

100 сотка



Нокаут / день 4

Физика

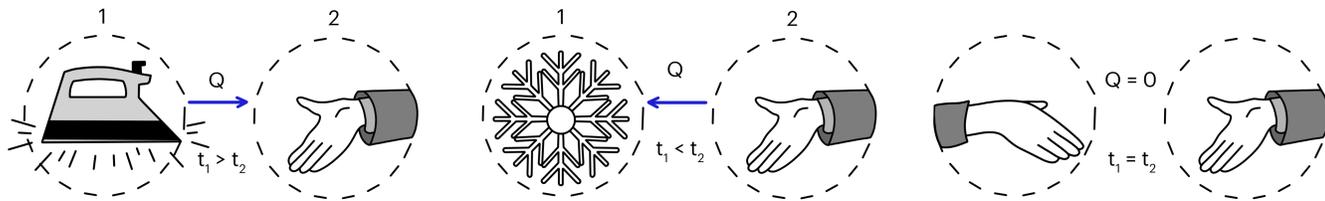
# Рабочая тетрадь

- количество теплоты •
- фазовые переходы • строение атома •
- ядерные реакции •

# термодинамика. квантовая физика

## КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ

**Температура** — степень нагретости вещества, выраженная определенной шкалой



Теплота всегда будет передаваться от более нагретого тела к менее нагретому!

Шкала Кельвина имеет одну особую точку 0 К — абсолютный ноль.

$$0 \text{ K} = -273,15 \text{ C}$$

**Абсолютный ноль** — минимальная возможная температура во Вселенной

Шкала Цельсия имеет две особые точки привязки:

	Шкала Кельвина	Шкала Цельсия	Шкала Фаренгейта
Кипение воды	373 K	100 °C	212 °F
Температура тела человека	310 K	37 °C	99 °F
Плавление льда	273 K	0 °C	32 °F
Абсолютный ноль	0 K	-273 °C	-459 °F

## ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

**Внутренняя энергия** — это энергия движения и взаимодействия частиц, находящихся внутри вещества

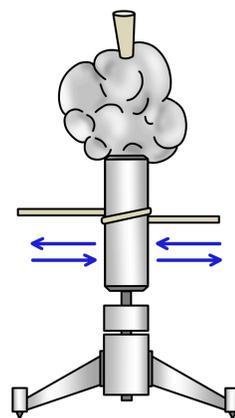
$$U = E_k + E_p, \text{ Дж}$$

$U$  — внутренняя энергия тела, Дж

$E_k$  — кинетическая энергия молекул - энергия движения, Дж

$E_p$  — потенциальная энергия молекул - энергия взаимодействия, Дж

увеличение внутренней энергии тела при совершении работы над ним



для заметок



## УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ

**Удельная теплоемкость** — это количество теплоты, необходимое для изменения температуры тела, массой 1 кг, на 1 °С

$$Q = cm\Delta t \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta t}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$$

## УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

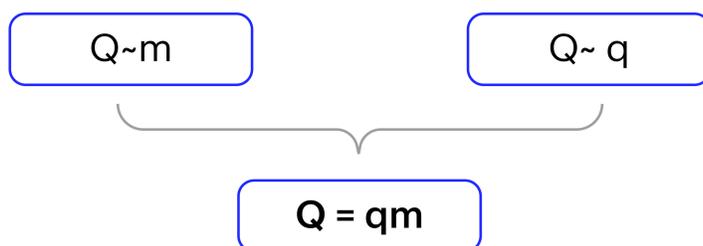
Если между телами происходит теплообмен, то внутренняя энергия всех нагреваемых тел увеличивается на столько, на сколько уменьшается внутренняя энергия остывающих тел.

$$Q = \Delta U$$

$$Q_1 = Q_2$$

## КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

**Сгорание топлива** — это процесс выделения энергии из топлива.



$m$  — масса вещества, кг

$q$  — удельная теплота сгорания, определяется родом вещества по таблицам

**Топливо** — горючие углеводороды (газ, бензин, спирт, порох, уголь, кокс)

## УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

**Удельная теплота сгорания топлива** — это количество теплоты, которое выделится, при сгорании топлива, массой 1 кг.

$$Q = qm \Rightarrow q = \frac{Q}{m}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

