

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

1 Мотоциклист за первые 2 часа проехал 90 км, а следующие 3 часа двигался со скоростью 50 км/ч. Какова средняя скорость мотоциклиста на всем пути?

Ответ: 48 км/ч

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{S_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{90 + 50 \cdot 3}{2 + 3} = 48 \text{ км/ч}$$

2

Жесткость пружины 50 Н/м. Если с помощью этой пружины равномерно тянуть по полу коробку массой 2 кг, то длина пружины увеличивается с 10 до 15 см. Чему равна сила трения коробки о пол?

Ответ: 2,5 Н

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{упр}} = k\Delta x = 50(0,15 - 0,1) = 2,5 \text{ Н}$$

3

Стрела вылетает из арбалета вертикально вверх со скоростью 60 м/с. На какую высоту поднимется стрела вдвое большей массы?

Ответ: 180 м

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{60^2}{2 \cdot 10} = 180 \text{ м.}$$

4 Чему равна длина звуковой волны частотой 440 Гц в воздухе?

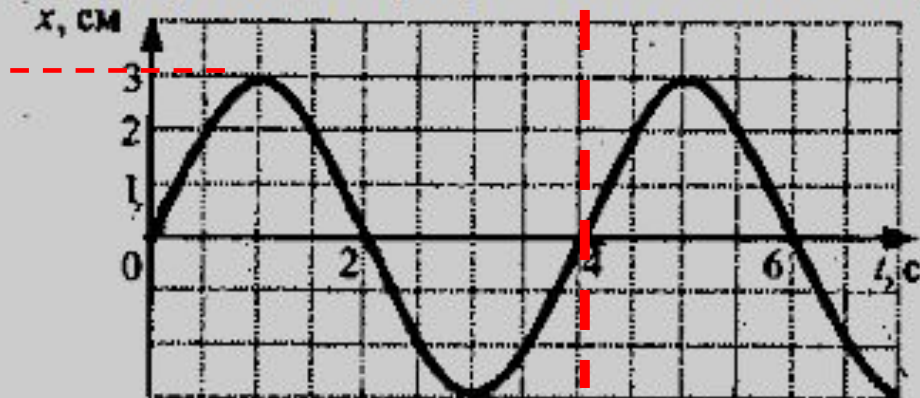
Ответ: 0,75 м

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{330}{440} = 0,75 \text{ м}$$

5

На рисунке дан график зависимости координаты тела от времени.

A



Выберите 2 верных утверждения.

- 1) ускорение тела равно 3 см/с^2
- 2) период колебаний тела 0.25 с
- 3) частота колебаний тела 0.25 Гц
- 4) период колебаний тела 2 с
- 5) амплитуда колебаний тела 3 см
- 6) амплитуда колебаний тела 6 см

Ответ:

3 5

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ Гц}$$

6

В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если **увеличить массу** маятника, то как изменятся: частота его колебаний и период изменения его потенциальной энергии? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Частота колебаний	Период изменения потенциальной энергии
2	1

Ответ: **21**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \nu = \frac{1}{T}$$

7

В каких условиях происходят гармонические колебания материальной точки по прямой и движение тела, брошенного под углом к горизонту?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

А) материальная точка совершает гармонические колебания по прямой

Б) тело брошено под углом к горизонту сопротивление воздуха ничтожно мало

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

1) $F_{\text{равнодейств}} = 0$

2) $F_{\text{равнодейств}} = F_{\text{тяж}}$

3) $g = V^2/R$

4) $ma_x = -kx$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

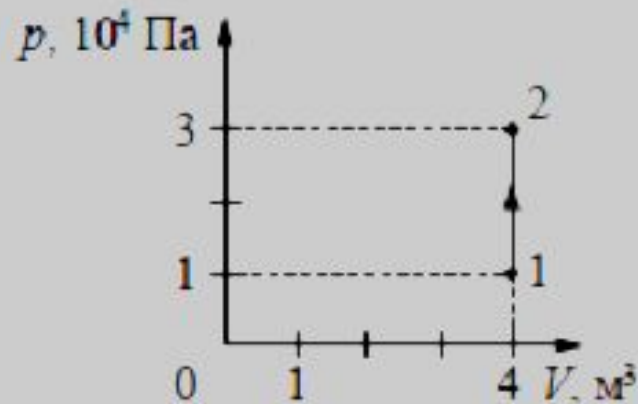
А	Б
4	2

Ответ:

8

На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 2 равна 327°C . Какая температура соответствует состоянию 1?

