

Как сложились представления о нашем мире

Здесь рассказывается о важнейших открытиях в различных областях наук о природе, имеющих значение для всей рассматриваемой области, а также об открытиях, устанавливающих связь между различными областями наук. Указываются важнейшие технические достижения, ставшие возможными в результате научных открытий.

1. Науки в древности

Первобытный человек, чтобы добывать себе пищу и скрываться от врага, должен был знать много сведений об окружающем мире. Но знание большого числа фактов – это еще не наука. Наука – это система знаний о повторяющихся фактах и связях между ними, позволяющая выводить из них с помощью рассуждений новые факты, включая неизвестные ранее.

Геометрия и астрономия – те “точные” науки, которые в древнем мире развивались для практических нужд. Геометрия нужна для измерения земельных участков, а астрономия – для своевременной подготовки к сезонным сельскохозяйственным работам, так как смена времени года зависит от положения Солнца. Известные древним грекам сведения о геометрии (примерно те же, что в теперешнем школьном курсе геометрии) были собраны Евклидом в одну книгу и изложены там единым методом – аксиоматическим методом, часто применяемым в математике и до сих пор.

Для создания хорошего календаря надо знать соотношение между годом и сутками. Древние египтяне считали, что в году 365 суток. Из-за неточности этого числа время начала весны и весеннего сева перемещалось на разные месяцы. Если в каком-то году сеяли в мае, то через 100 лет весна и весенний сев начинались в июне (приводятся современные названия месяцев), через 500 лет – в сентябре, а через 1000 лет – в январе. Ко времени завоевания Египта римлянами в 1-м веке до нашей эры астроном Созиген знал, что в году приблизительно $365\frac{1}{4}$ суток. Чтобы это учесть, он предложил из каждых 4 лет считать в 3 годах по 365 суток, а в 4-м “високосном” году считать 366 суток. Император Юлий Цезарь ввел этот календарь во всей римской империи. Теперь этот календарь называется “юлианским” или “старым стилем”. Более точно длина года учитывается в “грегорианском” календаре. Римский папа Григорий в 16-м веке ввел этот календарь в Западной Европе. В России он действует с 1918 года и называется “новым стилем”.

Древние греки уже знали, что Земля – шар. Его размер впервые был измерен Эратосфеном. Он заметил, что в Сиенне в день летнего солнцестояния в полдень Солнце стоит точно над головой в зените, и его лучи достигают дна самых глубоких колодцев. В Это же время в Александрии, расположенной к северу от Сиенны, Солнце находится в $7\frac{1}{2}$ градусах от зенита. Считая, что лучи Солнца параллельны (из-за его удаленности), Эратосфен сделал вывод, что дуга меридиана между этими городами составляет $7\frac{1}{2}$ дуговых радиусов, то есть $\frac{1}{48}$ часть полной окружности. Значит, расстояние между этими городами составляет $\frac{1}{48}$ часть окружности земного шара. Рассуждение верное.

2. Науки в средние века

Раньше книги переписывались от руки и были очень дороги. В 14-м веке Гуттенберг изобрел книгопечатание, и книжные знания стали более доступными. Ин-

тересы торговли требовали расширения знаний об окружающих странах. Известны большие путешествия Марко Поло из Венеции в Китай, Афанасия Никитина из Твери в Индию. После возвращения они написали книги о своих путешествиях, содержащие много сведений о пройденных странах и населяющих их народах. После изобретения компаса стали возможны далекие морские путешествия. Наиболее известны путешествия Васко де Гама вокруг Африки в Индию, Колумба – открытие Америки, Магеллана – первое кругосветное путешествие. В результате этих и других больших путешествий в Европе сложились общие географические представления обо всей Земле в целом, и 15-й – 16-й века справедливо именуется “эпохой великих географических открытий”.

В море путь определяли по компасу и по наблюдениям Солнца и звезд. Поэтому морские путешествия способствовали развитию астрономии. Повышалась точность наблюдений. Предложенная в древности Птолемеем модель солнечной системы, в которой Солнце и планеты обращаются вокруг Земли, при расчетах видимого положения планет давала большие ошибки. Коперник предложил новую модель, в которой земля и планеты обращаются вокруг Солнца, и дававшую более точные результаты при расчетах. Но она противоречила господствующим взглядам, по которым Земля должна быть центром Вселенной. Коперник избежал преследований только по тому, что он умер вскоре напечатания своей книги.