**Удельная теплота сгорания топлива определяется не только видом топлива, но и:**

1. месторождением
2. составом топлива (зола, примеси и пр.)
3. способом передачи топлива
4. видом хранения топлива

## ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

**Тепловой двигатель** — это устройство для преобразования энергии (обычно механической в тепловую или обратно)

Нагреватель

↓  $Q_n$

Рабочее тело

$$A = Q_n - Q_x$$

↓  $Q_x$

Холодильник

**Нагреватель** — источник теплоты.

Например: котел, камера сгорания, печь и пр.

**Рабочее тело** — тело, совершающее работу. Например: горячая вода, пар или газ.

**Холодильник** — утилизатор энергии.

Например: конденсатор, градирня, окружающий воздух.

для заметок

### КПД ТЕПЛООВОГО ДВИГАТЕЛЯ

**КПД** — это показатель эффективности теплового двигателя, равный отношению работы полезной к работе затраченной.

**⚠** КПД не может быть больше 1/100%

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\% \quad \begin{matrix} A_{\text{п}} = Q_{\text{н}} \\ A_{\text{з}} = Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}} \end{matrix} \quad \eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

$A_{\text{п}}$  — полезная работа - это работа, нагревателя  
 $A_{\text{з}}$  — затраченная работа - это работа, выполненная рабочим телом

для заметок

### КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ ПЛАВЛЕНИЯ/КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

**Плавление** — это процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое

$$Q \sim m \quad Q \sim \lambda$$

$$Q = \lambda m$$

$m$  — масса вещества, кг  
 $\lambda$  — удельная теплота плавления, определяется родом вещества по таблицам

**⚠** все процессы изменения агрегатного состояния происходят при постоянной температуре,  $t = \text{const}$

### УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ

**Удельная теплота плавления** — это количество теплоты, необходимое для плавления/кристаллизации 1 кг вещества, находящегося при температуре плавления

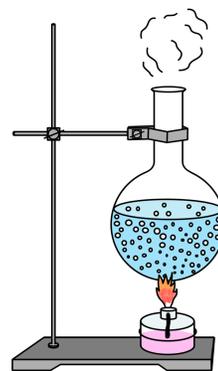
$$Q = \lambda m \Rightarrow \lambda = \frac{Q}{m}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

### КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ КОНДЕНСАЦИИ/КИПЕНИЯ

**Конденсация** — это процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое

$$Q \sim m \quad Q \sim L(r)$$

$$Q = Lm$$



$m$  — масса вещества, кг  
 $L$  — удельная теплота парообразования, определяется родом вещества по таблицам

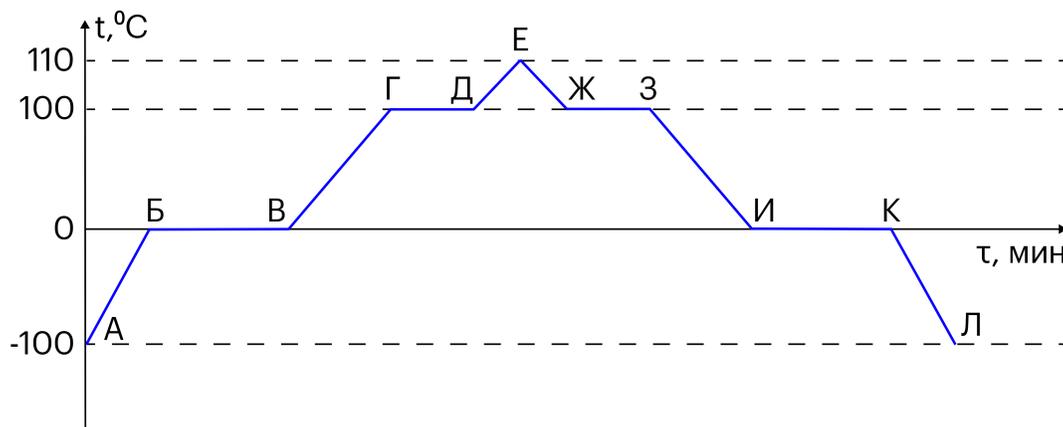
**⚠** все процессы изменения агрегатного состояния происходят при постоянной температуре,  $t = \text{const}$

### УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ

**Удельная теплота парообразования** — это количество теплоты, необходимое для парообразования (конденсации) вещества, массой 1 кг, находящегося при температуре кипения

$$Q = Lm \Rightarrow L = \frac{Q}{m}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

### ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК



АБ — нагревание твердого тела,  $t \uparrow, U \uparrow, Q = cm\Delta t$

БВ — плавление,  $t = \text{const}, U \uparrow, Q = \lambda m$

ВГ — нагревание жидкости,  $t \uparrow, U \uparrow, Q = cm\Delta t$

ГД — кипение (парообразование),  $t = \text{const}, U \uparrow, Q = Lm$

ДЕ — нагревание газа (пара),  $t \uparrow, U \uparrow, Q = cm\Delta t$

ЕЖ — охлаждение газа (пара),  $t \downarrow, U \downarrow, Q = cm\Delta t$

ЖЗ — конденсация,  $t = \text{const}, U \downarrow, Q = Lm$

ЗИ — охлаждение жидкости,  $t \downarrow, U \downarrow, Q = cm\Delta t$

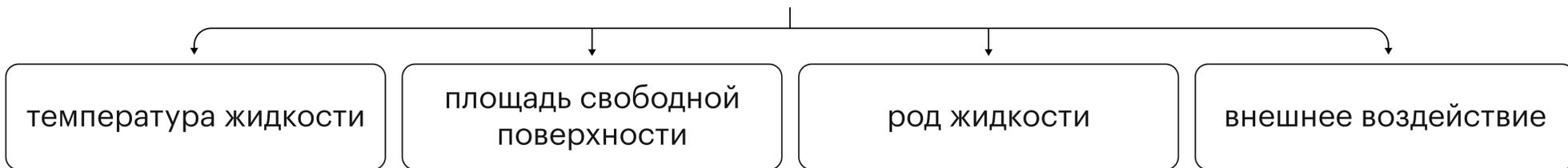
ИК — кристаллизация,  $t = \text{const}, U \downarrow, Q = \lambda m$

