

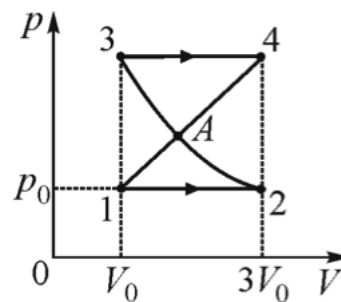
Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, муниципальный этап, 2013/14 год

ЗАДАЧА 1. Приспособление, позволяющее человеку балансировать над поверхностью водоёма, состоит из платформы, к которой снизу подходит шланг. По этому шлангу насос, установленный на плавающей вблизи лодки, может прокачивать воду с максимальной скоростью $v = 7$ м/с. Вода бьёт в платформу вертикально вверх, ударяется о платформу и разлетается горизонтально во все стороны. Внутренний радиус шланга $r = 8$ см. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Человека какой массой M способно удерживать это приспособление? Массой платформы и шлангов можно пренебречь. Предложите и разъясните способ управления высотой «полёта».

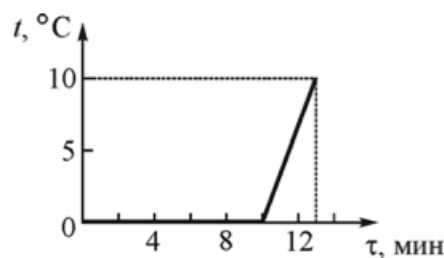
$$P = \rho v^2 r = W$$

ЗАДАЧА 2. Над идеальным одноатомным газом проводят процесс, изображённый на рисунке. Участки 1–2 и 3–4 — изобары, участок 2–3 — изотерма, а участок 1–4 — прямая. Точки 1 и 3, а также 2 и 4 лежат на одной изохоре. Начальный объём газа $V_0 = 1$ л, начальное давление $p_0 = 10^5$ Па, а максимальный объём за весь процесс равен $3V_0$. Найдите полученное газом на участке 1–4 количество теплоты, теплоёмкость одного моля газа в процессе 1–4, а также координаты точки A самопересечения на pV -диаграмме. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль · К).



$$Q_{14} = \int_{V_0}^{3V_0} p dV = \int_{V_0}^{3V_0} \left(\frac{p_0 V_0}{V} + \frac{p_0 V_0}{3V_0 - V} \right) dV = p_0 V_0 \ln 3 + p_0 V_0 \ln 2 = p_0 V_0 \ln 6$$

ЗАДАЧА 3. В калориметр с водой и льдом погрузили проволоку сопротивлением $R = 800$ Ом и стали пропускать ток силой $I = 1$ А. На графике приведена зависимость температуры T в калориметре от времени t . Определите начальную массу льда m_1 и начальную массу воды в жидком состоянии m_2 . Удельная теплота плавления льда $\lambda = 336$ кДж/кг, удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °С).

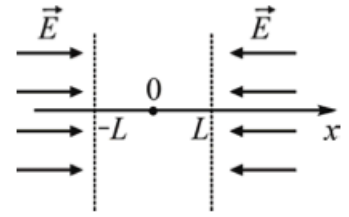


$$m_1 = \frac{Q}{\lambda} = \frac{I^2 R t}{\lambda} = \frac{1^2 \cdot 800 \cdot 12}{336} = \frac{10000}{42} \approx 238 \text{ г}$$

ЗАДАЧА 4. Незаряженный конденсатор заряжается через резистор сопротивлением R от идеального источника постоянного напряжения (которое неизвестно). Максимальная сила тока во время зарядки равна I , а максимальный заряд конденсатора равен Q . Каков будет максимальный заряд конденсатора вдвое большей ёмкости после зарядки от другого идеального источника с напряжением V через такой же резистор?

$$Q = CV = I R \tau = b$$

ЗАДАЧА 5. В пространстве имеется электрическое поле: в области $x > L$ напряжённость поля направлена противоположно оси x и равна по модулю E , в области $-L < x < L$ напряжённость поля равна нулю, а в области $x < -L$ она направлена в положительном направлении по оси x и также равна по модулю E . Положительно заряженной частице (заряд $+q$, масса m), находящейся в начале координат, сообщают начальную скорость v_0 , направленную вдоль оси x в положительном направлении. Действием силы тяжести на частицу можно пренебречь. Постройте графики зависимости от времени t :



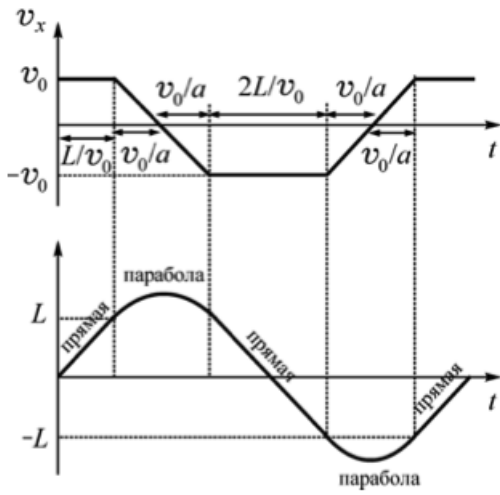
- а) проекции скорости частицы на ось x ;
- б) координаты частицы x .

Как зависит период колебаний частицы T от ее начальной скорости? При какой начальной скорости частицы период колебаний минимален? Чему он равен?

См. конец листка

Ответ к задаче 5

Графики $v_x = v_x(t)$ и $x = x(t)$ изображены на рисунке:



Период колебаний частицы $T = 4 \left(\frac{L}{v_0} + \frac{mv_0}{qE} \right)$; $T_{\min} = 8\sqrt{\frac{mL}{qE}}$ при $v_0 = \sqrt{\frac{qEL}{m}}$.