Датский астроном Тихо Браге довел точность астрономических наблюдений до максимально возможной при наблюдениях невооруженным глазом – до одной угловой минуты. Это угол, под которым шарик диаметром в 3 см виден с расстояния 100 м. Пользуясь наблюдениями Тихо Браге, Кеплер рассчитал пути движения планет. Они оказались эллипсами, у которых в одном из фокусов находится Солнце (первый закон Кеплера).

Кеплер также открыл второй закон, определяющий скорость движения планеты в каждой точке ее орбиты, и третий закон, устанавливающий зависимость между расстоянием планеты от Солнца и ее временем обращения вокруг Солнца.

На рубеже 16-го и 17-го веков были изобретены микроскоп и телескоп, позволяющие увидеть предметы, недоступные невооруженному глазу. Английский врач Гарвей в микроскоп разглядел самые мелкие сосуды – капилляры – и установил, что у человека и животных кровь движется по замкнутому пути, то есть открыл кровообращение. Левенгук открыл микроорганизмы. Тогда еще не знали, что некоторые из них – болезнетворные.

Галилей в телескоп увидел горы на Луне, пятна на Солнце и открыл 4 спутника Юпитера, обращающиеся вокруг него на разных расстояниях. Это было сильным аргументом в пользу того, что в солнечной системе все планеты обращаются вокруг самого крупного тела – Солнца, а не вокруг Земли. Открытия Галилея противоречили существовавшим тогда взглядам. Галилея стали преследовать и заставили отречься от своих взглядов о движении Земли.

Ньютон – основатель высшей математики и теоретической механики. Он разработал метод, позволяющий рассчитать движения тел во многих механических системах. С помощью законов механики, точно сформулированных им (и закона всемирного тяготения в астрономических задачах), определяются силы, действующие на каждое тело системы. Ускорения в движении тел зависят от этих сил. Получается система уравнений, связывающая координаты тел, их скорости и ускорения. Такие уравнения относятся к классу дифференциальных уравнений и в несложных задачах решаются методами высшей математики, в которой основную

и наиболее важную для приложений часть – дифференциальное исчисление – создали независимо один от другого Ньютон и Лейбниц. Решив эту систему уравнений, мы получим информацию о движениях в данной механической системе. Ньютон решил задачу о движении планеты вокруг Солнца и получил, что планета будет двигаться в точном соответствии с законами Кеплера. Так как силы притяжения другими планетами малы по сравнению с силой притяжения Солнцем, то в первом приближении ими можно пренебречь. Если же их нужно учесть, то это можно сделать с помощью метода возмущений, предложенного Лагранжем на 100 лет позже. Теперь в сложных случаях решение отыскивается с помощью компьютера.

После Ньютона развитие механики и физики ускорило. Был изобретен ткацкий станок, значительно облегчивший изготовление тканей. Изучались свойства газов: зависимость давления газа от его плотности и температуры. Было измерено атмосферное давление. В немецком городе Магдебурге градоначальник Отто фон Герике устроил на городской площади опыт для публичной демонстрации силы атмосферного давления. Две восьмерки лошадей пытались растащить в разные стороны два медных полушария, между которыми был выкачан воздух. Большей частью лошадям это не удавалось. А в тех случаях, когда удавалось, был слышен громкий звук, похожий на пушечный выстрел.

В средние века многие химики занимались алхимией. Они пытались сделать невозможное (как теперь известно) – превратить химическим путем в золото более дешевые металлы. В своих многочисленных опытах они иногда получали интересные для науки результаты: открывали новые химические реакции, научились отличать смесь от химического соединения, нашли некоторые способы разделения смесей.

В середине 18-го века французский химик Лавуазье ввел точное взвешивание в практику химических опытов. Он установил всеобщий закон сохранения массы: сумма масс веществ, участвующих в химической реакции, не меняется во время этой реакции. При этом надо учитывать, что некоторые вещества газообразные, и их трудно уловить. Подобное утверждение о невозможности возникновения или уничтожения массы высказывал и Ломоносов.

