



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2010-2011 учебный год

Вариант V (11 кл).

ЗАДАЧА № 1.

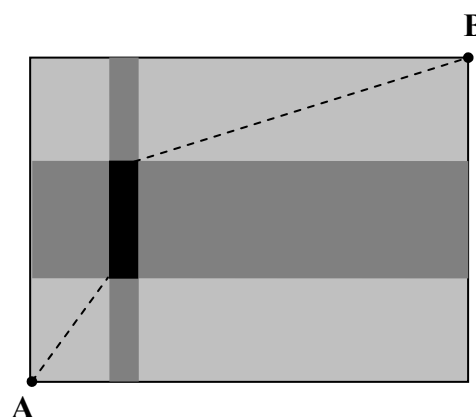
Маленький муравей находится на плоскости XOY в начале координат (точка «А» на рисунке). Ему нужно попасть в точку «В» с координатами ($X=160\text{см}$; $Y=120\text{см}$). Муравей может перемещаться по плоскости со скоростью $V = 1\text{см/с}$ везде, кроме (см. рисунок) зоны двух пересекающихся полос:

$$(30\text{см} < X < 40\text{см}) \text{ и } (40\text{см} < Y < 80\text{см}).$$

По этим полосам разлито вязкое масло. Скорость муравья на них (V^*) столь низка, что он инстинктивно переползает эти полосы всегда строго перпендикулярно их границам. Зона взаимного перекрытия полос (черный прямоугольник) для него вообще непреодолима.

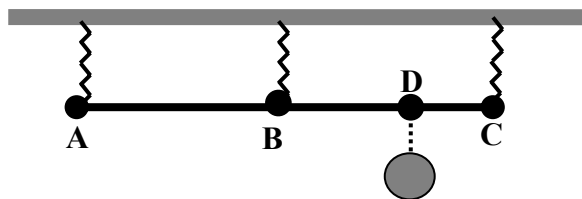
Муравей для достижения цели избрал самый простой и естественный путь (штриховая линия на рисунке): из точки «А» он по прямой достиг угла «запретной зоны», обогнул ее по периметру (безразлично – слева или справа) и далее направился по прямой к точке «В». На этот путь у него ушло время T_0 .

Указать муравью наибыстрейший для него путь из «А» в «В» и сообщить, какой выигрыш времени (по сравнению с T_0) дает ему этот путь.



ЗАДАЧА № 2.

Легкий жесткий стержень «АС» длиной L подвешен к потолку (см. рисунок) на трех одинаковых вертикальных пружинах, которые подсоединены к его концам (точки «А» и «С») и к центру (точка «В»). Т.о., изначально стержень находится в горизонтальном положении. Затем в некоторой точке «D» к нему подвешивают груз, в результате чего стержень отклоняется от горизонтали на малый угол. Определить расстояние (l_{CD}) между точками стержня «С» и «D», если точка «А» не изменила своего положения.

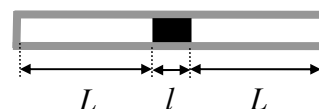


ЗАДАЧА № 3.

Гладкий шар со скоростью $V_0 = 2,6\text{м/с}$ налетает на *точно такой же* неподвижный шар. После их абсолютно упругого столкновения второй шар начинает движение под углом $\alpha = \text{arctg}(5/12)$ к первоначальному направлению первого шара. Определить скорости (V_1 и, соответственно, V_2) обоих шаров после столкновения.

ЗАДАЧА № 4.

Горизонтальная стеклянная трубка запаяна с обоих концов. В ее центре находится гладкий поршень в виде ртутного столбика длиной l . Части трубки, лежащие по



разные стороны от поршня, имеют в исходном состоянии одинаковую длину L (см. рисунок). В каждой из них находится атмосферный воздух под давлением P_0 . Температура в обеих частях трубки изначально также одинакова.

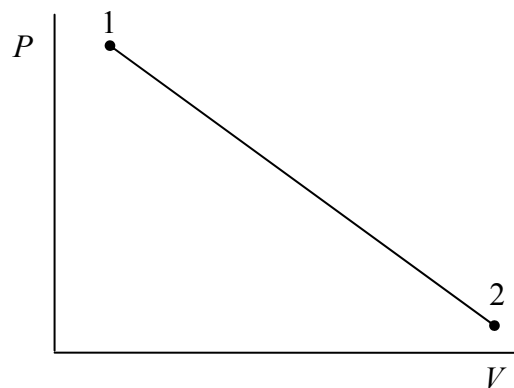
Трубку слегка толкнули, и ртутный поршень начал совершать колебания вдоль ее оси. Найти период этих колебаний, считая их амплитуду малой ($x_0 \ll L$), а газовые процессы адиабатическими.

ЗАДАЧА № 5.

Идеальный газ переводят из состояния $(P_1; V_1)$ в состояние $(P_2; V_2)$. Этот процесс на PV -диаграмме имеет вид отрезка прямой (см. рисунок) с соответствующими крайними точками «1» и «2». Известно, что в данном процессе всегда выполняется условие:

$$dA - dQ > 0,$$

где dA – совершенная газом работа, а dQ – полученное им тепло. Найти соотношение между начальными и конечными параметрами $(P_1; P_2; V_1; V_2)$, которое гарантирует выполнение этого условия.



ЗАДАЧА № 6.

На любом серийном конденсаторе обязательно указываются два номинальных параметра – его емкость C (в Фарадах) и максимально допустимое напряжение на нем U^* (в Вольтах). Например C (15мкФ ; 200В). Какое максимальное напряжение можно приложить к концам последовательной цепочки из 3-х конденсаторов с номиналами:

$$C_1 (20\text{мкФ ; } 200\text{В}), C_2 (5\text{мкФ ; } 600\text{В}) \text{ и } C_3 (30\text{мкФ ; } 150\text{В})?$$

ЗАДАЧА № 7.

Две катушки намотаны плотно (виток к витку) на две одинаковые длинные стеклянные трубки во всю их длину. Все различие состоит в диаметре провода, которым они намотаны (d_1 и d_2 , соответственно). Во сколько раз отличаются индуктивности этих катушек (L_1/L_2). Во сколько раз будут отличаться величины индукции магнитного поля внутри катушек (B_1/B_2), если по ним пропустить одинаковый ток?

ЗАДАЧА № 8.

Стеклянный цилиндр массой m и радиусом R плотно стянут по окружности одним витком провода и вертикально стоит в горизонтальном внешнем магнитном поле индукции B . Какой минимальный ток надо пропустить по проводу, чтобы цилиндр опрокинулся?

ЗАДАЧА № 9.

Из динамика, стоящего на подоконнике открытого окна, «льется» громкая музыка. Динамик находится на высоте $h_1 = 5,5$ м над уровнем асфальтового покрытия улицы. Через открытую форточку в доме напротив эта музыка попадает в комнату. Высота форточки над уровнем асфальта $h_2 = 12,5$ м. Ширина улицы $L = 24$ м.

Из всего спектра частот звуковых волн, излучаемых динамиком, некоторые частоты будут слышны в этой комнате особенно хорошо. Из них можно составить возрастающую последовательность (f_i), начиная с минимальной ($f_1 = f_{\min}$). Определить три первых члена этой частотной последовательности (f_1, f_2, f_3). Скорость звука в воздухе $C = 340$ м/с.