

Физика-7

Урок 13-14 Решение задач на расчёт количества теплоты при изменении агрегатных состояний вещества.

Что такое удельная теплоёмкость? (c)

Что такое удельная теплота плавления? (λ)

Что такое удельная теплота парообразования? (L)

Почему в формуле $Q=cm\Delta t$ стоит Δt , а в формулах с λ и L просто m ?

Потому что при плавлении и кипении температура не меняется, вся энергия уходит на разрушение связей.

В каких единицах измеряется количество теплоты в системе СИ? (Джоуль)

2. Решение задач (с «интересными фактами») (25 мин)

Помните главное правило: большинство задач на эту тему — «многоэтажные». Сначала греем, потом плавим, потом снова греем (или наоборот).

Задача 1. «Ледяная скульптура и Сухой лёд» (Уровень: нагрев + плавление)

Условие: Для фестиваля ледяных скульптур взяли кусок льда массой 5 кг при температуре -20°C . Какое количество теплоты потребуется, чтобы превратить его в воду при температуре 0°C и приступить к формовке?

Вопрос классу: С чего начнём расчёт?

Решение:

Нагревание льда от -20°C до 0°C : $Q_1 = c_{\text{льда}} m (0 - (-20)) = 2100 \cdot 5 \cdot 20 = 210000$ Дж.

Плавление льда при 0°C : $Q_2 = \lambda m = 3,4 \cdot 10^5 \cdot 5 = 17 \cdot 10^5 = 1700000$ Дж.

$Q = Q_1 + Q_2 = 210000 + 1700000 = 1910000$ Дж = **1,91 МДж**.

✓ Интересный факт (вставка):

Ребята, вы думаете, лёд бывает только из воды? А вот и нет!

В химии есть вещество — **углекислый газ**. При сильном охлаждении и давлении он становится твёрдым. Это и есть «сухой лёд».

Так вот, его удельная теплота плавления (вернее, сублимации — перехода в газ) очень мала по сравнению с водяным льдом. Если бросить сухой лёд в воду, он не намочит её, а мгновенно испарится в красивое облако тумана, забирая тепло у воды. Но если бы мы захотели растопить 5 кг сухого льда (при температуре -

78°C), энергии потребовалось бы в разы меньше, чем для водяного. Вот почему водяной лёд так долго тает в стакане — он очень энергоёмкий!

Задача 2. «Почему обжигает пар?» (Уровень: конденсация + охлаждение)

Условие: При ожоге паром из носика чайника кожа повреждается сильнее, чем от брызг кипятка. Почему? Давайте посчитаем. Что выделит больше тепла при остывании до температуры ожога (допустим, до 50 °C): 100 г водяного пара при 100 °C или 100 г воды при 100 °C?

Подсказка: Пар сначала должен стать водой.

Решение:

Для воды (100°C → 50°C):

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{воды}} m (100 - 50) = 4200 \cdot 0,1 \cdot 50 = 21000 \text{ Дж.}$$

Для пара:

Конденсация пара в воду при 100°C: $Q_1 = Lm = 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,1 = 230000 \text{ Дж.}$

Охлаждение полученной воды от 100°C до

50°C: $Q_2 = cm\Delta t = 4200 \cdot 0,1 \cdot 50 = 21000 \text{ Дж.}$

$$Q_{\text{пар}} = Q_1 + Q_2 = 230000 + 21000 = 251000 \text{ Дж.}$$

1.

Вывод: $Q_{\text{пар}}/Q_{\text{в}} = 251000/21000 \approx 12$ раз! Пар несёт в 12 раз больше энергии скрытого тепла конденсации. Поэтому ожог паром такой страшный.

✓ Интересный факт (вставка):

На этом свойстве основана работа мощных **тепловых электростанций** и ядерных реакторов. Там тепло от реактора идёт не на то, чтобы просто греть воду, а чтобы превращать ее в пар. Этот пар под огромным давлением крутит турбины. Когда пар отработал, его нужно снова охладить и превратить в воду (сконденсировать), чтобы пустить по новому кругу. Огромные градирни, которые вы видели возле АЭС, как раз и нужны для охлаждения пара. Если бы не было огромной удельной теплоты парообразования, электростанции были бы размером со спичечный коробок.

Задача 3. «Физика на кухне: переохлажденная вода» (Уровень: сложная, наоборот)

Условие: Бутылка чистой воды лежала в морозилке при -10°C , но не замёрзла (эффект переохлаждения). Вы достали её и резко стукнули по столу. Вода мгновенно замёрзла прямо на глазах и нагрелась до 0°C . Какая часть воды при этом превратилась в лёд?

Решение:

Это задача на уравнение теплового баланса внутри самой воды.

Вода находится при температуре -10°C (переохлажденная жидкость). Это неустойчивое состояние. При ударе начинается кристаллизация.

Часть воды m_2 замёрзает, выделяя тепло $Q = \lambda m_2$. Это тепло идёт на нагрев всей воды (и образовавшегося льда) от -10°C до 0°C .

Пусть m — вся масса воды. Тогда:

$$\lambda m_2 = c_{\text{воды}} m (0 - (-10)).$$

$$3,4 \cdot 10^5 m_2 = 4200 \cdot m \cdot 10$$

$$m_2/m = (42000)/(340000) \approx 0,123.$$

Ответ: Замёрзнет примерно 12,3% воды. Остальное останется водой при 0°C .

✓ **Интересный факт (вставка):**

Это явление часто случается в природе. Переохлаждённый **дождь** — кошмар для авиации и энергетиков. Капли воды в облаках могут оставаться жидкими даже при температуре -20°C ! Как только такая капля ударяется о крышу дома, ветку дерева или крыло самолёта, она мгновенно превращается в лёд, покрывая все толстой коркой льда (гололёд).

3. Самостоятельная работа (по вариантам) (7 мин)

1 вариант (проще):

Какая энергия выделится при конденсации 2 кг водяного пара при 100°C и охлаждении полученной воды до 40°C ?

2 вариант (сложнее):

Сколько спирта при температуре кипения можно превратить в пар, если передать ему 0,5 МДж энергии? (L спирта = $0,9 \cdot 10^6$ Дж/кг).

Краткая проверка (устно или показ ответов на слайде).

4. Рефлексия и домашнее задание (3 мин)

Сегодня мы убедились, что сухие формулы скрывают за собой мощь природных явлений — от ожогов до погоды.

Что нового вы сегодня узнали?

Какой факт вас удивил больше всего?

Домашнее задание:

Решить задачу: В стакан, содержащий 200 г льда при 0°C , налили 100 г воды при 60°C . Весь лёд растаял? Какая температура установилась в стакане? (Указание: проверьте, хватит ли тепла воды для плавления льда).

Творческое задание: Напишите короткое эссе (5-6 предложений) «Где в космосе работает теплота парообразования/плавления?» (Например, почему кометы покрыты «коркой», работа реактивных двигателей, охлаждение спускаемых аппаратов).