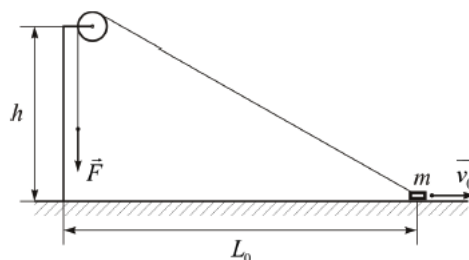


Олимпиада «Курчатов» по физике

11 класс, 2016 год

1. Маленький брусок массой m находится на гладкой горизонтальной поверхности на расстоянии L_0 от вертикального столба, на котором на высоте h на коротком держателе закреплён маленький невесомый блок с неподвижной горизонтальной осью. Лёгкая нерастяжимая длинная нить одним концом прикреплена к бруску, перекинута через блок и натянута с постоянной силой $F > mg$. Трения в оси блока нет. В начальный момент брусок скользит по поверхности и имеет скорость v_0 , направленную от столба. Какой будет скорость бруска в тот момент, когда брусок перестанет давить на поверхность?



$$\left(\frac{6m}{4a} - \frac{2}{a} + \frac{0}{2} \right) \frac{m}{4a} + \frac{0}{2} a = a$$

2. Один моль жидкой воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ находится в длинном горизонтальном цилиндре, закрытом поршнем. Эту воду можно перевести в пар при температуре $t_2 = 100^\circ\text{C}$ двумя путями. Первый путь: сначала этому количеству воды предоставляют при 0°C такой объём, что вся вода переходит в пар, то есть проводят изотермическое расширение, а затем проводят изохорный процесс, при котором водяной пар нагревают до 100°C . Второй путь: сначала проводят изохорное нагревание воды до 100°C , а затем изотермически увеличивают объём до тех пор, пока вся вода не превратится в пар. Найдите количества теплоты, которые нужно подвести к воде в первом и во втором случае.

При решении задачи можно считать, что молярная теплота испарения воды при атмосферном давлении равна $L = 40,7$ кДж/моль и не зависит от температуры. Молярная теплоёмкость жидкой воды $C = 75,7$ Дж/(моль · К). Давление насыщенного пара воды при 0°C равно $p_1 = 0,6$ кПа, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

$$Q_1 = 47,4 \text{ кДж}; Q_2 = 48,3 \text{ кДж}$$

3. Полностью заполненная водой ванна с вертикальными боковыми стенками освобождается от воды через открытое сливное отверстие в её горизонтальном дне за время τ . Отверстие расположено в середине дна, и его площадь во много раз меньше площади поперечного сечения ванны. При открытом сливном отверстии вода свободно (без труб) выливается на пол. Если в ванну сначала насыпать до краёв мелкую гальку, а затем заполнить ванну водой, то в этом случае ванна опорожняется за время $\tau/2$. При этом камешки гальки не закрывают сливного отверстия! Через какое время опорожнится ванна, если 75% гальки убрать (то есть оставшиеся камешки будут находиться в нижней четверти ванны) и снова заполнить её водой до краёв? Вязкостью воды можно пренебречь. При решении задачи считайте, что камешки гальки уменьшают площадь поперечного сечения ванны, доступную для воды.

$$\frac{4}{3}\tau$$

4. Плоский воздушный конденсатор обладает одинаковыми круглыми обкладками, радиус которых равен R . По обкладкам распределены заряды $+Q$ и $-Q$, а расстояние между обкладками равно d ($d \ll R$). На оси симметрии конденсатора между пластинами на расстоянии x от обкладки с зарядом $+Q$ находится частица с зарядом q ($|q| \ll |Q|$). Найдите потенциальную энергию взаимодействия этой частицы с конденсатором, считая, что потенциальная энергия равна нулю тогда, когда частица находится на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

$$\left(x - \frac{c}{p}\right) \frac{\varepsilon_0 q Q}{4\pi R^2} = \mathcal{M}$$

5. В фантастическом фильме описали геофизический эксперимент. Вдоль экватора проложили толстый проводник и по нему пропустили такой ток, что магнитное поле вблизи полюсов Земли стало равным нулю. Найдите силу этого тока. Индукция магнитного поля Земли над полюсами равна $B = 6 \cdot 10^{-5}$ Тл. Радиус Земли $R = 6370$ км. Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

$$I = 4\sqrt{2} \frac{BR}{\mu_0} \approx 1,7 \cdot 10^9 \text{ A}$$