Рассмотрим закон сохранения массы на примере горения свечи, поставленной на весы. Во время горения вес свечи уменьшается. Известно, что при горении свечи выделяются углекислый газ и водяные пары. Для их улавливания повесим над свечой трубу с кусками едкого натра, поглощающего углекислый газ и водяные пары. Оказывается, что вес этой трубы с едким натром увеличивается больше, чем на вес сгоревшей свечи. При горении расходуется кислород воздуха. Вес его определить трудно. Поэтому нужно провести весь опыт в герметично закрытом металлическом ящике, поставленном на весы. Оказывается, что во время горения и после него вес ящика с содержимым не меняется, в полном соответствии с законом сохранения массы.

Большое значение для биологии имела классификация биологических видов, разработанная шведским биологом Линнеем. Похожие виды животных он объединял в роды, сходные между собой роды – в семейства, и так далее. Самыми крупными в его классификации были 4 типа животных: позвоночные, членистые, лучистые и простейшие. Классификация Линнея (с некоторыми изменениями) сохранила свое значение до настоящего времени. Сам Линней считал виды неизменными и не связывал свою классификацию с происхождением видов и их

родственными отношениями.

Паровая машина Уатта – основной двигатель в технике 19-го века. До появления первых паровых машин фабричные механизмы и транспортные средства приводились в движение силами людей, животных, ветра и воды. Английский инженер Уатт изобрел и построил паровую машину, позволившую заменить лошадей для приведения в движение насосов, откачивающих воду из шахт. Пользуясь хорошим знанием тогдашней механики и свойств газов, Уатт применил на своей машине ряд приспособлений, в частности, золотник, в нужные моменты времени открывавший путь горячему пару поочередно в одну и другую половину цилиндра, а отработанному пару – в холодильник, а также центробежный регулятор для автоматического поддержания постоянной скорости работы машины. Он ввел новую единицу для оценки работоспособности машины, то есть ее мощности, – “лошадиную силу”, равную 75 килограммометрам в секунду (736 ваттам в современных единицах). Так как эта цифра была намеренно завышена, то машина в 10 лошадиных сил работала лучше, чем 10 лошадей. Содержать машину было дешевле, чем лошадей, и замена лошадей машиной давала немалую прибыль. Уатт заключал с владельцами шахт договоры, в силу которых те должны были выплачивать ему третью часть прибыли. Это были немалые деньги. Шахтовладельцы отказались их платить, и Уатт смог получить причитающиеся ему деньги только через суд.

Паровая машина начала распространяться в разных странах, и в 19-м веке она стала основным двигателем в промышленности и транспорте. В Америке Фултон построил первый речной пароход, а в Англии Стефенсон в 1812 г. построил железную дорогу и первый паровоз. В России первую паровую машину построил Ползунов несколько раньше Уатта, а первая железная дорога была проведена в 1837 г.

3. Развитие науки в 19-м веке

В самом конце 19-го века были открыты химические источники электрического тока. Если две пластинки из разных металлов поместить в раствор кислоты или соли (или поместить между ними прокладку, смоченную таким раствором) и соединить эти пластинки проводником, проходящим вне раствора, то по проводнику пойдет ток низкого напряжения. Соединив последовательно несколько таких источников тока, можно получить ток большего напряжения. Физик Вольта из нескольких сотен таких пластинок с прокладками получил “вольтов столб”, дающий напряжение в сотни вольт.

В России на реке Неве было построено судно с гребными колесами, двигавшимися от химических источников тока. Однако суда с паровыми машинами оказались более выгодными, так как расходовали дешевый уголь, а химические источники тока расходовали существенно более дорогие металлы. Объяснение работы химических источников тока было получено лишь в конце 19-го века на основе теории электролитической диссоциации. В настоящее время такие источники применяются лишь там, где требуются слабые токи, например, в телефонах, радиоприемниках и лабораторных опытах.

