Инструкция по выполнению заданий по учебной дисциплине «КСЕ»

**14.10.21**

**14 группа ОПОП «Продавец, контролер- кассир» ( 2часа)**

**Уважаемые студенты для ознакомления с курсом КСЕ (концепции современного естествознания) просьба посмотреть видео** <https://www.youtube.com/watch?v=SbzLXHaQsFI> **и написать конспект.**

**Если видео не открылось лекция прилагается ниже.**

**Глава II. ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА**

Исходный пункт научной революции Нового времени – переход к гелиоцентризму. Коперник пытался усовершенствовать теорию Птолемея. Первое естественно-научное обоснование гелиоцентризма дал Галилей. Основателем классической физики, наряду с Г.Галилеем, является И.Ньютон, сформулировавший в 1687 году первую физическую теорию - классическую механику. Классическое естествознание заговорило языком математики и эксперимента.

Представления классической физики применимы только к объектам макроуровня. Первой физической программой объяснения явлений был атомизм. Сущность различных явлений объяснялась механическим взаимодействием атомов, которые движутся в абсолютном пространстве. Атомы элементарны, т.е. неделимы и непроницаемы, характеризуются наличием неизменной массы.

Пространство и время абсолютны, т.е. не зависят друг от друга и от материи. Пространство трехмерно, неподвижно, описывается геометрией Евклида. Законы механики выполняются именно по отношению к абсолютному пространству (абсолютно неподвижной системой отсчета). Движение рассматривается как пространственное перемещение по законам механики. Все физические процессы сводятся к перемещению атомов под действием силы тяготения, являющейся дальнодействующей (распространяется мгновенно с бесконечной скоростью).

Механистический подход был плодотворным. На основе механики были созданы космология, гидродинамика, теория упругости, термодинамика и др. разделы физики. Однако оптика и электромагнетизм полностью механикой не объяснялись. В 1864 году Дж. Максвелл создал теорию электромагнетизма, которая объединила оптику и электромагнетизм. Из нее следовало:

-скорость света примерно 3×108м/сек, что совпало с экспериментом;

-световые и электромагнитные волны имеют единую природу (это первая теория поля, объединившая магнитные и электрические взаимодействия);

-электромагнитное поле наряду с веществом является отдельным, волновым видом материи.

Если Ньютон основывался на понятии пустого пространства, то Максвелл признавал существование заполняющей космическое пространство неподвижной материальной среды (***эфира***) как переносчика электромагнитного поля. Но в принципе они не противоречили друг другу. Таким образом, монополия классической механики разрушена не была. Например, считалось, что скорость света зависит от системы отсчета.

Таким образом, в конце XIX века физика пришла к выводу, что материя существует в двух видах: вещества и поля. Позже было открыто, что частицы вещества обладают массой покоя и двигаются со скоростями меньше скорости света. Волны поля существуют только в движении (со скоростью света) и массой покоя не обладают.

**§7. Представления неклассической физики**

В конце XIX века большинство ученых склонялись к выводу, что физическая картина мира построена и останется в основном незыблемой. Современная физика исходит из ряда прежних и новых фундаментальных предпосылок.

Во-первых, так же как и классическая физика признает объективное существование физического мира.

Во-вторых, утверждает существование трех качественно различающихся структурных уровня материи: мегамира – мира космических объектов; макромира – мира эмпирического опыта человека; микромира – мира молекул, атомов и элементарных частиц. Классическая физика как раз изучала законы макромира. Изучением микромира занимается квантовая механика. Мегамир – предмет астрономии и космологии, которые опираются на законы релятивистской и квантовой физики.

Картина строения вещества оказалась сложной. Одни элементарные частицы распадаются на другие, но это не всегда значит, что первые состоят из вторых.

В-третьих, неклассическая физика отказывается от принципов механистического детерминизма. Классическое естествознание абсолютизировало динамические закономерности. Процессы микромира описываются статистическими закономерностями, а предсказания носят вероятностный характер. Статистические закономерности возникают как результат взаимодействия большого числа элементов, характеризуют их поведение в целом. Примеры: законы квантовой механики или общественные законы. При этом статистические закономерности, как и динамические, являются выражением детерминизма.

В-четвертых, новая физика отказывается от субстанциональной концепции пространства и времени в пользу реляционной.

В-пятых, современное естествознание строится на основе принципа глобального эволюционизма.

