

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ОПЫТА ПО МАГНИТНОМУ УСКОРЕНИЮ ШАРОВ

Студенты гр. 103718 Арутюнян С.В., гр. 103618 Глушак Д.А.,
кандидат физ.-мат. наук Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

В демонстрационном опыте, иллюстрирующем особенное поведение шариков при присутствии мощного постоянного магнита, система состоит из магнита, шариков, стоящих вместе на горизонтальной гладкой поверхности. Один шарик мы толкаем со скоростью V_1 , и он ударяется о систему со стороны магнита. После удара шарик, стоящий



последним на конце системы вылетает со скоростью V_2 . Невооружённым глазом видно, что скорость $V_2 > V_1$. Необычность явления состоит в том, что скорости шариков, казалось бы, должны быть равными друг другу ($V_2 \leq V_1$) как при ударе без магнита, а наблюдается $V_2 > V_1$, следовательно, вроде бы не выполняется

закон сохранения импульса. Схема опыта представлена на рисунке. Следует теоретически объяснить такое поведение с точки зрения законов физики. Главной причиной является то, что первый шарик, приближаясь к магниту, намагничивается, притягивается к магниту и разгоняется на очень малом расстоянии. Скорость шара после удара о систему шаров может быть

$$\frac{m_2 V_2}{2} = \frac{m_1 V_1}{2} + A_m - A_{mp} - A_{нд}$$

вычислена из закона сохранения энергии: $\frac{m_2 V_2}{2} = \frac{m_1 V_1}{2} + A_m - A_{mp} - A_{нд}$, где A_m – работа сил магнитного поля, A_{mp} – работа сил трения, $A_{нд}$ – потери энергии на неупругую деформацию. Работа сил магнитного поля зависит от

силы притяжения F шарика к магниту: $A_m = \int F dr$. Сила притяжения F определяется результирующим магнитным моментом шарика и градиентом магнитного поля. Для парамагнетиков и магнитомягких ферромагнетиков выражение для вычисления силы F может быть записано в виде:

$$F = \int_V \chi \frac{B}{\mu_0(1 + \chi)} \frac{\partial B}{\partial r} dV$$

, где интегрирование необходимо провести по всему объёму шарика, χ – магнитная восприимчивость, B – магнитная индукция. Возникает необходимость предварительного расчета магнитного поля вокруг постоянного магнита.

Литература

<http://dangerouslyfun.com>.