

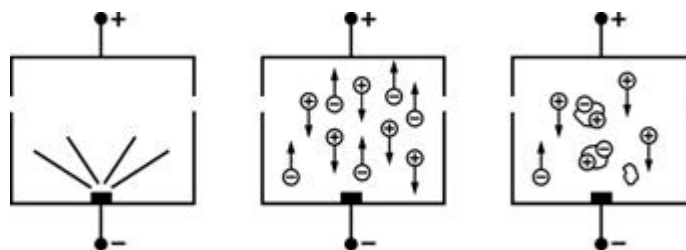
## Работа с текстом физического содержания

### Вариант 1

*Прочитайте текст и выполните задания 1, 2.*

#### Ионизационный дымовой извещатель

Пожары в жилых и производственных помещениях, как известно, представляют серьёзную опасность для жизни и здоровья людей и могут служить причиной больших материальных потерь. По этой причине важной задачей является обнаружение пожара в самом начале его возникновения и раннее оповещение людей о начале возгорания. Для решения этой задачи используются различные системы пожарной сигнализации, основным элементом которой является пожарный извещатель. Предназначение пожарного извещателя – среагировать на различные проявления пожара и привести в действие сигнальную часть пожарной сигнализации (например, сирену). Пожарные извещатели бывают двух основных типов: тепловые (реагируют на повышение температуры) и дымовые (реагируют на появление в воздухе частиц дыма). Извещатели обоих типов могут иметь различные принципы действия и конструктивные особенности.



а) б) в)

*Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя*

Рассмотрим в качестве примера **ионизационный дымовой извещатель**. Его основным элементом является ионизационная камера (рис. а), в которой находится источник радиоактивного излучения – например, изотоп химического элемента америция  ${}_{95}^{241}\text{Am}$ . При радиоактивном распаде америций испускает альфа-частицы, которые ионизируют молекулы воздуха, при столкновениях «разбивая» их на положительно и отрицательно заряженные ионы. Также в ионизационной камере находятся два электрода. После подключения электродов к полюсам источника постоянного напряжения положительные ионы притягиваются к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные ионы – к положительно заряженному электроду, и через ионизационную камеру начинает протекать электрический ток (рис. б). Если в такую камеру попадают частицы дыма, то ионы притягиваются к ним и оседают на этих частицах (рис. в). В результате количество ионов в камере резко уменьшается, число носителей заряда

падает, и сила тока, текущего через камеру, также уменьшается. Именно величина силы тока, текущего через ионизационную камеру, служит индикатором наличия дыма, а значит, и пожара. Обычно при конструировании ионизационного дымового извещателя в него помещают сразу две ионизационные камеры: одну открытую (она является рабочей), а вторую – закрытую (она является эталонной). В закрытую камеру, в отличие от открытой, дым попасть не может, и поэтому сила текущего через неё тока всё время постоянна. Электрическая схема извещателя сравнивает силы токов, текущих через открытую и закрытую камеры. В случае если эти силы токов сильно отличаются друг от друга (что происходит как раз тогда, когда в открытую камеру попадает дым), сигнализация срабатывает – электрическая схема включает её сигнальную часть (например, сирену), и начинается оповещение о пожаре. Описанный ионизационный дымовой извещатель лучше реагирует на дым, состоящий из большого количества мелких частиц. В этом случае суммарная площадь поверхности частиц дыма больше, и ионы лучше осаждаются на частицах.

**1** При попадании частиц дыма в ионизационную камеру извещателя сила тока, текущего через неё,

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от размеров частиц дыма

Ответ:

**2** В ионизационной камере дымового извещателя проводимость воздуха обеспечивается

- 1) только положительно заряженными ионами
- 2) только отрицательно заряженными ионами
- 3) положительно и отрицательно заряженными ионами
- 4) только альфа-частицами

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 3, 4.****Закон Бернулли**

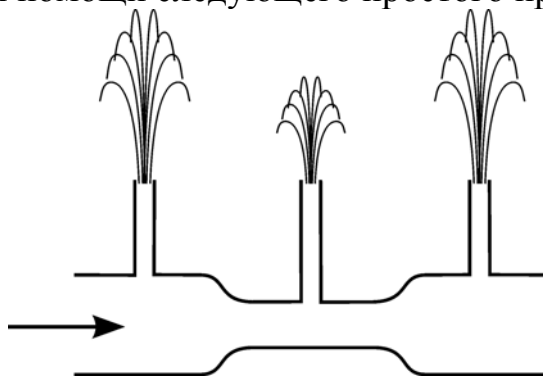
Этот важный закон был открыт в 1738 году Даниилом Бернулли – швейцарским физиком, механиком и математиком, академиком и иностранным почётным членом Петербургской академии наук. Закон Бернулли позволяет понять некоторые явления, наблюдаемые при течении потока жидкости или газа.

В качестве примера рассмотрим поток жидкости плотностью  $\rho$ , текущей по наклонённой под углом к горизонту трубе. Если жидкость полностью заполняет трубу, то закон Бернулли выражается следующим простым уравнением:

$$\rho gh + \frac{\rho v^2}{2} + p = \text{const}$$

В этом уравнении  $h$  – высота, на которой находится выделенный объём жидкости,  $v$  – скорость этого объёма,  $p$  – давление внутри потока жидкости на данной высоте. Записанное уравнение свидетельствует о том, что сумма трёх величин, первая из которых зависит от высоты, вторая – от квадрата скорости, а третья – от давления, есть величина постоянная.

В частности, если жидкость течёт вдоль горизонтали (то есть высота  $h$  не изменяется), то участкам потока, которые движутся с большей скоростью, соответствует меньшее давление, и наоборот. Это можно продемонстрировать при помощи следующего простого прибора.



*Рисунок. Протекание жидкости через трубу с сужением*

Возьмём горизонтальную стеклянную трубу, в центральной части которой сделано сужение (см. рисунок). Припаяем к отверстиям в этой трубе три тонких стеклянных трубочки – две около краёв трубы (там, где она толще) и одну – в центральной части трубы (там, где находится сужение). Расположим эту трубу горизонтально и будем пропускать через неё воду под давлением – так, как показано стрелкой на рисунке. Из направленных вверх трубочек начнут бить фонтанчики. Поскольку площадь поперечного сечения центральной части трубы меньше, то скорость протекания воды через эту часть будет больше, чем через левый и правый участки трубы. По этой причине в соответствии с законом Бернулли давление в жидкости

в центральной части трубы будет меньше, чем в остальных частях трубы, и высота среднего фонтанчика будет меньше, чем крайних фонтанчиков.

Описанное явление легко объясняется и с помощью второго закона Ньютона. Действительно, частицы жидкости при переходе из начального участка трубы в центральный должны увеличить свою скорость, то есть ускориться. Для этого на них должна действовать сила, направленная в сторону центральной части трубы. Эта сила представляет собой разность сил давления. Следовательно, давление в центральной части трубы должно быть меньше, чем в её начальной части. Совершенно аналогично рассматривается и переход жидкости из центральной части трубы в её конечную часть, при котором частицы жидкости замедляются.

При помощи закона Бернулли могут быть объяснены разнообразные явления, возникающие при течении потоков жидкости или газа. Например, известно, что двум большим кораблям, движущимся попутными курсами, запрещается проходить близко друг от друга. При таком движении между близкими бортами кораблей возникает более быстрый поток движущейся воды, чем со стороны внешних бортов. Вследствие этого давление в потоке воды между кораблями становится меньше, чем снаружи, и возникает сила, которая начинает подталкивать корабли друг к другу. Если расстояние между кораблями мало, то может произойти их столкновение.

