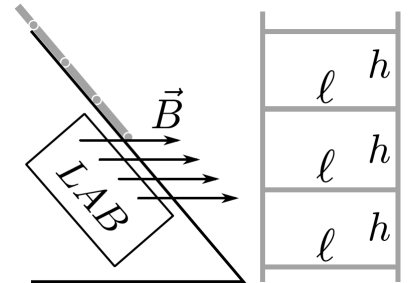


Открытая олимпиада по физике

11 класс, 2023 год

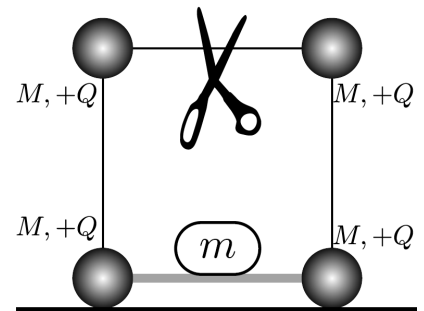
1. Петр решил покататься с горки на очень-очень длинной пластине, в которую для жесткости была вмонтирована стальная решетка (см. рис.). Ширина решетки ℓ , расстояние между каждой парой ребер — h , а ребер в решетке очень много. Диаметр проволоки, из которой сделана решетка равен d . Петя выбрал несанкционированное место для катания: под склоном находилась секретная лаборатория, создававшая в достаточно широкой области сильное горизонтальное магнитное поле с индукцией B . Попробовав скатиться с горки он обнаружил, что на каком-то участке замедляется и начинает скользить с постоянной скоростью.



Чему равна эта скорость? Удельное сопротивление стали ρ считать известным. Масса Пети вместе с решеткой равна M . Считать, что все упомянутые длины в системе удовлетворяют условию, того что Петр начал скатываться с постоянной скоростью.

$$\left(\left(1 - \frac{q}{2\ell} + \sqrt{1 - \frac{q}{2\ell}} \right)^{\frac{z(z/\rho)\mu}{qd}} + \dots \right)^{\frac{\alpha \sin z \ell z \theta}{2 M \ell z}} = a$$

2. Коля решил сделать катапульту из четырех одинаковых заряженных шариков. Масса каждого шарика равна M , а заряд Q . Они все между собой связаны нитями, кроме двух нижних, которые соединены жесткой перекладиной очень малой массы. Нити и перекладина имеют одинаковую длину ℓ . Вся конструкция находится в вертикальной плоскости. Положив на перекладину груз, чья масса равна $m \ll M$, Коля разрезал нить между двумя верхними зарядами.



На какую максимальную высоту подлетит груз m ? Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения равно g . Действием силы тяжести до момента отрыва груза от перекладины можно пренебречь.

$$\left(\frac{g}{1} - z \sqrt{\dots} \right)^{\frac{g M \ell}{2} + \frac{z}{\ell}} = h_{\max}$$

3. Панда по кличке Цзя Паньпань очень любит взбираться на вершины бамбуковых стволов. Поднявшись на один из таких стволов, Панда решила немного покачаться вперед и назад, ведь упругость бамбука это позволяет. Какое количество качаний за одну секунду она будет совершать? Более того, напишите условие на массу Панды при котором качания вообще возможны.



Длина бамбукового ствола ℓ , а возвращающая сила зависит от радиуса кривизны его изгиба следующим образом: $F(R) = \alpha/R$, где α — известная константа. Трением в системе пренебречь. Отклонения считать малыми, масса ствола пренебрежимо мала по сравнению с массой панды, которая равна m .

$$g m z < \alpha z \sqrt{\frac{2z}{\ell}} - \frac{z^2 m}{2\alpha} \sqrt{\frac{z}{1}} = a$$

4. Дима решил заняться транспортной торговлей — продавать картошку на развес в поездах. Как-то раз один из покупателей решил, что Дима его обсчитал, сказав, что в пакете m кг картошки. Оказывается, что в момент взвешивания картошки при помощи безмена поезд проходил через середину дугообразного участка железной дороги.

Какова настоящая масса картошки, если в момент захода в плавный поворот поезд имел скорость v_1 , а в конце поворота по причине равномерного торможения его скорость была уже v_2 ? Путь, который прошел поезд за поворот, равен S . Поезд в результате поворота изменил свое направление на угол α .

$$\frac{v_1 \left(\frac{v_2}{v_1} + \frac{1}{\cos \alpha} \right) + v_2 \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{v_2}{v_1} \right) + S \sin \alpha}{S \sin \alpha} = m$$

5. В жаркий летний день Коля захотел сделать машину по производству кубиков льда. Из артезианской скважины к нему поступает вода практически нулевой температуры ($t_1 = 0^\circ\text{C}$). Известно, что температура, которая стоит на улице равна $t_2^\circ\text{C}$. Из подручных материалов у него нашелся старенький мотор от мопеда, мощность которого P кВт. Какое максимальное количество кубиков он может произвести за время τ , если длина ребра каждого кубика ℓ см? Удельная теплота плавления льда λ .

$$\frac{t_2 - t_1}{c \cdot \rho \cdot \ell^3} \cdot \frac{P \tau}{\lambda} = N$$