**29.09.2020г.**

**Раздел II. ФИЗИКА**

**Тема:**Тепловые явления.

История атомических учений. Наблюдения и опыты.

**Задание:** Конспект в тетрадь.

***Время выполнения 2 часа.***

**История атомистических учений. Наблюдения и опыты, подтверждающие атомно-молекулярное строение вещества. Масса и размеры молекул.**

Молекулярная физика исходит из того, что любое тело – твердое, жидкое или газообразное – состоит из громадного числа молекул, которые находятся в беспорядочном движении, интенсивность которого зависит от температуры. При изучении молекулярной физики Вы познакомитесь со строением, структурой и свойствами некоторых материалов, с особенностями агрегатных изменений, рассмотрите зависимости количественных характеристик от физико-механических свойств веществ и их строения.

Молекулярная физика служит научной основой современного материаловедения, вакуумной технологии, порошковой металлургии, холодильной техники.

Представления о том, что все вещества состоят из мельчайших частиц - атомов, впервые появились в трудах древнегреческих ученых философов Левклиппа, Демокрита и Эпикура, живших V-III веках до нашей эры. Все явления природы они пытались объяснить движением этих невидимых частиц.

**Учение о том, что все тела состоят из отдельных частиц – атомов, возникло в Древней Греции в IV в. до н.э. Основоположником атомистической теории был философ Демокрит.**

Греческий философ Демокрит предположил, что все вещества состоят из невидимых человеческим глазом малых частиц - атомов. Он описал мир как систему атомов в пустоте, отвергая бесконечную делимость материи, постулируя не только бесконечность числа атомов во Вселенной, но и бесконечность их форм

**Атомизм - учение о прерывистом, дискретном строение материи. До конца 19 века атомизм утверждал, что материя состоит из отдельных невидимых частиц - атомов.**

**Атомистическая теория (по-гречески atomos – неделимый) – вещество имеет дискретное строение, состоит из отдельных, разделенных пространственными промежутками частиц**

Греческая форма атомизма плодотворно повлияла на развитие науки. Наиболее полно и в ясном изложении дошли до нас изустные и письменные работы древних греков.

**Приведем некоторые принципиальные положения Демокрита, имеющие отношение к атомистической теории:**

1. **Ничто не возникает из ничего и ничего не переходит во что.
2. Материя состоит из бесконечного числа мельчайших, неделимых частиц – атомов.
3. Атомы вечны и неизменны, а все сложные тела, из них состоящие, изменчивы и преходящи.
4. Не существует ничего, кроме атомов и «чистого» пространства.
5. Атомы вечно движутся. Движение всегда присуще атомам и происходит в силу господства во Вселенной закона универсальной необходимости.
6. Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме.
7. Во Вселенной существует бесконечное множество миров. Наш мир один из них.
8. Различие между вещами связано с различием их атомов по числу, величине, форме.**

Естественнонаучное мировоззрение древних получило свое развитие в трудах знаменитого философа того времени Аристотеля (384-322 до н. э.). В своем творчестве он охватил почти все существовавшие тогда отрасли знаний. Хотя Аристотель критиковал своего учителя философа-идеалиста Платона (427-347 до н. э.), он не был материалистом. Он признавал объективное существование материального мира и его познаваемость, но противопоставлял земной и небесный миры, верил и учил верить в существование божественных сил. Аристотель резко отвергал атомистическую теорию.(верил в Бога).

учение Аристотеля в средние века надолго задержало развитие атомистических воззрений. И все же учение об атомах, атомистика, пройдя через многие века, выдержало ожесточенную борьбу и дошло до наших дней с более глубокими представлениями об атоме, полученными в результате огромного числа физико-химических экспериментов и исследований по физике атома.

Возвращение атомистических представлений стало возможным с началом эпохи Возрождения, благодаря трудам первых ученых - экспериментаторов. Огромную роль в этом сыграли исследования Роберта Бойля и Исаака Ньютона.

**Р.Бойль более 10 лет проводивший различные эксперименты, написал книгу "Химик - Скептик", в которой доказал полную несостоятельность "начал Аристотеля**".

В середине XV в. в экономическом, политическом и культурном развитии Европы начинают отчетливо проступать новые, самобытные черты.