Можно привести и другие многочисленные примеры явлений, которые объясняются при помощи закона Бернулли.

**3** Жидкость течёт по горизонтальной трубе переменного сечения, полностью заполняя её. При увеличении скорости потока жидкости давление в ней

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от плотности жидкости

Ответ:

**4** Между двумя параллельными листами бумаги, свободно подвешенными вертикально, продувают поток воздуха.

Какое(-ие) утверждение(-я) справедливо(-ы)?

**А.** Листы будут «притягиваться» друг к другу.

**Б.** Давление между листами будет больше, чем снаружи от них.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 5, 6.****Фазовые переходы**

Известно, что при изменении внешних условий – температуры или давления – вещество может изменять своё агрегатное состояние (переходить из газообразной формы в жидкую, из жидкой в твёрдую, либо из газообразной в твёрдую, и обратно). Однако, как показывает опыт, возможен и другой тип превращения вещества. Вещество при изменении внешних условий может изменять какие-либо свои свойства, оставаясь при этом в прежнем агрегатном состоянии. Такие изменения свойств вещества называют **фазовыми переходами**, и говорят, что вещество перешло из одной фазы в другую. Любое изменение агрегатного состояния, естественно, является фазовым переходом. Обратное утверждение неверно. Таким образом, фазовый переход – более широкое понятие, чем изменение агрегатного состояния.

Различают два основных типа фазовых переходов. Их так и называют – фазовый переход первого рода и фазовый переход второго рода. При фазовом переходе первого рода скачком изменяются плотность вещества и его внутренняя энергия (при этом другие характеристики также могут меняться). Последнее означает, что при фазовом переходе первого рода выделяется или поглощается теплота. Примерами фазового перехода первого рода как раз могут служить упомянутые выше изменения агрегатного состояния вещества. Например, при превращении воды в лёд плотность вещества уменьшается (вещество расширяется) и выделяется теплота замерзания (равная по модулю теплоте плавления, поглощаемой при обратном фазовом переходе). При этом уменьшается удельная теплоёмкость вещества.

При фазовом переходе второго рода плотность вещества и его внутренняя энергия остаются неизменными, поэтому такие переходы могут быть внешне незаметными. Зато скачкообразно изменяются удельная теплоёмкость вещества, его коэффициент теплового расширения и некоторые другие характеристики. Примерами фазовых переходов второго рода могут служить переход металлов и сплавов из обычного состояния в сверхпроводящее, а также переход твёрдых веществ из аморфного состояния в стеклообразное.

Интересные примеры фазовых переходов первого рода наблюдаются у некоторых металлов. Например, если нагревать железо, то при достижении температуры  $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$  происходит перестройка его кристаллической решетки, в результате чего наблюдается увеличение плотности вещества и поглощается теплота фазового перехода. Этот фазовый переход обратим – при понижении температуры обратно до  $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$  плотность железа, наоборот, уменьшается, и происходит выделение теплоты фазового перехода.

Фазовые переходы могут быть и необратимыми. Ярким примером такого перехода может служить превращение так называемого «белого олова»

в так называемое «серое олово». При комнатной температуре белое олово является пластичным металлом. При понижении температуры до примерно  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$  оно начинает медленно переходить в другое фазовое состояние – серое олово – в котором олово существует в виде порошка. Фазовый переход происходит с очень малой скоростью (то есть после понижения температуры ниже точки фазового перехода олово всё ещё остаётся белым, но это состояние нестабильно). Однако фазовый переход резко ускоряется при понижении температуры до  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также при контакте серого олова с белым оловом. Поскольку при данном фазовом переходе происходит резкое уменьшение плотности (и увеличение объёма), то оловянные предметы рассыпаются в порошок, причём попадание этого порошка на «не пораженные» предметы приводит к их быстрой порче (предметы как бы «заражаются»). Вернуть серое олово в исходное состояние возможно только путём его переплавки.

Описанное явление получило название «оловянная чума». Оно явилось основной причиной гибели экспедиции Р.Ф. Скотта к Южному полюсу в 1912 г. (экспедиция осталась без топлива – оно вытекло из баков, запаянных оловом, которое поразила «оловянная чума»). Также существует легенда, согласно которой одной из причин неудачи армии Наполеона в России явились сильные зимние морозы, которые превратили в порошок оловянные пуговицы на мундирах солдат. «Оловянная чума» погубила многие ценнейшие коллекции оловянных солдатиков. Например, в запасниках петербургского музея Александра Суворова превратились в труху десятки фигурок – в подвале, где они хранились, во время суровой зимы лопнули батареи отопления.

**5** Переход воды из жидкого состояния в газообразное при кипении

- 1) является фазовым переходом первого рода
- 2) является фазовым переходом второго рода
- 3) не является фазовым переходом
- 4) может быть отнесён к фазовому переходу как первого, так и второго рода – в зависимости от условий, при которых происходит переход

Ответ:

**6** При фазовом переходе скачком изменилась удельная теплоёмкость вещества. Какое(-ие) утверждение(-я) справедливо(-ы)?

- А.** Данный переход обязательно является фазовым переходом второго рода.  
**Б.** Данный переход не является фазовым переходом второго рода.

- 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 7, 8.****Туман и роса**

В воздухе всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых может быть различной. Опыт показывает, что концентрация паров не может превышать некоторого максимально возможного значения  $n_{\max}$  (для каждой температуры это значение своё). Пары с концентрацией, равной  $n_{\max}$ , называются насыщенными. С ростом температуры максимально возможная концентрация водяных паров также растёт. Отношение концентрации  $n$  водяных паров при данной температуре к максимально возможной концентрации при той же температуре называется относительной влажностью, которая обозначается буквой  $f$ . Относительную влажность принято измерять в процентах. Из сказанного следует, что  $f = (n/n_{\max}) \cdot 100\%$ . При этом относительная влажность не может превышать 100%.

Пусть при некоторой температуре  $t$  концентрация водяных паров в воздухе равна  $n$ , а относительная влажность меньше, чем 100%. Если температура будет понижаться, то вместе с ней будет уменьшаться и величина  $n_{\max}$ , а значит, относительная влажность будет увеличиваться. При некоторой критической температуре относительная влажность достигнет значения 100% (в этот момент концентрация водяных паров станет максимально возможной при данной температуре). Поэтому дальнейшее понижение температуры приведёт к переходу водяных паров в жидкое состояние – в воздухе образуются капли тумана, а на предметах выпадут капли росы. Поэтому упомянутая выше критическая температура называется **точкой росы** (обозначается  $t_p$ ).

На измерении точки росы основано действие прибора для определения относительной влажности воздуха – конденсационного гигрометра. Он состоит из зеркальца, которое может охлаждаться при помощи какого-либо устройства, и точного термометра для измерения температуры зеркальца. При понижении температуры зеркальца до точки росы на нём выпадают капли жидкости. Величину относительной влажности воздуха определяют по измеренному значению точки росы при помощи специальных таблиц.

