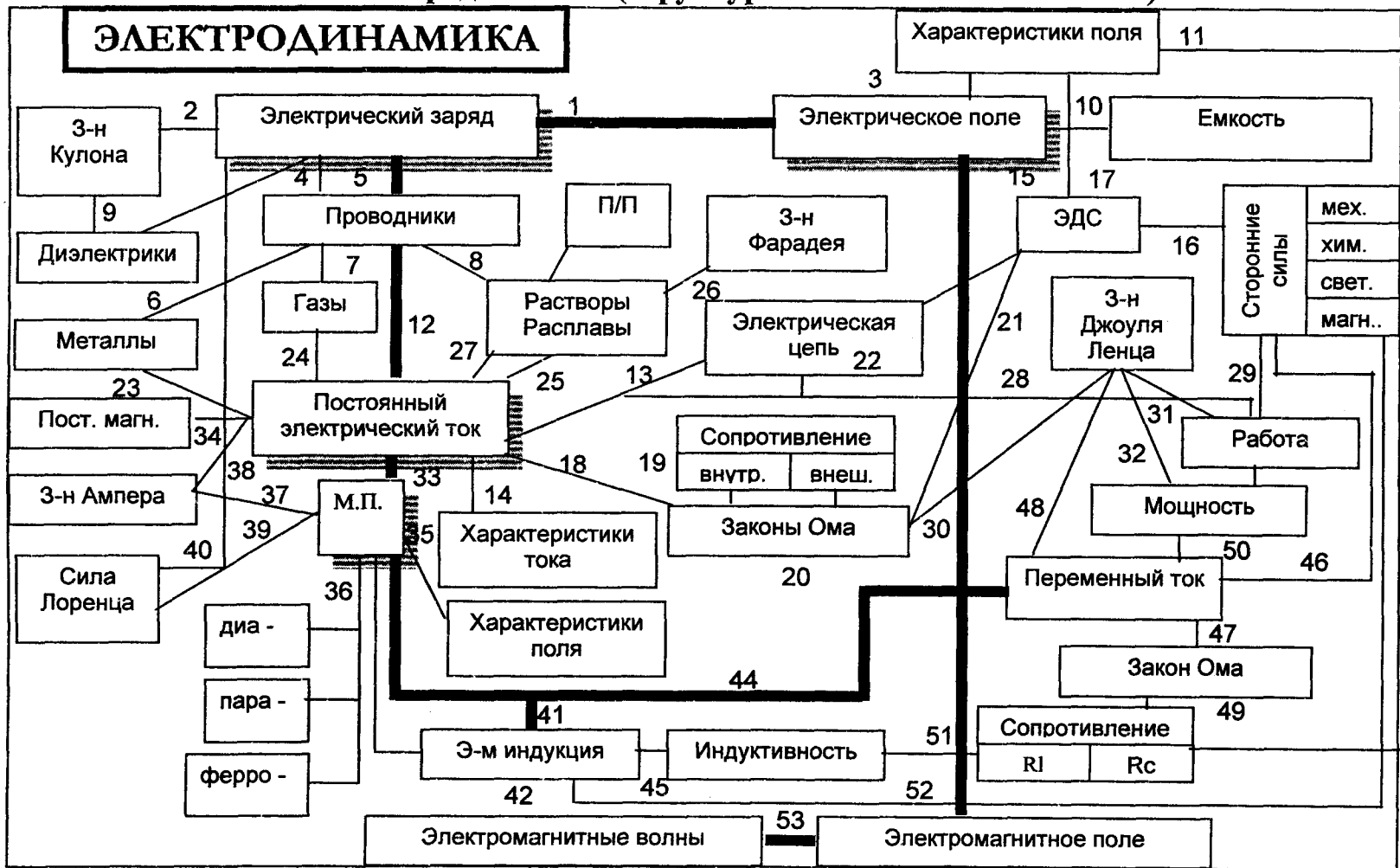
↑
Закон сохранения и
превращения энергии
↑

$q = It$	$Q = I^2 Rt$
$U = IR$	

Джоуль (1842 г.)

Ленц (1843 г.)

