

**Общество с ограниченной ответственностью «Онлайн-Гимназия Адель»**

(ООО «Онлайн-Гимназия Адель»)

ИНН 5022076651 ОГРН 1235000132344

140410, Московская область, г Коломна, ул. Зеленая, д. 31А

## Демонстрационные доски

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Базовый курс: термодинамика и оптика» для дистанционного обучения

Коломна

2026

## Тепловые явления

### Энергетические процессы при теплопередаче

1. Нагревание и охлаждение
2. Горение
3. Плавление и кристаллизация
4. Испарение и конденсация

### Удельная теплоемкость

**Удельная теплоемкость** — физическая величина, которая численно равна количеству теплоты, которое необходимо для нагревания вещества массой 1 кг на 1°C.

**Единица измерения:**  
1 Дж / (кг · °C)

**Формула:**  
 $c = Q / (m \cdot \Delta t)$

### Удельная теплоемкость воды

$c = 4200 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$   
 $m = 1 \text{ кг}$   
 $t_2 - t_1 = 1^\circ\text{C}$   
 $Q = 4200 \text{ Дж}$

### Удельная теплоемкость некоторых видов веществ (Дж/(кг·°C))

Вещество	Значение	Вещество	Значение
Золото	130	Графит	750
Ртуть	140	Стекло лабораторное	840
Свинец	140	Кирпич	880
Олово	230	Алюминий	920
Серебро	250	Масло подсолнечное	1700
Медь	400	Лед	2100
Цинк	400	Керосин	2100
Латунь	400	Эфир	2350
Железо	460	Дерево (дуб)	2400
Сталь	500	Спирт	2500
Чугун	540	Вода	4200

### Разбор домашнего задания:

#### Задача 1

Какое количество теплоты выделилось при охлаждении чугунной болванки массой 32 кг, если ее температура изменилась от 1115 до 15°C?

**Дано:** **Решение:**

$m = 32 \text{ кг}$   
 $t_1 = 1115^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 15^\circ\text{C}$   
 $Q = ?$

Охлаждение чугуна:  
 $c = Q / (m \cdot \Delta t)$ , откуда  $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ ,  
 где  $\Delta t = t_1 - t_2$   
 Итак:  
 $Q = c \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$   
 Подставляем ( $c = 540 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ ):  
 $Q = 540 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}) \cdot 32 \text{ кг} \cdot (-1100^\circ\text{C})$   
 $= -19008000 \text{ Дж}$   
 Ответ:  $Q = -19 \text{ МДж}$

#### Задача 4

Какое количество теплоты теряет вода в бассейне площадью 70 м² и глубиной 1,5 м при охлаждении ее на 2°C?

**Дано:** **Решение:**

#### Задача 2

Рассчитайте, какое количество теплоты отдаст кирпичная печь, сложенная из 300 кирпичей, при остывании от 70 до 20°C. Масса одного кирпича 5 кг.  $m = N \cdot m_1$

**Дано:** **Решение:**

#### Задача 5

Какое количество теплоты пойдет на нагревание воды от 15 до 25°C в бассейне, длина которого 100 м, ширина 6 м, а глубина 2 м?

**Дано:** **Решение:**

#### Задача 3

Размер комнаты 120 м³. Какое количество теплоты потребуется для нагревания воздуха в комнате от 15 до 25°C? Плотность воздуха 1,3 кг/м³, удельная теплоемкость 1000 Дж/(кг·°C).

**Дано:** **Решение:**

$V = 120 \text{ м}^3$   
 $t_1 = 15^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 25^\circ\text{C}$   
 $\rho = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$   
 $c = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$   
 $Q = ?$

Нагревание воздуха:  
 $c = Q / (m \cdot \Delta t)$ , откуда  $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ ,  
 где  $\Delta t = t_2 - t_1$   
 Масса воздуха:  
 $\rho = m / V$ , откуда  $m = \rho \cdot V$   
 Итак:  
 $Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1)$   
 Подставляем:  
 $Q = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}) \cdot 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot 120 \text{ м}^3 \cdot (25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 1560000 \text{ Дж}$   
 $(1,56 \approx 1,6)$   
 Ответ:  $Q = 1,6 \text{ МДж}$

## Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления и кристаллизации

Разбор домашнего задания:

### Фазовые переходы

**Фазовый переход** — это процесс перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое.

- Т (Твердое) → Ж (Жидкое): плавление
- Ж (Жидкое) → Т (Твердое): кристаллизация
- Ж (Жидкое) → Г (Газообразное): парообразование
- Г (Газообразное) → Ж (Жидкое): конденсация
- Т (Твердое) → Г (Газообразное): сублимация (возгонка)
- Г (Газообразное) → Т (Твердое): десублимация

### Агрегатные состояния вещества

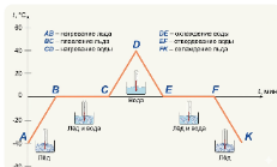
1. Твердое (изображение льда)
2. Жидкое (изображение льющейся воды)
3. Газообразное (изображение пара)

### Плавление и отвердевание

**Плавление** — переход вещества из твердого в жидкое агрегатное состояние.

**Отвердевание (кристаллизация)** — процесс перехода вещества из жидкого в твердое агрегатное состояние.

### График плавления и отвердевания



### Температура плавления и кристаллизации

Вещество	$t_{пл}$ , °C	Вещество	$t_{пл}$ , °C
Алюминий	658	Серебро	960
Вода	0	Спирт	-114
Вольфрам	3370	Сталь	1400
Железо	1539	Олово	232
Золото	1063	Осмиум	3030
Лед	0	Платина	1774
Медь	1083	Ртуть	-39
Нафталин	80	Цинк	420
Свинец	327	Эфир	-123

### Удельная теплота плавления

Вещество	$\lambda$ , 10 <sup>4</sup> кДж/кг	Вещество	$\lambda$ , 10 <sup>4</sup> кДж/кг
Алюминий	39	Платина	11
Железо	27	Ртуть	1,0
Золото	6,7	Свинец	2,5
Лед	34	Серебро	10
Медь	21	Цинк	12
Нафталин	15	Чугун белый	14
Олово	5,9	Чугун серый	10

### Задача 1

Свинцовая деталь массой 100 г охлаждается от 427°C до температуры плавления, отвердевает и охлаждается до 27°C. Какое количество теплоты передат деталь окружающим телам?

**Дано:**  
 $m = 0,1$  кг  
 $t_1 = 427^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 27^\circ\text{C}$   
 $t_3 = 327^\circ\text{C}$  (температура плавления свинца)  
 $Q = ?$

**Решение:**  
 График процесса:  $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$   
 (На графике отмечены точки: охлаждение жидкости  $Q_1 < 0$ ; кристаллизация  $Q_2 < 0$ ; охлаждение твердого тела  $Q_3 < 0$ )  
 Охлаждение жидкого свинца:  
 $Q_1 = Q / (m \cdot \Delta t)$ , откуда  $Q_1 = c(ж) \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$   
 Кристаллизация свинца:  
 $Q_2 = -Q / m$ , откуда  $Q_2 = -\lambda \cdot m$   
 Охлаждение твердого свинца:  
 $Q_3 = Q / (m \cdot \Delta t)$ , тогда  $Q_3 = c(т) \cdot m \cdot (t_2 - t_3)$   
 Итоговая формула:  
 $Q = c(ж) \cdot m \cdot (t_1 - t_2) - \lambda \cdot m + c(т) \cdot m \cdot (t_2 - t_3)$

### Задача 2

Хватит ли энергии, выделившейся в результате охлаждения 10 кг воды на 50°C и дальнейшей ее кристаллизации, на плавление 5 кг свинца, взятого при температуре плавления?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 3

Сколько литров спирта можно нагреть на 2°C за счет энергии, выделившейся в результате охлаждения и кристаллизации 2 кг воды с начальной температурой 30°C?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 4

Для того чтобы превратить некоторое количество льда, взятого при температуре  $-50^\circ\text{C}$ , в воду с температурой  $50^\circ\text{C}$ , требуется 655 кДж энергии. Чему равна масса льда?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 5

Масса серебра 10 г. Сколько энергии выделится при его кристаллизации и охлаждении до  $60^\circ\text{C}$ , если серебро взято при температуре плавления?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 6

Сколько энергии выделится при кристаллизации и охлаждении до  $27^\circ\text{C}$  свинцовой пластинки размером  $2 \times 5 \times 10$  см?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 7

Из копытника вагранки для отливки детали выпустили расплавленное железо массой 50 кг. Какое количество теплоты выделится при его кристаллизации и охлаждении до  $39^\circ\text{C}$ ?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 8

Какое количество теплоты потребуется для превращения в воду льда массой 2 кг, взятого при  $0^\circ\text{C}$ , и нагревания образовавшейся воды до температуры  $30^\circ\text{C}$ ?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 9

Готовя пищу, полярники используют воду, полученную из расплавленного льда. Какое количество теплоты потребуется для того, чтобы расплавить лед массой 20 кг и полученную воду довести до кипения, если начальная температура льда равна  $-10^\circ\text{C}$ ? (Потери теплоты на нагревание окружающих тел пренебречь).

**Дано:** **Решение:**

### Задача 10

Объем формы для пищевого льда  $750$  см<sup>3</sup>. Сколько энергии отдадут вода и лед форме и окружающему воздуху в холодильнике, если начальная температура воды  $12^\circ\text{C}$ , а температура образовавшегося льда равна  $-5^\circ\text{C}$ ?

**Дано:** **Решение:**

## Электрический ток в металлах

### Основные понятия и определения

**Электрический ток в металлах** — это упорядоченное движение электронов под действием электрического поля.

**Элементарный электрический заряд (e)** — это фундаментальная физическая постоянная, определяющая минимальную порцию электрического заряда.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

**Электрический заряд тела (q) пропорционален величине элементарного заряда:**  
 $q = N \cdot e$ ,  
 где N — число зарядов.

**Сила тока (I)** — физическая величина, равная отношению заряда q, проходящего через поперечное сечение проводника за промежуток времени t, к этому промежутку времени:

$$I = q / t$$

Напряжение (U) показывает, какую работу совершает электрическое поле при перемещении единичного положительного заряда из одной точки в другую:

$$U = A / q$$

### Законы и правила

**Закон сохранения электрического заряда:** В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$$

### Разбор домашнего задания:

**Закон Ома для участка цепи (открыт Георгом Омом в 1827 г.):**

Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.

$$I = U / R$$

**Электрическое сопротивление проводника (R):**

Зависит от материала, длины (l) и площади поперечного сечения (S):

$$R = \rho \cdot l / S$$

### Задача 1

Рассчитайте сопротивление алюминиевого провода длиной 10 м и площадью сечения 0,6 мм<sup>2</sup>.

**Дано:** l = 10 м  
 S = 0,6 · 10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>  
 R — ?

**Решение:** Перевод единиц:  
 0,6 мм<sup>2</sup> = 0,6 · (1 м / 1000)<sup>2</sup>  
 = 0,6 м<sup>2</sup> / 10<sup>6</sup> = 0,6 · 10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>  
 Вывод формулы:  
 $\rho = RS / l$ , откуда  $RS = \rho l$   
 Поэтому:  
 $R = \rho l / S$   
 Расчет:  
 $\rho = 0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м} = 0,028 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

### Задача 2

Каким должно быть сечение железной проволоки, чтобы ее сопротивление составляло 20 Ом при длине 200 м?

**Дано:** **Решение:**

### Задача 3

Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелиновой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>. Определите длину проволоки.

**Дано:** **Решение:**

R = 84 Ом  
 S = 10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>  
 l — ?

Перевод единиц:  
 1 мм<sup>2</sup> = 1 · (1 м / 1000)<sup>2</sup> = 1 м<sup>2</sup> / 1000000 = 10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>  
 Вывод формулы:  
 $\rho = RS / l$   
 откуда:  
 $l = RS / \rho$   
 Подстановка:  
 $\rho = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$   
 $l = (84 \text{ Ом} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2) / (0,4 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}) = 210 \text{ м}$   
 Ответ: l = 210 м