

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**  
**2012/13 учебный год**  
**10 класс**  
**Типовой вариант**

1. На соревнованиях по лёгкой атлетике спортсмен прыгнул в высоту на  $h = 2$  м. Минимальная скорость спортсмена в этом прыжке была равна по модулю  $v = 1,2$  м/с. Пренебрегая силой трения о воздух, определите длину прыжка  $L$ . Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. (Заметим, что это – нетипичный спортсмен, он прыгает сразу и вверх, и в длину!!! Кроме того, его центр масс не достигает высоты  $h$  – на это и направлены все современные способы прыжков!)

**Решение**

Во время прыжка скорость спортсмена минимальна в верхней точке траектории и равна проекции его начальной скорости на горизонтальную ось  $OX$   $v = v_{0x}$ . Из законов кинематики ( $L = v_{0x} 2t$ ;  $h = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$ ;  $0 = v_{0y} - gt$ , где  $t$  – время полёта до верхней точки) следует, что дальность и высота прыжка соответственно равны

$$h = \frac{v_{0y}^2}{2g}; \quad L = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}.$$

Отсюда получаем:  $L = 2v \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{\frac{4}{10}} \approx 1,5$  м.

**Ответ:**  $L = 2v \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 1,5$  м.

2. Когда рыбак массой  $M = 80$  кг садится в резиновую лодку, она погружается в воду на половину своего объёма. Сможет ли он перевезти в этой лодке на другой берег реки свою жену и сына, если их массы равны, соответственно,  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 30$  кг? Объём лодки равен  $V = 200$  л. Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение:**

Пусть масса резиновой лодки равна  $m_0$ , а её объём  $V$ . Тогда, если в лодке находится один рыбак, то  $(M + m_0)g = \rho g \frac{V}{2}$ .

Для того, чтобы перевезти на другой берег трёх человек, лодка не должна утонуть, т.е.  $M + m_0 + m_1 + m_2 = \rho \frac{V}{2} + m_1 + m_2 \leq \rho V$ , откуда получаем  $m_1 + m_2 \leq \rho \frac{V}{2}$ , или, подставив числовые данные:

$$90 \leq 1000 \cdot 0,1 = 100.$$

Равенство верно, следовательно лодка не потонет.

**Ответ:** Рыбак сможет перевезти в лодке жену и сына.

3. Стоя у бортика катка, мальчик бросил горизонтально мяч массой  $m = 0,6$  кг, сообщив ему скорость  $v = 10$  м/с. Какую скорость приобретёт мальчик, если он бросит этот камень, стоя на гладком льду и совершив при этом такую же работу? Масса мальчика  $M = 30$  кг.

**Решение:**

Работа мальчика при первом броске равна  $A = \Delta E = \frac{mv^2}{2}$ , где  $v$  – скорость мяча. При втором броске  $A = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$ , где  $v_1$  и  $v_2$  – скорости мяча и мальчика после

второго броска. По закону сохранения импульса  $0 = m v_1 - M v_2$ . Отсюда получаем  $\frac{m v^2}{2} = \frac{(M^2 + mM) v_2^2}{2m}$ , или окончательно для скорости мальчика:

$$v_2 = \frac{m v}{\sqrt{M^2 + mM}} \approx 0,2 \text{ м/с.}$$

**Ответ:**  $v_2 = \frac{m v}{\sqrt{M^2 + mM}} \approx 0,2 \text{ м/с.}$

4. Ученик налил  $m_1 = 3$  л воды, имеющей температуру  $t_1 = 80$  °С, в кастрюлю. После установления теплового равновесия с кастрюлей вода охладилась до температуры  $t_2 = 60$  °С. Если в другую такую же кастрюлю налить некоторое количество воды при температуре  $t_3 = 100$  °С, то она остынет до  $t_4 = 40$  °С. Считая, что пустые кастрюли имеют температуру  $t_0 = 20$  °С и что потери теплоты во время установления равновесия несущественны, определите массу воды  $m_2$ , налитой во вторую кастрюлю. Плотность воды равна  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение:**

Запишем уравнения теплового баланса в первом и во втором случаях ( $C_k$  – теплоёмкость кастрюли,  $C$  – удельная теплоёмкость воды)

$$C_k(t_2 - t_0) = m_1 C(t_1 - t_2);$$

$$C_k(t_4 - t_0) = m_2 C(t_3 - t_4).$$

Отсюда получим искомую массу воды:

$$m_2 = m_1 \frac{(t_4 - t_0)(t_1 - t_2)}{(t_3 - t_4)(t_2 - t_0)} = \rho V \frac{(t_4 - t_0)(t_1 - t_2)}{(t_3 - t_4)(t_2 - t_0)} = 3 \cdot \frac{20 \cdot 20}{60 \cdot 40} = 0,5 \text{ кг.}$$

**Ответ:**  $m_2 = \rho V \frac{(t_4 - t_0)(t_1 - t_2)}{(t_3 - t_4)(t_2 - t_0)} = 0,5 \text{ кг.}$

5. Имеются 3 резистора, сопротивления которых равны  $R_1 = R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 30$  Ом. Из всех этих резисторов изготовлен нагревательный элемент, который при подключении к источнику напряжением  $U = 200$  В развивает мощность  $P = 1$  кВт. Определите, каким образом соединены резисторы в нагревателе, и нарисуйте это соединение.

**Решение:**

По закону Джоуля–Ленца мощность элемента равна  $P = \frac{U^2}{R}$ , то есть сопротивление нагревателя  $R = \frac{U^2}{P} = 40$  Ом. Для этого необходимо, чтобы сопротивления были соединены следующим образом:

