

Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных учреждений (2015 г.).
Физика. 10 класс

Задача 1 (3 балла). Уравнение движения тела, брошенного вертикально вверх –

$$v_y = v_0 - gt$$

Здесь v_y - проекция скорости на вертикальную ось oy , v_0 – проекция начальной скорости, g - ускорение свободного падения, t - время. Из этой формулы, подставляя $v_y = -20/c$, находим, что время равно 5 с.

Задача 2 (3 балла). Ускорение ракеты при старте $a = \frac{(F-Mg)}{M}$. Пусть N – искомая сила. Тогда из второго закона Ньютона для второй и третьей ступеней вместе имеем:

$$(M - m)a = N - (M - m)g,$$

И получаем: $N = F \frac{M-m}{M}$.

Задача 3 (3 балла). В пустом стакане за время взаимодействия пули со стенкой, которое из-за большой скорости пули мало, возмущение успевает распространиться по стеклу на небольшое расстояние. Поэтому получается маленькое отверстие, при этом выходное отверстие в противоположной стенке оказывается больше, так как скорость пули на выходе меньше.

В заполненном водой стакане в месте входа пули возникает область высокого давления, которая (жидкость сжимается очень плохо) распространяется со скоростью звука во все стороны и, достигая стенок, разрушает их.

Задача 4 (3 балла). Для того, чтобы сдвинуть сани и самому не проскальзывать, человек должен приложить силу F под углом к горизонту, горизонтальная составляющая которой должна быть больше силы трения скольжения между санями и поверхностью льда, но меньше силы трения человека о поверхность льда. Сила трения скольжения равна произведению коэффициента трения μ на силу нормального давления

$$F_x > \mu(Mg - F_y),$$

$$F_x < \mu(mg + F_y).$$

Для минимальной силы можно в этих уравнениях поставить знак равенства. Учитывая, что $F^2 = F_x^2 + F_y^2$, находим:

$$F = \frac{g}{2} \sqrt{(M - m)^2 + [\mu(M + m)]^2} .$$

Задача 5 (3 балла). Запишем закон сохранения импульса в проекциях на горизонтальную ось.

$$Mv = (M + m) u,$$

где v и u – скорости тележки до падения кома и после. Из закона сохранения энергии для выделившегося тепла Q имеем:

$$mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + Q,$$

где h высота, с которой упал ком.

Из этих уравнений получаем:

$$Q = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{v^2 M^2}{2(m+M)}$$