**§8. Специальная теория относительности**

Специальная теория относительности (СТО) является результатом распространения принципа относительности на электромагнитные взаимодействия. Создана трудами Х.Лоренца, Д.Фицджеральда, Д.Лармора, А.Пуанкаре, Г.Минковского и, прежде всего, А.Эйнштейна.

Создание Максвеллом теории электромагнитного поля и экспериментальное доказательство его реальности поставили вопрос о распространении ***принципа относительности*** ***Галилея*** (неизменность законов физики во всех инерциальных системах отсчета (ИСО) относительно преобразований Галилея) на электромагнитные явления. Уравнения Максвелла, описывающие электромагнитное поле, нековариантны (нетождественны) относительно преобразований Галилея. Х.Лоренц нашел преобразования между разными ИСО (1892), относительно которых уравнения Максвелла ковариантны. Но он не понял их физический смысл, пытаясь совместить с классическими представлениями о пространстве и времени.

В 1905 году появилась работа А.Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел». В ней он сформулировал основные положения СТО, которая объяснила отрицательный опыт А.Майкельсона по обнаружению мирового эфира (1887), смысл преобразований Х.Лоренца, а также новый взгляд на пространство и время. Эксперимент Майкельсона показал постоянство и независимость скорости света от движения Земли (относительно, как предполагалось, неподвижного эфира).

Постоянство скорости света в любой СО противоречило принципу относительности Галилея. Эйнштейн пришел к выводу, что необходимо сохранить принцип постоянства скорости света и принцип относительности (законы природы одинаковы во всех ИСО), но отказаться от преобразований Галилея. Было отвергнуто представление о существовании эталонной абсолютной системы отсчета, которую связывали с эфиром. СТО раскрыла физический смысл ***скорости света*** – это предельная скорость материальных взаимодействий (скорость безмассовых частиц), максимальная скорость в природе. Для объяснения природы света эфир не нужен. Если классическая термодинамика наложила запрет на создание вечного двигателя, то СТО – на превышение скорости света.

Лоренц предположил, что опыт Майкельсона объясняется уменьшением размеров движущегося в эфире тела в направлении движения относительно неподвижного эфира. У Эйнштейна эти преобразования имеют другой смысл: размеры тел характеризуют не их отношение к абсолютному пространству, а отношение тел друг к другу (то же относится и ко времени). В СТО размеры тел и промежутки времени теряют абсолютный характер. Тела сокращаются, а время замедляется по отношению к неподвижной системе отсчета, а внутри движущейся системы процессы протекают обычным образом. Масса тела также становится относительной величиной, зависящей от его скорости движения.

СТО показала зависимость пространственно-временных отношений от скорости движения материальных тел. Эйнштейн в 1905 году получил формулы преобразования координат и времени, релятивистскую формулу сложения скоростей и открыл закон эквивалентности массы и энергии Е=mc2. Согласно этому закону масса является относительной величиной: «масса тела есть мера содержащейся в нем энергии». Формула не означает, что масса может перейти в энергию. Энергия переходит из одной формы в другие, что сопровождается изменением массы. Обнаружилась зависимость массы от скорости – с увеличением скорости масса тела растет. Это две «стороны одной медали».

Математический аппарат СТО был разработан Г.Минковским (1908). С математической точки зрения СТО есть геометрия плоского четырехмерного пространства-времени. Наряду с понятием скорости в пространстве вводится понятие скорости во времени. При этом суммарная скорость движения объекта во всех четырех измерениях равна скорости света. При максимально возможной скорости в пространстве движение тела во времени полностью переходит в движение тела в пространстве. В таком случае время останавливается. Поэтому фотоны никогда не стареют (время жизни бесконечно).

СТО подтверждена на обширном материале. Замедление времени демонстрируют пионы (пи-мезоны), образующиеся при столкновении космических лучей с атмосферой. Их собственное время жизни10-8сек. За это время можно пройти с околосветовой скоростью не больше 3 метров, а они проходят 30 км. Экспериментально подтверждено, что налетающая с большой скоростью частица по отношению к покоящейся проявляет себя не как сфера, а как сплющенный в направлении движения диск.

По Ньютону пространство и время абсолютны. В СТО абсолютен пространственно-временной континуум – это «арена», на которой разыгрываются физические процессы, не оказывая обратного воздействия на нее. Идея субстанциональности пространства и времени окончательно изгоняется лишь в общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна.