Электродинамика (структурно-логическая блок схема)



	Объекты	Характеристика связи
1	Эл. заряд Эл. поле	Отражает тот факт, что в пространстве, окружающем заряд существует особый вид материи – электрическое поле. Этот факт отражает исторический подход к теории взаимодействия, промежуточным этапом которой является теория близкодействия
2	Эл. заряд 3-н Кулона	Частный случай взаимодействия эл. зарядов (точечных) описывается законом Кулона. Важным в этой связи есть утверждение зависимости $F=F(r)$, аналогичной гравитационному взаимодействию
3	Эл. поле Характеристики	Электрическое поле как физическое понятие, требует описания (графического, математического и пр.), для чего и введены характеристики поля: силовые: напряженность, линии напряженности; энергетические: потенциал, разность потенциалов. Также в эту связь включается представление о поведении характеристик при наложении в пространстве нескольких полей (принцип суперпозиции)
4 5	Эл. заряд диэлектрики проводники	В этих связях отражается разбиение всех веществ на 2 класса по их электрическим свойствам, в частности, по способности проводить заряды, по наличию свободных зарядов
6 7 8	Проводники Металлы Газы Растворы	Эти связи – суть классификация всех проводников по типу, источнику свободных зарядов в них, в связи с этим, возникает необходимость отдельного рассмотрения этих классов веществ при исследовании причин, характера и свойств их проводимости
9	3-н Кулона Диэлектрики	Указывает на обобщенный закон взаимодействия точечных зарядов на случай, когда рассматривается взаимодействие в веществе
10 11	Эл. поле Характеристики Емкость	Отражает эмпирический характер введение понятия емкость, опосредованно, исходя из других характеристик поля
12	Эл. заряд Эл. ток	Фундаментальная взаимосвязь, определяющая переход от рассмотрения электростатического поля к рассмотрению стационарного электрического поля. Центральным связующим фактом является движение электрических зарядов, т.е. изменение их положения в пространстве со временем. Эта связь ассоциативно переплетена с переходом от

		рассмотрения постоянного тока к рассмотрению стационарного магнитного поля
13	Эл. ток Эл. цепь	Включает рассмотрение понятия электрической цепи, условий существования эл. тока
14 15 16 17	Характеристики эл. тока Характеристики эл. поля Сторонние силы ЭДС	Стационарное электрическое поле характеризуется следующими физическими величинами: сила тока, напряжение, работа тока, мощность. Исходя из определения потенциала, понятия разности потенциалов и необходимости постоянного разделения зарядов для существования тока, устанавливается связь между работой по перемещению зарядов и создаваемой разностью потенциалов. Эта связь включает в себя классификацию источников тока по виду энергии, превращаемой в электрическую
18 19 20 21	Эл. ток 3-н Ома	Эта связь охватывает два закона Ома: для участка цепи и для полной цепи постоянного тока, которые, эмпирически полученные, с достаточной точностью (в первом приближении) описывают вольт-амперную характеристику линейных цепей. Этот закон устанавливает важную взаимосвязь между характеристиками цепи (ЭДС, внутренним и внешним сопротивлением) и характеристиками тока (силой тока и напряжением)
22	Эл. цепь Эл. сопротивление 3-н Ома	Эта связь охватывает рассмотрение внутреннего и внешнего сопротивления, как характеристику электрической цепи. Сопротивление традиционно и исторически вводится при формулировке 3-на Ома для участка цепи
23	Пост. ток Металлы	Эта связь определяет рассмотрение элементов электронной теории проводимости металлов в ШКФ и включает следующие вопросы: опыты Рикке, Мандельштами-Папалекси, Толмена-Стюарта; рассмотрение причин сопротивления и его температурной зависимости, явления сверхпроводимости, термоэлектронной эмиссии и приборов, работающих на ее основе.
24	Пост. ток Газы	Эта связь продолжает собой рассмотрение тока в различных средах. Эта связь включает рассмотрение: явление самостоятельного и несамоостоятельного разрядов, ВАХ тока в газах, понятия плазмы, как четвертого агрегатного

		состояния
25 26	Пост. ток Растворы	Эта связь продолжает собой рассмотрение тока в различных средах. Эта связь включает рассмотрение: основных носителей свободных зарядов, явления электролитической диссоциации, явления электролиза, закона Фарадея и их применения
27	Пост, ток Полупроводники	Эта связь продолжает собой рассмотрение тока в различных средах. Эта связь включает рассмотрение: основных свойств полупроводников, зависимости их сопротивления от температуры и освещенности, собственной и примесной проводимости, контактных явлений полупроводников (р-п;р-п-р) переходы и их использование в технике.
28 29	Эл. ток Сторонние силы Работа	Понятие работы эл. тока тесно связано с работой сторонних сил фундаментальностью закона сохранения энергии. Из этих связей следует понятие КПД цепи. В отличие от механической работы, работа тока вводится исходя из определения мощности тока
30 31 32	Характеристики тока 3-н Ома 3-н Джоуля-Ленца	Эти связи являются объединенным законом Джоуля-Ленца, который получаем из связываемых компонент, и является энергетической характеристикой любой линейной электротехнической установки
33	Пост. эл. ток Магнитное поле (МП)	Эта связь отражает амперовскую связь между электрическим и магнитным явлениями, дополняет общую картину симметрии физических явлений. Как электрический заряд был источником и детектором электрического поля, так и, в свою очередь, постоянный электрический ток является источником и детектором магнитного поля
34	МП Постоянные магниты	Эта связь является важной для правильного понимания электромагнитных явлений. Рассмотрение постоянных магнитов, обладающих активными, по отношению к магнитному полю, свойствами не должно давать повод считать эти тела магнитными зарядами, по кажущейся аналогии с наэлектризованными телами.
35	МП Характеристики поля	Магнитное поле, как фундаментальное понятие, имеет ряд физических величин, дающих ему количественную и качественную характеристику. В школьном курсе это вектор индукции, магнитный поток, силовые линии магнитного поля; для