Дальтон – основатель современных теоретических взглядов в химии. Древние греки говорили, что все тела состоят из атомов, он не подкреплял это никакими научными фактами. Дальтон возродил атомистическую теорию и привел ее в соответствие с закономерностями, обнаруженными химиками во многих опытах. Он говорил, что каждое из простых веществ (элементов, не разлагаемых при

нагревании и любых химических воздействиях) состоит из одинаковых атомов, своих для каждого вещества, а сложные вещества – химические соединения – состоят из молекул, каждая из которых состоит из строго определенного количества атомов каждого из элементов, входящих в соединение. Для любого химического соединения это приводит к постоянству состава.

Например, фтористый натрий, полученный любым путем, на 54,8% состоит из натрия и на 45,2% – из фтора, так как любая молекула этого соединения состоит из одного атома натрия и одного атома фтора, а отношение масс этих атомов равно $23 : 19 = 54,8\% : 45,2\%$.

Аналогично объясняется и закон кратных отношений: если два элемента могут образовывать несколько химических соединений, то в них на одно и то же количество первого элемента приходится весовые количества второго элемента, отношения которых кратны отношениям небольших целых чисел. Например, в одной железной руде на каждые 3 грамма железа приходится 0,8596 грамма кислорода, а в другой на те же 3 грамма железа приходится 1,2894 грамма кислорода. Имеем $0,8596 : 1,2894 = 2 : 3$. Это объясняется тем, что одно и то же число атомов железа может соединиться только с целым числом атомов кислорода (в первом случае – с двумя, во втором – с тремя).

Дальтон считал, что у каждого химического соединения все атомы одинаковы и неизменны. Ошибки и неточности Дальтона (например, он считал, что вода – это HO, а не H₂O, не знал о существовании изотопов с разными атомными весами и об отрыве электронов от атомов при электролитической диссоциации) не снижают значения его выводов для современной химии.

Геолог Ляйель изучал влияние длительно действующих факторов на формирование поверхности Земли. Например, берега некоторых морей поднимаются или опускаются на 1–2 метра в столетие. Вулканы выбрасывают большое количество лавы, камней и вулканического пепла. Реки размывают берега и выносят песок и глину в свои дельты, а соли – в море. За несколько тысяч лет дельта рек Тигра и Евфрата выросла на десятки километров и засыпала часть Персидского залива. При наблюдаемом теперь количестве соли в речной воде вся соль в океанах (около 35 граммов на каждый литр воды) могла быть доставлена реками за несколько сот миллионов лет. Ляйель сделал вывод: образование всех наблюдаемых теперь форма на поверхности Земли может быть объяснено естественными, действующими и сейчас, геологическими факторами, если они действовали в течение многих миллионов лет.

Еще в первой четверти 19-го века были известны электромагниты, и многие физики считали, что электрические явления тесно связаны с магнитными. Французский физик Ампер измерил магнитные поля прямолинейного и кольцевого токов и пытался обнаружить обратную связь, когда магнитное поле возбуждает электрический ток. В одной комнате он поставил катушку, от которой провода шли в другую комнату к прибору, измеряющему ток. Вдвинув магнит в катушку, он шел к прибору. Тока не было. Ампер повторял опыт много раз с разными катушками и приборами. Результат был тем же. Ампер сделал вывод, что он не знает всех условий, при которых магнитное поле может давать ток. Английский физик Фарадей повторил этот опыт с тем отличием, что он всё время сидел у прибора, а вдвигал и выдвигал магнит из катушки его помощник. Ток был замечен лишь в моменты вдвигания и выдвигания магнита. Таким образом, не само магнитное поле, а его движение (или любое изменение) возбуждает электрический

ток. Как и всякий физик, обнаружив новое явление, он должен был всесторонне исследовать его, то есть выяснить, при каких условиях оно происходит и какова величина наблюдаемого эффекта от имеющихся условий.

С помощью этих научных результатов Ампера и Фарадея были построены машины, превращающие электрическую энергию в механическое движение – электромоторы, а также машины, превращающие механическую энергию в энергию электрического тока – динамомашины, и устройства, преобразующий ток одного напряжения в ток другого напряжения – трансформаторы. Теперь эти машины составляют энергетическую основу современной промышленности. В отличие от паровой машины, электромоторы можно поставить к каждому станку, быстро включать и выключать, экономить немало энергии.

