

**Всероссийская олимпиада школьников по физике,
2017-2018 учебный год
Школьный этап
11 класс**

1. Со склона горы брошен камень под таким углом к поверхности, что дальность полета оказалась максимальной. Время полёта камня составило $4c$. На каком расстоянии от места броска упадёт камень. Сопротивлением воздуха пренебречь.

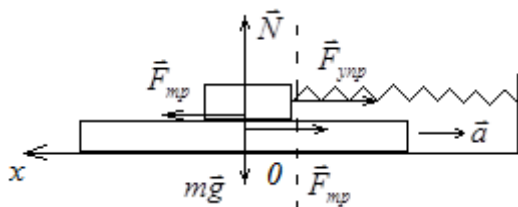
Решение:

Так как дальность полета камня оказалась максимальной, то «треугольник перемещений» является равнобедренным (требуется доказательство).

$$S = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow S = 80m.$$

2. Доска массы $M = 500$ г находится на гладкой горизонтальной поверхности. На доске лежит груз массы $m = 100$ г, прикрепленный к неподвижной стене легкой пружиной жесткости $k = 15$ Н/м. Ось пружины горизонтальна, коэффициент трения между доской и грузом равен $\mu = 0,4$. Найти максимальную амплитуду гармонических колебаний груза на пружине. Ускорение свободного падения считать равным $g \approx 10$ м/с².

Решение:



Так как колебания гармонические, то

$$(M + m)a = -kx$$

Значит, уравнение гармонических колебаний

$$x'' + \frac{k}{M + m}x = 0, \omega = \sqrt{\frac{k}{M + m}}, a_{\max} = \omega^2 x_m = \frac{kx_{\max}}{M + m}$$

Груз не скользит, значит

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N, Ma \leq \mu mg, M \frac{kx}{M + m} \leq \mu mg, x \leq \frac{\mu mg(M + m)}{kM}, x_{\max} = 32 \text{ мм}.$$

3. Нагревая одноатомный идеальный газ на 16°C , поддерживая постоянное давление, оказалось, что тепла потребовалось больше, чем при постоянном объеме на 1662 Дж.

Определите количество газа, исследуемого в процессах. Каково приращение внутренней энергии газа?

Решение:

$$Q_p = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T, \quad Q_V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T, \quad Q_p - Q_V = \nu R \Delta T, \Rightarrow \nu = 12,5 \text{ моль}.$$

Приращение внутренней энергии одноатомного газа равно $(3/2)\nu R \Delta T$, т.е. 2493 Дж.

4. Какую наибольшую мощность P_{\max} может дать батарея во внешней цепи, если ЭДС батареи $\xi = 12 \text{ В}$, а сила тока короткого замыкания $I_0 = 5 \text{ А}$?

Решение:

$$P = I^2 R, \quad I = \frac{\xi}{R + r} \Rightarrow P = \frac{\xi^2 R}{(R + r)^2}.$$

$$P = P_{\max}, \text{ если } \frac{dP}{dR} = 0.$$

Откуда следует, $R = r$.

Внутреннее сопротивление источника найдем, зная ток короткого замыкания

$$r = \frac{\xi}{I_0} = 2,4 \text{ Ом}.$$

$$P_{\max} = 15 \text{ Вт}.$$