

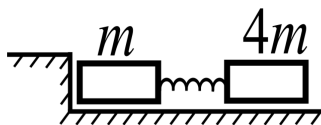
Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2023/24 год, онлайн-этап, попытка 2

1. На шероховатой горизонтальной поверхности находится цепочка из 8 одинаковых брусков, связанных легкими нитями. Бруски последовательно пронумерованы. На брусок номер 1 действуют с горизонтальной силой F , направленной вдоль цепочки. В результате цепочка движется и все нити натянуты. Найти отношение силы F к силе натяжения нити между 2 и 3 брусками. Коэффициенты трения скольжения всех брусков по горизонтальной поверхности одинаковы. Ответ приведите с точностью до сотых.

$$\text{ЭС: } \Gamma = \frac{7-8}{8} = \frac{7}{8}$$

2. На гладком горизонтальном столе находятся бруски массами m и $4m$ (см. рис.). К брускам прикреплена легкая упругая пружина. Брусок массой $4m$ удерживают, пружина сжата. Удерживаемый брусок отпускают, система приходит в движение. В момент отрыва бруска массой m от упора скорость бруска массой $4m$ равна 3 м/с. Найти скорость бруска массой $4m$ в те моменты времени, когда расстояние между брусками максимальное. Бруски движутся поступательно и прямолинейно. Ответ приведите в метрах в секунду [м/с], округлив до десятых.



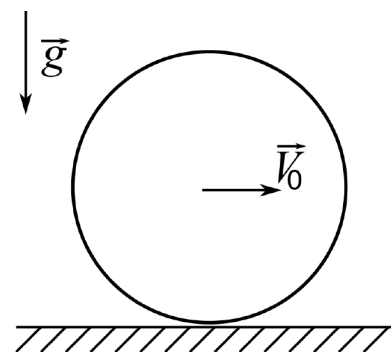
$$\text{ЭС: } \Gamma = 0,4 \sqrt{\frac{5}{3}} = 0,4$$

3. Из жесткой однородной проволоки длины 0,2 м изготовлен обруч.

В первом опыте обруч кладут на шероховатую горизонтальную поверхность и ударом приводят в поступательное движение с некоторой горизонтальной скоростью. В процессе движения от старта до остановки перемещение каждой точки обруча равно 0,8 м.

Во втором опыте (см. рис.) обруч устанавливают в вертикальной плоскости и ударом приводят в поступательное движение: в начальный момент все точки обруча движутся с той же горизонтальной скоростью, что и в первом опыте. Известно, что в процессе скольжения угловое ускорение постоянно и равно $\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{a}{R}$, здесь a — модуль ускорения центра масс обруча.

Какое число оборотов в системе центра масс совершит обруч к тому моменту времени, когда движение обруча перейдет в качение без проскальзывания? Ответ приведите с точностью до целых. Коэффициент трения скольжения обруча по горизонтальной поверхности одинаков во всех точках этой поверхности.



$$\Gamma = \frac{7\pi}{5} = N$$

4. Скоростной поезд равномерно движется по горизонтальному пути. К потолку вагона прикреплена нить длиной 0,7 м, на которой подвешен шарик. При экстренном торможении возникают малые колебания шарика, максимальное отклонение нити маятника от вертикали 0,3 рад. За какое время маятник первый раз отклонится от вертикали на угол 0,3 рад?

Поезд движется по прямой. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 . Считайте, что при любых наблюдаемых углах α отклонения нити от вертикали справедливо приближенное равенство $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$. Ответ приведите в [с]. В ответе укажите две старшие значащие цифры.

$$\tau_{\text{с}} = \frac{\left(\frac{v}{v_0} + 1\right) \ell}{g} \quad \text{и} \quad v = \frac{g}{L} = \dots$$

5. Прямой цикл с одноатомным идеальным газом состоит из двух изобар и двух адиабат. Работа газа при изобарическом расширении 800 Дж, а работа газа за цикл 200 Дж. Найти КПД цикла. Ответ приведите в виде целого числа в процентах.

$$\eta_{\text{КПД}} = \frac{A_{\text{изоб}}}{A_{\text{изоб}}} = \frac{A_{\text{изоб}}}{V} = \dots$$

6. В процессе нагревания газообразного гелия в количестве 1 моль молярная теплоемкость газа растет с абсолютной температурой по закону $C = R \frac{T}{T_0}$, здесь $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ — универсальная газовая постоянная, T_0 — начальная температура газа, численно равная 320 К. Найдите работу газа к тому моменту, когда объем газа станет минимальным. Ответ приведите в [Дж] и округлите до целых.

$$A_{\text{газ}} = \frac{8}{5} R T_0 = \dots$$

7. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к батарее с постоянной ЭДС. В один конденсатор вводят пластину из твердого диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,2$. Толщина пластины равна расстоянию между обкладками. Диэлектрик заполняет объем конденсатора. Толщина зазора между диэлектрической пластиной и обкладками конденсатора исчезающе мала. Во сколько раз увеличилась сила притяжения обкладок в этом конденсаторе после введения пластины? Ответ округлите до десятых. До подключения к батарее заряды на конденсаторах нулевые.

$$F_{\text{прит}} = \frac{\epsilon(\frac{\epsilon}{\epsilon} + 1)}{4} = \frac{1,2}{\epsilon} = \dots$$

8. Из куска тонкой проволоки сделано кольцо. При включении однородного магнитного поля, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца, по кольцу прошел заряд 14 мкКл. Найдите модуль заряда, который пройдет по кольцу, если при включенном магнитном поле кольцо деформировать в квадрат, расположенный в той же плоскости. Самоиндукцией контура следует пренебречь. Ответ приведите в [мкКл] и округлите до целых.

$$Q_{\text{мкКл}} = \frac{1}{2} \left| 1 - \frac{1}{2} \right| = \dots$$

9. Планета «Фантазия» — однородный шар. У планеты «Фантазия» есть магнитное поле, сходное с земным. Вблизи магнитных полюсов планеты линии индукции направлены по вертикали, индукция B однородная. Для определения величины B в этой области ученик бросает заряженный шарик с начальной скоростью 10 м/с под углом $\frac{\pi}{6}$ рад к горизонту. Через некоторое время шарик возвращается в точку старта. За время полета проекция шарика на горизонтальную плоскость совершила 2 оборота. Найдите величину B индукции магнитного поля. Отношение заряда шарика к его массе 10^6 Кл/кг . Ускорение свободного падения у поверхности планеты 8 м/с^2 . Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой. Ответ приведите в $[\text{мкТл}]$. В ответе укажите две старшие значащие цифры. Направление линий индукции магнитного поля выберите самостоятельно и укажите на рисунке в решении задачи.

$$B = \frac{m \pi^2 v_0 \sin \alpha}{6} = 10 \text{ мкТл}$$

10. Сфера однородно заряжена по поверхности. Площадь поверхности сферы 2 см^2 . Мысленно рассечем заряженную сферу на две части плоскостью, проходящей на расстоянии $0,2 \text{ см}$ от центра сферы. На каком расстоянии от центра сферы лежит точка, в которой обе части однородно заряженной сферы создают одинаковые по модулю векторы напряженности электрического поля? Ответ приведите в сантиметрах $[\text{см}]$ и округлите до десятых.

$$r = \frac{R^2}{2} = 0,8 \text{ см}$$