КЛ — охлаждение твердого тела,  $t \downarrow, U \downarrow, Q = cm\Delta t$

### КИПЕНИЕ/ИСПАРЕНИЕ

**Испарение** — это процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое, происходящее на поверхности жидкости.

#### СКОРОСТЬ ИСПАРЕНИЯ ЗАВИСИТ ОТ:



#### кипение

происходит во всем объеме жидкости

происходит при определенной температуре

температура не изменяется



#### испарение

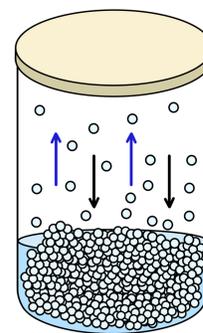
происходит на поверхности жидкости

происходит при любой температуре

температура уменьшается

### ПАР

**Пар** — это вода, находящаяся в газообразном состоянии

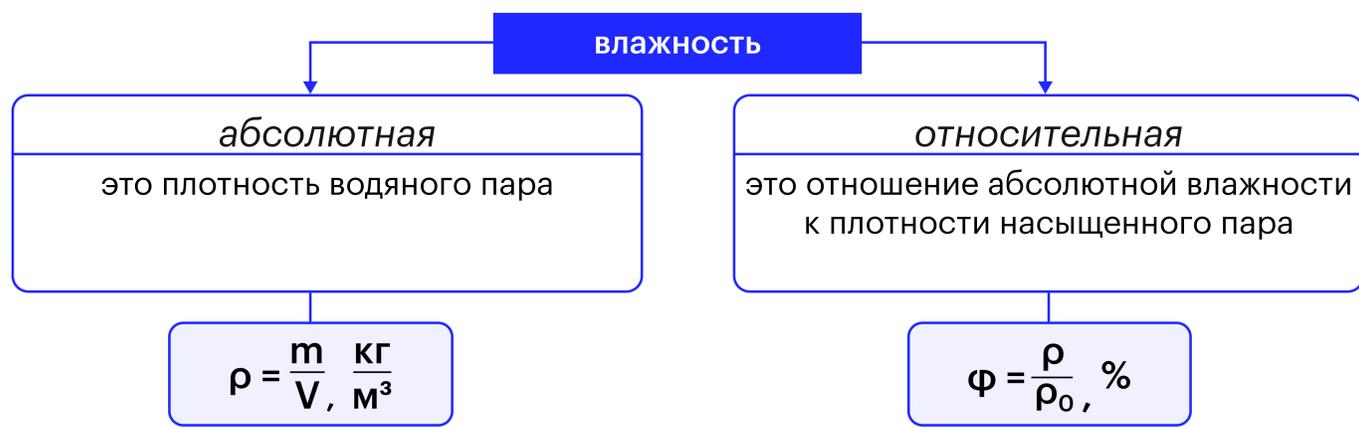


испарение жидкости в закрытом сосуде

для заметок

**ВЛАЖНОСТЬ**

**Влажность** — это количество воды в воздухе, выраженное определенным образом



для заметок

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

количество теплоты. решение задач. базовый уровень

**Задача 1**

**КИМ 14, 26**

Ниже приведена таблица значений температуры вещества в зависимости от времени нагревания. Мощность нагревателя постоянна. В начальный момент вещество находилось в твёрдом состоянии. Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации вещества равна 300 °С.
- 2) Удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии больше, чем в жидком состоянии.
- 3) В интервале времени от 15 до 20 мин. часть вещества находилась в твёрдом состоянии, часть – в жидком состоянии.
- 4) В интервале времени 10–25 мин. внутренняя энергия вещества не изменялась.
- 5) Можно утверждать, что в момент времени 10 мин. началось плавление вещества.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	20	150	300	300	300	300	350	400

**Ответ:**

для заметок

---

---

---

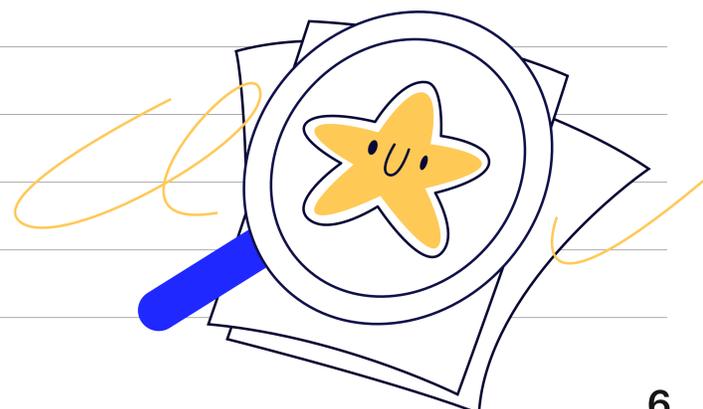
---

---

---

---

---



## Задача 2

КИМ 14, 26

В таблице приведены экспериментальные данные зависимости температуры кипения раствора этилового спирта в воде от внешнего давления.

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующих данным таблицы. Укажите их номера.

- 1) Температура кипения зависит от внешнего давления.
- 2) Температура кипения раствора не зависит от его химического состава.
- 3) Температура кипения обратно пропорциональна внешнему давлению.
- 4) При нормальном атмосферном давлении температура кипения раствора больше температуры кипения воды.
- 5) При нормальном атмосферном давлении температура кипения раствора равна  $78,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Давление, мм рт.ст.	Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$
100	34,2
150	42,0
200	47,8
400	62,8
760	78,2
1100	87,8
1450	95,3

Ответ:

## Задача 3

КИМ 22, 36

В электрочайнике, мощностью 4 кВт находится некоторая масса воды при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Электрочайник включили в сеть и забыли выключить. Какова масса воды, находившейся в чайнике, если при КПД, равном 60%, через 11 мин. вода полностью выкипела?