Николай Коперник (1473-1543) сломал общепризнанную до того концепцию мироздания, по которой Земля считалась неподвижной по отношению к Солнцу. Коперник отбросил геоцентрическую систему Птолемея и создал гелиоцентрическую систему мироздания. Возникнув в астрономии, она распространилась и на физику, дав новый импульс развитию атомистических идей. Атомы неощутимы, считал Коперник, несколько атомов не составляют видимого тела. И все же число этих частиц можно так умножить, что их будет достаточно для слияния в заметное тело. Коперник вплотную подошел к материалистической атомистике. В эпоху Возрождения физические наблюдения и опыты еще не носили систематического характера, хотя и были достаточно широко развиты.

Началу использования в физике экспериментального метода положил **Галилео Галилей (1564-1642),** итальянский физик, механик, астроном, один из основателей естествознания. **Галилей считал, что мир бесконечен, материя вечна. Материя состоит из абсолютно неделимых атомов, ее движение – единственное, универсальное механическое перемещение. Галилей экспериментально подтвердил ряд гипотез древних философов об атомах**. В своих трудах он поддержал гелиоцентрическую систему мироздания, за что жестоко пострадал от католической инквизиции.

В XVIII и XIX вв. классическая физика вступила в период, когда многие ее положения стали подвергаться серьезному переосмыслению.

**Михаил Ломоносов** – первый русский профессор химии, автор первого русского курса физической химии.



**В области физики он оставил нам ряд важных работ по кинетической теории газов, теории теплоты, оптике и др**. Рассматривая основу химических явлений» Ломоносов на базе атомно-молекулярных представлений **развивал учение о «нечувствительных» (т. е. неощутимых) частицах материи – «корпускулах»** (молекулах). Он полагал, что всем свойствам вещества можно дать исчерпывающее объяснение с помощью представления о различных чисто механических движениях корпускул, состоящих из атомов. В химических работах Ломоносова важную роль играет атомистика, она – краеугольный камень его научного мышления. Ломоносов дал свою формулировку принципа сохранения материи и движения: «.все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому . Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения, ибо тело, движущее своею силою другое, столько же силы у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает .» Введение понятия «корпускулы» наряду с понятием «элемента» (атома) означало признание того, что определенная совокупность атомов создает новое единство, действующее как целое, некий новый качественный «узел». Это была перспективная идея, т.к. только через естествознание человечество могло прийти к идее развития, образования сложных форм вещества из соединения простых.

**Ломоносов вывел ряд следствий**

1. **Частицы-корпускулы имеют шарообразную форму.**
2. **При более быстром вращении частиц теплота увеличивается, а при более медленном – уменьшается.**
3. **Горячее тело должно охлаждаться при соприкосновении с холодным и, наоборот, холодные тела должны нагреваться вследствие ускорения движения при соприкосновении**.

Атомно-молекулярное учение о материи лежало в основе многих физических и химических исследований на всем протяжении истории науки. Со времени Бойля оно стало служить химии и было положено Ломоносовым в основу учения о химических превращениях.

**В XVII–XIX вв**. атомы считались абсолютно неделимыми и неизменными частицами материи. Атомистика в значительной мере носила все еще абстрактный характер. В XIX в. большой вклад в разработку научной базы атомистики внесли такие ученые, как **Максвелл, Клаузиус, Больцман, Гиббс и др.**

В недрах химической науки родилась гипотеза о строении всех атомов из атомов водорода. Именно химико-физики ближе всех подошли к пониманию физического смысла идей атомистики. Они постепенно приближались к выяснению природы атомизма, а последующие поколения ученых – к пониманию действительного строения атома и его ядра.

Предыстория познания атомного ядра начинается в 1869 г. с гениального открытия Д. И. Менделеевым периодического закона химических элементов.

Д. И. Менделеев (1834-1907) был первым, кто попытался классифицировать все элементы, и именно ему мы обязаны нынешним видом Периодической системы. Периодическая система элементов стала в конце прошлого века памятником упорству, труду и аккуратности в экспериментальной работе.

