**Инструкция по выполнению заданий**

**по учебной дисциплине «Естествознание», раздел «Физика»**

31 группа ОП «Автомеханик» на 13.10.2021

Уважаемые студенты, продолжаем обучение, задание на сегодняшний день

Посмотреть видео <https://www.youtube.com/watch?v=w5z8hUZYlJk> :

1. Написать конспект лекции;
2. Ответить на вопросы.

**Лекция № 10. Свойства паров**

**Цель:** объяснить явления испарения, конденсации, кипения и выяснить условия, от которых зависят эти процессы; ввести понятие «насыщенный пар»; объяснить понятие «влажность воздуха», показать практическое применение и важность данной физической величины.

**Основные понятия:**

*Парообразование* – явление перехода вещества в пар называется.

*Испарение и кипение* – формы парообразования.

*Конденсация* – явление перехода пара в жидкое состояние.

*Динамическое равновесие пара и жидкости* – состояние, при котором за одно и то же время испаряется и конденсируется одинаковое число молекул пара.

*Насыщенный пар* – пар, находящийся в динамическом равновесии с жидкостью.

*Абсолютная и относительная влажность воздуха* – физические величины, показывающие количество водяных паров в воздухе.

*Точка росы* – это температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.

**10.1. Испарение.**

Молекулы газов и жидкостей хотя и малы по размерам, но имеют конечные размеры и определенную форму и между ними существуют довольно значительные силы взаимодействия. В этом состоит главное отличие реальных газов и жидкостей от идеальных, как упрощенной модели реальных объектов.

При изучении идеальных газов отмечалось, что многие его свойства не зависят от природы газа. Однако чем ниже температура и больше давление, тем заметнее зависимость свойств газа от его природы. Газ в таких условиях называют паром, тем самым указывая, что он образовался из определенной жидкости.

Явление перехода вещества в пар называется парообразованием. В природе парообразование происходит в виде испарения и кипения.

Парообразование с открытой поверхности жидкости называется испарением.

Испаряются не только жидкости, но и твердые тела. Испарение твердых тел называется сублимацией.

Рассмотрим процесс испарения жидкостей. Так же как диффузия, испарение происходит вследствие непрерывного хаотического движения молекул жидкости. Всякая молекула, движущаяся из глубины жидкости к ее поверхности, испытывает в поверхностном слое действие силы, препятствующей вырыванию молекулы с поверхности жидкости. Чтобы пройти сквозь поверхностный слой, молекула должна обладать достаточной кинетической энергией для совершения работы выхода с поверхности жидкости. Скорости молекул жидкости, как и молекул газа, различны. Жидкость покидают наиболее «быстрые» молекулы, вследствие чего средняя кинетическая энергия оставшихся молекул уменьшается, что ведет к понижению температуры жидкости. Для поддержания постоянной температуры жидкости ей необходимо сообщать энергию извне, например, в виде теплоты. Количество теплоты *Q*, необходимое для превращения в пар 1 кг жидкости при постоянной температуре, называется удельной теплотой парообразования:

.

В СИ удельная теплота парообразования выражается в джоулях на килограмм (Дж/кг).

После того как молекула жидкости переместилась от границы поверхностного слоя на расстояние, большее радиуса действия молекулярных сил жидкости, она становится молекулой пара. Молекулярные силы действуют на сравнительно коротких расстояниях (порядка 10 нм).

**10.2. Конденсация.**

В результате хаотического движения над поверхностью жидкости молекула пара, попадая в сферу действия молекулярных сил, вновь возвращается в жидкость. Этот процесс называют конденсацией. При конденсации пара некоторой массы выделяется столько энергии, сколько затрачивается при испарении жидкости такой же массы. Испарение жидкости происходит при любой температуре и тем быстрее, чем выше температура, больше площадь свободной поверхности испаряющейся жидкости и быстрее удаляются образовавшиеся над жидкостью пары.

Если жидкость находится в открытом сосуде, то молекул испаряется больше, чем конденсируется, и масса жидкости уменьшается.

Следует обратить внимание, что процесс парообразования связан с увеличением внутренней энергии вещества, а процесс конденсации – с уменьшением ее.

Следовательно, конденсация и парообразование происходят только в процессе обмена энергией между окружающей средой и веществом.

**10.3. Насыщенный пар и его свойства**

Пусть жидкость находится в замкнутом сосуде, из которого откачан воздух. Вначале число молекул, испарившихся из жидкости, растет, но чем больше число молекул пара, тем больше молекул конденсируется. В том случае, когда число молекул пара все же увеличивается, пар, находящийся над жидкостью, называют ненасыщенным. Если за одно и то же время число испаряющихся и конденсирующихся молекул пара одинаково, то число молекул пара над жидкостью будет оставаться постоянным. Такое состояние называют динамическим равновесием пара и жидкости. Пар, находящийся в динамическом равновесии с жидкостью, называют насыщенным.

Ненасыщенный пар подчиняется газовым законам. Чем дальше состояние пара от насыщения, тем лучше он подчиняется законам Бойля - Мариотта, Гей-Люссака. С увеличением числа молекул пара над поверхностью жидкости при неизменной температуре его давление увеличивается. Оно достигает максимального значения, когда пар становится насыщенным. Давление насыщенного пара определяется концентрацией молекул пара и температурой.

Рассмотрим, как зависит давление насыщенного пара при неизменной температуре от его объема. Увеличим вместимость сосуда, в котором находятся жидкость и ее насыщенный пар, тогда концентрация молекул пара и его плотность уменьшатся. Молекулы пара будут реже попадать в жидкость. Динамическое равновесие нарушится. При постоянной температуре число испаряющихся молекул не изменится, т. е. испарение будет преобладать над конденсацией. Это будет происходить до тех пор, пока вновь не установится динамическое равновесие. Таким образом, концентрация молекул, а, следовательно, и давление насыщенного пара над свободной поверхностью жидкости при постоянной температуре не зависит от объема.