Существует ещё одна разновидность тумана – ледяной туман. Он наблюдается при температурах ниже  $-(10 \div 15)^\circ\text{C}$  и состоит из мелких кристалликов льда, которые сверкают либо в лучах солнца, либо в свете луны или фонарей. Особенностью ледяного тумана является то, что он может наблюдаться и при относительной влажности, меньшей 100% (даже менее 50%). Условием возникновения ледяного тумана при низкой относительной влажности является очень низкая температура (ниже  $-30^\circ\text{C}$ ) и наличие обильных источников водяного пара (например, труб и сточных водоёмов промышленных предприятий, печных труб жилых помещений, выхлопных труб мощных двигателей внутреннего сгорания и т. п.). Поэтому ледяной туман при низкой влажности наблюдается в населённых пунктах, на крупных железнодорожных станциях, на активно действующих аэродромах и т. п.

7 Какие значения может принимать относительная влажность?

- 1) от 0% до 100%                      3) любое  
2) больше 0%, но меньше 100%      4) больше 100%

Ответ:

8 В таблице приведена зависимость концентрации  $n_{\max}$  насыщенных паров воды в воздухе от температуры  $t$ . Концентрация паров в воздухе при выпадении тумана равна  $2,37 \cdot 10^{23}$  1/м<sup>3</sup>. Чему равна точка росы при условиях этого опыта?

$t, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$n_{\max} \cdot 10^{-23}, \text{ м}^{-3}$	1,95	2,08	2,22	2,37	2,51	2,66	2,82	3,01	3,20

- 1) 11 °C                      2) 12 °C                      3) 13 °C                      4) 14 °C

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 9, 10.**

### Звук

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде, – газе, жидкости или твёрдом теле, – называются волнами или механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях сдвига. Примером такой среды являются твёрдые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации растяжения и сжатия, которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в этих средах отсутствуют жёсткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях сдвига никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. Амплитуда звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука.



Частота же звуковой волны определяет высоту его тона. Поэтому звуки, имеющие одну, вполне определённую, частоту, называются тональными.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными частотами, то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Тембр зависит от набора частот тех волн, которые присутствуют в звуке, а также от соотношения интенсивностей этих волн. Обычно ухо воспринимает в качестве основного тона звуковую волну, имеющую наибольшую интенсивность. Например, одна и та же нота, воспроизведённая при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Ещё одна важная характеристика звука – громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!). Установлено, что человеческое ухо при восприятии звука ведёт себя как нелинейный прибор – при увеличении интенсивности звука в 10 раз громкость возрастает всего в 2 раза. Поэтому ухо может воспринимать звуки, отличающиеся друг от друга по интенсивности более чем в 100 тысяч раз!

**9** Какие механические волны могут распространяться в твёрдых телах?

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 1) только продольные | 3) и продольные, и поперечные |
| 2) только поперечные | 4) никакие                    |

Ответ:

**10** Два звука представляют собой механические волны, имеющие одинаковые амплитуды, но разные частоты. Эти звуки обязательно имеют одинаковую

- |                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| 1) интенсивность | 3) высоту тона                 |
| 2) громкость     | 4) интенсивность и высоту тона |

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 11–13.****Как замерзают растворы**

Если охладить раствор какой-либо соли в воде, то обнаружится, что температура кристаллизации понизилась. Кристаллики появятся в жидкости лишь при температуре на несколько градусов ниже нуля градусов.

Температура кристаллизации зависит от концентрации раствора. Она тем ниже, чем выше концентрация раствора. Например, при растворении 45 кг поваренной соли в 1 м<sup>3</sup> воды температура кристаллизации уменьшается до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Самую низкую температуру имеет насыщенный раствор, т. е. раствор, содержащий максимально возможное количество растворённой соли. При этом уменьшение температуры достаточно существенное. Так, насыщенный раствор поваренной соли в воде кристаллизуется при температуре  $-21^{\circ}\text{C}$ , а насыщенный раствор хлористого кальция – при температуре  $-55^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрим, как идёт процесс кристаллизации. После того как в растворе появятся первые кристаллики льда, концентрация раствора повысится. Возрастёт относительное число молекул соли, увеличатся помехи процессу кристаллизации воды, и температура кристаллизации понизится. Если дальше не понижать температуру, то кристаллизация остановится. При дальнейшем понижении температуры кристаллики воды продолжат образовываться, и раствор станет насыщенным. Дальнейшее обогащение раствора растворённым веществом (солью) становится невозможным, и раствор застывает сразу. Если рассмотреть замёрзшую смесь в микроскоп, то можно увидеть, что она состоит из кристалликов льда и кристалликов соли.

Таким образом, раствор замерзает не так, как простая жидкость. Процесс замерзания растягивается на большой температурный интервал. Если посыпать лёд солью, то лёд начнёт таять. Конечно, это будет иметь место, если температура замерзания насыщенного раствора соли ниже температуры воздуха. При этом лёд будет плавиться, а соль – растворяться в образовавшейся воде. Процесс плавления требует энергии, которую лёд потребляет из окружающего воздуха. В результате температура воздуха понижается.

**11** Температура кристаллизации раствора соли в воде

- 1) ниже температуры кристаллизации воды
- 2) равна температуре кристаллизации воды
- 3) зависит от температуры окружающего воздуха
- 4) выше температуры кристаллизации воды

Ответ:

**12** Температура кристаллизации раствора соли в воде зависит от  
А. концентрации раствора.

Б. химического состава соли.

Правильный ответ –

- 1) только А      2) только Б      3) ни А, ни Б      4) и А, и Б

Ответ:

**13** Если снег посыпать поваренной солью, то он растает

- 1) при любой температуре воздуха  
2) при температуре, равной  $-21^{\circ}\text{C}$   
3) при температуре ниже  $-21^{\circ}\text{C}$   
4) при температуре выше  $-21^{\circ}\text{C}$

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 14–16.**

### Молния

Молния – это гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, проявляющийся яркой вспышкой света и сопровождающим её громом.

Молния появляется вследствие возникновения электрического напряжения между соседними облаками либо между облаком и поверхностью Земли. В нижней части облака, как правило, накапливаются электроны, которые притягиваются положительными ионами участка поверхности Земли, расположенными под облаком. Когда напряжение возрастает до критического уровня, внезапно образуется лавина электронов (вспышка), нейтрализующая и облако, и поверхность Земли.

Действия молний настолько разнообразны, что раньше люди поневоле думали о каком-то особом их происхождении. В одних случаях молния наповал убивает и сжигает человека, оставляя его одежду нетронутой. В других она раздевает человека догола, не причинив ему ни малейшего вреда, ни одной царапины. Иной раз ворует монеты, не повредив ни кошелька, ни кармана, или срывает позолоту с люстры и переносит её на штукатурку стены, не тронув самой люстры.

Разнообразных фактов действия молний человечество за века накопило великое множество. Весьма опасны прямые удары молнии в воздушные линии связи с деревянными опорами, что может привести к разрушениям, пожарам и поражению людей электрическим током. Прямые удары молнии в высоковольтные линии электропередачи вызывают электрические разряды

с провода на землю или между проводами; они приводят к коротким замыканиям и отключению линий. Попадание молнии в самолёт может привести к разрушениям элементов конструкции, нарушению работы радиоаппаратуры и навигационных приборов, ослеплению и даже непосредственному поражению экипажа. Достаточно сказать, что каждый год на Земле наблюдается до 2 миллиардов вспышек молнии, от которых погибает около 20, а получают увечья до 80 человек ежедневно!