Ответ: 200 К.



$$V = \text{const} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_1 = \frac{P_1 T_2}{P_2} = \frac{1 \cdot 600}{3} = 200 \text{ K}$$

9

При изобарном нагревании одноатомного газа в количестве 2 моль его температура изменилась на 50 К. Какое количество теплоты получил газ в процессе теплообмена?

Ответ: **2077** Дж.

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = \nu R \Delta T$$

$$Q = A + \Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 50 = 2077 \text{ Дж}$$

10

Идеальный газ изобарно сжимается при давлении 300 кПа от объема 3 л до объема 1 л. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: - 600 кДж

$$A = p(V_2 - V_1) = 3 \cdot 10^5 \cdot (1 - 3) \cdot 10^{-3} = -600 \text{ кДж}$$

11

Давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 2 раза. Выберите два верных утверждения.

- 1) Температура газа увеличилась в 2 раза.
- 2) Объем газа остается неизменным
- 3) Температура газа уменьшилась в 2 раза.
- 4) Объем газа увеличился в 2 раза.
- 5) Количество молекул газа увеличилось в 2 раза

Ответ:

2	3
---	---

$$n = \frac{N}{V}$$

$$p = nkT$$

12

В процессе сжатия 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия
3	1

$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$

$$pV = \nu RT \quad p = \frac{\nu RT}{V}$$

13

Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O ?

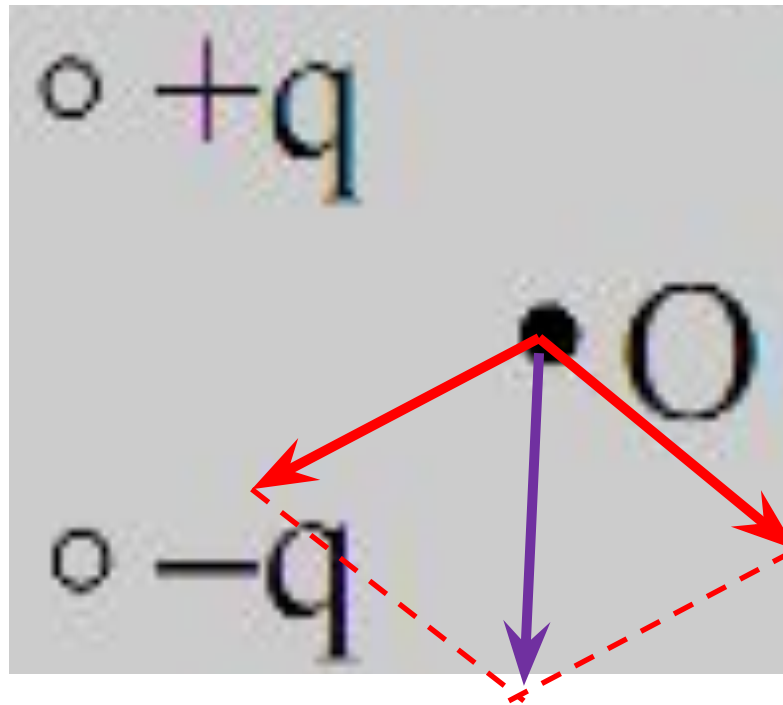
○ $+q$

• O

○ $-q$

Ответ: **ВНИ**

3



14

В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из пяти таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение Q_2/Q_1 ?

Ответ: 3,6

$$Q_1 = P_1 t = \frac{U^2}{2R} t = \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{R} t$$

$$Q_2 = P_2 t = \frac{(3U)^2}{5R} t = 1,8 \cdot \frac{U^2}{R} t$$

15

Какой заряд нужно сообщить двум параллельно соединенным конденсаторам, чтобы зарядить их до разности потенциалов 20000 В, если емкости конденсаторов равны 2000 пФ и 1000 пФ.