В середине 19-го века было сделано несколько крупных научных открытий, каждое из которых затронуло большую область науки.

Майером был открыт закон сохранения энергии – один из всеобщих законов природы. Во всех без исключения явлениях и процессах энергия не создается и не уничтожается и может переходить из одной формы в другую в строго определенных количественных соотношениях:

$$1 \text{ ккал} = 427 \text{ кГм} = 4,19 \text{ кДж} = 0,00116 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

(ккал – килокалория, кГм – килограммометр, кДж – килоджоуль, кВт – киловатт).

Связь химической энергии с тепловой различна для разных видов топлива. Например, 1 ккал тепла выделяется при полном сгорании $\frac{1}{11}$ грамма керосина в необходимом количестве кислорода (около 0,3 грамма).

Этот закон позволяет для любой машины, преобразующей один вид энергии в другой, вычислить к.п.д. – коэффициент полезного действия, выражающий отношение количества полученной полезной энергии к количеству затраченной энергии.

В середине 19-го века химики знали несколько десятков химических элементов и заметили сходство в свойствах некоторых элементов. Д. И. Менделеев дал классификацию химических элементов по двум признакам, существенным для химии: атомному весу и валентности по кислороду. Составляя по этим признакам таблицу, Менделеев обнаружил, что в ней остаются пустые места. Он предсказал, что должны существовать химические элементы, заполняющие эти места, и указал их предполагаемые свойства. Через несколько десятилетий такие элементы были открыты (скандий, галлий, германий). Менделеев не связывал свою периодическую систему со строением атомов. Позже, в 20-м веке, оказалось, что эта система отражает ряд важных для химии особенностей строения атомов (подробнее об этом – в следующей главе).

При подземных работах люди иногда встречают остатки или отпечатки древних животных, таких, которых нет в современном животном мире. В самых древних слоях встречаются остатки только морских животных. В менее древних слоях встречаются и остатки животных, живших на суше. В слоях, возраст которых оценивается в 100–200 миллионов лет, – остатки древних ящеров, в том числе, очень крупных. В более молодых слоях крупных ящеров нет, а встречаются большей частью остатки млекопитающих, которые тем более похожи на современных, чем моложе слой. Эти обстоятельства поставили перед многими биологами вопрос, менялся ли животный мир Земли. Удовлетворительное решение этого вопроса дал только английский биолог Чарльз Дарвин.

В молодости он интересовался тем, как люди выводят новые породы собак и голубей, не похожих на своих предков. Собаководы вывели столь различные породы собак, что, увидев таких животных в природе, биолог отнес бы их к разным видам. Селекционеры использовали два фактора: естественную изменчивость животных, происходящую независимо от человека, и отбор, производимый человеком с целью все большего развития желаемых признаков.

Дарвин указал, что в природе вместо такого искусственного отбора действует естественный отбор. Выживают и дают потомство те животные, которые лучше приспособлены к условиям, имеющимся в среде их обитания. Такой отбор происходит значительно медленнее, но и он через многие тысячи и миллионы лет дает животных, не похожих на его предков. Он объясняет также наблюдаемую приспособленность организмов к условиям окружающей среды. В классификации Линнея мелкие группы сходных видов (роды, семейства) можно рассматривать как близких родственников, имеющих сравнительно недавних общих предков, а крупные группы менее сходных видов – как более далеких родственников.

В первой половине 19-го века Ампер и Фарадей установили связь между электрическими и магнитными явлениями. Обобщая их результаты и результаты более поздних исследований этого вопроса, физик Максвелл создал общую теорию электромагнитных явлений. Он написал систему уравнений с частными производными, которой удовлетворяют во всех случаях магнитные и электрические поля и токи. Из этой системы следуют, как частные случаи, все ранее известные результаты об электрических и магнитных явлениях в любых средах. Более того, при определенных условиях электрическое и магнитное поля могут отрываться от среды, в которой они возникли, и распространяться в пространстве со скоростью света, образуя электромагнитные волны. Через несколько лет такие волны были получены Герцем. В дальнейшем эти волны были использованы русским инженером Поповым для создания радиосвязи. Теперь они применяются для передач радио и телевидения.

