

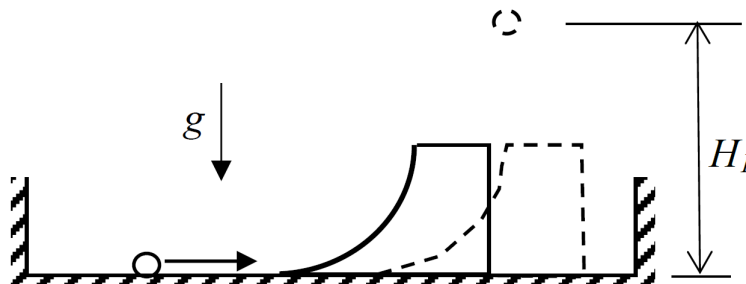
Всесибирская олимпиада по физике

11 класс, 2019 год

1. Три маленьких заряженных шарика с зарядами q , q и $2q$ с одинаковыми массами m последовательно нанизали на горизонтальную спицу из непроводящего материала и расположили с одинаковыми расстояниями между соседними шариками. В начальный момент первому шарiku (с зарядом q) придают такое переменное ускорение, что если остальные шарики отпустить, то они будут двигаться так, что расстояния между соседними шариками будут оставаться одинаковыми. Определите ускорение первого шарика и его направление в момент времени, когда расстояния между соседними шариками равно l . Спица неподвижна. Трение отсутствует.

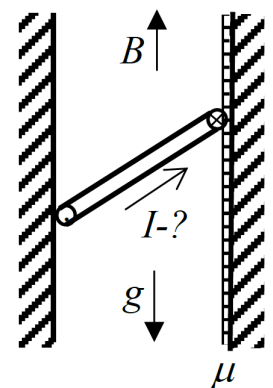
$$\text{Сила взаимодействия шариков } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ и ускорение } a = \frac{F}{m} \text{ направлены в противоположные стороны.}$$

2. Внутри горизонтально расположенного массивного ящика поместили маленький шарик и трамплин. Левая поверхность трамплина начинается горизонтально, а заканчивается вертикально. Шарик с некоторой скоростью толкнули навстречу неподвижному трамплину, в результате чего, двигаясь по левой стороне трамплина, он поднялся на максимальную высоту H_1 . После приземления шарика трамплин и шарик имели противоположные скорости. Это привело их к упругому столкновению с вертикальными стенками ящика и к последующему сближению. На какую высоту H_2 шарик поднимется во второй раз? Трения нет.



$$\text{Шарик поднимется на прежнюю высоту, } H_2 = H_1$$

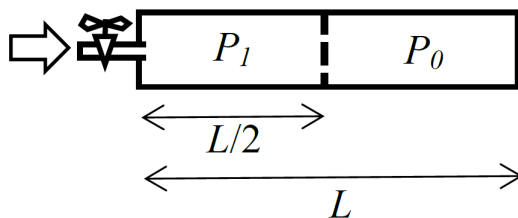
3. В промежутке между двумя параллельными вертикальными стенками создано вертикальное магнитное поле с индукцией B . В промежутке между стенками шириной L вставлена прямоугольная рамка размера $a \times b$ и массы m (на рисунке вид сбоку). Стороны рамки длины b касаются стенок по всей своей длине и горизонтальны, и $a > L$. Рамка удерживается благодаря тому, что в ней создается ток. Определите минимальную величину этого тока, если трение между рамкой и левой стенкой отсутствует, а коэффициент трения между рамкой и правой стенкой равен μ . Ускорение свободного падения g .



$$I_{\min} = \frac{mg}{bB} \left(\frac{a-L}{L} + \frac{1}{\mu} \right)$$

4. Из 4 одинаковых батареек одна полностью разряжена, а остальные три полностью заряжены. Как при помощи двух измерений, произведенных идеальным вольтметром, определить разряженную батарейку? Считать, что внутреннее сопротивление батарейки при разряде не меняется.

5. Закрытый цилиндрический сосуд длины L перегороден легким подвижным поршнем. Первоначально поршень находился в крайнем левом положении, а объем справа от него был заполнен воздухом. В объем слева от поршня через тонкую трубку с вентиляем подали гелий, в результате чего поршень переместился и остановился посередине цилиндра. После этого вентиль закрыли. В этот момент давление воздуха справа от поршня было P_0 , а давление гелия слева от поршня — P_1 . Медленная диффузия гелия через поршень привела к тому, что поршень через большой промежуток времени начал менять свое положение. На каком расстоянии от левого конца цилиндра остановится поршень? Температура постоянная.



$$0 = x \cdot P_1 \leq z/0_P \text{ или } ; \frac{(P_1 - P_0)z}{2} L = x z/0_P < 3P_0/2 < P_1 \text{ при } x = 0$$