Электрическая природа молнии впервые была раскрыта в исследованиях американского физика Б. Франклина, по идее которого был проведён опыт по извлечению электричества из грозового облака. Во время грозы Франклин вызывал электрический разряд между хвостом воздушного змея и поверхностью Земли. Опыты, аналогичные опытам Франклина, в которых изучалась природа молнии, проводились многими учёными, в том числе и российским естествоиспытателем Рихманом.

В грозовом облаке вода находится в виде кристаллов льда. Эти кристаллики трутся друг о друга, в результате чего образуются свободные электроны и положительные ионы, иначе говоря, генерируется статическое электричество. При этом возникающее напряжение оценивается в среднем примерно в  $5 \cdot 10^7$  В, а сила тока – в среднем 200 000 А. Эту силу тока обычно определяют по степени намагниченности стальных стержней громоотводов при ударе молний. Соответственно, мощность тока в разряде (молнии) порядка  $10^{10}$  кВт. Эта мощность соизмерима с мощностью всей мировой энергетики.

**14** Свободные электроны и положительные ионы в грозовом облаке образуются

- 1) в результате электризации через влияние под действием зарядов, расположенных на поверхности земли
- 2) в результате электризации при трении кристалликов льда внутри облака
- 3) в результате электризации ударом молнии
- 4) в результате процессов, природа которых пока не установлена

Ответ:

**15** Как заряжена земля под грозовым отрицательно заряженным облаком?

- 1) положительно
- 2) отрицательно
- 3) не имеет заряда
- 4) заряд может быть любым, в зависимости от состава почвы под облаком

Ответ:

16

Чему равна максимальная мощность молнии и работа электрических сил, если сила тока в ней 500 000 А, а напряжение  $10^9$  В? Считать, что молния существует 0,02 с.

1)  $5 \cdot 10^4$  Вт,  $10^3$  Дж

3)  $5 \cdot 10^{14}$  Вт,  $10^{13}$  Дж

2)  $5 \cdot 10^4$  Вт,  $2,5 \cdot 10^6$  Дж

4)  $5 \cdot 10^{14}$  Вт,  $10^{16}$  Дж

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 17, 18.**

### Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение – электромагнитное излучение, занимающее диапазон между видимым излучением и рентгеновским излучением. Коротковолновая часть ультрафиолета, излучаемого Солнцем, не достигает поверхности Земли. Из-за наличия озонового слоя в атмосфере Земли, поглощающего ультрафиолетовые лучи, спектр солнечного излучения вблизи поверхности Земли обрывается на длине волны 290 нм.

Ультрафиолетовый спектр разделяют на ультрафиолет-А (УФ-А) с длиной волны 315–400 нм, ультрафиолет-В (УФ-В) – 280–315 нм и ультрафиолет-С (УФ-С) – 100–280 нм, которые различаются по проникающей способности и биологическому воздействию на организм.

УФ-А не задерживается озоновым слоем и проходит роговой слой кожи. Под действием ультрафиолета в коже вырабатывается особый пигмент, интенсивно отражающий эту часть солнечного спектра. При этом кожа приобретает характерный оттенок, известный как загар. Спектральный максимум пигментации соответствует длине волны 340 нм. Оконное стекло практически не пропускает ультрафиолетовые лучи в диапазоне 310–340 нм и тем самым защищает кожу от загара.

Почти весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В поглощаются озоном, а также водяным паром, кислородом и углекислым газом при прохождении солнечного света через земную атмосферу.

На организм человека вредное влияние оказывает как недостаток ультрафиолетового излучения, так и его избыток. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучения приводит к кожным заболеваниям. Повышенные дозы УФ-излучения воздействуют и на центральную нервную систему. Ультрафиолетовое излучение с длиной волны менее 0,32 мкм отрицательно влияет на сетчатку глаз, вызывая болезненные воспалительные процессы.

Недостаток УФ-лучей опасен для человека, так как эти лучи являются стимулятором основных биологических процессов организма. Наиболее выраженное проявление «ультрафиолетовой недостаточности» – авитаминоз, при котором нарушается фосфорно-кальциевый обмен и процесс костеобразования, а также происходит снижение работоспособности и защитных свойств организма от заболеваний. Подобные проявления характерны для осенне-зимнего периода при недостатке естественной

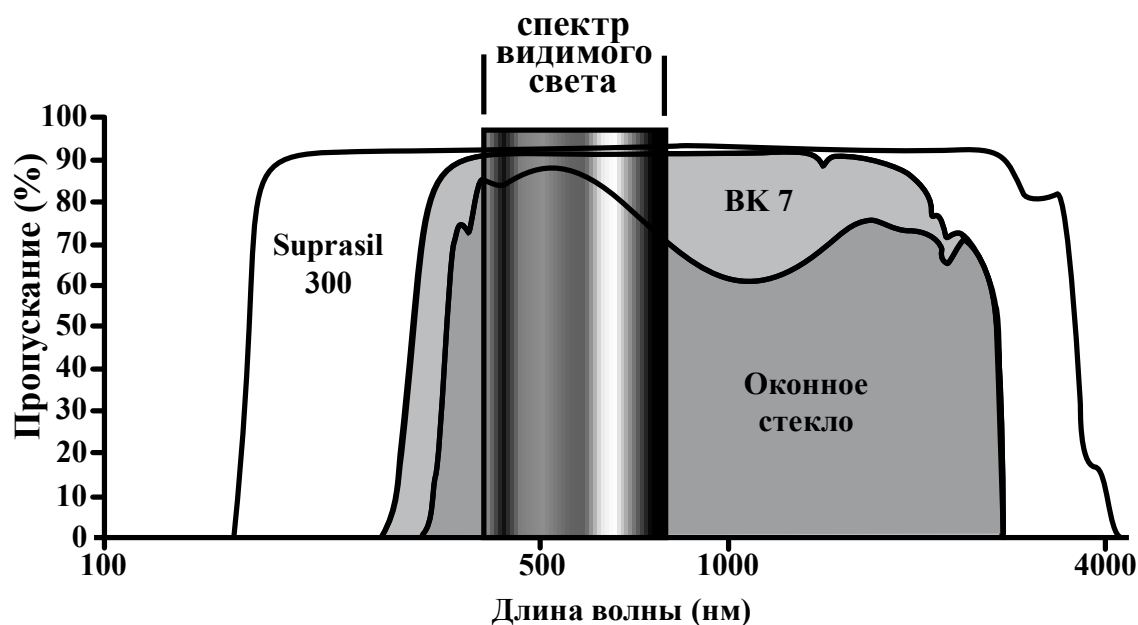
ультрафиолетовой радиации («световое голодание»). Ультрафиолетовое излучение с длиной волны 0,28–0,2 мкм обладает способностью убивать микроорганизмы.

17 Термин «световое голодание» связывают с

- 1) недостаточным уровнем видимого излучения
- 2) недостаточной освещённостью в помещении
- 3) недостатком ультрафиолетового излучения с длиной волны менее 290 нм
- 4) недостатком ультрафиолетового излучения с длиной волны более 290 нм

Ответ:

18 На рисунке представлены спектры оптического пропускания синтетического кварцевого стекла Suprasil 300, оптического стекла ВК 7 и обычного оконного стекла.



