

9 класс

Задача 1. Поплавок в ракете

В ракете, готовой к старту, находится большой аквариум, частично заполненный водой плотностью ρ_0 . Внутри аквариума помещен 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: $k = 10 \text{ Н/м}$, $x_0 = 1 \text{ см}$, $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$, $S = 10^{-4} \text{ м}^2$, $g = 10 \text{ м/с}^2$, $a = 3g$.

Задача 2. Пружина и шарик

На горизонтальном столе вертикально закреплена длинная гладкая труба, внутри которой установлена лёгкая пружина. Внутри трубы с высоты $H = 2 \text{ м}$ над столом без начальной скорости начинает падать шарик. Коснувшись верхнего витка пружины, шарик прилипает к нему. На рис. 1 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

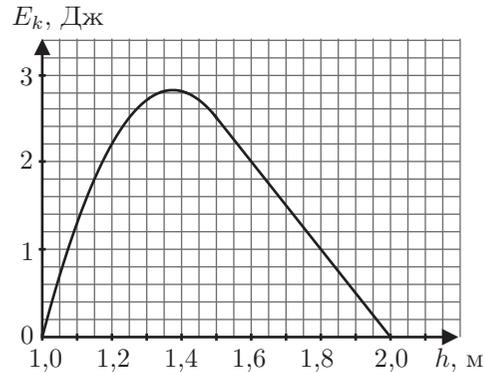


Рис. 1

Примечание. Для расчётов используйте выданный Вам отдельно увеличенный рисунок 1.

Задача 3. Предварительный подогрев

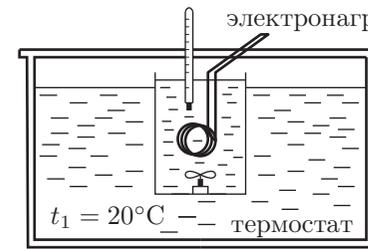


Рис. 2

В лаборатории у экспериментатора Глюка были электронагреватель с мешалкой, термостат и два тонкостенных химических стакана, линейные размеры которых отличались в 2 раза (толщина стенок стаканов одинакова). В термостате поддерживалась постоянная температура $t_1 = 20^\circ\text{C}$ (рис. 2). 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 $\tau_1 = 10 \text{ с}$ 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.

Задача 4. Диод

Полупроводниковый диод – это устройство, которое пропускает электрический ток только в одном направлении (рис. 3). Если диод включить в обратном направлении (рис. 4), ток через него течь не будет. Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока через диод от напряжения на диоде), идеализированного диода приведена на графике (рис. 5).

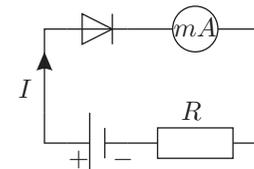


Рис. 3

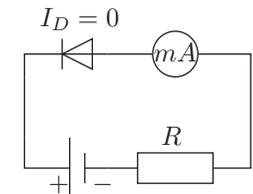


Рис. 4

1. На рисунке 6 изображен фрагмент разветвленной 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 (рис. 7). Сопротивления резисторов не изменились. Для этого случая определите падение напряжения на диоде и силу тока, текущего через миллиамперметр. В обоих случаях миллиамперметр считайте идеальным.

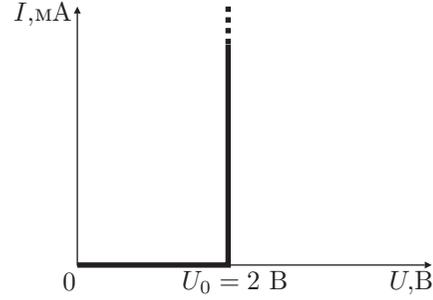


Рис. 5

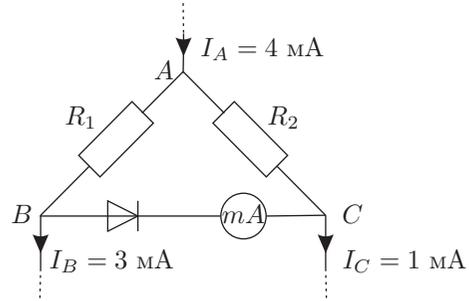


Рис. 6

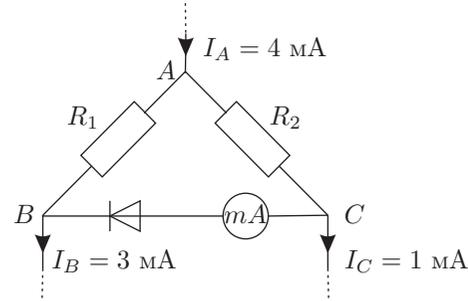


Рис. 7

Задача 5. Потерянное зеркало

В архиве Снеллиуса нашли чертеж, 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. 8).

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.

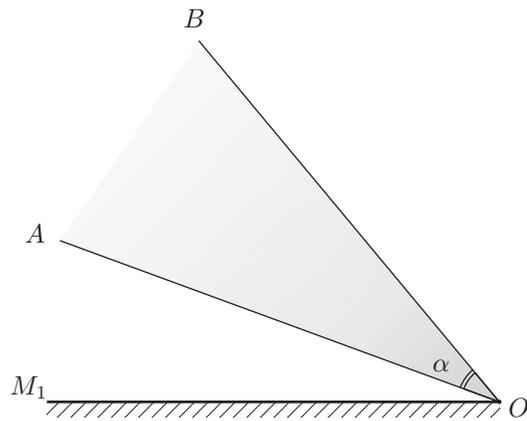


Рис. 8

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