Ответ:

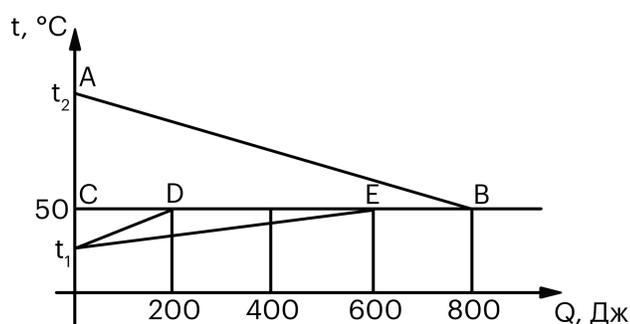


## Задача 6

КИМ 14, 26

На рисунке графически изображен процесс теплообмена для случая, когда нагретый до температуры  $t_2 > 100^\circ\text{C}$  металлический брусок опускают в медный калориметр, содержащий воду при температуре  $t_1$ . Считать, что массы воды и калориметра одинаковы. Используя рисунок, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Точка E на графике соответствует окончанию процесса нагревания калориметра.
- 2) Точка D на графике соответствует окончанию процесса нагревания калориметра.
- 3) Температура воды изменилась на большую величину, чем температура калориметра.
- 4) На нагревание воды и калориметра вместе потребовалось 800 Дж энергии.
- 5) При охлаждении металлического бруска выделилось 800 Дж энергии.



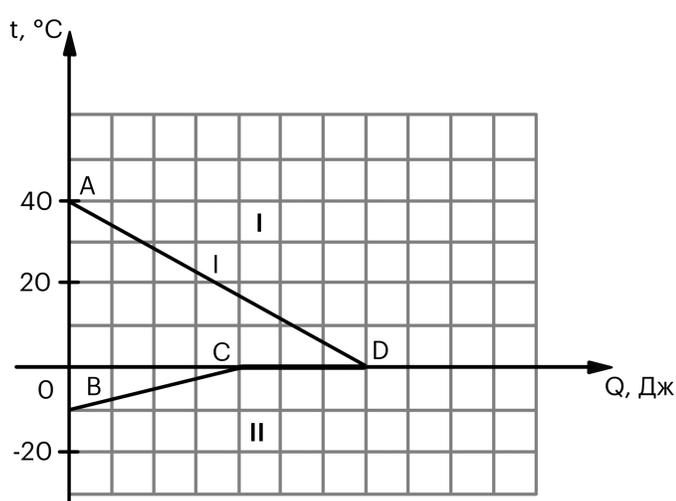
Ответ:

## Задача 7

КИМ 14, 26

На рисунке графически изображен процесс теплообмена для случая, когда в нагретую до  $40^\circ\text{C}$  жидкость опускают кусок льда. Потерями энергии при теплообмене можно пренебречь. Используя рисунок, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Участок BC соответствует нагреванию льда.
- 2) На участке CD внутренняя энергия вещества не меняется.
- 3) Участок CD соответствует процессу плавления льда.
- 4) В точке C на графике лед частично расплавился.
- 5) Вся энергия, выделившаяся при охлаждении воды, пошла на нагревание льда.



Ответ:

## Задача 8

КИМ 19, 26

Два одинаковых сосуда наполнены молоком. Первый сосуд накрыли сухой марлевой салфеткой, а второй сосуд накрыли марлевой салфеткой, края которой опустили в воду. В каком сосуде молоко дольше не прокиснет в жаркий день? Ответ поясните.

Ответ:

## Задача 9

КИМ 19, 26

Под колокол воздушного вакуумного насоса поставили стакан с водой, имеющей комнатную температуру. Можно ли заставить воду закипеть, не нагревая ее? Ответ поясните.