с**конца XIX – начала XX в.** Гениальные догадки древних ученых о том.что все вещества состоят из атомов, к концу XIX в. полностью подтвердились. К тому времени также **было установлено, что атом как единица любого вещества неделим (само слово «атом» по-гречески означает «неделимый»).**

**Немецкий физик В. Рентгеноткрыл в 1895 г. излучение, названное им Х-лучами (впоследствии они получили название рентгеновских лучей, или рентгеновского излучения)**

французский физик **А. Беккерель (1852-1908)** на заседании Парижской Академии наук **докладывал об открытии радиоактивности. Исследования радиоактивности проводили супруги Кюри. Всем веществам, которые способны излучать лучи Беккереля, Мария Кюри дала общее название – радиоактивные (что означает способные испускать лучи). С открытия А. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивности берет свое начало новый раздел физики – ядерная физика.**

Успехи физики XIX в. позволили существенно продвинуться в создании целостной системы, объединяющей механику Ньютона и электродинамику Максвелла и Лоренца. Теория электромагнитного поля, созданная Максвеллом, вошла в историю науки наряду с такими фундаментальными обобщениями, как ньютонова механика, квантовая механика. Процесс коренного преобразования физики подготавливался научными открытиями конца XIX в., сделанными В. Рентгеном (рентгеновские лучи, 1895 г.), А. Беккерелем (естественная радиоактивность урана, 1896 г.), Дж. Томсоном (открытие электрона, 1897 г., первая модель строения атома), М. Склодовской-Кюри (радиоактивные элементы – полоний и радий, 1898 г.), М. Планком (теория квантов, 1900 г.) и др. Выполненные к началу XX в. работы химиков и физиков, теоретиков и экспериментаторов, вплотную приблизили науку об атоме к проблеме высвобождения ядерной энергии атома.

**Атомистика первой половины XX в.**

Исследования по радиоактивности стали проводиться в России почти сразу после открытия Беккереля. Ученые И. И. Боргман (1900 г.) и А. П. Афанасьев исследовали свойства радиоактивного излучения, в частности лечебные свойства целебных грязей. В. К. Лебединский (1902 г.) и И. А. Леонтьев (1903 г.) изучали влияние радиоактивности на искровые разряды и определили одними из пер­вых природу гамма-лучей. Н. А. Орлов исследовал действие радия на металлы, парафин, легкоплавкие органические вещества. Кроме Петербургского университета такого рода работы велись в Медицинской академии, в университетах Новороссийска, Харькова и других городов. Важные результаты в этой области были получены В. А. Бородовским, Г. Н. Антоновым, Л. С. Коловрат-Червинским.

**немецкий физик-теоретик М. Планк положил начало квантовой теории, или, коротко, атомизации действия**

**Резерфорд написал доклад «Рассеяние альфа- и бета-лучей и строение атома»**

**X. Гейгер и Э. Марсден**провели экспериментальную проверку идеи Резерфорда о строении атома. **Они подтвердили существование ядра атома как устойчивой его части, несущей в себе почти всю массу ато­ма и обладающей положительным зарядом.**

В 1913 г. Н. Бор (1885-1962) опубликовал серию статей «О строении атомов и молекул», открывших путь к атомной квантовой механике.

**МАССА И РАЗМЕРЫ МОЛЕКУЛ**

**Тепловое движение.**

**1.** В 1827 г. английский ботаник Р. Броун, изучая с помощью микроскопа частички цветочной пыльцы, взвешенные в воде, заметил, что эти частички совершают беспорядочное движение; они как бы дрожат в воде.

Причину движения частиц пыльцы долго не могли объяснить. Сам Броун предположил вначале, что они движутся, потому что они живые. Движение частиц пытались объяснить неодинаковым нагреванием разных частей сосуда, происходящими химическими реакциями и т.д. Лишь значительно позже поняли истинную причину движения частиц, взвешенных в воде. Эта причина — движение молекул.

Молекулы воды, в которой находится частица пыльцы, движутся и ударяются о неё. При этом с разных сторон о частицу ударяется неодинаковое число молекул, что и приводит к её перемещению.

Пусть в момент времени ​t1​ под действием ударов молекул воды частица переместилась из т. А в т. В. В следующий момент времени большее число молекул ударяется о частицу с другой стороны, и направление её движения изменяется, она перемещается из т. В в т. С. Таким образом, движение частицы пыльцы является следствием движения и ударов о неё молекул воды, в которой пыльца находится (рис. 65). Подобное явление можно наблюдать, если поместить в воду частицы краски или сажи.