СТО не отрицает возможность существование частиц, движущихся со сверхсветовыми скоростями (***тахионов***). Можно построить непротиворечивую теорию, не нарушающую ***принцип причинности*** (естественная обусловленность всех явлений объективного мира). Например, в субмикроскопических областях пространства, где нельзя однозначно разделить прошлое и будущее.

**§9. Общая теория относительности**

Теория тяготения Ньютона построена на принципе дальнодействия, предполагающем мгновенное распространение гравитационных сил. А СТО базируется на представлении, что никакое воздействие не может превышать скорость света в вакууме (нужна бесконечная энергия).

ОТО (1916) явилась результатом распространения СТО на ***неинерциальные системы отсчета (НСО)*** - СО, движущиеся с ускорением. СТО, как и классическая физика, формулирует физические закономерности только для ***инерциальных систем отсчета*** (ИСО), которые движутся прямолинейно с постоянной скоростью. Именно в них соблюдаются ***принцип инерции***, принцип относительности и законы механики. Принцип инерции, сформулированный Галилеем, утверждает, что в отсутствие внешних воздействий тело покоится или движется прямолинейно и равномерно (принцип Аристотеля: тело движется только под воздействием).

Таким образом, в центре внимания ОТО оказалось понятие НСО. В НСО не выполнялись ни принцип инерции, ни законы механики. Задачей физики стало распространение ее законов на НСО.

Существовали две точки зрения на причины инерциальных сил в ускоренных системах. Ньютон считал, что таким фактором является абсолютное пространство, Э.Мах – действие общей массы Вселенной. Эйнштейн усмотрел такой фактор в эквивалентности сил инерции и сил тяготения (инертной и гравитационной масс). Он пришел к выводу, что гравитационное поле будет эквивалентно ускоренным системам только в случае, если пространство-время является искривленным. С точки зрения ОТО кривизна пространства-времени определяется полем тяготения. При этом искривление определяется не только массой вещества, но и энергией, которой оно обладает (энергия также обладает массой). Гравитация представляет собой искривление пространства-времени. Поле тяготения является отклонением свойств пространства-времени от идеального (евклидова).

Эйнштейн пришел к выводу, что реальное гравитационное поле будет эквивалентно ускоренным СО, если пространство-время является искривленным, т.е. неевклидовым.

Описание тяготения принципиально меняется. По Ньютону движение тела есть движение под действием тяготения, по Эйнштейну свободное движение в искривленном пространстве-времени. Геодезической (кратчайшей) линией является движение луча света.

Выводы ОТО дискредитировали понятие абсолютного пространства-времени. ОТО показала зависимость пространственно-временных отношений от распределения материальных масс. Материя влияет на свойства пространства и времени. Например, на Солнце время течет медленнее, чем на Земле.

Существуют два независимых способа определения массы тела – согласно второму закону динамики и закону всемирного тяготения. Они показывают поразительную закономерность – количественное тождество гравитационной и инертной масс (в ХХ веке точность опытов достигла10-12). Их равенство означает, что тяготение и инерция есть одно и то же явление. Эйнштейн показал, что нельзя отличить эффект гравитации от эффекта ускорения. Силы инерции в ускоренной СО эквивалентны гравитационному полю. Например, наблюдатель в закрытом лифте не сможет определить, движется ли лифт ускоренно или внутри лифта действуют силы тяготения.

Уравнения гравитационного поля в ОТО представляют систему 10 уравнений. Они в классическом приближении переходят в закон Ньютона. ОТО углубляет понятие поля, связывая понятия гравитации и метрики пространства-времени, допускает возможность гравитационных волн.

Первый успех ОТО заключался в объяснении открытой в 1859 году (и непонятной с точки зрения классической теории гравитации) дополнительной скорости движения ***перигелия*** (ближайшей к Солнцу точки орбиты) Меркурия около 43 секунд за столетие. Оказалось, что ***прецессия*** (вращение) орбиты Меркурия обусловлена искривлением пространства, вызванного гравитационным полем Солнца.

ОТО предсказала искривление луча света в гравитационном поле (в ньютоновской теории гравитации этого не должно быть, так как свет, согласно классическим представлениям, не обладает массой). Предсказала замедление времени в гравитационном поле или, что то же самое, ***красное смещение*** спектральных линий (СТО, например, предсказывает замедление времени только для НСО).

Проблемы ОТО: интерпретация тензора энергии-импульса, существование гравитационной энергии и др. К тому же математический аппарат ОТО настолько сложен, что почти все задачи, кроме простейших, оказываются неразрешимыми.