Ответ:

## Задача 10

КИМ 12, 36

Герметично закрытый сосуд, частично заполненный водой, длительное время хранился при комнатной температуре, а затем был переставлен в холодильник. Как изменятся плотность водяного пара и относительная влажность в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность водяного пара

Относительная влажность

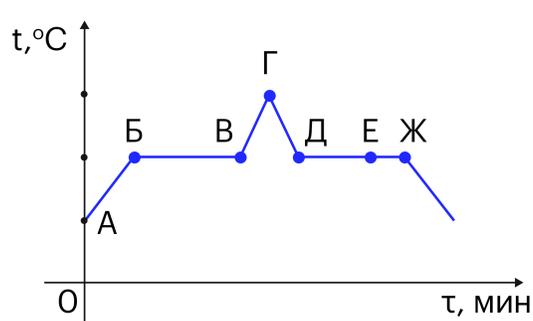
Ответ:

## Задача 11

КИМ 14, 26

На рисунке представлен график зависимости температуры  $t$  от времени  $\tau$  при равномерном нагревании и последующем равномерном охлаждении вещества, первоначально находящегося в твердом состоянии. Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Участок БВ графика соответствует процессу кипения вещества.
- 2) Участок ГД графика соответствует кристаллизации вещества.
- 3) В процессе перехода вещества из состояния, соответствующего точке Б, в состояние, соответствующее точке В, внутренняя энергия вещества увеличивается.
- 4) В состоянии, соответствующем точке Е на графике, вещество находится частично в жидком, частично в твердом состоянии.
- 5) В состоянии, соответствующем точке Ж на графике, вещество находится в жидком состоянии.



Ответ:

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ. ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ

## Задача 12

КИМ 22, 36

Ударная часть молота массой 10 т свободно падает с высоты 2,5 м на стальную деталь. Какую массу имеет стальная деталь, если после 32 ударов она нагрелась на 20 °С? На нагревание расходуется 25% энергии молота.

Ответ:

## Задача 13

КИМ 21, 36

Стальная пуля пробивает деревянную стену. Чему была равна скорость пули до удара о стену, если после прохождения стены она составляла 300 м/с, а температура пули увеличилась на 70 °С? Считать, что выделившееся при прохождении пулей стены количество теплоты целиком пошло на нагревание пули.

Ответ:

## Задача 14

КИМ 21, 36

Два одинаковых медных шара получили одинаковую энергию, в результате чего первый шар нагрелся на  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , оставаясь неподвижным, а второй, не нагреваясь, приобрёл некоторую скорость. Какова эта скорость?

Ответ:

## Задача 15

КИМ 19, 26

При каких условиях у человека возникает ощущение жары в большей степени: 1) при температуре воздуха  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $90\%$ ; 2) при температуре воздуха  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $40\%$ ? Ответ поясните.

Ответ:

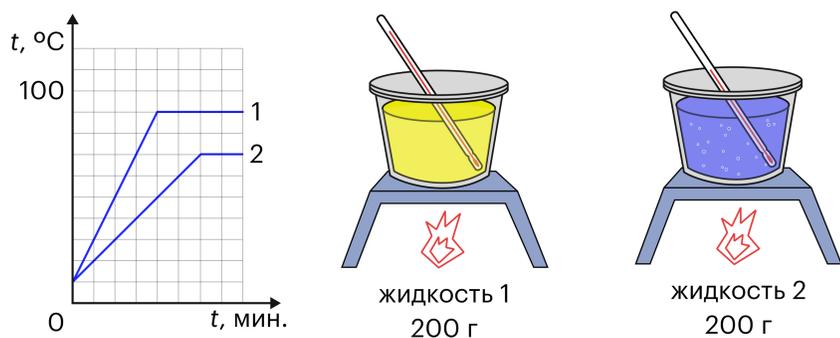
## Задача 16

КИМ 19, 36

Для исследования тепловых свойств жидкостей их поместили в одинаковые сосуды и нагревали на одинаковых горелках (см. рисунок). В обе жидкости опустили термометр.

