

Условие

4. На гладкой горизонтальной плоскости на расстоянии $a = 1,5$ м друг от друга находятся неподвижные одинаковые проводящие абсолютно упругие шарики, несущие заряды $q_1 = 8,5$ нКл и $q_2 = -2,5$ нКл соответственно. Масса каждого шарика $m = 0,10$ кг, диаметр $D = 2,5$ см. Шарики отпускают без начальной скорости. Чему будут равны скорости шариков в момент, когда расстояние между ними снова будет a ?

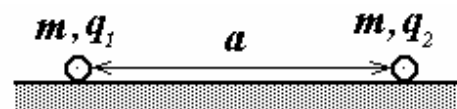
будет a ?



Решение

4. Так как заряды шариков противоположны, то шарики начнут сближаться, в момент удара произойдет их перезарядка, после чего шарики начнут разъезжаться.

Скорости шариков v_1 в момент столкновения найдем из закона сохранения энергии



$$2\frac{mv_1^2}{2} = \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0a} - \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0D}, \quad (1)$$

здесь $\frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon r}$ — энергия взаимодействия шариков, находящихся на расстоянии r . Учитывая закон сохранения электрического заряда и равенство зарядов шариков после столкновения, получим величину этого заряда

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}. \quad (2)$$

Так как удар шариков абсолютно упругий, то величины скоростей шариков сразу после столкновения останутся прежними (естественно, изменятся направления скоростей).

Запишем опять закон сохранения энергии для движения шариков после столкновения

$$2\frac{mv_1^2}{2} + \left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0D} = 2\frac{mv_2^2}{2} + \left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0a} \quad (3)$$

Где v_2 скорости шариков находящихся на расстоянии a . Из выражений (1) и (3) можно найти эту скорость.

$$v_2 = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0Dm} \left(\left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)^2 - q_1q_2 \right)} \approx 1,0 \frac{\text{см}}{c}.$$

При выводе последней формулы мы пренебрегли энергией взаимодействия шариков, находящихся на расстоянии a , так как $a \gg D$.

Заметим, что кинетическая энергия шариков появилась благодаря уменьшению полной энергии электростатического поля.