

Задания II этапа республиканской олимпиады
по физике 2015/2016 учебный год

10 класс

№10-1. С поверхности земли подброшен вертикально вверх небольшой пластилиновый шарик с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с. В тот момент, когда он достиг верхней точки, снизу, с того же места подброшен точно такой же шарик с такой же начальной скоростью. При столкновении шарики слипаются и движутся далее как одно целое. Определите промежуток времени, в течение которого первый шарик находился в полёте от момента броска до момента соприкосновения с поверхностью земли. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

Решение задачи 10-1.

Выберем систему отсчета с началом на поверхности земли и координатной осью ОУ, направленной вертикально вверх. Уравнения движения шариков имеют вид:

$$y_1(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2},$$
$$y_2(t) = v_0(t - t_0) - \frac{g(t-t_0)^2}{2},$$

где $t_0 = v_0/g$ - время подъема первого шарика до верхней точки. В момент встречи $y_1(t_B) = y_2(t_B)$. Из этого находим, что время до встречи шариков $t_B = 3v_0/(2g)$, а высота столкновения $h = 3(v_0)^2/(8g)$,

Непосредственно перед столкновением скорости каждого из шариков по модулю равны $v = v_0/2$, но направлены в противоположные стороны. По закону сохранения импульса сразу после столкновения скорость слипшихся шариков равна нулю. Время их свободного падения на землю с высоты h равно

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{v_0}{2g} \sqrt{3}$$

Общее время полёта первого шарика (т.е. искомый промежуток времени)

$$t = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{2g} (3 + \sqrt{3}) \approx 1.2c$$

Критерии проверки задачи

Задача №10-1		
1	Записан закон движения первого шарика	1
2	Записан закон движения второго шарика	1
3	Записано условие встречи двух шаров	1
4	Найдено время и высота столкновения	1+1
5	Найдена скорость шаров в момент столкновения	1+1
6	Использован ЗСИ	1
7	Найдено время падения	1
8	Найдено искомое время движения	1
Всего		10