Поскольку движение частицы — следствие движения молекул, то можно заключить, что **молекулы движутся беспорядочно (хаотически)**. Иными словами, нельзя выделить какое-то определённое направление, в котором движутся все молекулы.

Движение молекул никогда не прекращается. Можно сказать, что оно **непрерывно**. Непрерывное хаотическое движение атомов и молекул называют **тепловым движением**. Такое название определяется тем, что скорость движения молекул зависит от температуры тела.

Поскольку тела состоят из большого числа молекул и движение молекул беспорядочно, то нельзя точно сказать, сколько ударов будет испытывать та или иная молекула со стороны других. Поэтому говорят, что положение молекулы, её скорость в каждый момент времени **случайны**. Однако это не означает, что движение молекул не подчиняется определённым законам. В частности, хотя скорости молекул в некоторый момент времени различны, у большинства из них значения скорости близки к некоторому определённому значению. Обычно, говоря о скорости движения молекул, имеют в виду **среднюю скорость** ​(vср)​.

**2.** С точки зрения движения молекул можно объяснить такое явление, как диффузия.

**Диффузией называется явление проникновения молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества.**

Мы ощущаем запах духов на некотором расстоянии от флакона. Это объясняется тем, что молекулы духов, так же как и молекулы воздуха, движутся. Между молекулами существуют промежутки. Молекулы духов проникают в промежутки между молекулами воздуха, а молекулы воздуха — в промежутки между молекулами духов.

Диффузию жидкостей можно наблюдать, если в мензурку налить раствор медного купороса, а сверху — воду так, чтобы между этими жидкостями была резкая граница. Через два-три дня можно заметить, что граница уже не будет такой резкой; через неделю она совсем размоется. Спустя месяц жидкость станет однородной и во всем сосуде будет окрашена одинаково

В этом опыте молекулы медного купороса проникают в промежутки между молекулами воды, а молекулы воды — в промежутки между молекулами медного купороса. При этом следует иметь в виду, что плотность медного купороса больше, чем плотность воды.

Опыты показывают, что диффузия в газах происходит быстрее, чем в жидкостях. Это объясняется тем, что газы имеют меньшую плотность, чем жидкости, т.е. молекулы газов расположены на больших расстояниях друг от друга. Ещё медленнее происходит диффузия в твёрдых телах, поскольку молекулы твёрдых тел находятся ещё ближе друг к другу, чем молекулы жидкостей.

В природе, технике, быту можно обнаружить множество явлений, в которых проявляется диффузия: окрашивание, склеивание и др. Диффузия имеет большое значение в жизни человека. В частности, благодаря диффузии кислород в организм человека поступает не только через лёгкие, но и через кожу. По этой же причине питательные вещества проникают из кишечника в кровь.

Скорость диффузии зависит не только от агрегатного состояния вещества, но и от температуры.

Если приготовить два сосуда с водой и медным купоросом для проведения опыта по диффузии и один из них поставить в холодильник, а другой оставить в комнате, то можно обнаружить, что **при более высокой температуре диффузия будет происходить быстрее**. Это происходит потому, что при повышении температуры быстрее движутся молекулы. Таким образом, скорость движения молекул
и температура тела связаны между собой.

Чем больше средняя скорость движения молекул тела, тем выше его температура.

**3.** Молекулярная физика в отличие от механики изучает системы (тела), состоящие из большого числа частиц. Эти тела могут находиться в различных **состояниях**.

Величины, характеризующие состояние системы (тела), называются **параметрами состояния**. К параметрам состояния относят давление, объём, температуру.

Возможно такое состояние системы, при котором параметры, характеризующие его, остаются неизменными сколь угодно долго при отсутствии внешних воздействий. Это состояние называется **тепловым равновесием**.

Так, объём, температура, давление жидкости в сосуде, находящейся в тепловом равновесии с воздухом в комнате, не изменяются, если для этого не будет каких-либо внешних причин.

**4.** Состояние теплового равновесия системы характеризует такой параметр, как **температура**. Особенностью его является то, что значение температуры во всех частях системы, находящейся в состоянии теплового равновесия, одинаково. Если опустить в стакан с горячей водой серебряную ложку (или ложку из любого другого металла), то ложка будет нагреваться, а вода — остывать. Это будет происходить до тех пор, пока не наступит тепловое равновесие, при котором ложка и вода будут иметь одинаковую температуру. В любом случае, если взять два различно нагретых тела и привести их в соприкосновение, то более нагретое тело будет остывать, а более холодное — нагреваться. Через некоторое время система, состоящая из этих двух тел, придёт в тепловое равновесие, и температура этих тел станет одинаковой.