Ответ: 0,00006 Кл

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 = 3000 \text{ пФ} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$q = CU = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^4 = 6 \cdot 10^{-5} = 0,00006 \text{ Кл}$$

16

К источнику тока присоединен резистор. Выберите два верных утверждения, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить еще один такой же?

- 1) Общее сопротивление цепи увеличивается
- 2) Напряжение на источнике тока не изменяется
- 3) Общее сопротивление цепи уменьшается
- 4) Сила тока в цепи увеличивается
- 5) Сила тока в цепи не изменяется

Ответ:

3

4

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R}{2}$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad U_1 = I_1 R = \frac{\varepsilon R}{R + r} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{R}}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{2} + r} \quad U_2 = I_2 \frac{R}{2} = \frac{\varepsilon \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + r} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{2r}{R}}$$

17

Ученик исследует преломление света на границе воздух-стекло.

Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Угол преломления	Показатель преломления стекла
2	3

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n}$$

18

Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Магнитный поток
- Б) Индуктивность

ФОРМУЛЫ

- 1) Тесла
- 2) Генри
- 3) Вебер
- 4) Вольт

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

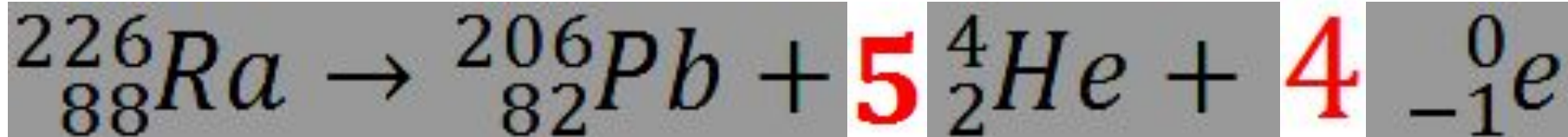
А	Б
3	2

19

Изотоп ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ превратился в изотоп ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. При этом произошло

- 1) пять α -распадов и четыре β -распада
- 2) четыре α -распада и три β -распада
- 3) два α -распада и два β -распада
- 4) два α -распада и три β -распада

Ответ: 1



20

Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$ равен 2.6 года. Если изначально было 104 мг этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5.2 года?

Ответ: 26 мг

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{104}{2^{\frac{5,2}{2,6}}} = \frac{104}{4} = 26 \text{ мг}$$

21 Частица массой m , несущая заряд q , влетает со скоростью \vec{v} в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} и движется по окружности радиусом R . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при увеличении её заряда q ?

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.

Радиус орбиты	Период обращения
2	2

$$F_{\text{цс}} = F_{\text{л}}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$\frac{mv^2}{R} = qBv$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

23 При освещении металлической пластины светом длиной волны λ наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Выберите 2 верных утверждения при уменьшении в 2 раза длины волны падающего на пластину света.

- 1) Энергия фотона уменьшается в 2 раза
- 2) Энергия фотона увеличивается в 2 раза
- 3) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается в 2 раза
- 4) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается более чем в 2 раза
- 5) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона уменьшается менее чем в 2 раза

Ответ:

2 4

$$\frac{hc}{\lambda} = A_0 + E_k$$

$$10 = 3 + 7$$

$$20 = 3 + 17$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

24 Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Ответ: **-2,4375** Дж.

$$E_p = E_k \quad mgh = \frac{mv^2}{2}$$

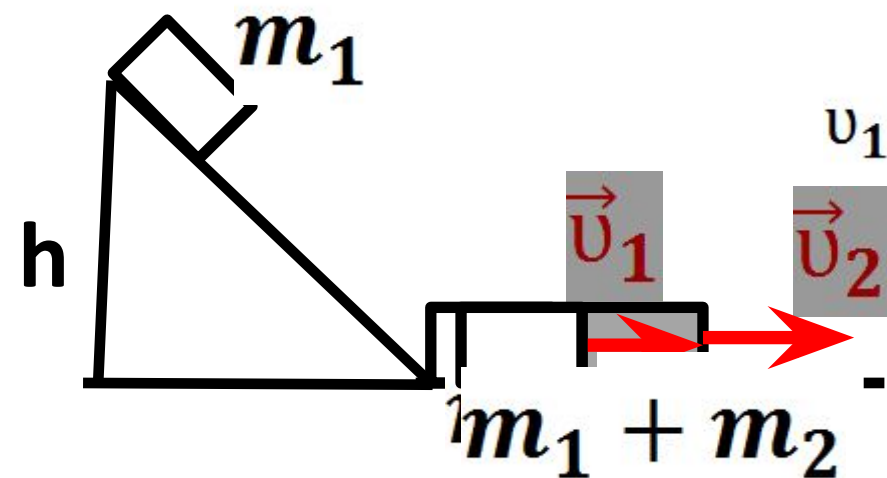
$$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} = 4 \text{ м/с}$$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$$