Учитывая волновые свойства света, исследованные ранее Френелем, свет стали рассматривать как очень короткие электромагнитные волны.

В последней четверти 19-го века было открыто явление электролитической диссоциации, связывающее химические явления с электрическими. В растворах и расплавах молекулы некоторых веществ распадаются на электрически заряженные части – ионы. Если в такой раствор опустить два электрода, соединенные с разными полюсами источника тока, то отрицательные ионы будут притягиваться к положительному электроду (аноду), а положительные ионы – к отрицательному (катоду). На электродах ионы нейтрализуют свои заряды и выделяются из раствора. Получается разложение химического соединения электрическим током – электролиз. В частности, электролиз применяется для получения алюминия из расплава его окиси.

Если же в раствор с ионами опустить две пластинки из разных металлов, соединенные проводом, то из-за различия свойств металлов одни ионы будут скапливаться у одной пластинки, а другие – у другой, передавая им свои заряды. Получится химический источник электрического тока.

Эти явления показывают, что атомы не являются цельными и неизменными. Они содержат заряженные частицы, которые могут отделяться от атомов, двигаться самостоятельно и присоединяться к другим атомам.

Важными теоретическими областями физики являются кинетическая теория

газов и термодинамика. Первая из них рассматривает газ как скопление движущихся молекул, сталкивающихся без потери энергии друг с другом и со стенками сосудов. Она объясняет известные свойства газа и позволяет рассчитать величины, характеризующие состояние газа при заданных условиях.

Термодинамика исследует превращения тепловой энергии. В частности, она выяснила, что для увеличения доли тепловой энергии, переходящей в механическую, надо использовать возможно более широкий диапазон температур.

Были проведены тонкие физические исследования: измерение заряда электрона (по движению в электрическом поле мелких капелек с малыми электрическими зарядами) и измерение веса атома (по движениям в жидкости твердых частиц, подвергающихся беспорядочным ударам молекул).

Важными достижениями явились обнаружение возбудителей ряда тяжелых болезней и разработка мер борьбы с ними.

Применение искусственных удобрений и сельскохозяйственных машин (тракторов и других) повысило урожайность и снизило трудовые затраты в сельском хозяйстве.

В конце 19-го века важными техническими достижениями явились изобретение двигателя внутреннего сгорания, автомобиля и электрической лампы.

Благоустройство крупных городов Европы и Америки позволило в этих городах избежать больших пожаров, охватывающих целые городские районы, и страшных эпидемий, поражающих десятки тысяч людей.

К концу 19-го века у большинства ученых, изучающих природу, сложилась следующая научная картина окружающего мира. Весь мир состоит из движущейся материи. Материя и ее движение не создаваемы и не уничтожаемы и могут принимать различные формы, могут переходить из одной формы в другую. Строение материи и законы ее движения постепенно познаются при развитии научных исследований, непонятные явления получают научное объяснение. Развитие науки может приводить к крупным техническим достижениям, правильное использование которых улучшает жизнь людей.

4. Наука в 20-м веке

Начиная с самого конца 19-го века, физики открыли некоторые явления, не объяснимые на основе прежних представлений.

В 1895 году была открыта радиоактивность. Атомы некоторых химических элементов без видимых причин превращаются в атомы других элементов, испуская частицы с электрическими зарядами.

Через несколько лет было открыто явление фотоэффекта. Свет с частотой выше некоторой пороговой выбивает электроны из металла, а свет с частотой ниже пороговой – не выбивает, даже при большой интенсивности.

При теоретическом исследовании спектра света, испускаемого нагретым абсолютно черным телом, было получено, что высокочастотного света должно было быть значительно больше, чем наблюдается в опытах.

Для объяснения двух последних явлений физик Планк предположил, что свет может испускаться и поглощаться только порциями – квантами, и что энергия E каждого кванта пропорциональна его частоте ν , то есть $E = h\nu$, где h – постоянная (“постоянная Планка”). С другой стороны, еще в начале 19-го века Френель установил, что для объяснения дифракции и интерференции света нужно считать, что свет распространяется волнами, а не квантами.

Датский физик Бор предложил строение атома. Атом состоит из положительно заряженного ядра (его заряд равен порядковому номеру элемента в таблице Менделеева) и отрицательных электронов, движущихся около ядра и образующих слои. Число слоев равно номеру периода в таблице Менделеева, в котором находится рассматриваемый элемент. Число электронов, могущих отделяться от атома при химических реакциях, равно валентности элемента по кислороду, то есть номеру столбца в таблице Менделеева. Электрон может переходить из одного слоя в другой, если там есть для него свободное место и если он обладает достаточной энергией. При переходе на более близкий к ядру слой лишняя энергия испускается в виде кванта света с частотой, определяемой по формуле Планка, а при переходе на более далекий слой подобный квант должен поглотиться. Эти частоты совпадают с полученными при наблюдениях спектров газов.

Согласно наблюдениям, скорость света постоянна независимо от источника света и приемника света. Исходя из этого, Эйнштейн математическими методами построил теорию относительности. Она требует отказа от некоторых представлений классической механики, например, от понятия одновременности для всех точек пространства, от обычного закона сложения скоростей и других представлений. Для движений с малыми и средними скоростями теория относительности практически совпадает с обычной механикой. Например, при движении спутника вокруг Земли со скоростью 7,5 км/сек за год часы на спутнике отстанут от часов на Земле лишь на малую долю секунды. Только при движении со скоростями, близкими к скорости света, теория относительности дает новые результаты. Они учитываются на ускорителях частиц. В частности, при больших скоростях увеличивается масса тела, и движения со скоростями, большими скорости света, невозможны. Эйнштейн показал, что энергия имеет массу, хотя и небольшую. Его формула $E = mc^2$, где c – скорость света, дает следующее. Тепловая энергия, необходимая для нагрева 216 тонн воды на 100° , имеет массу всего в 1 миллиграмм. Позже Эйнштейн построил “общую теорию относительности”, которая показывает, что свойства пространства и времени зависят не только от скоростей движения тел, но и от присутствия тел с большой массой. Из-за “весомости” энергии лучи света, проходя мимо Солнца, отклоняются его притяжением. Проверка этого, возможная только во время полных солнечных затмений, показала наличие отклонения.

В 20-х годах прошлого века была создана “квантовая” или “волновая” механика для описания движения мелких объектов, размеры которых порядка размеров атомов. Ее основные положения и результатов сильно отличались от обычных. В обычной механике для расчета движения тела нужно знать силы, действующие на него, и знать в некоторый момент положение тела и его скорость. В квантовой механике нельзя одновременно точно знать положение и скорость. Чем точнее знаем одно, тем менее точно – другое, и наоборот. Произведение неопределенностей в значениях координаты и импульса (импульс – это произведение массы на скорость) не может быть меньше постоянной Планка \hbar . При расчетах квантовая механика дает для одних величин точные значения, а для других – значения с неопределенностями. Тем не менее, она позволяет решить ряд практических задач.

Для изучения частиц с большими энергиями были построены огромные и дорогие ускорители частиц. При столкновениях быстрых частиц с ядрами атомов выяснилось, что ядра состоят из протонов и нейтронов (частиц без носителей заряда). В ускорителях и в космических лучах обнаружены и другие элементарные частицы. Их массы и заряды определялись по их отклонениям в электрическом и

магнитном полях.

На ускорителях для многих химических элементов были получены изотопы, отличающиеся от известных элементов лишь числом нейтронов в ядре и имеющие такие же химические свойства. В большинстве изотопы оказались радиоактивными и быстро распадающимися. Изотопы применяются в биологии для изучения обмена веществ в организме и в химии для изучения промежуточных продуктов в сложных химических реакциях.

В 30-х годах был обнаружен новый тип распада атома урана. Под действием нейтронов ядро урана делится на две части, являющиеся ядрами атомов из середины таблицы Менделеева. При этом выделяется много энергии и выбрасывается несколько нейтронов. Они могут попасть в другие атомы урана и вызвать их распад с выделением новых нейтронов. Если они не поглощаются примесями и не вылетают из куска урана, то число распавшихся атомов быстро увеличивается, и процесс заканчивается взрывом всего куска с выделением огромного количества энергии (атомная бомба, 1945 г.).

