

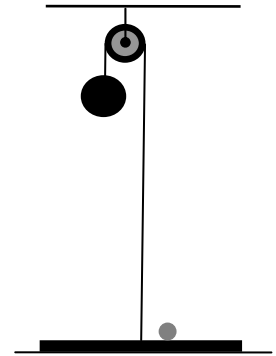


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

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

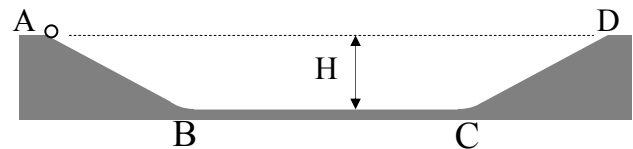
Вариант I (11 кл).

№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 ( $V_\infty$ ) 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 ( $\eta$ ) 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 ( $T_{II}$ ) займет кипячение, если в чайник погрузить сразу оба кипятильника и включить их в сеть параллельно? Каков будет ответ ( $T_{III}$ ) 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  $XOY$ . 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.

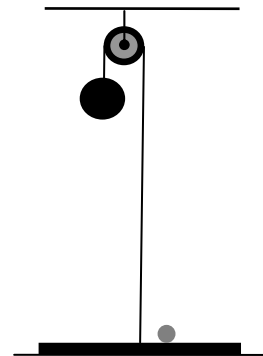


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

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

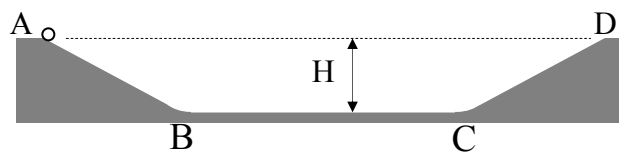
Вариант II (11 кл).

№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 ( $V_\infty$ ) 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 ( $\eta$ ) 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.