

## Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, заключительный этап, 2011/12 год

**ЗАДАЧА 1.** В ракете, готовой к старту, находится большой аквариум, частично заполненный водой плотностью  $\rho_0$ . Внутри аквариума помещён тонкий цилиндрический поплавок плотностью  $\rho$  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.

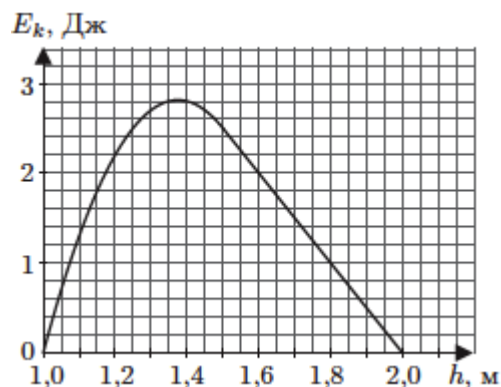
1) Определите, увеличится или уменьшится высота выступающей части поплавка, если система придёт в движение с постоянным ускорением, направленным вверх. Ответ обоснуйте.

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/м<sup>3</sup>,  $S = 10^{-4}$  м<sup>2</sup>,  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 3g$ .

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

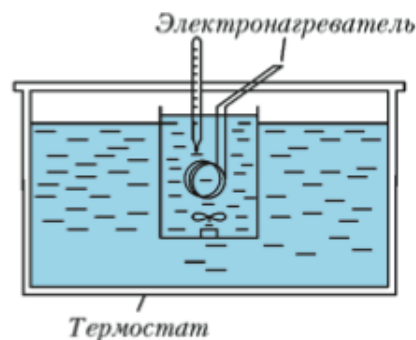
**ЗАДАЧА 2.** На горизонтальном столе вертикально закреплена длинная гладкая труба, внутри которой установлена лёгкая пружина. Внутри трубы с высоты  $H = 2$  м над столом без начальной скорости начинает падать шарик. Коснувшись верхнего витка пружины, шарик прилипает к нему. На рисунке приведён график 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/с<sup>2</sup>.



*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 большой 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  $\tau_2$  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  $\tau_2$ .

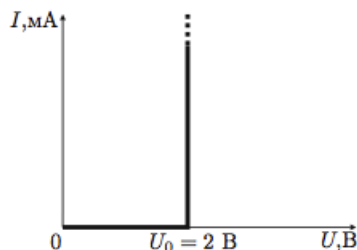
*Примечание.* Известно, что поток энергии, проходящий через слой вещества (стенки стакана) в единицу времени, прямо пропорционален разнице температур на границах слоя и площади поверхности слоя.

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

**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.

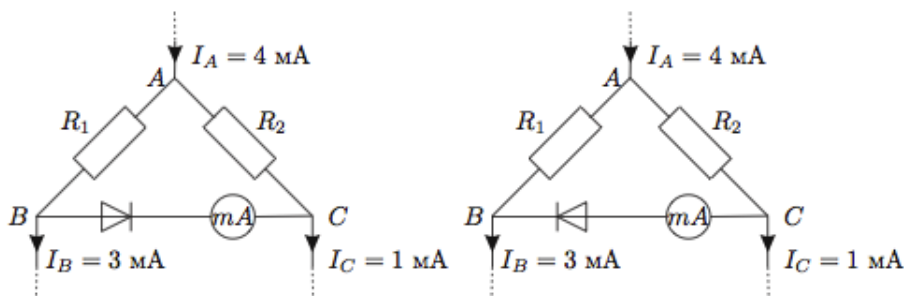


Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока через диод от напряжения на диоде) идеализированного диода приведена ниже на графике.



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.

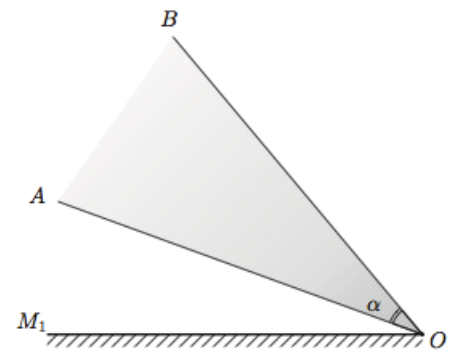
2) Диод включили в цепь другой полярностью (нижний правый рисунок). Сопротивления резисторов не изменились. Для этого случая определите падение напряжения на диоде и силу тока, текущего через миллиамперметр. В обоих случаях миллиамперметр считайте идеальным.



ЗАДАЧА 5. В архиве Снеллиуса нашли чертёж, на котором были изображены два плоских зеркала  $M_1$  и  $M_2$ , образующие двугранный угол  $\varphi$ , 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  $\varphi$  между плоскостями зеркал, если  $\angle AOB = \alpha = 30^\circ$ .



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