

Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, финал, 2013/14 год

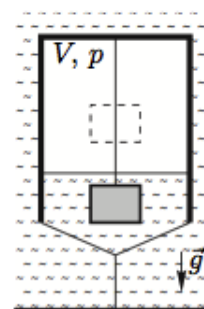
ЗАДАЧА 1. Гонимый автомобиль (болид) преодолевает контрольный прямолинейный участок трассы со средней скоростью $v_{\text{ср}}$, причём на всём этом участке он движется в одну и ту же сторону равноускоренно. Вычислите максимально и минимально возможные скорости болида (v_{max} и v_{min} соответственно) в середине контрольного участка трассы.

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{max}} + v_{\text{min}}}{2}$$

ЗАДАЧА 2. Экспериментатор Глюк бросает шарик от пинг-понга массой m с балкона 17 этажа вертикально вверх со скоростью v_0 . При полёте на шарик действует сила сопротивления, прямо пропорциональная скорости. Перед падением на землю шарик двигался с постоянной скоростью u . Найдите скорость шарика v_{max} , при которой его кинетическая энергия меняется быстрее всего в процессе движения.

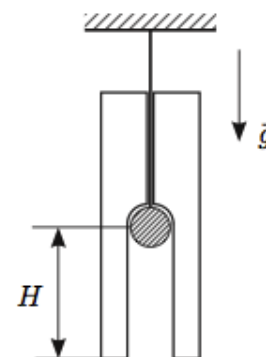
$$v_{\text{max}} = \frac{v_0 + u}{2}$$

ЗАДАЧА 3. Водолазный колокол в форме цилиндра без дна, частично заполненный воздухом, находится под водой. Чтобы колокол не всплывал, его прикрепили тросом к дну водоёма. На верёвке к колоколу привязан груз, находящийся в воде (см. рисунок). Площадь горизонтального сечения колокола $S = 4 \text{ м}^2$, объём воздуха в нём $V = 8 \text{ м}^3$ при давлении $p = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Когда груз в колоколе поднимают над уровнем воды, давление возрастает на $\Delta p = 250 \text{ Па}$, при этом трос остаётся натянутым. Найдите изменение натяжения троса и верёвки. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Воздух в колоколе подчиняется закону Бойля-Мариотта: $pV = \text{const}$, где p — давление, V — объём воздуха в колоколе.



$$\Delta T_{\text{троса}} = \rho g V \frac{\Delta p}{p} + S \Delta p; \Delta T_{\text{верёвки}} = \Delta T_{\text{троса}} + S \Delta p = 1133 \text{ Н}$$

ЗАДАЧА 4. Через тонкое отверстие, проходящее вдоль вертикальной оси цилиндрической сосульки, продета нить, на конце которой закреплён шарик из материала с очень высоким значением теплопроводности. В начале эксперимента шарик нагрет до некоторой температуры t_1 , а температура сосульки равна температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ\text{С}$. Из-за таяния льда сосулька опускается вниз (см. рисунок), а талая вода вытекает в виде капель при температуре t_0 . При этом за шариком остаётся цилиндрический канал площадью $S = 2 \text{ см}^2$.



1) Найдите начальную температуру t_1 шарика, если в процессе эксперимента сосулька перестала опускаться тогда, когда шарик проплавил канал глубиной $H = 10 \text{ см}$.

2) Определите скорость v_0 сосульки на начальной стадии эксперимента, если в момент времени, когда она опустилась на две трети глубины H , её скорость равнялась $u = 0,1 \text{ мм/с}$.

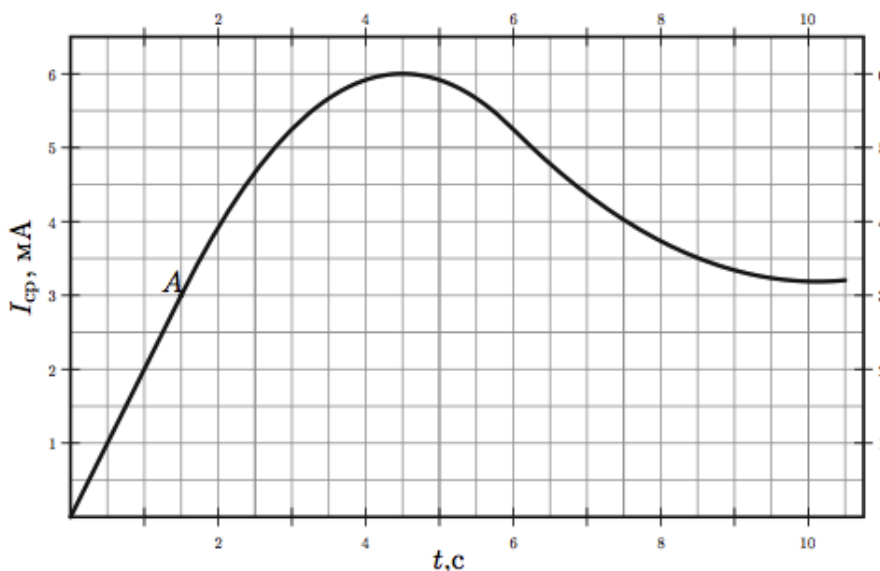
Считайте мощность теплопередачи пропорциональной разности температур шарика и льда и что вся она идёт на плавление льда. Теплоёмкость шарика $C = 59,4 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Плотность льда $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$.

$$Q_{\text{пл}} = n\lambda = \rho V \lambda = \frac{\rho}{H} \frac{dV}{dt} \lambda = I \lambda \quad (1)$$

ЗАДАЧА 5. Экспериментатор Глюк сконструировал источник тока с регулируемым на выходе напряжением. В прибор он встроил миникомпьютер, показывающий протекший через источник заряд и среднюю силу тока (отношение всего протекшего заряда ко времени работы источника). Глюк присоединил к источнику резистор и, включив установку, начал регулировать напряжение. В результате ему удалось снять зависимость средней силы тока через резистор от времени (см. рисунок).

В процессе эксперимента компьютер дал сбой, и зависимость протекшего заряда от времени оказалась утерянной.

- 1) Восстановите зависимость протекшего через источник заряда от времени $q(t)$ и постройте её график;
- 2) Определите сопротивление R резистора, если известно, что в точке A на нём выделялась мощность $N_A = 0,16 \text{ Вт}$;
- 3) Определите максимальную мощность, выделявшуюся на резисторе во время эксперимента.



$$(1) \text{ См. конец листа; } (2) R = 4,44 \text{ кОм; } (3) N_{\text{max}} = N_B = I_B^2 R = 0,3025 \text{ Вт}$$

Ответ к задаче 5

График зависимости $q = q(t)$ представлен на рисунке:

