

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Заочная школа
ФИЗИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

8-й класс. Задание № 2 (2)

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Новосибирск

Уважаемый ученик!

Приступая к выполнению задания, внимательно прочтите теоретическую часть задания, которая содержит материал в концентрированном виде, удобном для более глубокого понимания физических законов и понятий, и практического использования при решении задач. Попробуйте самостоятельно решить задачи, указанные в качестве примера. Сравните свой ход решения с решением в задании. Затем приступайте к задачам для самостоятельного решения. Присылайте нам свою работу, даже если Вам не удается довести решение до ответа¹.

Работа может быть оформлена на бумажном носителе (в ученической тетради в клетку) или в виде файла: лучше всего в виде набранного документа в формате .doc, .docx, .rtf, формулы и рисунки можно делать с помощью встроенного в Word редактора или вставлять в виде небольших картинок, отсканированных (или сфотографированных) с белых листов бумаги. Если Вы собираетесь сканировать работу, то оформляйте **не в тетради, а на белых листах формата А4**. Старайтесь, чтобы количество листов было минимальным. Пишите разборчиво, т. к. после сканирования иногда сложно разобрать текст. **Не нужно** присыпать отдельным файлом каждую страницу Вашей работы. Сканируйте все страницы подряд – в один файл! Лучше сохранять в PDF формате.

Обязательно пишите краткое условие задачи, а затем ее решение. Указывайте номера задач – они должны совпадать с теми, которые указаны в задании. Обязательно оставляйте поля для замечаний преподавателя.

Кроме того, желательно:

1. разделить решения разных задач горизонтальной чертой;
2. если решение задачи делится на этапы, отмечать начало каждого нового этапа;
3. выделить ответ²;
4. как правило, решение ищите в виде формул, а цифры подставляйте в конце.

На обложке тетради или (если работа в файле, то на 1 странице) нужно указать:

1. Отделение (физическое).
2. Класс, в котором Вы учитесь в Заочной школе.
3. Номер задания, тема.
4. Ваш почтовый адрес (с индексом отделения), конт. телефон, e-mail.
5. Фамилию, имя, отчество.

Убедительно просим оформлять обложку по указанному образцу.

Работу отправлять любым удобным для Вас способом:

¹ Преподаватель оценит объем задания, который Вам удалось выполнить.

² Например, обвести его рамкой.

- **на бумажном носителе:** простой или заказной бандеролью. В тетрадь вложите листок бумаги размером 6x10 см с Вашим почтовым адресом;
- **в электронном виде:**

➤ по e-mail. Тема письма должна совпадать с названием файла с работой: Фамилия_предмет класс - № задания (напр.: Иванов_Физика 7 - 2) В письме обязательно укажите: ФИО, класс, предмет, № задания, тема, регион, конт. телефон. Мы всегда подтверждаем получение Вашей работы;³

➤ или через личный кабинет сайта ЗШ.

Требования к оформлению работ в электронном виде и вся подробная информация есть на сайте ЗШ: <https://sesc.nsu.ru/education/zfmsh>

Тел. +7(383)363 40 66; E-mail: zfmsh@yandex.ru

Адрес: ЗШ СУНЦ НГУ, ул. Ляпунова, 3, к. 455, Новосибирск-90, 630090

Вместе с рецензией к проверенной работе Вам будут высланы методические указания к решению задач и ответы. Настоятельно рекомендуем прочесть их, даже если Вы получили правильный ответ.³

Агрегатные состояния вещества

Вещества могут находиться в **трех агрегатных состояниях**: твердом, жидким и газообразном. В твердых телах и жидкостях атомы расположены близко друг к другу. Для твердых тел характерна **кристаллическая структура**. При этом атомы в твердых телах расположены четко упорядоченно. В жидкостях такой структуры нет.

Переход вещества из твердого состояния в жидкое называют **плавлением**. Обратный переход из жидкого состояния, в твердое называют **отвердеванием**. Существенно, что при фиксированном атмосферном давлении оба процесса проходят при определенной температуре. При плавлении твердого тела необходимо подводить тепло, которое идет на разрушение упорядоченности атомов.

Физическая величина, показывающая какое количество теплоты необходимо сообщить твердому телу массой 1 кг, чтобы при темпера-

³ Вы можете узнать и о другом способе решения.

туре плавления полностью перевести его в жидкое состояние, называется **удельной теплотой плавления**. Обычно эту величину обозначают λ . Единица ее измерения Дж/кг. Теплота, которую необходимо передать телу массы m , определяется выражением $Q = \lambda m$.

Над поверхностью жидкости всегда находятся пар. Его образуют молекулы, которые, участвуя в тепловом хаотическом движении, вылетели из нее. Процесс называется **испарением**. Обратный процесс осаждения молекул из пара в жидкость называется **конденсацией**. При заданной температуре и определенном давлении наступит равновесие: поток вылетающих из жидкости молекул сравняется с потоком конденсации. Такой пар называется **насыщенным**, соответствующее давление – **давлением насыщенного пара**. Это давление растет с повышением температуры.

При повышении температуры жидкости наступает момент, когда жидкость интенсивно превращается в пар. Этот процесс называют кипением. Кипение наступает в момент, когда давление насыщенного пара сравнивается с атмосферным давлением.

