

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

Вариант 1

**Задача 1 (3 балла).** Камень брошен вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Через какое время скорость камня будет равна 20 м/с и направлена вертикально вниз.

**Задача 2 (3 балла).** Трехступенчатая баллистическая ракета начинает подниматься вверх. Сила тяги двигателей первой (нижней) ступени  $F = 890000$  кН. Масса первой ступени  $m = 28$  тонн. Масса всей ракеты на старте  $M = 47$  тонн. С какой силой первая ступень действует на вторую?

**Задача 3 (3 балла).** Пуля пробивает в пустом тонкостенном стеклянном стакане два небольших отверстия, но если стакан наполнен водой, он разбивается вдребезги. Почему?

**Задача 4 (3 балла).** Сани массой  $M$  человек массой  $m$  стоят на льду. Масса саней больше массы человека. Коэффициент трения о лед у них одинаков и равен  $\mu$ . Какую силу должен приложить человек, чтобы сдвинуть сани с места?

**Задача 5 (3 балла).** Тележка массы 40 кг движется по горизонтальной поверхности со скоростью 4 м/с. На тележку с высоты 40 см падает снежный ком массой 20 кг и остается в ней. Сколько при этом выделится тепла?

**Примечание.** В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

**Решения задач для 10 класса 1 варианта.**

**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  $\mu$  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:

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