		характеристики поля в веществе вводится магнитная проницаемость
36	МП Диа-, пара- ферромагнетики	Отражает подразделение всех материалов по их магнитным свойствам на три группы в зависимости от магнитной проницаемости. При рассмотрении желательно подчеркнуть, что в основе такого разделения лежат принципиальные различия взаимодействия структурных единиц вещества (молекул и атомов) с внешним магнитом, предшествованием чего и является различие их магнитной проницаемости
37 38	МП З-н Ампера Пост. ток	З-н Ампера – эмпирическая зависимость, определяющая взаимодействие магнитных полей линейных токов. Она является определяющей для силы Ампера. Важно отметить видимое сходство между математическими записями з-на Кулона и закона Ампера ($F_{эл}$ прямо пропорциональна q_1 и q_2 , $F_a - I_1$ и I_2)
39 40	МП Сила Лоренца Эл. заряд	Выражение для силы Лоренца определяет количественную характеристику взаимодействия движущихся зарядов с магнитным полем и получается из рассмотрения з-на Ампера для одной частицы. Важными являются выводы о том, что взаимодействовать с магнитным полем могут только движущиеся частицы, и о направлении действия силы Лоренца
41 42	МП ЭМ индукция Сторонние ЭДС	Эта связь является обратной по отношению к связи магнитного поля с постоянным током. Она констатирует возникновение электрического тока при изменении магнитного поля, т.е. переход от стационарных явлений к явлениям изменяющимся во времени ($d\Phi/dt$) и именно здесь во всей полноте проявляется великая симметрия природы: изменения электрического поля (dq/dt) порождают магнитные поля, а изменения магнитных ($d\Phi/dt$) – порождает изменения электрических полей – электрические токи. Эта взаимосвязь объединяет рассматривавшиеся ранее раздельно теории в одну – электромагнитную теорию поля. Как частный случай рассматривается самоиндукция. Следует отметить применение индукции в генераторах эл. тока.
43	Закон ЭМ индукции	Есть количественная мера связи между изменением магнитного потока и ЭДС индукции. Важным

		представляется направление ЭДС индукции, на что следует обратить внимание учащихся.
44	МП ЭМ индукция Переменный ток	Исходя из возможности электромагнитных колебаний учащимся дается представление о переменном токе, как о токе переменного направления незатухающих колебаний.
45	Индуктивность	Вводится как характеристика способности проводника к самоиндукции при изменении силы протекающего по нему тока.
46 51	Переменный электрический ток	Далее вводится понятие действующего значения характеристики, реактивного сопротивления и формируются законы, аналогичные известным уже законам для постоянного тока.
52.	ЭМ поле	В рассмотрение включается фундаментальный принцип относительности при подходе к рассмотрению электрических и магнитных полей, так единого целого. И результатом такого подхода является вывод о том, что электрические и магнитные поля – это проявления единого целого – электромагнитного поля, которые зависят исключительно от выбора системы отсчета.
53. 54.	ЭМ волны	Исходя из построенной на момент изучения теории видно, что для существования электромагнитного поля не нужна никакой среды: оно объективно существует, распространяясь во времени и пространстве. Именно распространение электромагнитных колебаний в пространстве и есть электромагнитная волна. Для характеристики электромагнитных волн вводятся такие характеристики: длина волны, частота, скорость распространения, энергия, плотность потока излучения.

Содержание

Вместо предисловия	4
Введение	5
О научном познании	12
Гуманистическая направленность новой парадигмы образования.....	14
Глава 1. Классическая механика	16
Исаак Ньютон	33
Историческая эпоха Ньютона	33
Исаак – сын фермера	34
Ньютон – студент тринити-колледжа Кембриджского университета	35
“Болдинская осень” Ньютона	35
Ньютон – член тринити-колледжа	36
Ньютон – государственный служащий	37
Мировоззрение Ньютона	37
Механика Ньютона	39
Всемирное тяготение	40
Отношение ученого мира к механике Ньютона	42
Движение и взаимодействие	43
Подробнее о взаимодействии. Третий закон Ньютона	45
Научно-технический прогресс и классическая механика Ньютона	50
Содержание механики Ньютона с позиции теории научного познания и современных научных взглядов	51
Философские идеи, взгляды и учения, которые могли повлиять (или повлияли) на мировоззрение И. Ньютона	60
Плеяда античных философов	60
Философы-предшественники и современники И.Ньютона	63
Даты и факты развития механики	70
Что необходимо помнить и понимать, занимаясь механикой	76
Взаимодействие и движение.....	77
Законы Ньютона – ядро механики.....	77
Образ-схема физических теорий.....	78
Закон взаимодействия тел.....	79

