

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

2019 – 2020 учебный год

10 класс

10.1. Разные направления.

Обозначим V_0 – начальная скорость камней. Время t_1 подъёма камня до максимальной высоты, на которой скорость равна 0, найдем из зависимости скорости от времени: $0 = V_0 - gt_1$. За это время другой камень достиг земли:

$$h = V_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \quad (1)$$

Подставив скорость, получим

$$h = \frac{3gt_1^2}{2}$$

Считая от балкона, камень поднялся на высоту

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{1}{3}h$$

Считая от поверхности земли, первый камень поднялся на $h + h_1 = 20$ м.

Критерии оценивания

	балл
Записана зависимость скорости первого камня от времени	2
Записан закон движения второго камня (1)	4
Найдена высота h_1	2
Найдена максимальная высота подъёма первого камня	2

10.2. Как быстрее?

Тело соскальзывает из точки А в точку В один раз по выпуклой дуге, второй – по вогнутой дуге. Обе дуги имеют одинаковую кривизну, трения нет. Сравните скорости тела в точке В для обоих случаев и время, затраченное на движение. Ответ поясните, указав какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Поскольку трения нет, механическая энергия сохраняется, а значит, кинетическая энергия тела одинакова в обоих случаях. При движении по вогнутой дуге на начальном участке ускорение будет больше (опираемся на второй закон Ньютона), поэтому скорость быстрее увеличивается. Время, затраченное на движение по вогнутой дуге меньше.

Критерии оценивания

	балл
Обосновано сохранение механической энергии	4
Использован II закон Ньютона для сравнения ускорений	4
Показано, что время движения по вогнутой дуге меньше	2

10-3. Неподвижный шар.

Обозначим: T – сила натяжения нити, ρ – плотность воды, V – объём шара, N – сила нормальной реакции стенки.

Когда сосуд будет двигаться влево с ускорением, изменится выталкивающая сила, действующая на шар. Вертикальная составляющая выталкивающей силы останется ρVg . Сила натяжения нити не изменится. Появится проекция ρVa выталкивающей силы на горизонтальное направление. Проекция II закона Ньютона на горизонтальную ось (направлена влево):

$$T \sin \alpha + \rho Va - N = ma$$

Сила нормальной реакции уменьшится на величину

$$\Delta N = (m - \rho V)a = \frac{mg}{2} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{железа}}} \right) = 10,9 \text{ Н.} \quad (1)$$

По третьему закону Ньютона силы, с которыми шар действует на нить и на стенку равны силам T и N соответственно.

Критерии оценивания

	балл
Объяснено, как изменится выталкивающая сила	2
Записан II закон Ньютона	4
Показано, что сила натяжения нити не изменилась	1
Показано, что сила нормальной реакции уменьшилась (1)	2
Содержится указание на III закон Ньютона	1

10.4. Друг за другом.

Обозначим C – теплоемкость термоса с водой, C_6 – теплоемкость бутылочки с детским питанием, $t_T = 40^\circ\text{C}$, $t_0 = 18^\circ\text{C}$, $t = 36^\circ\text{C}$.

Уравнения теплового баланса:

$$C(t_T - t) = C_6(t - t_0) \quad (1)$$

$$C(t - t_1) + C_6(t - t_1) = C_6(t_1 - t_0) \quad (2)$$

Здесь t_1 – температура, до которой нагрелась вторая бутылочка.

Из уравнений (1) и (2) находим $t_1 = 33,2^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания

	балл
Записан тепловой баланс (1)	4
Записан тепловой баланс (2)	4
Найдена температура t_1	2

10.5. Разные решения.

Обозначим силу тока $I_1 = 1 \text{ мА}$, I_2 – показания амперметра A_2 , на других участках цепи I_3, I_4, I_5 .

Напряжение на клеммах источника равно сумме напряжений на верхней цепочке резисторов:

$$U = I_3 R + I_2 R \quad (1)$$

Или сумме напряжений на нижней цепочке резисторов:

$$U = I_1 3R + I_4 R \quad (2)$$

Запишем равенство входящих и выходящих токов для узлов b и d :

$$I_3 = I_2 + I_5 \quad (3)$$

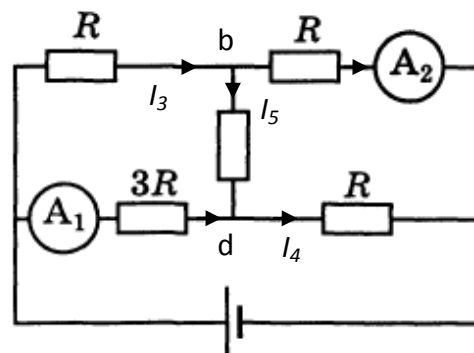
$$I_1 + I_5 = I_4 \quad (4)$$

Заменим токи I_3, I_4 в (1) и (2):

$$I_2 R + I_5 R + I_2 R = I_1 3R + I_1 R + I_5 R$$

Отсюда

$$2I_2 R = 4I_1 R, \quad I_2 = 2I_1 = 2 \text{ мА}.$$



Критерии оценивания

	балл
Записаны равенства (1), (2)	4
Записаны равенства (3), (4)	4
Найдены показания амперметра A_2	2