



ГОУ ВПО «Тулский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2010/11
по физике

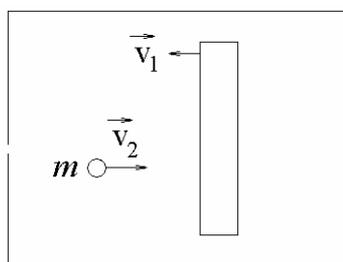


Заключительный этап

11 класс

1. В 2010 году в Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова поступил никому неизвестный Петя Ломоносов. Он очень гордился своей фамилией и с детства мечтал добиться великих достижений в физике, как и его знаменитый тёзка. Еще в 11 классе среди прочих трудов Петя познакомился с диссертацией М.В. Ломоносова «Размышление о причине теплоты и холода», где тот обосновал молекулярно-кинетическую теорию теплоты и ряд физических принципов, в частности, существование абсолютного нуля, т.е. температуры, при которой прекращается тепловое движение частиц материи.

Заинтересовавшись термодинамикой, Петя решил экспериментально изучить поведение идеального газа при его нагревании. В одной из лабораторий физического факультета он нашел цилиндрический сосуд с поршнем, в который был встроен небольшой электрический нагреватель. Затем он заполнил сосуд гелием под высоким давлением $P_1 = 4 \cdot 10^5$ Па и поместил его горизонтально под стеклянный колпак, из-под которого откачал воздух до глубокого вакуума, чтобы избежать передачи тепла окружающим телам. Первоначальное расстояние от дна сосуда до поршня было равно $Z = 30$ см, площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газа поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При равномерном движении поршня на него со стороны стенок сосуда действовала сила трения величиной $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?



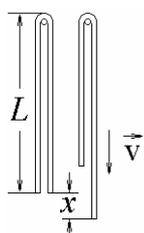
силы, движущие брусок?

2. По гладкому горизонтальному столу перемещают гладкий брусок в виде прямоугольного параллелепипеда с постоянной скоростью $v_1 = 2$ м/с так, что скорость \vec{v}_1 перпендикулярна одной из сторон бруска. Перпендикулярно бруску скользит маленькая шайба массы $m = 30$ г со скоростью $v_2 = 4$ м/с и абсолютно упруго отскакивает от бруска. Какую работу при этом совершили

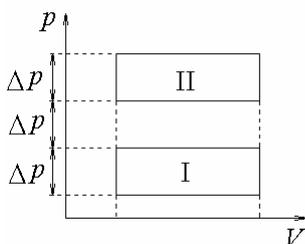
3. Легковая машина, имеющая массу вместе с пассажирами $m = 1500$ кг, двигалась прямолинейно по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч по сухому асфальту. Водитель решил продемонстрировать свои способности по

управлению машиной и на полном ходу включил заднюю передачу, заставив два задних колеса вращаться в другую сторону с большой угловой скоростью так, что резина на протекторах задних колес стала дымиться. Найти путь, который пройдет машина за время $t = 10$ с, если коэффициент трения скольжения резины по асфальту равен $\mu = 0,5$, а сила давления каждого колеса на асфальт одинакова.

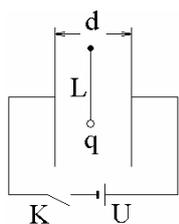
4. Небольшой шарик объемом $V = 10 \text{ см}^3$ и массой $m = 50 \text{ г}$ подвешен на невесомой и нерастяжимой нити и полностью погружен в сосуд с водой. Если к нити приложить силу $T = 1 \text{ Н}$, то шарик будет подниматься вверх с постоянной скоростью $v_1 = 1 \text{ м/с}$. Найти скорость погружения шарика, если нить оборвется. Учесть, что сила сопротивления воды пропорциональна скорости шарика. Плотность воды принять равной 1000 кг/м^3 , ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



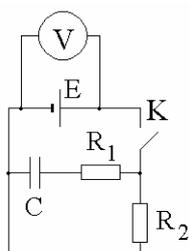
5. Однородный шнур повесили на гладкий гвоздь так, что слева и справа оказались части одинаковой длины $L = 2,5 \text{ м}$. Легким толчком шнур привели в движение. Найти модуль скорости шнура v в момент, когда нижний конец правой части опустится на $x = 10 \text{ см}$.



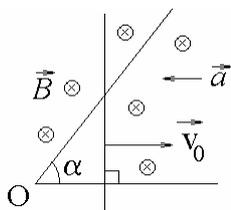
6. На рисунке изображены два цикла тепловой машины, в котором рабочим телом является идеальный одноатомный. Найти, чему равен η_1 к.п.д. цикла I, если он в два раза больше η_2 к.п.д. цикла II.



7. Между двумя вертикальными проводящими пластинами, расстояние между которыми равно $d = 2 \text{ см}$, поместили маленький заряженный шарик массы $m = 5 \text{ г}$ и зарядом $q = 2 \text{ мкКл}$, подвешенный на длинной невесомой нерастяжимой нити длины $L = 10 \text{ см}$. В момент времени $t = 0$ с помощью ключа K пластины были подключены к источнику постоянного напряжения $U = 100 \text{ В}$, что привело к движению шарика. Через какой промежуток времени шарик первый раз остановится? Считать размеры пластин намного превышающими длину нити, $g = 10 \text{ м/с}^2$

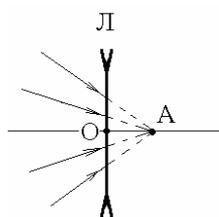


8. Батарейку с внутренним сопротивлением $r = 0,8 \text{ Ом}$ включили в цепь, содержащую конденсатор емкости $C = 2 \text{ мкФ}$ и резисторы сопротивлением $R_1 = 2 \text{ Ом}$ и $R_2 = 3 \text{ Ом}$. При разомкнутом ключе K идеальный вольтметр показывал напряжение $U_0 = 10 \text{ В}$. Сразу после замыкания ключа вольтметр показал напряжение U_1 , а когда завершились переходные процессы, связанные с зарядкой конденсатора, то на вольтметре установилось значение



напряжения U_2 . Найти разность между U_2 и U_1 ?

9. Длинный провод согнут под углом $\alpha=60^\circ$. Из того же провода создана длинная перемычка, которая расположена перпендикулярно одной из сторон угла и движется вдоль этой стороны, образуя замкнутый контур. Перпендикулярно плоскости контура включили постоянное магнитное поле с индукцией $B = 2$ Тл. В начальный момент $t=0$ перемычку, находящуюся в точке O изгиба провода, заставили двигаться равнозамедленно с начальной скоростью $v_0 = 4$ м/с и через $\tau = 1$ с она остановилась. Найти максимальное значение модуля ЭДС индукции в этой перемычке.



10. На идеальную рассеивающую линзу Λ падают лучи так, что их продолжения пересекаются за линзой в точке A на главной оптической оси на расстоянии $OA = 10$ см от центра линзы, а преломленные лучи пересекаются в некоторой точке D . Если линзу придвинуть на 1 см к точке A , то преломленные лучи пересекутся в некоторой точке D' . А если бы линзу отодвинули на 1 см от точки A , то лучи после преломления в линзе пошли бы параллельным пучком. Найти расстояние DD' .