Закон сохранения импульса.....	80
Закон сохранения энергии.....	81
Условия равновесия.....	82
Заключение к первой главе	83
Глава 2. Теория тепловых явлений	85
О специфике тепловых явлений.....	85
«Мостик между механикой и теплотой».....	86
Р. Бойль, Э.Мариотт, Ж. Шарль, Гей-Люссак, Б. Клапейрон... Почему их имена поставлены рядом?.....	87
Роберт Бойль.....	87
Жозеф Луи Гей-Люссак.....	90
Размышления по поводу открытых газовых законов.....	90
Рудольф Клаузиус.....	92
Джеймс Максвелл.....	93
Сади Карно.....	95
Людвиг Больцман.....	97
Температура.....	99
Уильям Томсон (лорд Кельвин).....	102
Закон сохранения и превращения энергии. Р.Майер, Г.Гельмгольц, Д.Джоуль	104
Роберт Майер.....	105
Герман Гельмгольц.....	106
Джоуль Джеймс Прескотт.....	107
Познание – понимание – воодушевление.....	108
Эйнштейн и Смолуховский. Жан Перрен.....	110
Альберт Эйнштейн.....	110
Марианн Смолуховский.....	111
Жан Перрен.....	112
Энтропия.....	113
Еще немного о понятии энтропии в современной науке.....	115
Энтропия и современная наука. Илья Пригожин.....	119
Научные достижения и мировоззрение ученых.....	122

Философские идеи, взгляды и учения, которые могли повлиять (или повлияли) на мировоззрение Л.Больцмана и других ученых	126
Духовно-гуманитарный потенциал физико-технического содержания учебного материала.....	133
Даты и факты развития теории тепловых явлений.....	138
Научно - историческая хронограмма.....	142
Газовые законы.....	143
Термодинамика.....	144
Молекулярно-кинетическая теория.....	145
Философско-историческая хронограмма.....	146
Педагогические семиотические системы.....	147
Основы теории тепловых явлений.....	147
Изопараметрические процессы.....	148
Закон сохранения и превращения энергии.....	149
Энтропия и второй закон термодинамики.....	150
Глава 3. Теория электромагнитных явлений	151
Из жизни замечательных людей	152
О поэтике познания и красоте научных законов	152
Продолжаем размышления о познании	155
О специфике электромагнитных явлений	159
Очерк развития учений и взглядов на электричество и магнетизм с древнейших времен до начала XIX века	161
Шарль Огюстен Кулон (1736-1806)	168
Алессандро Вольта (1745-1827)	172
Ганс Христиан Эрстед (1777-1851)	175
Андре Мари Ампер (1775-1836)	177
Георг Симон Ом (1787-1854)	180
Майкл Фарадей (1791-1867)	182
Джозеф Генри (1797-1878)	187
Вильгельм Вебер (1804-1891)	188
Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879)	189
Генрих Герц (1857-1894)	192

Размышления по поводу научных открытий (физика в лицах...)	199
Александр Степанович Попов (1859-1906)	201
Джозеф Джон Томсон (1856-1940)	202
Гендрик Антон Лоренц (1853-1928)	204
Альберт Эйнштейн (1879-1955)	206
Сущность классической электродинамики	208
Даты и факты развития теории электромагнитных явлений	209
Краткая справка об ученых, внесших вклад в развитие электродинамики	213
Философские идеи, взгляды и учения, которые могли повлиять (или повлияли) на мировоззрение творцов электродинамики	220
Фридрих Шеллинг (1775-1854)	220
Иоганн Вольфганг фон Гете (1749-1832)	223
Научно-историческая хронограмма	226
Электромагнитное поле	226
Плотность энергии электромагнитного поля	227
Законы Ома	228
Законы Джоуля-Ленца	229
Электродинамика (структурно-логическая блок схема)	230

Учебно-методическое издание

Проказа А.Т., Ильченко В.И.

Ф И З И К А
очеловеченная и одухотворенная

Теории механических, тепловых и электромагнитных явлений

Книга первая

Подписано в печать 12.04.09.

Формат 60 x 84,8. Бумага офсетная.

Печать RISO. Уч.-изд. л. 11, 74. Усл.-печ. л. 12,79.

Заказ 21. Тираж 300.

Издательство «Ремир»

г. Луганск, ул. Лермонтова, 16.