Если вся жидкость испарилась, а объем сосуда продолжает увеличиваться, то концентрация молекул пара уменьшается, а, следовательно, уменьшается давление пара, пар становится ненасыщенным.

Если, наоборот, сжимать ненасыщенный пар, то, в конце концов, все вещество может перейти в жидкое состояние, дальнейшее сжатие жидкости вследствие ее малой сжимаемости потребует резкого увеличения давления.

Давление насыщенного пара не зависит от его объема, но зависит от температуры.

При увеличении температуры из жидкости станет испаряться большее число молекул. Динамическое равновесие нарушится. Концентрация молекул пара будет расти до тех пор, пока снова не установится динамическое равновесие. В этом случае концентрация, а значит, и давление будут большими. Итак, с возрастанием температуры давление насыщенных паров увеличивается.

Состояние насыщенного пара приближенно описывается уравнением состояния идеального газа. Давление насыщенного пара

.

Если сосуд, в котором находится насыщенный пар, предварительно был тщательно очищен от центров конденсации, т. е. пылинок, то можно получить пересыщенный пар, т. е. пар, давление которого выше, чем это соответствует давлению насыщенного пара при данной температуре.

**10.4. Абсолютная и относительная влажность воздуха.**

В природе много открытых водоемов, с поверхности которых идет непрерывное испарение воды. Поэтому в состав атмосферы входят и пары воды. Количество водяных паров в воздухе характеризует его абсолютную влажность *D* – величину, показывающую, какая масса паров воды находится в 1 м3 воздуха.

Кроме абсолютной влажности необходимо знать и степень насыщения воздуха паром, которая характеризуется его относительной влажностью – величиной, равной отношению абсолютной влажности *D* к количеству водяного пара *D*0 в 1 м3, насыщающего воздух при данной температуре, и выраженной в процентах:

.

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равна нулю (но такого в природе не бывает).

**10.5. Точка росы.**

Абсолютную влажность воздуха можно определить по точке росы. Точка росы – это температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным. Значения *D*0 для разных температур даются в справочных таблицах. Таким образом, зная точку росы и температуру воздуха и взяв из таблиц значения *D* и *D*0, можно определить *f*.

Приборы для определения влажности воздуха называются гигрометрами. Работа простейшего гигрометра основана на том, что обезжиренный человеческий волос удлиняется при увеличении влажности воздуха. Проградуировав предварительно прибор, можно по длине волоса непосредственно определять относительную влажность.

Волосяной гигрометр применяют в тех случаях, когда в определении влажности воздуха не требуется большой точности.

Более точно влажность воздуха определяют с помощью психрометра. Он состоит из двух термометров, резервуар одного из них обернут марлей, опущенной в сосуд с водой. Вода, поднимаясь по капиллярам марли, смачивает резервуар термометра. Если воздух не насыщен водяным паром, то вода с марли испаряется, охлаждая термометр, поэтому термометр с влажным резервуаром покажет более низкую температуру, чем термометр с сухим резервуаром. Чем суше воздух, тем больше разность показаний сухого и мокрого термометров. По этой разности из психрометрических таблиц определяют относительную влажность воздуха. Если воздух насыщен водяным паром, то показания термометров будут одинаковыми, относительная влажность составит 100%, что возможно, например, во время дождя, тумана и т. п.

**10.6. Кипение.**

Испарение жидкости происходит с ее свободной поверхности при любой температуре. Чем выше температура, тем быстрее идет испарение.

Кипением называется процесс бурного парообразования не только с поверхности жидкости, но и по всему ее объему. Для этого жидкость должна быть нагрета до достаточно высокой температуры. При кипении важную роль играют пузырьки газа, имею­щиеся в жидкости. Такие пузырьки образуются на границе жидкости и твердого тела. Пузырьки заполнены насыщенным паром жидкости.

При повышении температуры жидкости давление пара в пузырьке возрастает и его объем увеличивается. Выталкивающая сила, действующая на пузырек по закону Архимеда, возрастает с ростом его объема. При определенных условиях она станет больше силы сцепления между пузырьками и твердой стенкой. В этом случае пузырек отрывается от стенки, всплывает и лопается, выбрасывая пар.

Кипение жидкости возможно в том случае, если в ней имеются пузырьки достаточно больших размеров (для воды порядка миллиметра). Кипение начнется в том случае, когда давление насыщенного пара станет равно внешнему давлению над поверхностью жидкости.

Давление насыщенного пара определяется только температурой жидкости. Точка кипения зависит от внешнего давления – с ростом внешнего давления растет и точка кипения. Точка кипения воды при разных давлениях может быть найдена с помощью специальной таблицы.

Количество теплоты, необходимой для превращения жидкости в пар, нагретой до температуры кипения, определяется по формуле

,

где *r* – удельная теплота парообразования, *m* – масса жидкости, превращенной в пар.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называется испарением? конденсацией?

2. От каких условий зависит скорость испарения жидкости?

3. Как объяснить испарение с точки зрения молекулярно-кинетической теории?

4. Приведите примеры насыщенных и ненасыщенных паров.

5. Объясните независимость давления насыщенного пара при постоянной температуре от объема.

6. Что такое абсолютная влажность воздуха? относительная влажность воздуха?

7. Объясните термин «точка росы».

8. Какой процесс называют кипением? Какова зависимость температуры кипения от давления.

9. Что такое перегретый пар? Как его получить?