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0,5 \cdot 4}{0,5 + 0,3} = 2,5 \text{ м/с}$$

$$\Delta E_{k1} = \frac{m_1 v_2^2}{2} - \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Delta E_{k1} = \frac{0,5}{2} (2,5^2 - 4^2) = -2,4375 \text{ Дж}$$



25

Песчинка, имеющая заряд 10^{-11} Кл, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью $0,1$ м/с и переместилась на расстояние 4 см. Чему равна масса песчинки, если её скорость увеличилась на $0,2$ м/с при напряженности поля 10^5 В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг). Влиянием силы тяжести пренебречь.

Ответ: 5 мг

$$\Delta W_k = A_{\text{э}}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = F_{\text{э}}S = qES$$

$$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) = qES$$

$$m = \frac{2qES}{v_2^2 - v_1^2} = \frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^5 \cdot 0,2}{0,3^2 - 0,1^2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 5 \text{ мг}$$

26

Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте (в см) диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране

Ответ: _____ см

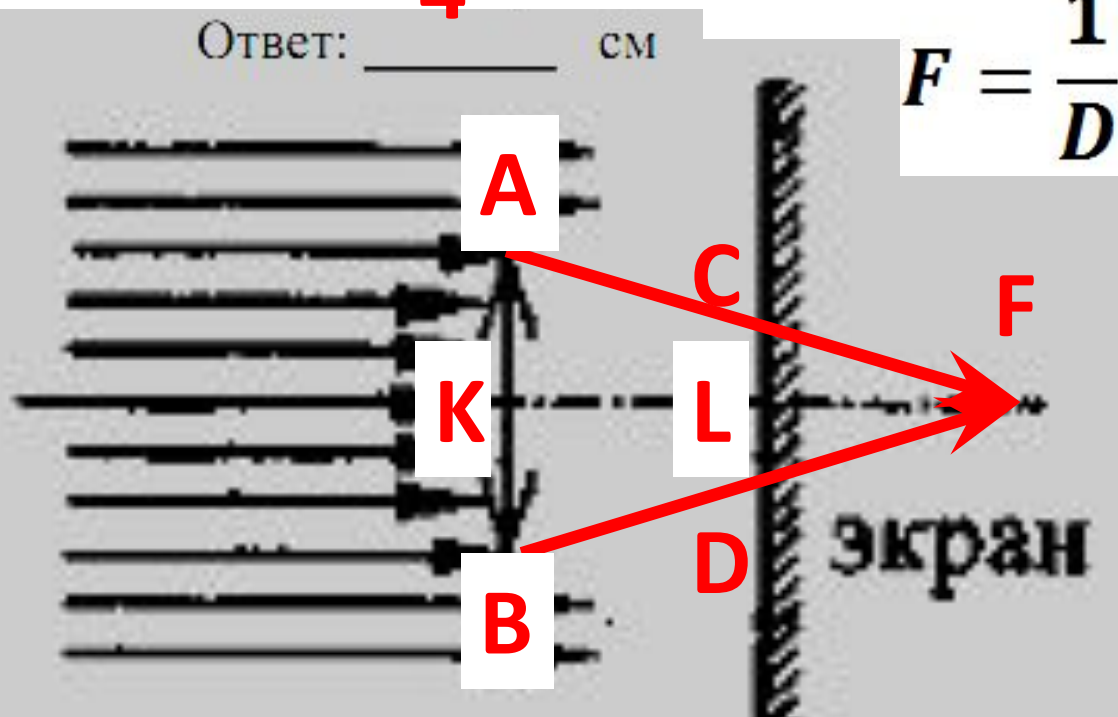
4

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$$

$$\Delta FCD \sim \Delta FAB$$

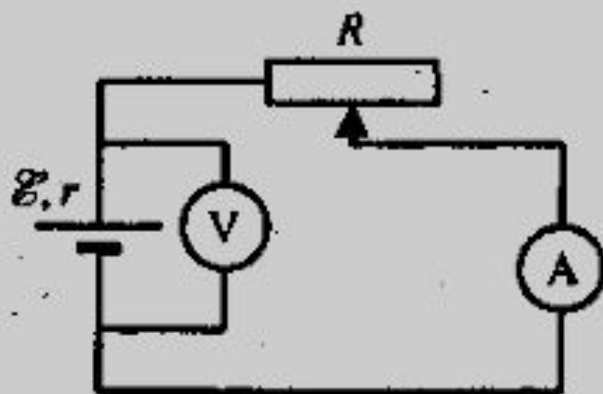
$$\frac{CD}{AB} = \frac{FL}{FK}$$

$$CD = \frac{FL \cdot AB}{FK} = \frac{20 \cdot 6}{30} = 4 \text{ см}$$



27

В схеме, показанной на рисунке, вольтметр и амперметр можно считать, идеальными, а источник тока имеет конечное сопротивление. Движок реостата R передвинули, и показания амперметра увеличились. Куда передвинули движок реостата и как изменились показания вольтметра? Ответ обоснуйте.



**Движок
передвинули
влево**

$$U = IR = \frac{\varepsilon R}{R + r} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{R}}$$

$R \downarrow$
 $U \downarrow$

**Показания
вольтметра
уменьшатся**

28

Катер пересекает реку шириной 360 м. Скорость течения $V = 2$ м/с. Рулевой держит курс перпендикулярно течению. Двигатель обеспечивает постоянное ускорение $a = 0,1$ м/с². Начальная скорость катера равна нулю. Определите, через сколько времени катер пересечет реку? Ответ округлить до целого числа.