Согласно ОТО Вселенная может выглядеть как микрочастица. Такие объекты академик М.А.Марков назвал фридмонами.

Кроме того, теория Эйнштейна не отвечает на вопросы: почему пространство трехмерно, время однонаправлено, максимальная скорость физических процессов не должна превышать скорости света?

К концу ХХ века создано более 20 альтернативных теорий гравитации. Некоторые из них, как и ОТО, исходят из геометрического толкования гравитации, другие – из понятия поля в плоском гравитационном пространстве-времени, третьи не учитывают тождества гравитационной и инерционной масс и т.д. Ни одна из этих теорий не предсказывает отличных от ОТО новых экспериментов, не обладает эстетической привлекательностью, простотой и эвристичностью. На основе ОТО создана релятивистская космология, разработана программа единой теории поля.

**§10. Квантовая механика**

На рубеже XIX-XX веков в физике появился «каскад» фактов, для описания которых классической физики оказалось недостаточно. Они опровергли представления об атомах как неделимых элементах материи: 1896 год - открытие радиоактивности (спонтанного распада атома и превращения его в другой элемент) Беккерелем; 1897 год - открытие электрона Томпсоном; 1911 год - открытие строения атома Резерфордом. Рушилась 2.5 тысячи лет существовавшая идея атома как «кирпичика» материи. «Исчезновение» атома воспринималось как исчезновение материи и опровержение материализма.

***Квантовая механика*** – теория микрообъектов. День рождения квантовой физики - 14.12.1900 года. М.Планк сформулировал идею квантов, согласно которой в процессе излучения и поглощения энергии она отдается не непрерывно и в любых количествах, а неделимыми порциями (квантами). Формула квантов энергии: Е= hν, где Е – энергия кванта, ν - частота излучения, h - постоянная Планка. ***Квант*** – неделимая порция какой-либо величины (энергии, импульса). Смысл постоянной Планка вытекает из ее размерности. Это квант действия – предел возможного действия в природе.

В 1905 году Эйнштейн распространил эту формулу на световые явления. Согласно его теории свет является потоком световых квантов (***фотонов***). Он, по сути, сформировал квантовую теорию света. Прямые доказательства существования фотонов получил в 1922 году американский ученый А.Комптон при рассеянии рентгеновских лучей на электронах. Эффект Комптона объяснялся только с корпускулярных позиций. За теорию квантовой природы света Эйнштейн в 1922 году получил Нобелевскую премию.

Парадокс: в одних явлениях свет ведет себя как волна (явления дифракции, интерференции), а в других опытах свет ведет себя как частица (явление фотоэффекта).

1904 – первая модель атома, предложенная Дж.Томсоном. Он предположил, что атом представляет собой положительно заряженную сферу, внутри которой плавают отрицательно заряженные электроны. Экспериментальная модель атома Резерфорда напоминала солнечную систему: вокруг положительно заряженного ядра, движутся отрицательно заряженные электроны. Электрический заряд ядра численно равен порядковому номеру элемента в таблице Менделеева и сумме зарядов электронов (атом электрически нейтрален). Резерфорд получил размеры ядра порядка 10-12-10-13см (10-8 см - размер атома).

Но согласно электродинамике Максвелла такой атом неустойчив - электроны должны излучать энергию и упасть на ядро.

1913 год - Нильс Бор сформулировал квантовую модель атома (получившей название атома Резерфорда-Бора), которая объясняла устойчивость атома. ***Постулаты Бора*:**

-электрон в атоме может двигаться только по определенным орбитам, находясь на которых электрон не излучает энергию;

-электрон излучает (поглощает) энергию при переходе с одной орбиты на другую.

Модель Бора точно описала атом водорода, но не многоэлектронные атомы (расходилась с экспериментами). Из этого следовало, что электрон не является механическим шариком. Таким образом, модель Бора оказалась переходной – ее не хватало для описания всех микроявлений.

В 1925 году был сформулирован принцип исключения - ***принцип Паули***, определяющему закономерности распределения электронов в атоме по слоям вокруг ядра. В каждом квантовом состоянии (описываемом квантовыми числами) не может находиться больше одного фермиона (в данном случае электрона). Поэтому в первом слое, наиболее близком к ядру, может быть только 2 электрона, втором и третьем – 8, четвертом и пятом – 18, шестом и седьмом – 32. Элементы, имеющие одинаковое строение внешней оболочки, принадлежат к одной группе (вертикальному столбцу) Периодической системы Менделеева. Число химических элементов в периоде равно числу электронов в слое.

