

Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, заключительный этап, 2012/13 год

ЗАДАЧА 1. Две частицы начали движение из одной точки во взаимно перпендикулярных направлениях (рис.). Первая — с начальной скоростью $3v$ и постоянным ускорением $3a$, сонаправленным с начальной скоростью, другая — со скоростью $4v$ и постоянным ускорением $4a$, направленным противоположно начальной скорости.

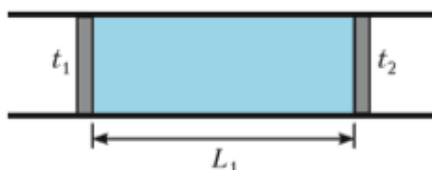


Численно $a = 0,538 \text{ м/с}^2$, $v = 10 \text{ м/с}$.

Каким будет расстояние L между частицами в момент, когда их относительная скорость по модулю опять станет равна начальной относительной скорости? Чему будет равна минимальная относительная скорость $v_{\text{отн}}$ частиц?

$$v_{\text{отн}} = 10 \text{ м/с} \approx \frac{3361}{299} \text{ м/с} = 11,24 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 2. В теплоизолированном цилиндре на расстоянии $L_1 = 80 \text{ см}$ друг от друга находятся два легкоподвижных теплопроводящих поршня. Пространство между ними заполнено водой, а снаружи на поршни действует атмосферное давление (рис.).



Слева от левого поршня включили холодильник, который поддерживает постоянную температуру $t_1 = -40^\circ\text{C}$, а справа от правого — нагреватель, поддерживающий постоянную температуру $t_2 = 16^\circ\text{C}$. Через некоторое время система пришла в стационарное состояние, и расстояние между поршнями стало L_2 .

После этого поршни снаружи теплоизолировали и дождалась установления теплового равновесия в цилиндре. Расстояние между поршнями стало L_3 . Найдите расстояния L_2 и L_3 . Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$, коэффициент теплопроводности льда в 4 раза больше коэффициента теплопроводности воды.

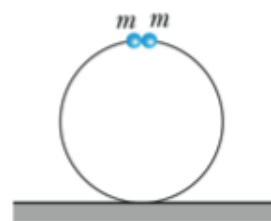
Указание. Считайте, что мощность теплового потока P вдоль цилиндра, между торцами которого поддерживается постоянная разность температур Δt , равна

$$P = \frac{kS\Delta t}{L},$$

где k — коэффициент теплопроводности среды, S — площадь торца цилиндра, L — длина цилиндра.

$$L_2 = 100 \text{ см} \approx 1,07 \text{ м} \approx \frac{107}{93} \text{ м} = 1,15 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 3. Тонкое проволочное кольцо массы M стоит на горизонтальной плоскости (рис.). По кольцу могут скользить без трения две одинаковые бусинки массой m каждая. В начальный момент времени бусинки находятся вблизи верхней точки кольца. Их одновременно отпускают, и они начинают двигаться симметрично. При каком отношении масс $n = m/M$ кольцо оторвётся от плоскости?



$$\frac{2m}{3} \leq u$$

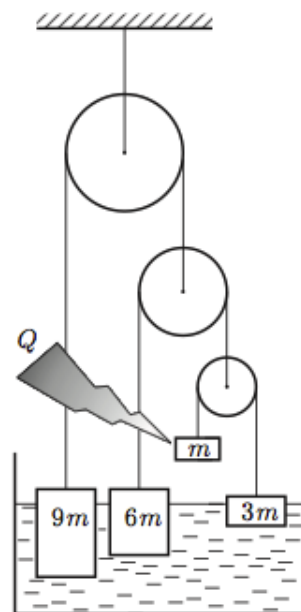
ЗАДАЧА 4. Для изучения свойств льда в лаборатории собрали установку из блоков и нитей на штативе, к которым прикрепили четыре льдинки разной массы, поместив их в цилиндрический стакан с водой. Система пришла в равновесие, когда тяжёлые льдинки частично погрузились в воду, а самая лёгкая массой m осталась висеть в воздухе (рис.).

По ходу эксперимента на льдинку, висящую в воздухе, направили луч лазера, и она стала плавиться. Талая вода при этом стекала в стакан.

После сообщения льдинке количества теплоты $Q = 825$ Дж уровень воды в стакане изменился на $\Delta h_1 = 1$ см. После полного плавления висящей льдинки изменение уровня по сравнению с первоначальным составило $\Delta h_2 = 3$ см.

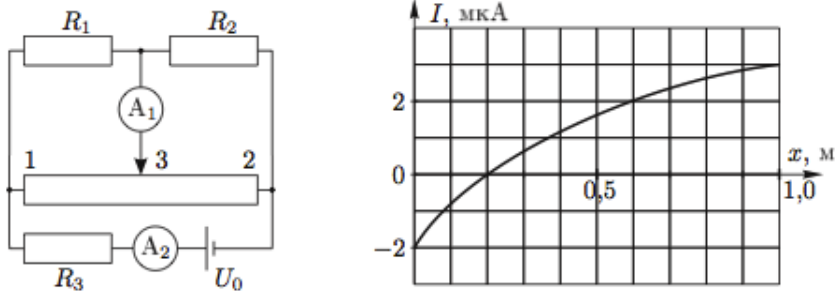
- 1) Увеличивается или уменьшается уровень воды в стакане?
- 2) Определите, чему равна площадь дна стакана.
- 3) В каком диапазоне изменялась сила натяжения нити, удерживающей льдинку массой $6m$?

Считайте, что вплоть до полного плавления висящая льдинка m оставалась на нити, не касаясь воды. Блоки и нити невесома. Температура льда и воды в начале и во время эксперимента равнялась комнатной $t_k = 0^\circ\text{C}$. Плотность льда $\rho_l = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



$$(1) \text{ Увеличивается; } 2) S = \frac{8}{\rho} \frac{\lambda \Delta h_1}{g} = 20 \text{ см}^2; 3) \text{ от } \frac{1}{2} mg \text{ до } \frac{1}{2} \frac{\lambda \Delta h_2}{g}$$

ЗАДАЧА 5. Экспериментатор Глюк проводит опыты с электрической цепью, схема которой изображена на рисунке слева. Цепь состоит из источника неизвестного напряжения U_0 , резистора $R_3 = 1 \text{ МОм}$, резисторов R_1 и R_2 с неизвестными сопротивлениями, двух идеальных амперметров и реостата 1–2 — проводника постоянного сечения, к которому подсоединён ползунок 3. Длина реостата составляет $L = 1 \text{ м}$, а его сопротивление $r = 1 \text{ кОм}$. Меняя положение ползунка реостата, Глюк построил график зависимости силы тока I_A через амперметр A_1 от длины x участка 1–3 реостата (рисунок справа).



- 1) Найдите отношение сопротивлений $R_1 : R_2$.
- 2) Изобразите график приближённой зависимости силы тока I_0 через амперметр A_2 от длины x участка 1–3 реостата.
- 3) Найдите сопротивления резисторов R_1 , R_2 и напряжение источника U_0 .

Примечание. Все значения можно вычислять с погрешностью не более 0,1%.

1) 1 : 4; 2) горизонтальная прямая; 3) 200 Ом, 800 Ом, 3,6 В