Чтобы замедлить нарастание таких реакций и регулировать скорость выделения энергии, можно между стержнями урана вводить стержни вещества, поглощающего нейтроны. Получив поток тепла постоянной интенсивности, можно с помощью паровой машины и динамомшины получить электрическую энергию. На этой основе в ряде стран были построены атомные электростанции. После исчерпания запасов горючих ископаемых (уголь, нефть, газ, торф) атомные электростанции смогут давать электроэнергию еще много лет.

Большое количество ядерной энергии выделяется при слиянии двух ядер атомов тяжелого изотопа водорода в ядро атома гелия. Однако такой процесс осуществлен только в водородной (“термоядерной”) бомбе. Способов его регулирования за прошедшие несколько десятилетий не найдено.

Изучение переноса электричества в полупроводниках позволило создать полупроводниковые диоды и триоды, во многих случаях заменяющие радиолампы, но имеющие меньшие размеры и более надежные. На этой основе изготавливаются компактные системы управления, используемые для автоматизации производства и для создания быстродействующих вычислительных и информационных машин и для управления полетами ракет.

В 20-м веке завершено географическое исследование поверхности Земли. Южная полярная область занята материком – Антарктидой, покрытым толстым слоем льда, а Северная – Ледовитым океаном с островами. Советские полярные экспедиции в Арктику, начиная с экспедиции Папанина (1937 г.), исследовали климатические условия, дрейф льдов и обнаружили подводный хребет.

Геологи разработали более точные методы датировки геологических периодов и эпох, основанные на радиоактивности. Были обнаружены и исследованы ископаемые останки первобытных людей.

Немецкий геолог Вегенер предложил теорию движения материков. Он заметил, что большое сходство очертаний берегов Африки и Южной Америки может быть объяснено тем, что эти материки составляли раньше один материк, который раскололся, и его части разошлись в разные стороны. При движении Северной и Южной Америки к западу их передние части из-за встречаемого сопротивления собирались в складки, образовав горную цепь Кордильеры, идущую и теперь вдоль всего западного побережья этих стран. Позднейшие исследования донных отложений в Атлантическом океане показали, что с обеих сторон Срединно-Атлантического

хребта возраст отложений тем больше, чем дальше от хребта они находятся. Это говорит о наличии раскола под хребтом и о движениях дна в разные стороны от хребта.

В биологии было показано, что информация о наследуемых признаках записана в генах. Гены содержатся в хромосомах, имеющих в ядрах клеток. Выяснен способ точного копирования этой информации при делении и размножении клеток. С помощью рентгеновских исследований, обрабатываемых на компьютерах, выяснено, что эта информация содержится в порядке чередования следующих одна за другой четырех аминокислот, химический состав которых известен. Разработана технология введения новых генов с желаемыми свойствами, например, с целью повышения урожайности.

В медицине значительно расширены возможности диагностики за счет распространения новой аппаратуры и расширения возможностей химических анализов. Открытие антибиотиков облегчило борьбу с микробными инфекциями.

Важные технические достижения: создание самолетов и крупных жидкотопливных ракет, полеты человека в воздухе и в космосе, включая посадку на Луну, растущая автоматизация производства, большие и малые вычислительные и информационные машины, комплексное благоустройство городов.

Производственная деятельность человека достигла таких размеров, что она существенно влияет на природную среду, вызывая в ней изменения, большей частью неблагоприятные для человека. Массовая вырубка лесов, распашка степей и лугов, строительство в водоохранных зонах, загрязнение почвы отходами производства ведут к загрязнению воздуха, воды и продуктов питания вредными выбросами. Особенно неблагоприятная для здоровья обстановка в больших городах, где значительная часть школьников и призывников в армию имеют серьезные отклонения в здоровье.

Развитие техники приводит к развитию военной техники, приносящей все больше жертв и разрушений. В первой мировой войне погибло 10 миллионов человек, во второй – свыше 40 миллионов. Разрушенное в городах приходится восстанавливать в течение нескольких лет после войны.