Согласно приведённым данным можно утверждать, что

- 1) кварцевое стекло Suprasil 300 пропускает практически всё ультрафиолетовое излучение, достигающее поверхности Земли
- 2) все стекла одинаково хорошо пропускают инфракрасную часть солнечного спектра
- 3) оконное стекло по сравнению с другими стеклами в наибольшей степени пропускает инфракрасное излучение
- 4) очки с оптическими стеклами ВК 7 полностью защищают глаза от ультрафиолета-А (УФ-А)

Ответ:

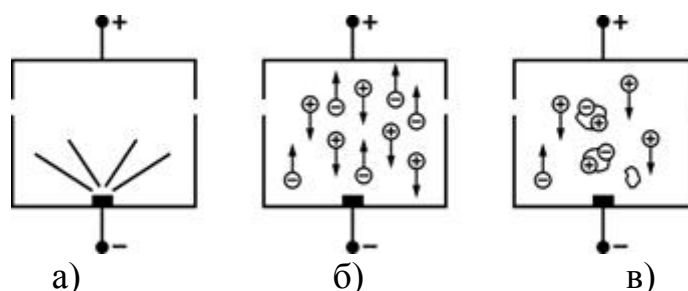
## Работа с текстом физического содержания

### Вариант 2

*Прочитайте текст и выполните задания 1, 2.*

#### Ионизационный дымовой извещатель

Пожары в жилых и производственных помещениях, как известно, представляют серьёзную опасность для жизни и здоровья людей и могут служить причиной больших материальных потерь. По этой причине важной задачей является обнаружение пожара в самом начале его возникновения и раннее оповещение людей о начале возгорания. Для решения этой задачи используются различные системы пожарной сигнализации, основным элементом которой является пожарный извещатель. Предназначение пожарного извещателя – среагировать на различные проявления пожара и привести в действие сигнальную часть пожарной сигнализации (например, сирену). Пожарные извещатели бывают двух основных типов: тепловые (реагируют на повышение температуры) и дымовые (реагируют на появление в воздухе частиц дыма). Извещатели обоих типов могут иметь различные принципы действия и конструктивные особенности.



*Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя*

Рассмотрим в качестве примера **ионизационный дымовой извещатель**. Его основным элементом является ионизационная камера (рис. а), в которой находится источник радиоактивного излучения – например, изотоп химического элемента америция  ${}_{241}^{95}\text{Am}$ . При радиоактивном распаде америций испускает альфа-частицы, которые ионизируют молекулы воздуха, при столкновениях «разбивая» их на положительно и отрицательно заряженные ионы. Также в ионизационной камере находятся два электрода. После подключения электродов к полюсам источника постоянного напряжения положительные ионы притягиваются к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные ионы – к положительно заряженному электроду, и через ионизационную камеру начинает протекать электрический ток (рис. б). Если в такую камеру попадают частицы дыма, то ионы притягиваются к ним и оседают на этих частицах (рис. в). В результате количество ионов в камере резко уменьшается, число носителей заряда падает, и сила тока, текущего через камеру, также уменьшается. Именно

величина силы тока, текущего через ионизационную камеру, служит индикатором наличия дыма, а значит, и пожара.

**1** При удалении частиц дыма из ионизационной камеры извещателя сила тока, текущего через неё,

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от размеров частиц дыма

Ответ:

**2** В ионизационной камере дымового извещателя альфа-частицы

- 1) являются основными носителями заряда, обеспечивающими проводимость воздуха
- 2) служат для ионизации молекул воздуха
- 3) служат для удаления из воздуха отрицательно заряженных ионов
- 4) служат для увеличения скорости движения положительно заряженных ионов

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 3, 4.**

### Закон Бернулли

Этот важный закон был открыт в 1738 году Даниилом Бернулли – швейцарским физиком, механиком и математиком, академиком и иностранным почётным членом Петербургской академии наук. Закон Бернулли позволяет понять некоторые явления, наблюдаемые при течении потока жидкости или газа.

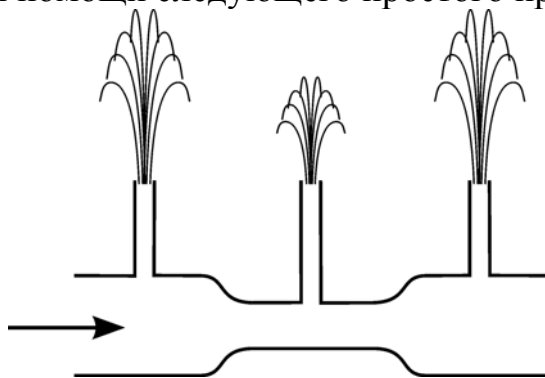
В качестве примера рассмотрим поток жидкости плотностью  $\rho$ , текущей по наклонённой под углом к горизонту трубе. Если жидкость полностью заполняет трубу, то закон Бернулли выражается следующим простым уравнением:

$$\rho gh + \frac{\rho v^2}{2} + p = \text{const}$$

В этом уравнении  $h$  – высота, на которой находится выделенный объём жидкости,  $v$  – скорость этого объёма,  $p$  – давление внутри потока жидкости на данной высоте. Записанное уравнение свидетельствует о том, что сумма трёх величин, первая из которых зависит от высоты, вторая – от квадрата скорости, а третья – от давления, есть величина постоянная.



В частности, если жидкость течёт вдоль горизонтали (то есть высота  $h$  не изменяется), то участкам потока, которые движутся с большей скоростью, соответствует меньшее давление, и наоборот. Это можно продемонстрировать при помощи следующего простого прибора.



*Рисунок. Протекание жидкости через трубу с сужением*

Возьмём горизонтальную стеклянную трубу, в центральной части которой сделано сужение (см. рисунок). Припаём к отверстиям в этой трубе три тонких стеклянных трубочки – две около краёв трубы (там, где она толще) и одну – в центральной части трубы (там, где находится сужение). Расположим эту трубу горизонтально и будем пропускать через неё воду под давлением – так, как показано стрелкой на рисунке. Из направленных вверх трубочек начнут бить фонтанчики. Поскольку площадь поперечного сечения центральной части трубы меньше, то скорость протекания воды через эту часть будет больше, чем через левый и правый участки трубы. По этой причине в соответствии с законом Бернулли давление в жидкости в центральной части трубы будет меньше, чем в остальных частях трубы, и высота среднего фонтанчика будет меньше, чем крайних фонтанчиков.

Описанное явление легко объясняется и с помощью второго закона Ньютона. Действительно, частицы жидкости при переходе из начального участка трубы в центральный должны увеличить свою скорость, то есть ускориться. Для этого на них должна действовать сила, направленная в сторону центральной части трубы. Эта сила представляет собой разность сил давления. Следовательно, давление в центральной части трубы должно быть меньше, чем в её начальной части. Совершенно аналогично рассматривается и переход жидкости из центральной части трубы в её конечную часть, при котором частицы жидкости замедляются.

При помощи закона Бернулли могут быть объяснены разнообразные явления, возникающие при течении потоков жидкости или газа. Например, известно, что двум большим кораблям, движущимся попутными курсами, запрещается проходить близко друг от друга. При таком движении между близкими бортами кораблей возникает более быстрый поток движущейся воды, чем со стороны внешних бортов. Вследствие этого давление в потоке воды между кораблями становится меньше, чем снаружи, и возникает сила, которая начинает подталкивать корабли друг к другу. Если расстояние между кораблями мало, то может произойти их столкновение.

Можно привести и другие многочисленные примеры явлений, которые объясняются при помощи закона Бернулли.

**3** Газ течёт по горизонтальной трубе переменного сечения, полностью заполняя её. При уменьшении скорости потока газа давление в нём

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от химического состава газа

Ответ:

**4** Между двумя параллельными листами бумаги, свободно подвешенными вертикально, продувают поток воздуха.

Какое(-ие) утверждение(-я) справедливо(-ы)?