Температуру, при которой жидкость кипит, называют **температурой кипения**. Чем ниже атмосферное давление, тем ниже температура кипения. Так, если при нормальном давлении вода кипит при 100°C , то, на высоте 6 км при 80°C .

При начале кипения все тепло, которое передается жидкости, идет на разрыв связей молекул между собой. Поэтому при кипении температура не меняется. Но подвод тепла при кипении необходим.

Величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо, чтобы обратить жидкость массой 1 кг в пар без изменения температуры,

называется **удельной теплотой парообразования**. Обозначим эту величину через L . Она измеряется в Дж/кг.

Влажность воздуха

Атмосферный воздух содержит то или иное количество влаги – водяного пара. **Абсолютной влажностью** воздуха называют плотность водяного пара, содержащегося в нем. **Относительной влажностью** воздуха φ называют отношение абсолютной влажности ρ к плотности насыщенного водяного пара ρ_0 при той же температуре, выраженное в процентах. Учитывая линейную зависимость давления от плотности, можно сказать, что φ равно отношению парциального давления водяного пара к давлению насыщенного пара:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100 \% = \frac{P}{P_0} 100 \% .$$

Примеры решения задач

1. Кастрюлю с налитой холодной водой при температуре 10°C , поставили на плиту. Через время $\tau_1 = 10$ мин вода закипела. Через какое время τ_2 она полностью испарится?

Решение. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$. Удельная теплота парообразования $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$. Разница конечной и начальной температур воды $\Delta t = 90^{\circ}\text{C}$. Пусть масса воды m , а мощность плиты (тепло, подводимое к воде в секунду) W . Тогда тепло, подводимое к воде при нагреве: $W\tau_1 = mc\Delta t$.

Для процесса кипения имеем $W\tau_2 = Lm$.

Разделим второе уравнение на первое: $\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{L}{c\Delta t}$.

Отсюда получаем ответ: $\tau_2 = \tau_1 \frac{L}{c\Delta t} \approx 1$ час.

2. Какая энергия (теплота) выделяется при отвердевании массы $m = 2,5$ кг серебра, взятого при температуре плавления, и его дальнейшем охлаждении до температуры $t_2 = 160$ °C ?

Решение. Удельная теплота плавления серебра $\lambda = 0,87 \cdot 10^5$ Дж/кг , температура плавления $t_1 = 962$ °C , удельная теплоемкость $c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$. При отвердевании выделяется тепло: $Q_1 = \lambda m$.

При дальнейшем охлаждении выделившее тепло: $Q_2 = cm(t_1 - t_2)$.

Искомая величина энергии: $Q = Q_1 + Q_2 \approx 7 \cdot 10^5$ Дж.

3. Температура воздуха на улице $t = 10$ °C , а его относительная влажность $\varphi = 80\%$. Определите абсолютную влажность воздуха на улице, если известно, что плотность насыщенного пара при заданной температуре $\rho_0 = 9 > 4 \text{ г} / \text{м}^3$.

Решение. По определению абсолютная влажность воздуха равна плотности ρ водяного пара, содержащегося в этом воздухе. Из определения относительной влажности $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0}$ имеем: $\rho = \varphi \rho_0 = 7,5 \text{ г} / \text{м}^3$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Имеются два тела: первое массы m_1 , удельной теплоемкости c_1 при температуре t_1 ; второе с соответствующими параметрами m_2, c_2, t_2 .

Считая для определенности $t_1 > t_2$, определите установившуюся температуру системы, если тела привести в непосредственный контакт.

2. Какая установится окончательная температура, если массу $M = 500 \text{ г}$ льда при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ погрузить в объем $V = 4 \text{ л}$ воды при температуре $t = 30^\circ\text{C}$?

3. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы массу $M = 400 \text{ г}$ воды с начальной температурой $t_0 = 20^\circ\text{C}$ довести до кипения и массу $m = 40 \text{ г}$ ее превратить в пар?

4. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы 1 л воды, взятой при комнатной температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$, нагреть до кипения и превратить в пар при нормальном давлении?

5. Почему кастрюля прогорает лишь после того, как вода выкипит?

6. Можно ли вскипятить воду в бумажном стаканчике?

7. Насыщенный водяной пар находится при 100°C и занимает некоторый объем. Как изменится давление пара, если его объем уменьшить вдвое, сохраняя прежнюю температуру?

8. Найдите массу водяного пара в жилой комнате, сауне и русской бане. Известно, что плотности водяного пара в жилой комнате, сауне и парилке русской бани равны соответственно

$\rho_1 = 10 \text{ г}/\text{м}^3$, $\rho_2 = 60 \text{ г}/\text{м}^3$, $\rho_3 = 200 \text{ г}/\text{м}^3$. Объемы этих помещений примите равными соответственно $V_1 = 50 \text{ м}^3$, $V_2 = 20 \text{ м}^3$, $V_3 = 30 \text{ м}^3$.

Разработка задания: доцент В.Г.Харитонов

Подписано к печати 05.07.21

Формат 60x84/16

Уч.изд.л. 0,5

Тираж 100 экз.

© Специализированный учебно-научный центр НГУ, 2021