Так, одинаковой станет температура ложки и воды, когда они придут в тепловое равновесие.

**Температура — это физическая величина, которая характеризует тепловое состояние тела.**

Так, температура горячей воды выше, чем холодной; зимой температура воздуха на улице ниже, чем летом.

Единицей температуры является **градус Цельсия (°С)**. Температуру измеряют **термометром**.

В основе устройства термометра и соответственно способа измерения температуры лежит зависимость свойств тел от температуры, в частности свойство тела расширяться при нагревании. В термометрах могут быть использованы разные тела: и жидкие (спирт, ртуть), и твёрдые (металлы) и газообразные. Их называют **термометрическими телами**. Термометрическое тело (жидкость или газ) помещают в трубку, снабжённую шкалой, её приводят в соприкосновение с телом, температуру которого хотят измерить.

При построении шкалы выбирают две основные (реперные, опорные) точки, которым приписывают определённые значения температуры, и интервал между ними делят на несколько частей. Значение каждой части соответствует единице температуры по данной шкале.

**5.** Существуют разные температурные шкалы. Одной из наиболее распространённых в практике шкал является **шкала Цельсия**. Основными точками этой шкалы служат температура таяния льда и температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.). Первой точке приписали значение 0 °С, а второй — 100 °С. Расстояние между этими точками разделили на 100 равных частей и получили шкалу Цельсия. За единицу температуры по этой шкале принят 1 °С. Помимо шкалы Цельсия широко используется температурная шкала, названная **абсолютной** (термодинамической) шкалой температур, или шкалой Кельвина. За ноль по этой шкале принята температура -273 °С (точнее -273,15 °С). Эта температура названа **абсолютным нулём** температур и обозначается 0 К. Единицей температуры является один кельвин (1 К); он равен 1 градусу Цельсия. Соответственно температура таяния льда но абсолютной шкале температур — 273 К (273,15 К), а температура кипения воды — 373 К (373,15 К).

Температуру по абсолютной шкале обозначают буквой ​T​. Связь между температурой по абсолютной шкале ​(T)​ и температурой по шкале Цельсия ​(t∘)​ выражается формулой:

T=t∘+273

**1.10.2020г.**

**Раздел II. ФИЗИКА**

**Тема:**Жидкие кристаллы.

**Задание:** Конспект в тетрадь.

***Время выполнения 2 часа.***

**Жидкие кристаллы.История открытия. Группы жидких кристаллов и их свойства.**

**Применение жидких кристаллов. ЖК-дисплеи**

**Жидкий кристалл – это такое фазовое состояние, во время которого вещество одновременно обладает как свойствами жидкостей, так и свойствами кристаллов. То есть они обладают текучестью, и вместе с тем им присуща анизотропия – различие свойств данной среды в зависимости от направления внутри нее (например, показатель преломления, скорость звука или теплопроводность).+**

Жидкие кристаллы имеют структуру вязких жидкостей, которая состоит из молекул дискообразной формы. Ориентация данных молекул может изменяться при взаимодействии с электрическими полями.

**История открытия**

В 1888-м году австрийский ботаник ФридерихРейнитцер выяснил, что у некоторых типов кристаллов имеется две точки плавления, из чего следует, что существует два различных жидких состояния, в одном из которых вещество прозрачное, а в другом – мутное.

И хотя в 1904-м году немецкий физик Отто Леман предоставил ряд научных доказательств в пользу жидких кристаллов в своей одноименной книге, все же долгое время жидкие кристаллы не признавались как отдельные состояния вещества. В 1963-м году американский изобретатель Джеймс Фергюсон нашел применение одному из свойств ЖК – изменение цвета в зависимости от температуры. Американец получил патент на изобретение, которое способно обнаруживать невидимые для глаз тепловые поля. С этого популярность жидких кристаллов начала расти.

