Семинар по решению задач. Задачи ЕГЭ повышенной сложности.

"Влажность. Точка росы"

Автор: Касьяненко Валентина Викторовна, председатель ГПМО учителей физики г Ноябрьск, учитель физики МБОУ Гимназия №1 муниципального образования г. Ноябрьск

Вопрос ЕГЭ по физике «Влажность» имеет значительное место. В кодификаторе выделены задания в которых прямо или косвенно включены вопросы по влажности.

В 2024 году, задание ЕГЭ № 7 (выбор правильного утверждения). Включен вопрос о изменении влажности, при изменении температуры. В анализе результатов ЕГЭ:

Пример 7 (средний процент выполнения – 49)

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Модуль сил гравитационного взаимодействия двух материальных точек обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.

 2) Давление насыщенного пара увеличивается с ростом абсолютной температуры пара и не зависит от его объёма.

3) В однородном электростатическом поле работа силы электростатического поля по перемещению заряда между двумя точками прямо пропорциональна длине траектории.

4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны остаётся неизменной.

 5) При распространении света проявляются только его корпускулярные свойства, а при взаимодействии с веществом – только волновые.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер задания | Проверяемые требования | Код элемента | Уровень сложности | Балл |
| 9 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2 | П | 2 |
| 10 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2 | Б | 2 |
| 18 | Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей | 1-4 | Б | 2 |
| 21 | Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями | 2 | П | 3 |
| 22 |  Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики | 2 | П | 2 |
| 23 |  Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики | 2,3 | П | 2 |
| 24 | Решать расчётные задачи с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики | 2 | В | 3 |

 Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_124\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. При выполнении этого задания 22 % получили 2 балла, верно указав все три правильных утверждения. При этом ответ 14 привели 15 % участников, а ответ 134, указав ошибочное утверждение о работе сил электростатического поля, – еще 15 %. Ответ 1, базирующийся на знании закона всемирного тяготения, записали почти 60 % участников. Ясно, что затруднения вызывали утверждения 2, 3 и 4 о свойствах процессов в молекулярной физике и Электродинамике.

По результату анализа работ ЕГЭ следует, что верно выбрали утверждение о влажности только 22% участников экзамена.[1]

На ряду различных задач на влажность, задачи с точкой росы вызывают много вопросов.

Подобранные задачи помогут отработать задания базового уровня и выстроить мост к решению задач высокого уровня ЕГЭ.

|  |  |
| --- | --- |
| **Условие.**  | Отрабатываемый  |
| **Задание 10 №1**Давление пара в помещении при температуре 5 °C равно 756 Па. Давление насыщенного пара при этой же температуре равно 880 Па. Какова относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах, округлив до целых.) | $φ = \frac{р(Т)}{р\_{нп}(Т)}$ **(86%)** |
| **Задание 10 №2** Давление насыщенного пара при температуре 15 °С равно 1,71 кПа. Если относительная влажность воздуха равна 59 % то каково парциальное давление пара при температуре 15 °С? (Ответ дайте в паскалях.) | $р\left(Т\right)=φ∙р\_{нп}$(Т)**(1008,9 Па)** |
| **Задание 10 № 3** Относительная влажность воздуха равна 42 %, парциальное давление пара при температуре 20 °С равно 980 Па. Каково давление насыщенного пара при заданной температуре? (Ответ дать в паскалях, округлив до целых.) | $$р\_{нп}(Т) = \frac{р(Т)}{φ}$$**(2333Па)** |
| **Задание 10 № 4** В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Во сколько раз увеличилась концентрация молекул пара? | $$р\_{нп}\left(T\right)=const$$$$p=nkT$$Объем воды увеличится **(1)** |
| **Задание 10 №5** Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах.) | $$\frac{p\_{1}}{p\_{2}}=\frac{V\_{2}}{V\_{1}}$$$$φ>100\% \rightarrow $$$$φ=100\%$$**(100%)** |
| **Задание 10 №6**Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Чему равно отношение n/n нп — концентрации молекул воды в воздухе комнаты к концентрации молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре? | $$φ=\frac{p}{p\_{нп}}=\frac{nkT}{n\_{нп}kT}$$ **(0,4)** |
| **Задание 10 № 7** Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах.) | $$\frac{p\_{1}}{p\_{2}}=\frac{V\_{2}}{V\_{1}}$$$$φ>100\% \rightarrow $$$$φ=100\%$$ **(100%)** |
| **Задание 10 №9**Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза? (Ответ дать в процентах.) | $φ=\frac{p\_{нп(Т)} p\_{1}(Т)}{p\_{нп\left(Т\right)}∙p\_{2}(Т)}=\frac{V\_{2}}{V\_{1}}<100\%$  **(60%)** |
| **Задание 10 №14** На рисунке изображена зависимость давления *p* насыщенного водяного пара от температуры *t*. Точкой *A* на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа процентов | $$φ = \frac{р\_{А}(Т)}{р\_{нп}(Т)}$$ **(68%)** |