**А.** Листы будут «отталкиваться» друг от друга.

**Б.** Давление между листами будет меньше, чем снаружи от них.

- 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 5, 6.**

**Фазовые переходы**

Известно, что при изменении внешних условий – температуры или давления – вещество может изменять своё агрегатное состояние (переходить из газообразной формы в жидкую, из жидкой в твёрдую, либо из газообразной в твёрдую, и обратно). Однако, как показывает опыт, возможен и другой тип превращения вещества. Вещество при изменении внешних условий может изменять какие-либо свои свойства, оставаясь при этом в прежнем агрегатном состоянии. Такие изменения свойств вещества называют **фазовыми переходами**, и говорят, что вещество перешло из одной фазы в другую. Любое изменение агрегатного состояния, естественно, является фазовым переходом. Обратное утверждение неверно. Таким образом, фазовый переход – более широкое понятие, чем изменение агрегатного состояния.

Различают два основных типа фазовых переходов. Их так и называют – фазовый переход первого рода и фазовый переход второго рода. При фазовом переходе первого рода скачком изменяются плотность вещества и его внутренняя энергия (при этом другие характеристики также могут меняться). Последнее означает, что при фазовом переходе первого рода

выделяется или поглощается теплота. Примерами фазового перехода первого рода как раз могут служить упомянутые выше изменения агрегатного состояния вещества. Например, при превращении воды в лёд плотность вещества уменьшается (вещество расширяется) и выделяется теплота замерзания (равная по модулю теплоте плавления, поглощаемой при обратном фазовом переходе). При этом уменьшается удельная теплоёмкость вещества.

При фазовом переходе второго рода плотность вещества и его внутренняя энергия остаются неизменными, поэтому такие переходы могут быть внешне незаметными. Зато скачкообразно изменяются удельная теплоёмкость вещества, его коэффициент теплового расширения и некоторые другие характеристики. Примерами фазовых переходов второго рода могут служить переход металлов и сплавов из обычного состояния в сверхпроводящее, а также переход твёрдых веществ из аморфного состояния в стеклообразное.

Интересные примеры фазовых переходов первого рода наблюдаются у некоторых металлов. Например, если нагревать железо, то при достижении температуры  $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$  происходит перестройка его кристаллической решетки, в результате чего наблюдается увеличение плотности вещества и поглощается теплота фазового перехода. Этот фазовый переход обратим – при понижении температуры обратно до  $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$  плотность железа, наоборот, уменьшается, и происходит выделение теплоты фазового перехода.

Фазовые переходы могут быть и необратимыми. Ярким примером такого перехода может служить превращение так называемого «белого олова» в так называемое «серое олово». При комнатной температуре белое олово является пластичным металлом. При понижении температуры до примерно  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$  оно начинает медленно переходить в другое фазовое состояние – серое олово – в котором олово существует в виде порошка. Фазовый переход происходит с очень малой скоростью (то есть после понижения температуры ниже точки фазового перехода олово всё ещё остаётся белым, но это состояние нестабильно). Однако фазовый переход резко ускоряется при понижении температуры до  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также при контакте серого олова с белым оловом. Поскольку при данном фазовом переходе происходит резкое уменьшение плотности (и увеличение объёма), то оловянные предметы рассыпаются в порошок, причём попадание этого порошка на «не пораженные» предметы приводит к их быстрой порче (предметы как бы «заражаются»). Вернуть серое олово в исходное состояние возможно только путём его переплавки.

Описанное явление получило название «оловянная чума». Оно явилось основной причиной гибели экспедиции Р.Ф. Скотта к Южному полюсу в 1912 г. (экспедиция осталась без топлива – оно вытекло из баков, запаянных оловом, которое поразила «оловянная чума»). Также существует легенда, согласно которой одной из причин неудачи армии Наполеона в России явились сильные зимние морозы, которые превратили в порошок оловянные

пуговицы на мундирах солдат. «Оловянная чума» погубила многие ценнейшие коллекции оловянных солдатиков. Например, в запасниках петербургского музея Александра Суворова превратились в труху десятки фигурок – в подвале, где они хранились, во время суровой зимы лопнули батареи отопления.

**5** Переход воды из газообразного состояния в жидкое при конденсации

- 1) является фазовым переходом первого рода
- 2) является фазовым переходом второго рода
- 3) не является фазовым переходом
- 4) может быть отнесён к фазовому переходу как первого, так и второго рода – в зависимости от условий, при которых происходит переход

Ответ:

**6** При фазовом переходе скачком изменился коэффициент теплового расширения вещества.

Какое(-ие) утверждение(-я) справедливо(-ы)?

**А.** При данном переходе не выделялась и не поглощалась теплота.

**Б.** Данный переход является фазовым переходом второго рода.

- 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 7, 8.**

### Туман и роса

В воздухе всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых может быть различной. Опыт показывает, что концентрация паров не может превышать некоторого максимально возможного значения  $n_{\max}$  (для каждой температуры это значение своё). Пары с концентрацией, равной  $n_{\max}$ , называются насыщенными. С ростом температуры максимально возможная концентрация водяных паров также растёт. Отношение концентрации  $n$  водяных паров при данной температуре к максимально возможной концентрации при той же температуре называется относительной влажностью, которая обозначается буквой  $f$ . Относительную влажность принято измерять в процентах. Из сказанного следует, что  $f = (n/n_{\max}) \cdot 100\%$ . При этом относительная влажность не может превышать 100%.

Пусть при некоторой температуре  $t$  концентрация водяных паров в воздухе равна  $n$ , а относительная влажность меньше, чем 100%. Если температура будет понижаться, то вместе с ней будет уменьшаться и величина  $n_{\max}$ , а значит, относительная влажность будет увеличиваться. При

некоторой критической температуре относительная влажность достигнет значения 100% (в этот момент концентрация водяных паров станет максимально возможной при данной температуре). Поэтому дальнейшее понижение температуры приведёт к переходу водяных паров в жидкое состояние – в воздухе образуются капли **тумана**, а на предметах выпадут капли **росы**. Поэтому упомянутая выше критическая температура называется **точкой росы** (обозначается  $t_p$ ).

На измерении точки росы основано действие прибора для определения относительной влажности воздуха – конденсационного гигрометра. Он состоит из зеркала, которое может охлаждаться при помощи какого-либо устройства, и точного термометра для измерения температуры зеркала. При понижении температуры зеркала до точки росы на нём выпадают капли жидкости. Величину относительной влажности воздуха определяют по измеренному значению точки росы при помощи специальных таблиц.

Существует ещё одна разновидность тумана – ледяной туман. Он наблюдается при температурах ниже  $-(10 \div 15)^\circ\text{C}$  и состоит из мелких кристалликов льда, которые сверкают либо в лучах солнца, либо в свете луны или фонарей. Особенностью ледяного тумана является то, что он может наблюдаться и при относительной влажности, меньшей 100% (даже менее 50%). Условием возникновения ледяного тумана при низкой относительной влажности является очень низкая температура (ниже  $-30^\circ\text{C}$ ) и наличие обильных источников водяного пара (например, труб и сточных водоёмов промышленных предприятий, печных труб жилых помещений, выхлопных труб мощных двигателей внутреннего сгорания и т. п.). Поэтому ледяной туман при низкой влажности наблюдается в населённых пунктах, на крупных железнодорожных станциях, на активно действующих аэродромах и т. п.

**7** Роса при понижении температуры выпадает при относительной влажности,

- 1) имеющей значение от 50% до 100%
- 2) равной 100%
- 3) имеющей любое значение
- 4) большей 100%

Ответ:



воспринимает в качестве основного тона звуковую волну, имеющую наибольшую интенсивность. Например, одна и та же нота, воспроизведённая при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Ещё одна важная характеристика звука – громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!). Установлено, что человеческое ухо при восприятии звука ведёт себя как нелинейный прибор – при увеличении интенсивности звука в 10 раз громкость возрастает всего в 2 раза. Поэтому ухо может воспринимать звуки, отличающиеся друг от друга по интенсивности более чем в 100 тысяч раз!

**9** Какие механические волны могут распространяться в жидкостях?

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 1) только продольные | 3) и продольные, и поперечные |
| 2) только поперечные | 4) никакие                    |

Ответ:

**10** Два звука представляют собой механические волны, имеющие одинаковые частоты, но разные амплитуды. Эти звуки обязательно имеют одинаковую

- |                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| 1) интенсивность | 3) высоту тона                 |
| 2) громкость     | 4) интенсивность и высоту тона |

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 11–13.**

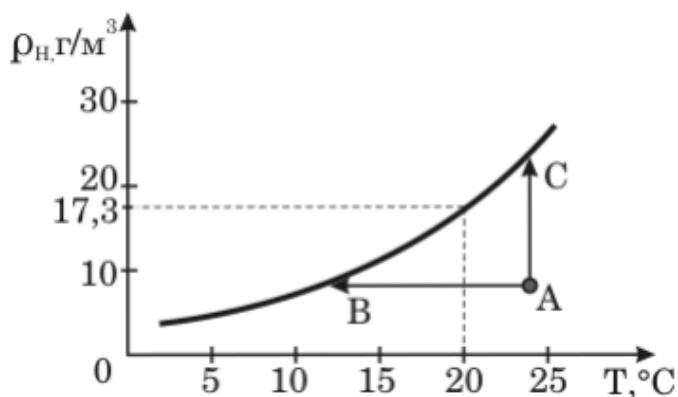
### Туман

При определённых условиях водяные пары, находящиеся в воздухе, частично конденсируются, в результате чего и возникают водяные капельки тумана. Капельки воды имеют диаметр от 0,5 мкм до 100 мкм.

Возьмём сосуд, наполовину заполним водой и закроем крышкой. Наиболее быстрые молекулы воды, преодолев притяжение со стороны других молекул, выскакивают из воды и образуют пар над поверхностью воды. Этот процесс называется испарением воды. С другой стороны, молекулы водяного пара, сталкиваясь друг с другом и с другими молекулами воздуха, случайным образом могут оказаться у поверхности воды и перейти

обратно в жидкость. Это конденсация пара. В конце концов при данной температуре процессы испарения и конденсации взаимно компенсируются, то есть устанавливается состояние термодинамического равновесия. Водяной пар, находящийся в этом случае над поверхностью жидкости, называется насыщенным.

Если температуру повысить, то скорость испарения увеличивается и равновесие устанавливается при большей плотности водяного пара. Таким образом, плотность насыщенного пара возрастает с увеличением температуры (см. рисунок).



*Зависимость плотности насыщенного водяного пара от температуры*

Для возникновения тумана необходимо, чтобы пар стал не просто насыщенным, а пересыщенным. Водяной пар становится насыщенным (и пересыщенным) при достаточном охлаждении (процесс АВ) или в процессе дополнительного испарения воды (процесс АС). Соответственно выпадающий туман называют туманом охлаждения и туманом испарения.

Второе условие, необходимое для образования тумана – это наличие ядер (центров) конденсации. Роль ядер могут играть ионы, мельчайшие капельки воды, пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения. Чем больше загрязненность воздуха, тем большей плотностью отличаются туманы.

**11** Из графика на рисунке видно, что при температуре 20°C плотность насыщенного водяного пара равна 17,3 г/м<sup>3</sup>. Это означает, что при 20°C

- 1) в 1 м<sup>3</sup> воздуха находится 17,3 г водяного пара
- 2) в 17,3 м<sup>3</sup> воздуха находится 1 г водяного пара
- 3) относительная влажность воздуха равна 17,3%
- 4) плотность воздуха равна 17,3 г/м<sup>3</sup>

Ответ:

**12** Для каких процессов, указанных на рисунке, можно наблюдать туман испарения?

- 1) только АВ
- 2) только АС
- 3) АВ и АС
- 4) ни АВ, ни АС

Ответ:



13

Какие утверждения о туманах верны?

**А.** Городские туманы, по сравнению с туманами в горных районах, отличаются более высокой плотностью.

**Б.** Туманы наблюдаются при резком возрастании температуры воздуха.

1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 14–16.**

### Электрические рыбы

Электрические рыбы известны человечеству с древнейших времён. Ещё Аристотель рассказывал своим ученикам, что электрический скат, обитающий в Средиземном море, «заставляет цепенеть животных, которых он хочет поймать, побеждая их силой удара, живущего в его теле».

О природе этих ударов никто не догадывался до Алессандро Вольта, который сопоставил удар, получаемый от электрического ската, с ударом от построенной им электрической батареи (вольтова столба) – достаточно мощного источника тока.

Однако планомерные исследования электрических рыб начались лишь в наше время, когда появилась записывающая импульсы рыб аппаратура. Исследования показали, что среди нескольких сотен известных видов электрических рыб лишь немногие дают сильные импульсы. В восточной части тихоокеанских тропических вод живёт двухметровый электрический скат, способный создать электрический импульс напряжением 50 – 60 В при силе тока 50 А – вполне достаточный, чтобы парализовать рыбу чуть поменьше его самого.

Опаснейшим среди всех электрических рыб является электрический угорь. По количеству человеческих жертв он даже опережает легендарную пиранию. Этот угорь (кстати, к обыкновенным угрям он не имеет никакого отношения) способен испускать мощный электрический заряд. Если взять молодого угря в руки, то ощущаешь лёгкое покалывание, и это с учётом того, что малюткам всего несколько дней и размером они лишь 2 – 3 см. Легко представить, какие ощущения получишь, если прикоснёшься к взрослому угрю. Человек при таком тесном общении получает удар в 650 В, и от него может умереть. Мощные электрические импульсы электрический угорь посылает до 150 раз в сутки. Чтобы убить рыбу, электрическому угрю достаточно содрогнуться, выпустив ток. Жертва погибает мгновенно.

Электрические угри – крупные рыбы: средняя длина взрослых особей составляет 1–3 м, вес – до 40 кг. Самое интересное в строении электрических угрей – это их электрические органы, которые занимают более 2/3 длины тела, а у некоторых особей – 4/5. Положительный полюс этой «батареи» лежит в передней части тела угря, отрицательный – в задней.

Что же представляют собой электрические органы рыб? В первую очередь это особые мускульные клетки, так называемые электрические пластинки, поразительно напоминающие по схеме и конструктивному принципу электробатареи. У электрических угрей ими занято всё тело, кроме головы.

Исследования учёных показали, что многие из обычных, так называемых неэлектрических, рыб, которые не имеют специальных электрических органов, всё же в состоянии возбуждения способны создавать в воде слабые электрические разряды. Эти разряды образуют вокруг тела рыб характерные биоэлектрические поля. Установлено, что слабые электрические поля есть у таких рыб, как речной окунь, щука, пескарь, вьюн, карась, краснопёрка и др.

