

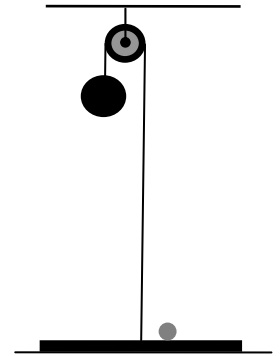


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2011-2012 учебный год

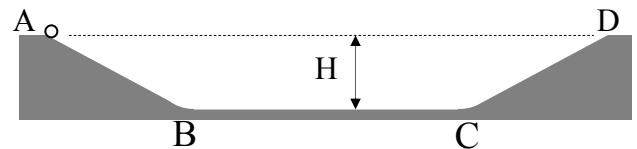
Вариант I (11 кл).

№1. На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1=1,5$ кг. На диске лежит маленький легкий шарик. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса привязан тяжелый шар массой $m_2=3,5$ кг (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения шар ударится о диск, если исходное расстояние между ними составляло $h=256$ см? На какую максимальную высоту над полом (h^*) подлетит маленький шарик?



№2. Бетонный желоб глубиной H имеет в сечении вид равнобедренной трапеции с отлогими (не очень крутыми) скатами AB и CD и широким дном $BC \gg H$ (см. рис). Между скатами и дном обеспечены плавные переходы. Скат CD покрыт льдом и является гладкой поверхностью. На остальных двух поверхностях коэффициент трения достаточно высок.

Тонкий обруч радиусом r ($r \ll H$) устанавливают на краю желоба в точке A и отпускают. На какую высоту от дна (h_1) поднимется обруч по склону CD ? На какую высоту (h_2) поднимется обруч по склону AB при обратном движении? Трением качения и сопротивлением воздуха пренебречь.



№3. На поверхности Луны телу сообщили скорость V_0 , которая на 0,5% превосходит лунную вторую космическую скорость V_{II} . Во сколько раз скорость тела вдали от Луны (V_∞) будет меньше V_{II} ?

№4. В цилиндре под свободным поршнем находится $V_0=2$ литра сухого воздуха при температуре $T_0=25^\circ\text{C}$ и давлении $P_0=2$ атмосферы. В этот объем впрыскивают $m=4$ г воды. Каким станет объем смеси при ее изобарном нагреве до температуры $T_1=100^\circ\text{C}$? Считать, что воздух и водяные пары описываются уравнением Клапейрона-Менделеева.

№5. Цикл тепловой машины на одноатомном газе имеет на PV -диаграмме вид трапеции с вершинами в точках $(P_1; V_1)$, $(6P_1; V_1)$, $(6P_1; 3V_1)$ и $(3P_1; 3V_1)$. Найти КПД (η) тепловой машины. Изобразить цикл на всех трех (PV , PT и VT) диаграммах.

№6. Один кипятильник, включенный в стандартную сеть, доводит воду в чайнике до кипения за время $T_1=7$ минут. Второй кипятильник делает то же самое за время $T_2=3$ минуты. Какое время ($T_{//}$) займет кипячение, если в чайник погрузить сразу оба кипятильника и включить их в сеть параллельно? Каков будет ответ ($T_{\text{—}}$) при последовательном включении кипятильников в сеть? Сопротивления кипятильников считать постоянными, теплотерями пренебречь.

№7. Две маленькие проводящие сферические бусинки массами m_1 и m_2 могут скользить без трения по горизонтальной непроводящей гладкой спице неограниченного размера. Бусинкам сообщили одноименные заряды q_1 и, соответственно, q_2 и развели на значительное расстояние друг от друга. Затем их одновременно отпустили, причем первой бусинке в этот момент импульсом сообщили скорость V_0 в направлении второй. Определить минимальное расстояние (l_{\min}), на которое сблизятся

бусинки в процессе своего движения? Найти предельные значения скоростей бусинок (V_1 и, соответственно, V_2) через большой промежуток времени после их максимального сближения.

№8. Из металлической проволоки сечением S изготовлена жесткая рамка в виде правильного треугольника со стороной a . Она лежит на столе в вертикальном внешнем магнитном поле индукции B , направленном вниз. По ней течет ток I (направленный против часовой стрелки, если смотреть на рамку снизу). Пренебрегая электромагнитным взаимодействием сторон рамки друг с другом, определить механическое напряжение, испытываемое каждой из сторон во внешнем магнитном поле. Каким оно будет: растягивающим или сжимающим?

№9. Оптическая схема собирающей линзы представлена на координатной плоскости XU . Главная оптическая ось совпадает с осью абсцисс, а ось ординат лежит в плоскости линзы. Главные фокусы находятся в точках $(-3; 0)$ и $(3; 0)$. Концы прямого отрезка имеют координаты $(-4; 1)$ и $(-2; 1)$. Построить изображение этого отрезка и привести его аналитическую формулу вида $y=f(x)$ с указанием области определения.

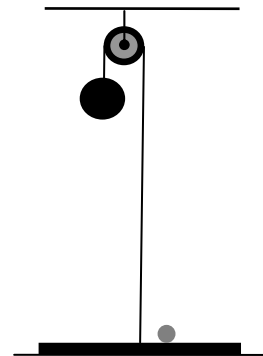


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2011-2012 учебный год

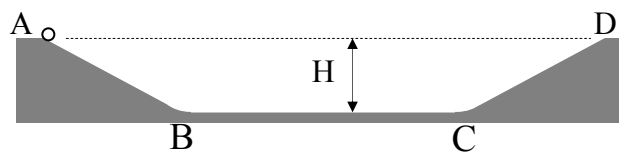
Вариант II (11 кл.).

№1. На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1=0,4$ кг. На диске лежит маленький легкий шарик. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса привязан тяжелый шар массой $m_2=0,6$ кг (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения шар ударится о диск, если исходное расстояние между ними составляло $h=288$ см? На какую максимальную высоту над полом (h^*) подлетит маленький шарик?



№2. Бетонный желоб глубиной H имеет в сечении вид равнобедренной трапеции с отлогими (не очень крутыми) скатами AB и CD и широким дном $BC \gg H$ (см. рис). Между скатами и дном обеспечены плавные переходы. Скат AB покрыт льдом и является гладкой поверхностью. На остальных двух поверхностях коэффициент трения достаточно высок.

Тонкий обруч радиусом r ($r \ll H$) устанавливают на краю желоба в точке A и отпускают. На какую высоту от дна (h_1) поднимется обруч по склону CD ? На какую высоту (h_2) поднимется обруч по склону AB при обратном движении? Трением качения и сопротивлением воздуха пренебречь.



№3. На поверхности Марса телу сообщили скорость V_0 , которая на 2% превосходит марсианскую вторую космическую скорость V_{II} . Во сколько раз скорость тела вдали от Марса (V_∞) будет меньше V_{II} ?

№4. В цилиндре под свободным поршнем находится $V_0=1,5$ литра сухого воздуха при температуре $T_0=7^\circ\text{C}$ и давлении $P_0=3$ атмосферы. В этот объем впрыскивают $m=3$ г воды. Каким станет объем смеси при ее изобарном нагреве до температуры $T_1=100^\circ\text{C}$? Считать, что воздух и водяные пары описываются уравнением Клапейрона-Менделеева.

№5. Цикл тепловой машины на одноатомном газе имеет на PV -диаграмме вид трапеции с вершинами в точках $(P_1; V_1)$, $(3P_1; 3V_1)$, $(3P_1; 5V_1)$ и $(P_1; 5V_1)$. Найти КПД (η) тепловой машины. Изобразить цикл на всех трех (PV , PT и VT) диаграммах.

№6. Один кипятильник, включенный в стандартную сеть, доводит воду в стакане до кипения за время $T_1=3$ минуты. Второй кипятильник делает то же самое за время $T_2=2$ минуты. Какое время ($T_{//}$) займет кипячение, если в стакан погрузить сразу оба кипятильника и включить их в сеть параллельно? Каков будет ответ ($T_{\text{—}}$) при последовательном включении кипятильников в сеть? Сопротивления кипятильников считать постоянными, теплопотерями пренебречь.

№7. Две маленькие проводящие сферические бусинки массами m_1 и m_2 могут скользить без трения по горизонтальной непроводящей гладкой спице неограниченного размера. Бусинкам сообщили одноименные заряды q_1 и q_2 , соответственно, и развели на значительное расстояние друг от друга. Затем их одновременно отпустили, причем второй бусинке в этот момент импульсом сообщили ско-

рость V_0 в направлении первой. Определить минимальное расстояние (l_{\min}), на которое сблизятся бусинки в процессе своего движения? Найти предельные значения скоростей бусинок (V_1 и, соответственно, V_2) через большой промежуток времени после их максимального сближения.

№8. Из металлической проволоки сечением S изготовлена жесткая рамка в виде правильного шестиугольника со стороной a . Она лежит на столе в вертикальном внешнем магнитном поле индукции B , направленном вверх. По ней течет ток I (направленный против часовой стрелки, если смотреть на рамку снизу). Пренебрегая электромагнитным взаимодействием сторон рамки друг с другом, определить механическое напряжение, испытываемое каждой из сторон во внешнем магнитном поле. Каким оно будет: растягивающим или сжимающим?

№9. Оптическая схема собирающей линзы представлена на координатной плоскости XU . Главная оптическая ось совпадает с осью абсцисс, а ось ординат лежит в плоскости линзы. Главные фокусы находятся в точках $(-4 ; 0)$ и $(4 ; 0)$. Концы прямого отрезка имеют координаты $(-6 ; 2)$ и $(-2 ; 2)$. Построить изображение этого отрезка и привести его аналитическую формулу вида $y = f(x)$ с указанием области определения.