В дальнейшем принцип получил более глубокий физический смысл. Его называют законом запрета коллапса материи. Например, этому закону подчиняются, как фермионы, кварки.

1924 год - Л.де Бройль выдвинул (в противовес идее Эйнштейна о квантовых свойствах света) идею волновых свойств частиц. Любой частице массой «m» соответствует волна длиной L═h/(mV), где V – скорость частицы. Получается, что волновые свойства наряду с корпускулярными присущи всем видам материи. Эта идея получила название ***принципа корпускулярно-волнового дуализма*.** В 1927 году гипотезу де Бройля подтвердили экспериментально К.Дэвисон и Л.Джермер, обнаружив в опыте дифракцию (рассеяние, огибание препятствия) электронов. ***Дифракция*** – отклонение волн от прямолинейного движения при прохождении препятствия.

1925 год – В.Гейзенберг вывел уравнение для частиц материи (матричный вариант квантовой механики). 1926 год – Э.Шредингер получил уравнение для волн материи (волновой вариант). Позже выяснилось, что это разные формы одной и той же теории. 1928 год – П.Дирак получил релятивистское обобщение уравнения Шредингера.

Следствием принципа корпускулярно-волнового дуализма является принцип неопределенности Гейзенберга (1927), раскрывающий принципиальную особенность природы микрообъектов. ***Принцип неопределенности***: понятия частицы и волны к квантовым объектам можно применить только отдельно (корпускулярные и волновые свойства микрообъектов одновременно с любой точностью определить нельзя). Например, нельзя одновременно с любой точностью измерить координату и импульс (или длину волны), энергию и время микрообъекта. Их можно определить только с точностью в пределах соотношения:

**∆x×∆p≥h** – соотношение для координаты и импульса.

∆x – фундаментальная неопределенность (интервал) координаты частицы, описываемой волной де Бройля. ∆p – неопределенность (интервал) импульса частицы. Чем точнее определяется координата, тем менее точно определяется импульс и наоборот. Действительно: не может частица сама себя локализовать точнее, чем на половине длины своей волны.

**∆E×∆t≥ h** – соотношение для энергии и времени.

∆E – неопределенность (интервал) энергии частицы в данном состоянии, ∆t – промежуток времени, в течение которого частица находится в данном состоянии (или время измерения). Энергия частицы может быть определена тем точнее, чем дольше время измерения. И, наоборот – в фиксированный момент времени частица может обладать энергией в пределах ∆E (может быть определена с такой точностью). Это, например, означает, что в течение времени ∆t энергия системы может измениться на ∆E≈h/∆t, которая может материализоваться (в виде виртуальных частиц).

Эти формулы отображают корпускулярно-волновую природу частиц. Принцип неопределенности – закон природы, а не следствие несовершенства приборов. Принцип выражает основной смысл квантовой механики, отражает фундаментальную неопределенность явлений природы. Год 1927 считается датой завершения построения квантовой механики (нерелятивистской).

Принцип объясняет явления, невозможные с точки зрения классической механики. Например, ***туннельный эффект*** - отличная от нуля вероятность прохождения квантовым объектом (из-за волновых свойств) энергетического барьера. Аналогия: способность волн огибать препятствия. Благодаря эффекту происходит распад радиоактивных ядер, термоядерные реакции на звездах и др.

Квантовая механика является фундаментом современной физики, обеспечивает фантастическую точность предсказаний. С ее помощью построили теорию твердого тела, сверхтекучести, радиоактивности, эволюции звезд, ядерную физику, электронику и др.

Анализируя принципы квантово-волнового дуализма и неопределенности Нильс Бор пришел к философскому обобщению, диалектически сформулированному им в виде ***принципа дополнительности***: любое явление природы требует для своего определения взаимоисключающие понятия.

Таким образом, квантовая механика обнаружила вероятностный характер законов микромира, неустранимый корпускулярно-волновой дуализм в фундаменте материи.

# **Уважаемые студенты! За выполнение заданий за 20.10.21 вы должны получить оценку за написание конспекта, Работы можно присылать на почту** vflfvkfyf@gmail.com .с WHATSAPP **не работаю. Работы можно показать при выходе с карантина на уроке КСЕ**