**Группы жидких кристаллов и их свойства**

Жидкие кристаллы обычно разделяют на две группы:

**1.**Термотропные – образовываются вследствие разогрева твердого вещества. Способны существовать в условиях определенной температуры и давления. Их разделяют на три типа, в зависимости от расположения молекул:

1. Смектические – такие ЖК имеют слоистую структуру, слои которой способны перемещаться друг относительно друга. Плотность слоя с приближением к поверхности может меняться. Кроме того, «смектики» обладают относительно высокой вязкостью. Наиболее обширный класс ЖК.
2. Нематические – не обладают слоистой структурой, а их вытянутые молекулы непрерывно скользят вдоль своих длинных осей, при этом вращаясь вокруг них. Такие ЖК подобны жидкостям. К этому агрегатному состоянию способны прийти только те вещества, молекулы которых имеют форму, при которой они не отличаются от своего зеркального отражения.
3. Холистерические – образовываются в соединениях различных стероидов, например, холестерина. Во многом схожи с нематическими ЖК, за исключением расположения молекул. Длинные оси молекул холистерических ЖК повернуты друг относительно друга таким образом, что молекулы образуют спирали. Основная особенность такого типа жидких кристаллов – его молекулы сверхчувствительны к любому изменению температуры и в зависимости от нее – меняют свою ориентацию, а значит и саму спираль. Примечательно, что в зависимости от шага спирали холистерических ЖК также меняют свой цвет. В связи с двумя указанными свойствами, такие жидкие кристаллы нашли широкое применение в различных сферах человеческой деятельности.
4. Лиотропные – образовываются в смесях, состоящих из стержневидных молекул данного вещества и полярных растворителей (например, воды).

**Применение жидкихкристалловЖК-дисплеи**

Прежде всего следует отметить не наиболее полезное, но наиболее известное применения ЖК – жидкокристаллические дисплеи. Иногда они называются LCD-дисплеи, что есть сокращением английского «liquidcrystaldisplay». В век гаджетов такие дисплеи присутствуют практически в любом электронном устройстве: телевизоры, мониторы компьютеров, цифровые фотоаппараты, навигаторы, калькуляторы, электронные книги, планшеты, телефоны, электронные часы, плееры и др.+

Устройство ЖК-дисплеев достаточно сложное, однако в общем виде представляет собой набор стеклянных пластин, между которыми расположены жидкие кристаллы (ЖК-матрица), и множество источников света. Пиксель ЖК-матрицы включает в себя пару прозрачных электродов, которые позволяют менять ориентацию молекул жидкого кристалла, а также пару поляризационных фильтров, которые регулируют степень прозрачности и др.

**(Доклад дома)Термография**

Менее популярное, но более важное применение ЖК – это термография. Термография позволяет получить тепловое изображение объекта, в результате регистрации инфракрасного излучения – тепла. Инфракрасные приборы ночного зрения используются пожарными, в случае задымления помещения, с целью обнаружения пострадавших в пожаре. Также они нашли применение у служб безопасности и военных служб.+

Тепловые изображения позволяют обнаруживать места перегрева, нарушения теплоизоляции, или другие аварийные участки при обслуживании линий электропередачи или строительстве.

**(Доклад дома)Электронные индикаторы**

Электронные индикаторы, создаваемые при помощи жидких кристаллов, реагируют на различные температуры, в результате чего могут проинформировать о сбоях и нарушениях в электронике. К примеру, ЖК в виде пленки наносят на печатные платы и интегральные схемы, а также – транзисторы. Неисправные сегменты электроники легко отличить при наличии такого индикатора.+

Помимо этого, ЖК-индикаторы, расположенные на коже пациента, позволяют обнаруживать воспаления и опухоли у человека.

Индикаторы из жидких кристаллов используют и для обнаружения паров различных вредных химических соединений, а также обнаружения ультрафиолетового и гамма-излучения. С применением ЖК разрабатываются детекторы ультразвука и измерители давления.

Помимо прямого применения ЖК в перечисленных выше сферах, следует отметить, что жидкие кристаллы во многом похожи на некоторые клеточные структуры, и иногда присутствуют в них. В силу своих диэлектрических свойств жидкие кристаллы регулируют взаимоотношения внутри клетки, между клетками и тканями, а также между клеткой и окружающей средой. Таким образом, изучение природы и поведения жидких кристаллов может привнести вклад в молекулярную биологию.

**Выполненное задание принести в тетради 05.10.2020г.**