

## Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

10 класс, 2024 год

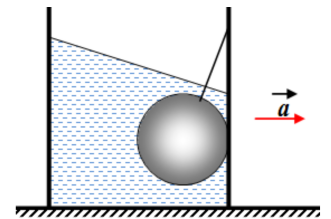
1. Небольшой камень бросили с края площадки, находящейся на высоте  $b = 20$  м от поверхности земли под некоторым углом к горизонту. Время полёта камня вверх до максимальной высоты на  $\Delta t = 1$  с меньше, чем время его падения вниз до столкновения с землёй. Сколько всего времени двигался камень? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$t_{\text{в}} = \frac{v_{\text{нач}}}{g} = t_{\text{п}}$$

2. Для исследования некоторой планеты по круговой орбите вокруг неё с постоянной скоростью движется искусственный спутник, совершая полный оборот за время  $T_1 = 4$  часа. В результате манёвра спутник переходит на другую круговую орбиту, на которой его скорость увеличилась в 2 раза. Как и на сколько часов изменился период обращения спутника по новой орбите?

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{v_1}{v_2} = T_1 \cdot \frac{1}{2} = 2 \text{ часа}$$

3. Сосуд, имеющий форму прямоугольной призмы, заполнен водой. К боковой стенке сосуда подвешен на нити железный шарик, диаметр которого равен длине нити (см. рис.). Трение шарика о стенку пренебрежимо мало. Сосуд движется с постоянным ускорением по горизонтальной поверхности, шарик при этом не касается дна сосуда и остаётся полностью погруженным в воду. При каких значениях ускорения  $a$  шарик не будет давить на стенку? Плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность железа  $\rho_{\text{ж}} = 7,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

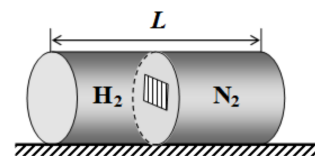


$$\rho_{\text{ж}} \cdot \frac{g}{\rho_{\text{в}}} = \frac{g}{b} \leq a$$

4. С  $\nu = 1$  моль идеального одноатомного газа совершают некоторый политропный процесс, в результате которого газ переходит из состояния с начальным давлением  $p_1 = 4 \cdot 10^6$  Па и абсолютной температурой  $T_1 = 400$  К в состояние с давлением  $p_2 = 6 \cdot 10^6$  Па и абсолютной температурой  $T_2 = 900$  К. Какое количество тепла получает газ в этом процессе? Связь давления  $p$  и объёма  $V$  в политропном процессе описывается формулой  $pV^n = \text{const}$ , где показатель политропы  $n$  — некоторое действительное число. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К).

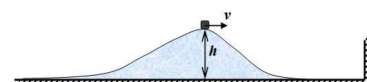
$$Q = \nu R (T_2 - T_1) = 1 \cdot 8,31 \cdot (900 - 400) = 4155 \text{ Дж}$$

5. На гладком горизонтальном столе покоится цилиндрический сосуд длиной  $L = 36$  см. Сосуд разделён на две равные части неподвижной перегородкой, в которой имеется полупроницаемая мембрана; пропускающая молекулы водорода и не пропускающая молекулы азота (см. рис.). Вначале мембрана закрыта, а сосуд заполнен в левой части водородом, а в правой — азотом. После открытия мембраны и установления теплового равновесия, давление в правой части сосуда оказалось в  $n = 1,5$  раза больше, чем в левой. В какую сторону и на какое расстояние сдвинется при этом сосуд? Массой сосуда и перегородки пренебречь. Температуру газов за всё время наблюдения считать одинаковой и неизменной. Молярные массы водорода и азота равны соответственно  $\mu_B = 2$  г/моль,  $\mu_A = 28$  г/моль.



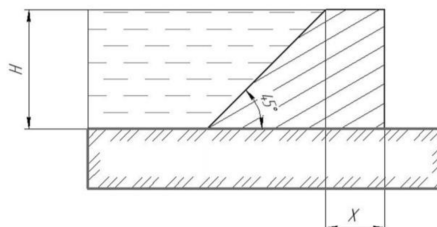
$$\boxed{\text{Сосуд сместится влево на } s = \frac{\left(\frac{\mu_A n}{\mu_B(1-n)} + 1\right) L}{2} = s \text{ вправо относительно центра}}$$

6. На горизонтальной поверхности льда находится ледяная горка высотой  $h = 0,6$  м, которая может скользить по поверхности льда (см. рис.). На вершине горки покоится маленькая шайба. Масса горки в  $k = 3$  раза больше массы шайбы. Вначале горка и шайба неподвижны. Трение пренебрежимо мало. Какую минимальную горизонтально направленную скорость необходимо сообщить шайбе, чтобы она после того, как соскользнёт с горки и ударится упруго о вертикальный бортик, смогла бы подняться на вершину горки при обратном движении? Считать, что при движении по горке шайба не отрывается от неё, все движения шайбы и горки по горизонтальной поверхности происходят вдоль одной прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



$$\boxed{v \geq \sqrt{\frac{g}{k}} \sqrt{h} = v}$$

7. Гравитационная плотина — это сооружение, преграждающее путь воде, удерживаемое на месте только силой трения между основанием конструкции и опорной поверхностью. Рассматриваемая плотина, горизонтальной протяжённостью  $a = 1$  м, выполнена из бетона, имеет поперечное сечение в форме трапеции, «мокрая» стенка которой наклонена под углом  $45$  градусов к горизонту, а «сухая» стенка вертикальная. Коэффициент трения между конструкцией и опорной поверхностью  $\mu = 0,25$ , высота столба жидкости, равная высоте плотины,  $H = 50$  м, плотность бетона  $\rho_B = 2200$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Найдите минимальную длину малого основания плотины  $X$ , обеспечивающую её неподвижность.



$$\boxed{X = 1,6 \text{ м}}$$