

Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, финал, 2011/12 год

ЗАДАЧА 1. В ракете, готовой к старту, находится большой аквариум, частично заполненный водой плотностью ρ_0 . Внутри аквариума помещён тонкий цилиндрический поплавок плотностью ρ с поперечным сечением S , прикрепленный ко дну лёгкой пружиной жесткостью k . Перед стартом ракеты пружина растянута на x_0 , а поплавок частично выступает из воды.

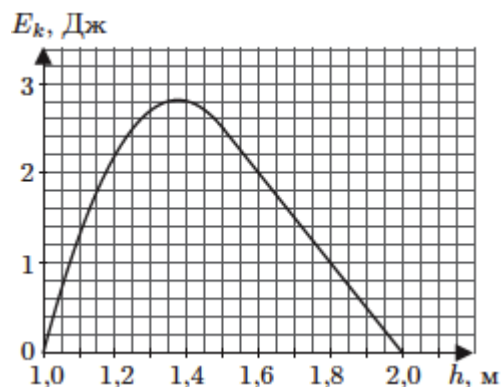
1) Определите, увеличится или уменьшится высота выступающей части поплавка, если система придёт в движение с постоянным ускорением, направленным вверх. Ответ обоснуйте.

2) При достижении ракетой ускорения a высота выступающей над водой части поплавка изменилась на x . Найдите аналитическую зависимость x от a .

3) Рассчитайте численное значение x для следующих параметров задачи: $k = 10$ Н/м, $x_0 = 1$ см, $\rho_0 = 1000$ кг/м³, $S = 10^{-4}$ м², $g = 10$ м/с², $a = 3g$.

$$x = \frac{g}{a} \left(\frac{a + g}{g} x_0 + 1 \right) \frac{\rho}{\rho_0} = x \quad (2) \text{ (Копировать)}$$

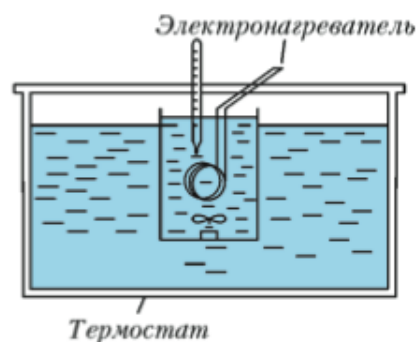
ЗАДАЧА 2. На горизонтальном столе вертикально закреплена длинная гладкая труба, внутри которой установлена лёгкая пружина. Внутри трубы с высоты $H = 2$ м над столом без начальной скорости начинает падать шарик. Коснувшись верхнего витка пружины, шарик прилипает к нему. На рисунке приведён график зависимости кинетической энергии E_k падающего шарика от его высоты h над поверхностью стола. Определите длину L_0 недеформированной пружины, коэффициент жёсткости пружины k и массу шарика m . Считайте, что потери механической энергии в момент касания шариком верхнего витка пружины не происходит, и что закон Гука справедлив при любых деформациях пружины. Примите $g = 10$ м/с².



Примечание. Для расчётов используйте выданный Вам отдельно увеличенный рисунок.

$$L_0 = 1,5 \text{ м}; m = 0,5 \text{ кг}; k = 40 \text{ Н/м}$$

ЗАДАЧА 3. В лаборатории у экспериментатора Глюка были электронагреватель с мешалкой, термостат и два тонкостенных химических стакана, линейные размеры которых отличались в два раза (толщина стенок стаканов одинакова). В термостате поддерживалась постоянная температура $t_1 = 20^\circ\text{C}$ (рис.). Глюк решил исследовать, как зависит температура жидкости в стакане от времени (мешалка нужна для быстрого выравнивания температуры по всему объёму стакана).



Сначала он использовал стакан меньшего размера, который заполнил исследуемой жидкостью при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и поместил в термостат. Включив электронагреватель, Глюк обнаружил, что за первые $\tau_1 = 10$ с система нагрелась на $\Delta t_1 = 1^\circ\text{C}$. Спустя продолжительное время температура жидкости установилась на отметке $t_2 = 40^\circ\text{C}$.

Во втором эксперименте он взял больший стакан, заполнил его той же жидкостью, нагретой до температуры $t_3 = 35^\circ\text{C}$, и включил тот же нагреватель в сеть. Через некоторое время τ_2 он с удивлением обнаружил, что температура содержимого в стакане понизилась на $\Delta t_2 = 0,5^\circ\text{C}$.

Считайте, что теплоёмкость стаканов мала по сравнению с теплоёмкостью содержащейся в них жидкости.

- 1) Найдите температуру t_4 , которая установится в стакане спустя продолжительное время.
- 2) Вычислите время τ_2 .

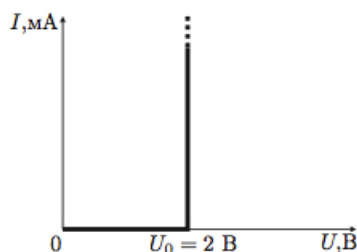
Примечание. Известно, что поток энергии, проходящий через слой вещества (стенки стакана) в единицу времени, прямо пропорционален разнице температур на границах слоя и площади поверхности слоя.

$$Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot \Delta t}{d} = \frac{\lambda \cdot F \cdot (t_3 - t_4)}{d} = \tau \cdot \frac{d}{F} \cdot \frac{dQ}{dt} = \tau \cdot C \cdot \frac{dt_4}{dt} \quad (1)$$

ЗАДАЧА 4. Полупроводниковый диод — это устройство, которое пропускает электрический ток только в одном направлении (рисунок слева). Если диод включить в обратном направлении (рисунок справа), ток через него течь не будет.

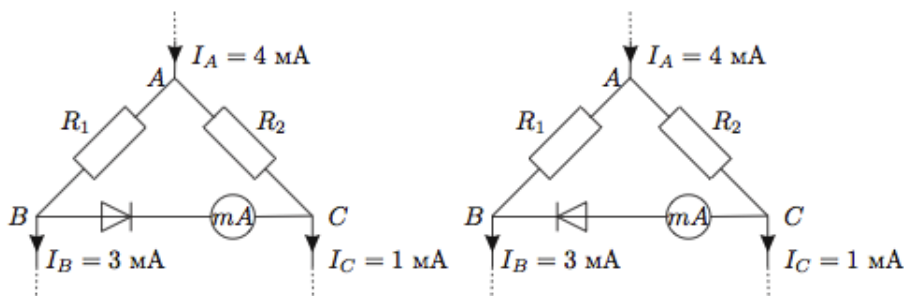


Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока через диод от напряжения на диоде) идеализированного диода приведена ниже на графике.



1) На нижнем левом рисунке изображён фрагмент разветвлённой электрической цепи. Сопротивления резисторов равны: $R_1 = 6 \text{ кОм}$, $R_2 = 5 \text{ кОм}$. Определите падение напряжения на диоде и силу тока, протекающего через миллиамперметр.

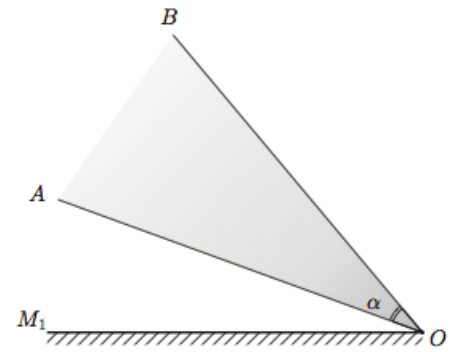
2) Диод включили в цепь другой полярностью (нижний правый рисунок). Сопротивления резисторов не изменились. Для этого случая определите падение напряжения на диоде и силу тока, текущего через миллиамперметр. В обоих случаях миллиамперметр считайте идеальным.



ЗАДАЧА 5. В архиве Снеллиуса нашли чертёж, на котором были изображены два плоских зеркала M_1 и M_2 , образующие двугранный угол φ , точечный источник света S и область AOB (она заштрихована), из которой можно было видеть одновременно оба изображения источника. От времени чернила выцвели, и невозможно стало разглядеть, как расположено зеркало M_2 и точечный источник S (рис.).

Восстановите по имеющимся данным с помощью циркуля и линейки без делений положение зеркала M_2 и геометрическое место точек, где бы мог находиться источник S . Зеркала считайте полубесконечными.

Вычислите угол φ между плоскостями зеркал, если $\angle AOB = \alpha = 30^\circ$.



$\phi = 180^\circ - \frac{\alpha}{2}$