

Уроки 13–14  
Агрегатные состояния вещества.  
Плавление и отвердевание.  
График плавления.  
Удельная теплота плавления.

П. А. Макаров



Государственное общеобразовательное учреждение  
Республики Коми  
«Физико-математический лицей-интернат»

18 октября 2021

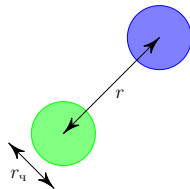
- 1 Агрегатные состояния вещества
- 2 Плавление и отвердевание кристаллических тел
- 3 График плавления и отвердевания кристаллических тел
- 4 Удельная теплота плавления
- 5 Примеры задач

# Агрегатные состояния вещества

В зависимости от условий одно и то же вещество может находиться в различных агрегатных состояниях. Молекулы данного вещества в разных агрегатных состояниях ничем не отличаются друг от друга.

Таблица 1 : Агрегатные состояния вещества

Состояние	Масштабы	Энергии
Твёрдое	$r \sim r_ч$	$E_n \gtrsim E_k$
Жидкое	$r \gtrsim r_ч$	$E_n \sim E_k$
Газообразное	$r \gg r_ч$	$E_n \ll E_k$
Плазма	$r \gg r_ч$	$E_n \sim E_k$



## Определение 1

*Плазма — это высокоионизированный газ.*

# Агрегатные состояния вещества

## Фазовые переходы первого рода

### Определение 2

*Фазовые переходы первого рода — это переходы между различными агрегатными состояниями вещества.*

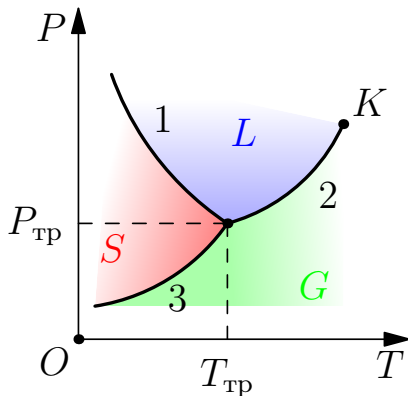


Рис. 1 : Фазовая диаграмма

### Определение 3

*Плавление — это переход из твердого состояния в жидкое.*

### Определение 4

*Температуру при которой вещество плавится называют температурой плавления  $t_{пл}$ .*

### Определение 5

*Переход состояния из жидкого состояния в твёрдое называют отвердеванием или кристаллизацией.*

### Определение 6

*Температуру при которой вещество кристаллизуется называют температурой кристаллизации  $t_{кр}$ .*

Из опыта известно, что  $t_{пл} = t_{кр}$ .

# Плавление и отвердевание кристаллических тел

## Температуры плавления некоторых веществ

Таблица 2 : Температуры плавления некоторых веществ

Вещество	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Вещество	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Вещество	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$
Водород	-259	Натрий	98	Золото	1 064
Кислород	-219	Олово	232	Медь	1 085
Азот	-210	Свинец	327	Чугун	1 200
Спирт	-114	Янтарь	360	Сталь	1 500
Ртуть	-39	Цинк	420	Железо	1 539
Лёд	0	Алюминий	660	Платина	1 772
Цезий	29	Серебро	962	Осмий	3 045
Калий	63	Латунь	1 000	Вольфрам	3 387

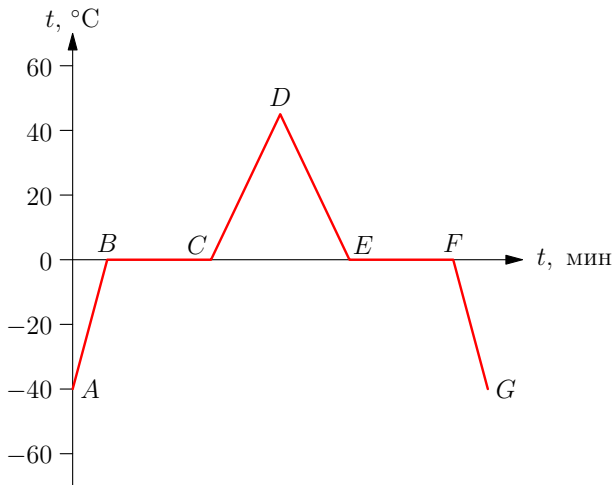


Рис. 2 : График зависимости температуры льда от времени нагрева

# График плавления и отвердевания кристаллических тел

## Плавление аморфных тел

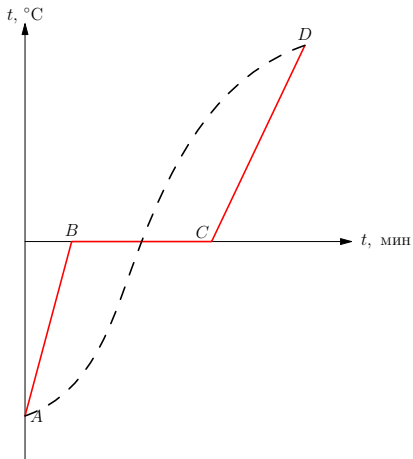


Рис. 3 : График плавления аморфных тел



### Определение 7

*Удельная теплота плавления  $\lambda$  — это физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить кристаллическому телу массой 1 кг, чтобы при температуре плавления полностью перевести его в жидкое состояние.*

*Единицей удельной теплоты плавления является  $[\lambda] = 1 \text{ Дж/кг}$ .*

Количество теплоты, необходимое для плавления тела

$$Q = \lambda m. \quad (1)$$

# Удельная теплота плавления

## Удельная теплота плавления некоторых веществ

*Удельная теплота плавления некоторых веществ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
(при нормальном атмосферном давлении)*

Алюминий	$3,9 \cdot 10^5$	Сталь	$0,84 \cdot 10^5$
Лед	$3,4 \cdot 10^5$	Золото	$0,67 \cdot 10^5$
Железо	$2,7 \cdot 10^5$	Водород	$0,59 \cdot 10^5$
Медь	$2,1 \cdot 10^5$	Олово	$0,59 \cdot 10^5$
Парафин	$1,5 \cdot 10^5$	Свинец	$0,25 \cdot 10^5$
Спирт	$1,1 \cdot 10^5$	Кислород	$0,14 \cdot 10^5$
Серебро	$0,87 \cdot 10^5$	Ртуть	$0,12 \cdot 10^5$

Какое количество теплоты  $Q$  потребуется для нагрева, плавления и доведения до кипения 2 кг льда, взятого при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ ?

# Примеры задач

## Решение задачи №1

*Дано:*

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = -10^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\lambda_{\text{л}} = 3.4 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

*Найти:*

$$Q = ?$$

*Решение*

Количество теплоты, необходимое для

нагрева льда:  $Q_1 = c_{\text{л}}m(t_{\text{пл}} - t_1)$ ,

плавления льда:  $Q_2 = \lambda_{\text{л}}m$ ,

нагрева воды:  $Q_3 = c_{\text{в}}m(t_2 - t_{\text{пл}})$ ,

Полное количество теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

- 1 Перышкин А. В. Физика. 8 класс, § 12–15.
- 2 Яковлев И. В. Физика, 2.2, 2.10.1–2.10.4.

# Спасибо за внимание!

По всем вопросам пишите по адресу: [mkrvpa@gmail.com](mailto:mkrvpa@gmail.com)