По результатам проведённых исследований были построены графики зависимости температуры жидкостей № 1 и № 2 от времени нагревания.

Можно ли на основании проведённых измерений определить, какая из жидкостей имеет бóльшую теплоту парообразования при температуре кипения? Ответ поясните.



Ответ:

## Задача 17

КИМ 21, 36

Кусок льда при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  внесли в тёплое помещение, температура воздуха в котором составляет  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сколько времени лёд будет плавиться, если известно, что процесс нагревания льда до температуры плавления длился 5 мин.? Мощность передачи тепла считать неизменной.

Ответ:

### Задача 18

КИМ 16, 26

Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. В таблице представлены данные измерения температуры веществ и времени их нагревания. Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующих экспериментальным измерениям. Укажите их номера.

- 1) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 2) Температура плавления первого вещества равна  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 3) В процессе нагревания только второе вещество расплавилось.
- 4) Удельная теплота плавления первого вещества меньше удельной теплоты плавления второго вещества.
- 5) За время проведения эксперимента первое вещество получило меньшее количество теплоты, чем второе вещество.

Время, мин	5	10	15	20	25	30	35	40
$t_1, \text{ }^{\circ}\text{C}$	80	140	200	200	200	210	220	230
$t_2, \text{ }^{\circ}\text{C}$	60	100	100	100	100	100	120	140





# КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

**Задача 20**

КИМ 14, 26

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В результате бета-распада ядра висмута образуется ядро полония.
- 2) В результате альфа-распада ядра полония образуется ядро радона.
- 3) Ядро ртути-200 содержит 120 протонов.
- 4) Нейтральный атом свинца содержит 82 электрона.
- 5) При захвате ядром золота нейтрона зарядовое число ядра станет равным 80.

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний 210	85 <b>At</b> Астат 210	86 <b>Rn</b> Радон 222
----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

**Ответ:**

**Задача 21**

КИМ 14, 26

На рисунке представлена цепочка превращений урана-238 в свинец-206. Используя данные рисунка, из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) В цепочке превращений урана-238 в стабильный свинец-206 выделяется шесть ядер гелия.
- 2) Самый малый период полураспада в представленной цепочке радиоактивных превращений имеет полоний-214.
- 3) Свинец с атомной массой 206 испытывает самопроизвольный альфа-распад.
- 4) Уран-234 в отличие от урана-238 является стабильным элементом.
- 5) Самопроизвольное превращение висмута-210 в полоний-210 сопровождается испусканием электрона.

Вид излучения и энергия (МэВ)	Ядро	Период полураспада
альфа (4,15-4,2)	Уран 238	4,47 млрд лет
бета	Торий 234	24,1 суток
бета	Протактиний 234	1,17 минуты
альфа (4,72-4,78)	Уран 234	245 000 лет
альфа (4,62-4,69)	Торий 230	8000 лет
альфа (4,60-4,78)	Радий 226	1600 лет
альфа (5,49)	Родон 222	3,823 суток
альфа (6,0)	Полоний 218	3,05 минуты
бета	Свинец 214	26,8 минуты
бета	Висмут 214	19,7 минуты
альфа (7,69)	Полоний 214	0,000164 секунды
бета	Свинец 210	22,3 года
бета	Висмут 210	5,01 суток
альфа (5,305)	Полоний 210	138,4 суток
	Свинец 206	Стабильный

**Ответ:**

## Задача 22

КИМ 11, 16

Ядро нейтрального атома кислорода содержит 16 частиц, вокруг ядра вращается 8 электронов. Сколько нейтронов содержит это ядро кислорода?

Ответ:

## Задача 23

КИМ 11, 16

Каково массовое число ядра X в реакции  ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow \text{X} + 6{}^1_0\text{n}$ ?

