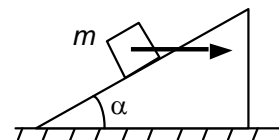


**Межрегиональная олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки»
по физике. Финальный тур – 2013 г.**

11 класс

1. (25 баллов) На клин с углом α при основании, находящийся на горизонтальном столе, положили груз массы m и приложили к нему постоянную горизонтальную силу (см. рисунок). Трение между грузом и клином, клином и столом отсутствует. Какой должна быть приложенная к грузу сила, чтобы ускорение груза оказалось направленным перпендикулярно наклонной грани клина (15 баллов)? Чему равно это ускорение, если масса клина мала по сравнению с массой груза m (10 баллов)? Ускорение свободного падения равно g .



Решение:

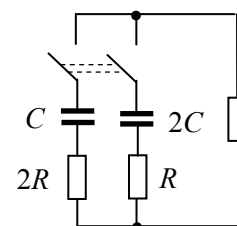
Записывая второй закон Ньютона в проекции на ось, параллельную наклонной грани клина, находим приложенную силу:

$$F = mgtg\alpha.$$

Если масса клина мала по сравнению с массой груза, то сила действия клина на груз будет пренебрежимо мала. Учитывая это и записывая второй закон Ньютона в проекции на ось, перпендикулярную наклонной грани клина, находим ускорение груза:

$$a = g/\cos\alpha.$$

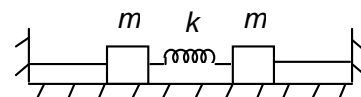
2. (30 баллов) В схеме, приведенной на рисунке, емкости конденсаторов и сопротивления двух резисторов заданы. Перед замыканием двойного ключа конденсатор C был заряжен до разности потенциалов U . До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор $2C$, если после замыкания ключа в третьем резисторе тепло не выделилось?



Решение:

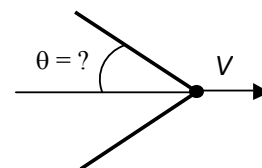
Конденсатор $2C$ был заряжен до разности потенциалов $U/2$, причем полярность зарядов на его пластинах **обратна** полярности зарядов на конденсаторе C (например, на верхней пластине у конденсатора C заряд положительный, а у конденсатора $2C$ - отрицательный). После замыкания ключа по резисторам R и $2R$ потекут равные по величине и противоположные по направлению убывающие во времени токи, напряжения на конденсаторах будут убывать согласованно (в каждый момент будут отличаться в два раза), ток через третий резистор все время будет равен нулю.

3. (30 баллов) Грузы массы m , лежащие на гладком горизонтальном столе, соединены пружиной жесткости k и прикреплены нитями к стенкам (см. рисунок). Сила натяжения каждой нити равна F . Одну из нитей пережигают. Через какое время после пережигания нити скорости грузов в первый раз (не считая начального момента) станут одинаковыми (15 баллов)? Чему будут равны эти скорости (15 баллов)?



Решение: После пережигания нити, например, левой, груз, который был с ней связан, за четверть периода колебаний $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ разгонится до скорости $\frac{F}{\sqrt{mk}}$. Начиная с этого момента правая нить перестанет быть натянутой, центр масс системы, расположенный посередине пружины, будет двигаться равномерно вправо со скоростью $\frac{F}{2\sqrt{mk}}$, а грузы будут совершать колебания относительно центра масс с периодом $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$. Через время $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{2k}}$ после пережигания нити грузы остановятся относительно центра масс, т.е. будут иметь одинаковую скорость $\frac{F}{2\sqrt{mk}}$ относительно стола.

4. (15 баллов) В 1958 году советские физики Черенков, Тамм и Франк были удостоены Нобелевской премии за открытие и объяснение явления, получившего название «эффект Черенкова». Эффект состоит в том, что равномерно движущаяся в среде заряженная частица излучает электромагнитные волны, если скорость частицы V превышает скорость волн c/n , где c – скорость света в вакууме, а n – показатель преломления среды. Излучение сосредоточено на движущемся конусе, вершина которого совпадает с частицей (см. рисунок). Получите формулу для угла раскрытия конуса θ .



Решение:

Заряженная частица возбуждает колебания электронов в атомах, которые расположены вблизи траектории частицы. Колеблющиеся электроны излучают сферические электромагнитные волны, распространяющиеся в среде со скоростью c/n . Огибающая сферических фронтов и есть поверхность конуса. Пусть за время t частица пролетает расстояние AC (см. рисунок), т.е. $AC = Vt$. За это же время волна из точки A доходит до точки B , т.е. $AB = ct/n$. Из прямоугольного треугольника ABC находим $\sin\theta = c/(Vn)$.

