

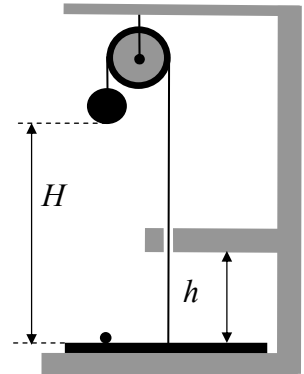


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2011-2012 учебный год

Вариант I (10 кл).

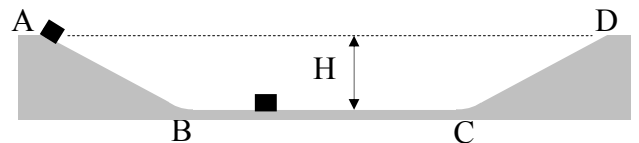
ЗАДАЧА № 1.

На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1 = 1,5$ кг. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса на высоте $H = 360$ см над диском привязан тяжелый шар массой $m_2 = 3,5$ кг. Под этим шаром на диске лежит маленький легкий шарик. Трос проходит через отверстие в кронштейне, вмонтированном в стену на высоте $h = 50$ см от пола (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения диск ударится о кронштейн? На какую высоту над полом (h^*) подлетит шарик? До какой минимальной высоты над полом (h_{\min}) нужно поднять кронштейн, чтобы маленький шарик смог долететь до большого? Считать, что диск и большой шар мгновенно останавливаются после удара диска о кронштейн.



ЗАДАЧА № 2.

Бетонный желоб глубиной $H = 4$ м имеет в сечении вид равнобедренной трапеции (см. рисунок). Скатывания АВ и CD имеют длину $L = 8,5$ м каждый, которая ничтожно мала по сравнению с шириной дна BC. Между скатами и дном обеспечены плавные гладкие переходы. Маленький ящик массой $m_1 = 2$ кг устанавливают на краю желоба в точке «А» и отпускают. На дне в центре желоба стоит еще один ящик массой $m_2 = 1$ кг (см. рисунок). Дно BC и скат CD покрыты льдом и являются гладкими поверхностями. Коэффициент трения между поверхностью АВ и ящиками $\mu = 1/2$. С какой скоростью (V_0) первый ящик ударится о второй? С какими скоростями (V_1 и, соответственно, V_2) будут двигаться ящики после их абсолютно упругого столкновения? На какую высоту от дна (h_2) поднимется второй ящик по склону CD? Какой окажется скорость ящиков (V^*) после их второго столкновения, если оно будет абсолютно неупругим?



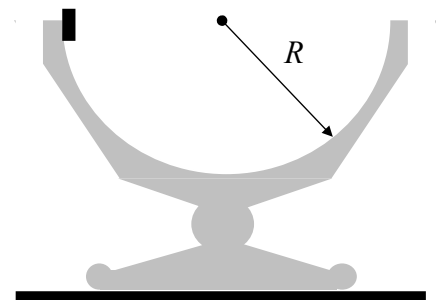
ЗАДАЧА № 3.

В центре большого гладкого стола стоит стеклянная чаша массой M . Ее внутренняя поверхность представляет собой гладкую полусферу радиусом R . К внутреннему краю чаши плашмя прижимают монету массой m (см. рисунок) и отпускают.

Определить следующие параметры в момент прохождения монетой нижней точки чаши:

- скорость монеты (v) и чаши (V) относительно стола;
- величину смещения чаши (Δx) относительно стола;
- силу давления (N) монеты на чашу.

Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $R = 24$ см, $M = 200$ г, $m = 40$ г. Размерами монеты пренебречь.



ЗАДАЧА № 4.

Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол φ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. Какое максимальное число отражений может претерпеть лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол?

ЗАДАЧА № 5.

В цилиндре под поршнем находится смесь воздуха и водяного пара при температуре $T=100^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_1=1$ атм. После изотермического сжатия смеси в 3 раза давление в цилиндре оказалось равным $P_2=2,8$ атм. Определить парциальное давления пара (P_n) и его плотность (ρ_n) в исходном состоянии. Считать, что воздух и водяной пар описываются уравнением Клапейрона-Менделеева.