|  |  |
| --- | --- |
| **Задание 10 №8**Какова относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, если точка росы 12 °С? Давление насыщенного водяного пара при 20 °С равно 2,33 кПа, а при 12 °С — 1,40 кПа. Ответ выразите в процентах и округлите до целых. | $$φ = \frac{р\_{нп}р(12°С)}{р\_{нп}(20°С)}$$**(60%)** |
| **Задание 10 №29**Относительная влажность порции воздуха при некоторой температуре равна 25 %. Во сколько раз следует изменить давление этой порции воздуха для того, чтобы при неизменной температуре его относительная влажность увеличилась на 10 %? | $р\_{2}\left(Т\right)=φ\_{2}∙р\_{нп}$(Т)$р\_{1}\left(Т\right)=φ\_{1}∙р\_{нп}$(Т)$$\frac{р\_{2}}{р\_{1}}=\frac{φ\_{2}}{φ\_{1}}$$**(1,4 раза)** |

**Задание \* 28 № 48**

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 26 0 С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 16 0С По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинаться при той же температуре стакана 16 0С? Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, 0 C | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 40 | 60 |
| p, гПа | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 74 | 200 |
| ρ, г/м3 | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**Задание 28 № 47**

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29 °C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 25 °C. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинается при той же температуре стакана 25 °C? Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, 0 C | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 40 | 60 |
| p, гПа | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 74 | 200 |
| ρ, г/м3 | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**(80%)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задание 10 №17**В сосуде под поршнем находится водяной пар. Объём пространства под поршнем уменьшили в 4 раза при постоянной температуре, при этом давление пара увеличилось в 2 раза. Какой была относительная влажность (в процентах) в начальном состоянии? | $$\frac{p\_{1}}{p\_{2}}=\frac{V\_{2}}{V\_{1}}=2$$$$φ\_{2}=100\%$$$\frac{р\_{2}}{р\_{1}}=\frac{φ\_{2}}{φ\_{1}}$=2**(50%)** |
| **Задание 28 № 53** В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре t0 находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV-диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически уменьшают от 4V0 до V0 Когда объём V достигает значения 2V0 на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V0 до 4V 0 Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались. |
| **Задание 10 №20**Определите массу водяного пара в воздухе, который находится в объёме 1 м3 при температуре 100 °С, если известно, что относительная влажность этой порции воздуха равна 60 %. (Ответ дать в килограммах, округлив до сотых долей.) | $$р\_{нп}\left(100°С\right)=10^{5}Па$$$$р=\frac{mRT}{Vμ}$$ **(0,35 кг)** |
| **Задание 28 №55** В одном сосуде объемом 10 л находится воздух с относительной влажностью 40%, а в другом сосуде объемом 30 л — воздух при той же температуре, но при относительной влажности 60%. Сосуды соединены тонкой трубкой с краном. Какая относительная влажность (в процентах) установится после открывания крана? | $φ\_{3}=\frac{φ\_{1 V\_{1}+φ\_{2}V\_{2}}}{V\_{1}+V\_{2}}$$ ($**55%)** |

**Задание 28 №61**

На электрической плитке стоит чайник с кипящей водой. Из носика
чайника с отверстием площадью 3,73 см2 выходит пар со скоростью 0,83 м/с. Удельная теплота парообразования воды при 100°С равна 2,2 МДж/кг. Найдите полезную мощность плитки, считая, что весь образующийся пар выходит через носик чайника. Атмосферное давление 100 кПа, молярная масса воды 18 кг/кмоль, универсальная газовая постоянная 8300 Дж/(кмоль К).

**(396 Вт)**

**Задание\* 28 №60**

В сосуде объемом 10 л находится влажный воздух с относительной влажностью 60% под давлением 1 атм. На сколько процентов возрастет давление, если в сосуд дополнительно ввести 10 г воды и увеличить его объем в два раза? Температура в сосуде поддерживается равной 100°С. Универсальная газовая постоянная 8,31 Дж/(моль·К).

**(на 20%)**

**Источники**

**1.** М.Ю. Демидова, В.А. Грибов МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2024 года по физике. <https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2024/fi_mr_2024.pdf>

2.Решу ЕГЭ Гущина по физике. Тематические задания. https://phys-ege.sdamgia.ru/prob\_catalog

3Физика. Задачи с ответами и решениями: учебное пособие А.И. Черноуцан. – 10-е изд.- М.: КДУ, 2020.-352 с., ил. ISDN 978-5-98227-871-5