Решение: Катер перемещается относительно берегов со скоростью

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_1 + \mathbf{a}t.$$

В проекциях на координатные оси, выбранные так: ось Y – перпендикулярно берегу, ось X – по течению реки, законы движения катера записываются так:

$$v_x = v_1; v_y = at; x = v_1 t; y = \frac{at^2}{2}.$$

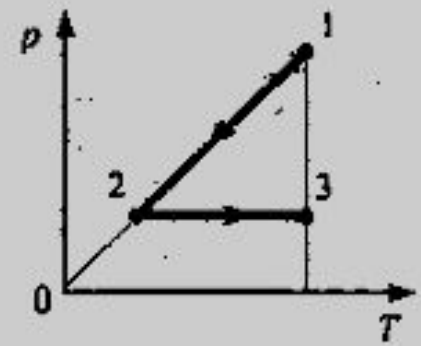
Когда катер переправится на другой берег, то

$$y = b = \frac{at^2}{2},$$

находим время, за которое катер пересечет реку

$$t = \sqrt{\frac{2b}{a}} = 85 \text{ с}$$

29 1 моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1—2?



$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$1 - 2: V = \text{const} \Rightarrow A_{12} = 0$$

$$2 - 3: P = \text{const} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_3}{V_3} = \frac{VT_3}{3V} = \frac{T_1}{3} = \frac{300}{3} = 100 \text{ K}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{12} = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (300 - 100) \approx 2500 \text{ Дж}$$

30

Рамка площадью $S = 20 \text{ см}^2$, имеющая $N = 1000$ витков, вращается с частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$ в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям магнитной индукции. Определите максимальную ЭДС, индуцируемую в рамке.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N = \frac{BS}{T} N = \frac{BSN}{\frac{1}{\nu}} = BSN\nu$$

$$\varepsilon_i = 0,1 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \cdot 50 = 10 \text{ В}$$

31

Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

$$Q = cm\Delta t$$

$$Q = E_1 N = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} t$$

$$cm\Delta t = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} t$$

$$t = \frac{cm\Delta t \lambda}{hc \frac{N}{\tau}} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 3,3 \cdot 10^{-7}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{20}} = 700 \text{ с}$$