ЗАДАЧА № 6.

Цикл тепловой машины на одноатомном газе имеет на PV -диаграмме вид треугольника с вершинами в точках $(P_1;V_1)$, $(5P_1;V_1)$, $(5P_1;5V_1)$. Найти КПД (η) тепловой машины. Изобразить цикл на всех трех (PV , PT и VT) диаграммах.

ЗАДАЧА № 7.

В открытом с одного конца горизонтальном цилиндре имеется гладкий (скользит без трения) поршень. Он прикреплен к дну цилиндра пружиной. Когда по обе стороны поршня вакуум, то пружина не напряжена, и длина ее равна L_0 (см. рисунок). Если эту систему поместить в газовую атмосферу, то под поршнем останется вакуум, а внешнее давление на поршень будет сжимать пружину. При некотором значении атмосферного давления пружина сожмется до 0 и поршень коснется дна цилиндра. Если при этих условиях ввести 1 моль газа под поршень (т.е., в пространство между поршнем и дном), то от внутреннего давления пружина растянется, и длина ее станет равной $L_1=L_0/3$. Какой будет длина пружины (L_v), если под поршень ввести не 1, а v молей газа? Дать ответ в общем виде (L_v) и конкретно для случая $v=4$ (L_4). Все процессы считать изотермическими, а длину цилиндра неограниченной.



ЗАДАЧА № 8.

Кипятильник сопротивлением $R_1=2\ \Omega$ (символ Ω – классическое обозначение единицы «Ом»), включенный в некий источник тока, доводит воду в баке до кипения за время $T=18$ минут. Другой кипятильник, сопротивлением $R_2=8\ \Omega$, делает ту же работу с тем же источником за то же самое время. Чему равно внутреннее сопротивление источника r_0 ? Кипятильник с каким сопротивлением (R_x) нужно включить в этот источник, чтобы вскипятить воду за минимальное время? Чему это время (T_x) равно? Теплопотерями пренебречь.

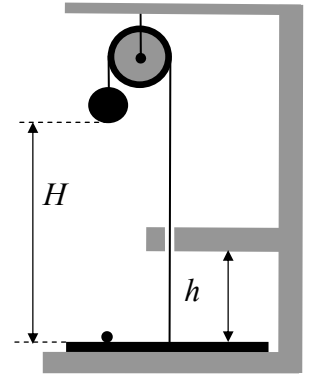


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2011-2012 учебный год

Вариант II (10 кл).

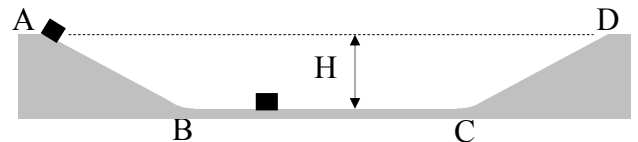
ЗАДАЧА № 1.

На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1=0,4$ кг. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса на высоте $H=330$ см над диском привязан тяжелый шар массой $m_2=0,6$ кг. Под этим шаром на диске лежит маленький легкий шарик. Трос проходит через отверстие в кронштейне, вмонтированном в стену на высоте $h=1$ м от пола (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения диск ударится о кронштейн? На какую высоту над полом (h^*) подлетит шарик? До какой минимальной высоты над полом (h_{\min}) нужно поднять кронштейн, чтобы маленький шарик смог долететь до большого? Считать, что диск и большой шар мгновенно останавливаются после удара диска о кронштейн.



ЗАДАЧА № 2.

Бетонный желоб глубиной $H=5$ м имеет в сечении вид равнобедренной трапеции (см. рисунок). Скатывания AB и CD имеют длину $L=13$ м каждый, которая ничтожно мала по сравнению с шириной дна BC . Между скатами и дном обеспечены плавные гладкие переходы. Маленький ящик массой $m_1=2$ кг устанавливают на краю желоба в точке «А» и отпускают. На дне в центре желоба стоит еще один ящик массой $m_2=1$ кг (см. рисунок). Дно BC и скат CD покрыты льдом и являются гладкими поверхностями. Коэффициент трения между поверхностью AB и ящиками $\mu=1/3$. С какой скоростью (V_0) первый ящик ударится о второй? С какими скоростями (V_1 и, соответственно, V_2) будут двигаться ящики после их абсолютно упругого столкновения? На какую высоту от дна (h_2) поднимется второй ящик по склону CD ? Какой окажется скорость (V^*) ящиков после их второго столкновения, если оно будет абсолютно неупругим?



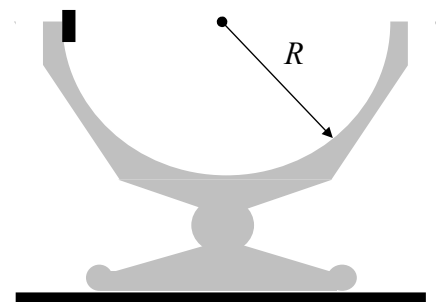
ЗАДАЧА № 3.

В центре большого гладкого стола стоит стеклянная чаша массой M . Ее внутренняя поверхность представляет собой гладкую полусферу радиусом R . К внутреннему краю чаши плашмя прижимают монету массой m (см. рисунок) и отпускают.

Определить следующие параметры в момент прохождения монетой нижней точки чаши:

- скорость монеты (v) и чаши (V) относительно стола;
- величину смещения чаши (Δx) относительно стола;
- силу давления (N) монеты на чашу.

Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $R=25$ см, $M=160$ г, $m=40$ г. Размерами монеты пренебречь.



ЗАДАЧА № 4.

Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол φ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. При какой максимальной величине этого угла (φ_{\max}) лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол, претерпит не более, чем N отражений?

ЗАДАЧА № 5.

В цилиндре под поршнем находится смесь воздуха и водяного пара при температуре $T=100^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_1 = 1$ атм. После изотермического сжатия смеси в 6 раз давление в цилиндре оказалось равным $P_2 = 5,8$ атм. Определить парциальные давления пара ($P_{\text{п}}$) и его плотность ($\rho_{\text{п}}$) в исходном состоянии. Считать, что воздух и водяной пар описываются уравнением Клапейрона-Менделеева.

ЗАДАЧА № 6.

Цикл тепловой машины на одноатомном газе имеет на PV -диаграмме вид треугольника с вершинами в точках $(P_1; V_1)$, $(5P_1; 5V_1)$ и $(P_1; 5V_1)$. Найти КПД (η) тепловой машины. Изобразить цикл на всех трех (PV , PT и VT) диаграммах.

ЗАДАЧА № 7.

В открытом с одного конца горизонтальном цилиндре имеется гладкий (скользит без трения) поршень. Он прикреплен к дну цилиндра пружиной. Когда по обе стороны поршня вакуум, то пружина не напряжена, и длина ее равна L_0 (см. рисунок). Если эту систему поместить в газовую атмосферу, то под поршнем останется вакуум, а внешнее давление на поршень будет сжимать пружину. При некотором значении атмосферного давления пружина сожмется до 0 и поршень коснется дна цилиндра. Если при этих условиях ввести 1 моль газа под поршень (т.е., в пространство между поршнем и дном), то от внутреннего давления пружина растянется, и длина ее станет равной $L_1 = L_0/5$. Какой будет длина пружины (L_v), если под поршень ввести не 1, а v молей газа? Дать ответ в общем виде (L_v) и конкретно для случая $v=9$ (L_9). Все процессы считать изотермическими, а длину цилиндра неограниченной.



ЗАДАЧА № 8.

Кипятильник сопротивлением $R_1 = 3 \Omega$ (символ Ω – классическое обозначение единицы «Ом»), включенный в некий источник тока, доводит воду в чайнике до кипения за время $T = 9$ минут. Другой кипятильник, сопротивлением $R_2 = 12 \Omega$, делает ту же работу с тем же источником за то же самое время. Чему равно внутреннее сопротивление источника r_0 ? Кипятильник с каким сопротивлением (R_x) нужно включить в этот источник, чтобы вскипятить воду за минимальное время? Чему это время (T_x) равно? Теплопотерями пренебречь.