**14** Выберите утверждение, соответствующее содержанию текста.

- 1) Аристотель внёс большой вклад в изучение электричества.
- 2) Электрические органы рыб представляют собой мускульные клетки, напоминающие электробатареи.
- 3) Алессандро Вольт доказал, что внутри электрических рыб содержится батарея в виде вольтова столба.
- 4) Сила электрического воздействия угря не зависит от его размеров.

Ответ:

**15** В какой части тела электрического угря сконцентрированы отрицательные заряды?

- 1) около головы
- 2) около хвоста
- 3) вдоль всей поверхности рыбы
- 4) в зависимости от направления угрозы заряды могут менять положение

Ответ:

**16** Два угря при виде добычи испускают электрические импульсы. При этом напряжение у первого угря достигает 600 В, а сила тока – 20 А, а у второго напряжение – 350 В и сила тока – 5 А. Как соотносятся сопротивления электрических пластин первого ( $R_1$ ) и второго ( $R_2$ ) угрей?

- 1)  $R_1 = R_2$
- 2)  $R_1 > R_2$
- 3)  $R_1 < R_2$
- 4) в морской воде  $R_1 > R_2$ , в пресной  $R_1 < R_2$

Ответ:

**Прочитайте текст и выполните задания 17, 18.****Фотолюминесценция**

Некоторые вещества при освещении электромагнитным излучением сами начинают светиться. Такое свечение, или люминесценция, отличается важной особенностью: свет люминесценции имеет иной спектральный состав, чем свет, вызвавший свечение. Наблюдения показывают, что свет люминесценции характеризуется большей длиной волны, чем возбуждающий свет. Например, если пучок фиолетового света направить на колбочку с раствором флюоресцеина, то освещённая жидкость начинает ярко люминесцировать зелёно-жёлтым светом.

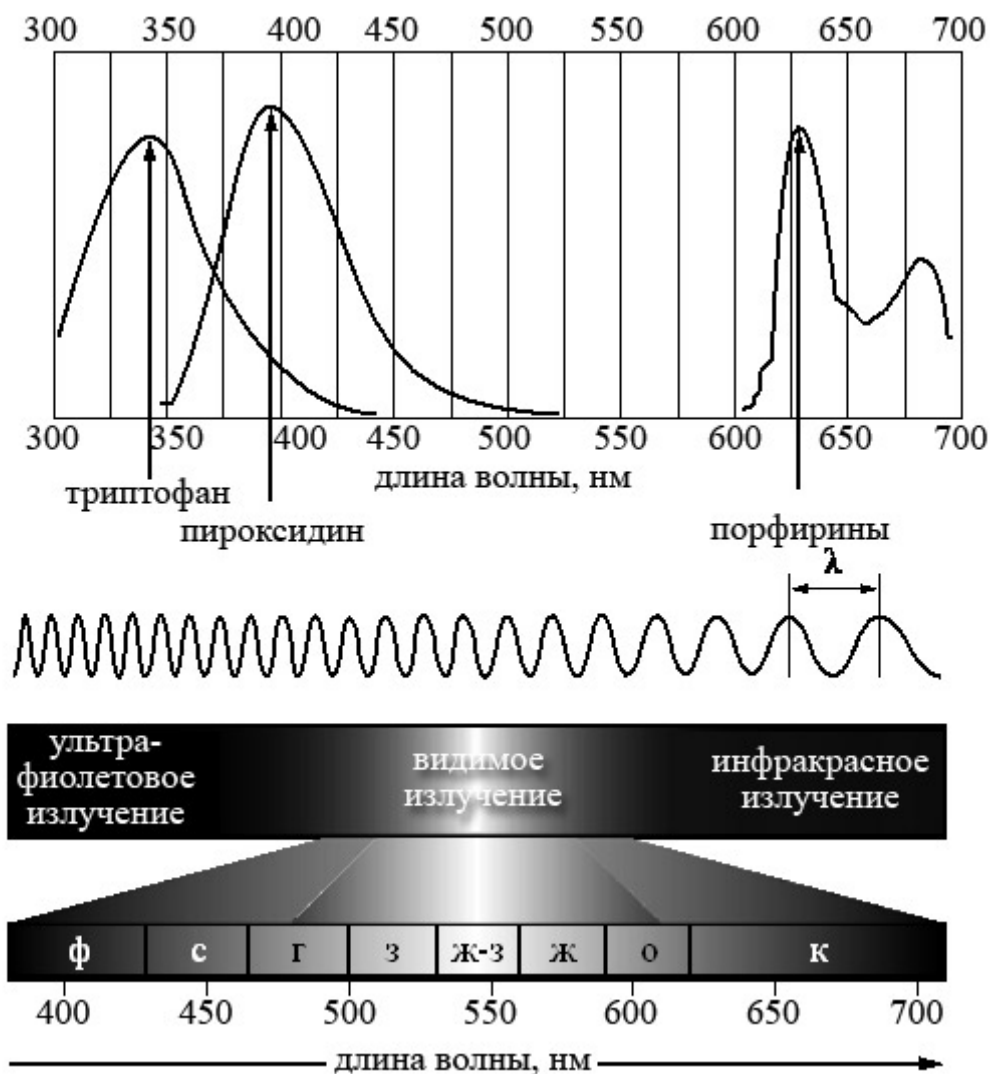
Некоторые тела сохраняют способность светиться некоторое время после того, как освещение их прекратилось. Такое послесвечение может иметь различную длительность: от долей секунды до многих часов. Принято называть свечение, прекращающееся с освещением, флюоресценцией, а свечение, имеющее заметную длительность, фосфоресценцией.

Фосфоресцирующие кристаллические порошки используются для покрытия специальных экранов, сохраняющих своё свечение две-три минуты после освещения. Такие экраны светятся и под действием рентгеновских лучей.

Очень важное применение нашли фосфоресцирующие порошки при изготовлении ламп дневного света. В газоразрядных лампах, наполненных парами ртути, при прохождении электрического тока возникает ультрафиолетовое излучение. Советский физик С. И. Вавилов предложил покрывать внутреннюю поверхность таких ламп специально изготовленным фосфоресцирующим составом, дающим при облучении ультрафиолетом видимый свет. Подбирая состав фосфоресцирующего вещества, можно получить спектральный состав излучаемого света, максимально приближённый к спектральному составу дневного света.

Явление люминесценции характеризуется крайне высокой чувствительностью: достаточно иногда  $10^{-10}$  г светящегося вещества, например в растворе, чтобы обнаружить это вещество по характерному свечению. Это свойство лежит в основе люминесцентного анализа, который позволяет обнаружить ничтожно малые примеси и судить о загрязнениях или процессах, приводящих к изменению исходного вещества.

Ткани человека содержат большое количество разнообразных природных флуорофоров, которые имеют различные спектральные области флуоресценции. На рисунке представлены спектры свечения основных флуорофоров биологических тканей и шкала электромагнитных волн.



**17** Каким цветом, согласно приведённым данным, светится пироксидин?

- 1) красным
- 2) жёлтым
- 3) зелёным
- 4) фиолетовым

Ответ:

**18** Какого цвета свет может излучать флюоресцирующее вещество при освещении жёлтыми лучами?

- 1) синий
- 2) фиолетовый
- 3) красный
- 4) зелёный

Ответ: