



Профиль: Физика

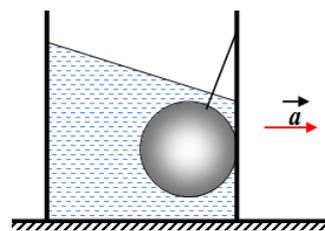
Вариант: 1

Класс: 10

**Задача 1.** (8 баллов). Небольшой камень бросили с края площадки, находящейся на высоте  $h = 20$  м от поверхности земли под некоторым углом к горизонту. Время полета камня вверх до максимальной высоты на  $\Delta t = 1$  с меньше, чем время его падения вниз до столкновения с землей. Сколько всего времени двигался камень? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

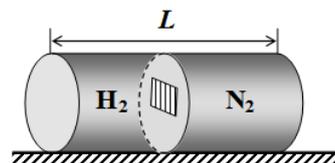
**Задача 2.** (8 баллов). Для исследования некоторой планеты по круговой орбите вокруг нее с постоянной скоростью движется искусственный спутник, совершая полный оборот за время  $T_1 = 4$  часа. В результате маневра спутник переходит на другую круговую орбиту, на которой его скорость увеличилась в 2 раза. Как и на сколько часов изменился период обращения спутника по новой орбите?

**Задача 3.** (14 баллов). Сосуд, имеющий форму прямоугольной призмы, заполнен водой. К боковой стенке сосуда подвешен на нити железный шарик, диаметр которого равен длине нити (см. рисунок). Трение шарика о стенку пренебрежимо мало. Сосуд движется с постоянным ускорением по горизонтальной поверхности, шарик при этом не касается дна сосуда и остается полностью погруженным в воду. При каких значениях ускорения  $a$  шарик не будет давить на стенку? Плотность воды  $\rho_v = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность железа  $\rho_{ж} = 7,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



**Задача 4.** (14 баллов). С  $\nu = 1$  моль идеального одноатомного газа совершают некоторый политропный процесс, в результате которого газ переходит из состояния с начальными 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 объема  $V$  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).

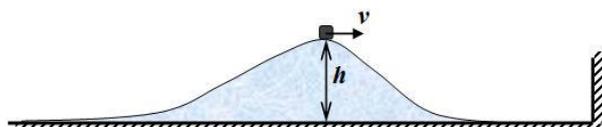
**Задача 5.** (18 баллов). На гладком горизонтальном столе покоится цилиндрический сосуд длиной  $L = 36$  см. Сосуд разделен на две равные части неподвижной перегородкой, в которой имеется полупроницаемая мембрана; пропускающая молекулы водорода и не пропускающая молекулы азота (см. рисунок). Вначале 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 все время наблюдения считать одинаковой и неизменной.



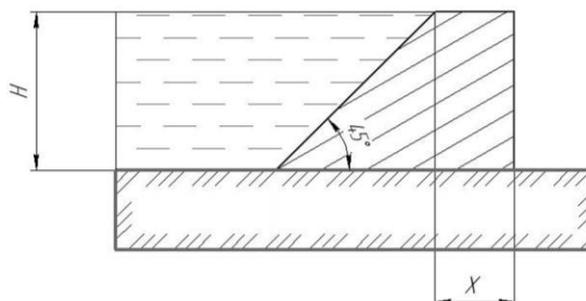
Продолжение билета см. на обороте.



**Задача 6.** (18 баллов). На горизонтальной поверхности льда находится ледяная горка высотой  $h = 0,6$  м, которая может скользить по поверхности льда (см. рисунок). 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 соскользнет 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>.



**Ситуационная задача** (20 баллов) Гравитационная плотина – это сооружение, преграждающее путь воде, удерживаемое на месте только силой трения между основанием конструкции и опорной поверхностью. Рассматриваемая плотина, горизонтальной протяженностью  $a = 1$  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  $\rho_w = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Найдите минимальную длину малого основания плотины  $X$ , обеспечивающую её неподвижность.





Профиль: Физика

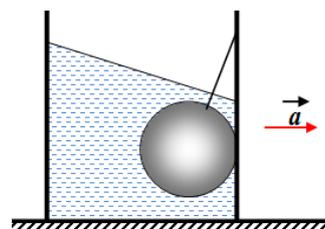
Вариант: 2

Класс: 10

**Задача 1.** (8 баллов). Небольшой камень бросили с отвесного обрыва под некоторым углом к горизонту. Камень, двигаясь по параболе, упал на поверхность земли спустя  $T = 8$  с. При этом камень поднимался до верхней точки траектории на  $\Delta t = 2$  с меньше, чем он двигался вниз от вершины параболы до поверхности земли. С какой высоты от поверхности земли был брошен камень? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

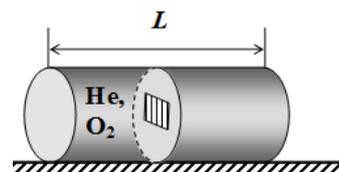
**Задача 2.** (8 баллов). Для исследования некоторой планеты по круговой орбите вокруг нее с постоянной скоростью  $v = 4$  км/с движется искусственный спутник, совершая полный оборот вокруг планеты за время  $T = 10$  часов. Радиус планеты  $R = 6000$  км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

**Задача 3.** (14 баллов). Сосуд, имеющий форму прямоугольной призмы, заполнен водой. К боковой стенке сосуда подвешен на нити железный шарик радиуса  $R = 10$  см (см. рисунок). Трение шарика о стенку пренебрежимо мало. Сосуд движется с постоянным ускорением  $a = g/\sqrt{3}$  по горизонтальной поверхности, шарик при этом не касается дна сосуда и остается полностью погруженным в воду. При какой минимальной длине нити шарик не будет давить на стенку? Плотность воды  $\rho_в = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность железа  $\rho_ж = 7,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



**Задача 4.** (14 баллов). С  $\nu = 1$  моль идеального одноатомного газа совершают некоторый политропный процесс, в результате которого газ переходит из состояния с начальными объёмом  $V_1 = 3$  л и абсолютной температурой  $T_1 = 300$  К в состояние с объёмом  $V_2 = 4,5$  л и абсолютной температурой  $T_2 = 675$  К. Какую работу совершает газ в этом процессе? Связь давления  $p$  и объема  $V$  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).

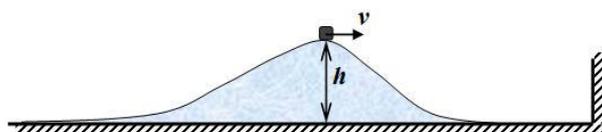
**Задача 5.** (18 баллов). На гладком горизонтальном столе покоится цилиндрический сосуд длиной  $L = 54$  см. Сосуд разделен на две равные части неподвижной перегородкой, в которой имеется полупроницаемая мембрана; пропускающая молекулы гелия и не пропускающая молекулы кислорода (см. рисунок). Вначале мембрана закрыта, левая часть сосуда заполнена смесью гелия и кислорода, а в правой – вакуум. После открытия мембраны и установления теплового равновесия, давление в левой части сосуда уменьшилось на 25%. В какую сторону и на какое расстояние сдвинется при этом сосуд? Массой сосуда и перегородки пренебречь. Температуру газов за все время наблюдения считать одинаковой и неизменной.



Продолжение билета см. на обороте.



**Задача 6.** (18 баллов). На горизонтальной поверхности льда находится ледяная горка, которая может скользить по поверхности льда (см. рисунок). На вершине горки покоится маленькая шайба. Масса горки в  $k = 8$  раз больше массы шайбы. Вначале горка и шайба неподвижны. Трение пренебрежимо мало. Шайбе сообщили горизонтально направленную скорость  $v = 1$  м/с, при которой она, соскользнув с горки и ударившись упруго о вертикальный борт, при обратном движении смогла подняться на вершину горки. При какой максимальной высоте  $h$  горки это возможно? 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>.



**Ситуационная задача** (20 баллов) Гравитационная плотина – это сооружение, преграждающее путь воде, удерживаемое на месте только силой трения между основанием конструкции и опорной поверхностью. Рассматриваемая плотина, горизонтальной протяженностью  $a = 1$  м, выполнена из бетона, имеет поперечное сечение в форме трапеции, длина малого основания которой  $X = 5,5$  м. "Мокрая" стенка плотины наклонена под углом 45 градусов к горизонту, а "сухая" – вертикальна, высота столба жидкости, равна высоте плотины  $H$ . Коэффициент трения между конструкцией и опорной поверхностью  $\mu = 0,25$ , плотность бетона  $\rho_b = 2200$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_w = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Найдите минимальную высоту плотины  $H$ , при которой она будет неподвижна.