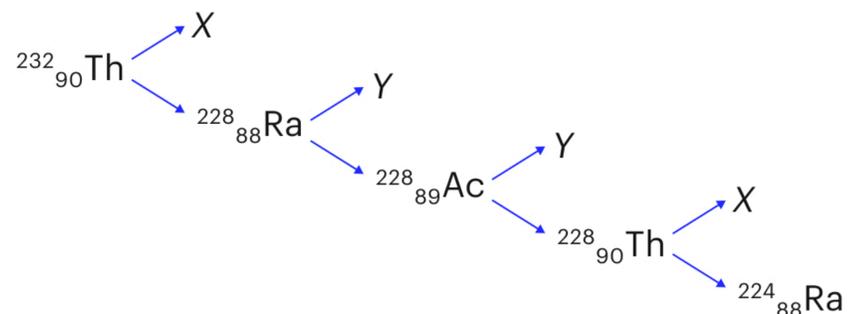
Ответ:

## Задача 24

КИМ 14, 26

На рисунке показана схема цепочки радиоактивных превращений, в результате которой изотоп тория  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  превращается в изотоп радия  ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ . Какие утверждения соответствуют данной схеме? Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Частица X является  $\beta$ -частицей, то есть электроном.
- 2) Частица X является  $\alpha$ -частицей, то есть ядром гелия.
- 3) Частица Y является  $\beta$ -частицей, то есть электроном.
- 4) Частица Y является  $\alpha$ -частицей, то есть ядром гелия.
- 5) Частица X является протоном, а частица Y — позитроном.



Ответ:

## Задача 25

КИМ 11, 16

В ядре нейтрального атома с массовым числом  $A = 58$  содержится 32 нейтрона. Сколько электронов содержится в электронной оболочке этого атома?

Ответ:

## Задача 26

КИМ 11, 16

$\alpha$ -частица поглощается ядром атома азота  ${}^{14}_7\text{N}$ . При этом образуется ядро некоторого элемента и испускается протон. Каков порядковый номер этого элемента в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева?

Ответ:

## Задача 27

КИМ 11, 16

Сколько нейтронов рождается в результате реакции деления  ${}^1_0\text{n} + {}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{146}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + \boxed{?} {}^1_0\text{n}$ ?

Ответ:

## Задача 28

КИМ 14, 26

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В результате бета-распада ядра таллия образуется ядро свинца.
- 2) В результате альфа-распада ядра свинца-185 образуется ядро полония.
- 3) Ядро золота-200 содержит 79 протонов.
- 4) Нейтральный атом золота содержит 197 электронов.
- 5) Положительный ион золота содержит 80 протонов.

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний 210	85 <b>At</b> Астат 210	86 <b>Rn</b> Радон 222
----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

**Ответ:**

## Задача 29

КИМ 14, 26

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Ядро кислорода с массовым числом 17 содержит 8 нейтронов.
- 2) Ядро кислорода с массовым числом 17 содержит 9 протонов.
- 3) При ионизации атома заряд ядра не меняется.
- 4) Нейтральный атом фтора содержит 9 электронов.
- 5) Ядро лития с массовым числом 7 содержит 7 нейтронов.

3 <b>Li</b> Литий 6,94	4 <b>Be</b> Бериллий 9,013	5 <b>B</b> Бор 10,82	6 <b>C</b> Углерод 12,011	7 <b>N</b> Азот 14,008	8 <b>O</b> Кислород 16	9 <b>F</b> Фтор 19
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

**Ответ:**

## Задача 30

КИМ 11, 16

В результате бомбардировки изотопа лития ядрами дейтерия образуется изотоп бериллия:  ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + X$  Чему равно массовое число частицы X?

Ответ:

## Задача 31

КИМ 11, 16

Произошла следующая ядерная реакция:  ${}^{23}_{27}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow X + {}^4_2\text{a}$ .  
Чему равно количество нейтронов атома X?

Ответ:

## Задача 32

КИМ 11, 16

Элемент резерфордий можно получить при бомбардировке ядер изотопа X ядрами изотопа титана  ${}^{50}_{22}\text{Ti}$  в соответствии с реакцией  $X + {}^{50}_{22}\text{Ti} \rightarrow {}^{255}_{104}\text{Rf} + 3{}^1_0\text{n}$ .  
Какое зарядовое число имеет изотоп X?

Ответ: