

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2017 г.).**

**Физика. 10 класс**

**Вариант 1**

**Задача 1 (2 балла).** Авианосный крейсер «Адмирал Кузнецов» идет со скоростью 30 км/ч. Сколько времени потребуется катеру, движущемуся параллельным курсом со скоростью 50 км/ч, для того чтобы пройти от кормы крейсера до носа и обратно к корме, если длина крейсера 306 м?

**Задача 2 (3 балла).** Если ракете сообщить вторую космическую скорость 11,2 км/с, то она навсегда улетит от Земли. При этом на бесконечности скорость ракеты будет равна нулю. Какая скорость будет у ракеты на бесконечности, если ей сообщить скорость 12,4 км/с?

**Задача 3 (3 балла).** Пластина массой  $M$  подвешена за ее середину на резиновом шнуре. Вдоль шнура с высоты  $h$  на пластину падает плашмя шайба (шнур проходит через отверстие в шайбе) и прилипает к пластине. Масса шайбы  $m$ , жесткость шнура  $k$ . Какую максимальную скорость будет иметь пластина с шайбой при движении после удара?

**Задача 4 (4 балла).** Два одинаковых баллона наполнены одинаковым количеством гелия. Среднеквадратичная скорость атомов гелия в первом сосуде 1200 м/с, а во втором 2400 м/с. Какой будет среднеквадратичная скорость, если соединить баллоны трубкой?

**Задача 5 (5 баллов).** Атмосферное давление у поверхности Марса в 160 раз меньше, чем на Земле. Радиус Земли – 6400 км, а Марса – 3400 км. Средняя плотность Марса составляет 0,7 плотности Земли. Во сколько раз масса атмосферы Марса меньше, чем – атмосферы Земли? Толщина атмосферы Земли и Марса составляет около 100 км, но большая часть ее массы находится ближе к поверхности. Так у Земли более 80% массы воздуха находится ниже 20 км.

**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. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

До начала решения задач просьба нарисовать на первой странице чистовика таблицу

Вариант № 1					
1	2	3	4	5	$\Sigma$
2	3	3	4	5	17

## Решения задач для 10 класса 1 варианта.

**Задача 1.** Авианосный крейсер «Адмирал Кузнецов» идет со скоростью 30 км/час. Сколько времени потребуется катеру, движущемуся параллельным курсом со скоростью 50 км/час, для того чтобы пройти от кормы крейсера до носа и обратно к корме, если длина крейсера 306 м?

**Решение.** Перейдя в систему отсчета, связанную с крейсером, находим время движения катера туда и обратно:  $t = \frac{L}{v+u} + \frac{L}{v-u}$ , где  $v$  и  $u$  – скорости катера и крейсера соответственно,  $L$  – длина крейсера. Подставляя значения этих величин, получаем  $t = 1,1$  мин.

**Задача 2.** Если ракете сообщить вторую космическую скорость 11,2 км/с, то она навсегда улетит от Земли. При этом на бесконечности скорость ракеты будет равна нулю. Какая скорость будет у ракеты на бесконечности, если ей сообщить скорость 12,4 км/с?

**Решение.** Пусть  $v_1 = 11,2$  км/с,  $v_2 = 12,4$  км/с,  $u$  – искомая скорость,  $m$  – масса ракеты. Тогда из закона сохранения энергии следует, что потенциальная энергия ракеты на бесконечности равна  $mv_1^2/2$ . Следовательно,  $mv_2^2/2 = mv_1^2/2 + mu^2/2$ . Или  $u = \sqrt{v_2^2 - v_1^2} = 5,32$  км/с.

**Задача 3.** Пластина массой  $M$  подвешена за ее середину на резиновом шнуре. Вдоль шнура с высоты  $h$  на пластину падает плашмя шайба (шнур проходит через отверстие в шайбе) и прилипает к пластине. Масса шайбы  $m$ , жесткость шнура  $k$ . Какую максимальную скорость будет иметь пластина с шайбой при движении после удара?

**Решение.** До соударения с шайбой пластина находилась в равновесии, т.е. сумма сил, действующих на пластину, равнялась нулю  $Mg = kl_0$ , где  $l_0$  – первоначальное растяжение шнура. Скорость шайбы в момент удара о пластину  $u_0 = \sqrt{2gh}$ . Из закона сохранения импульса имеем  $mu_0 = (m + M)u$ , где  $u$  – скорость пластины с шайбой сразу после удара. Максимальную скорость пластина с шайбой будут иметь в том момент, когда их ускорение будет равно нулю. Из второго закона Ньютона следует:  $kl - Mg = 0$ , где  $l$  – соответствующее растяжение шнура. Принимая потенциальную энергию пластины с шайбой в поле силы тяжести в этот момент равной нулю, запишем закон сохранения энергии

$$(M + m)g(l - l_0) + \frac{kl_0^2}{2} + \frac{(M + m)u^2}{2} = \frac{kl^2}{2} + \frac{(M + m)v^2}{2}.$$

Из полученных выражений находим:

$$v = \sqrt{\frac{g^2 m^2}{k(M+m)} + \frac{2ghm^2}{(M+m)^2}}.$$

**Задача 4.** Два одинаковых баллона наполнены одинаковым количеством гелия. Среднеквадратичная скорость атомов гелия в первом сосуде 1200 м/с, а во втором 2400 м/с. Какой будет среднеквадратичная скорость, если соединить баллоны трубкой?

**Решение.** Среднеквадратичную скорость молекул можно найти, используя закон сохранения энергии

$$2 \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}.$$

Здесь  $v_1=1200$  м/с,  $v_2=2400$  м/с. Искомая среднеквадратичная скорость

$$v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}} = \frac{1897\text{м}}{\text{с}}$$

**Задача 5.** Атмосферное давление у поверхности Марса в 160 раз меньше, чем на Земле. Радиус Земли – 6400 км, а Марса – 3400 км. Средняя плотность Марса составляет 0,7 плотности Земли. Во сколько раз масса атмосферы Марса меньше, чем - атмосферы Земли? Толщина атмосферы Земли и Марса составляет около 100 км, но большая часть ее массы находится ближе к поверхности. Так у Земли более 80% массы воздуха находится ниже 20 км.

**Решение.** Давление  $p = \frac{mg}{s}$ , где  $m$  – масса атмосферы,  $g$  – ускорение свободного падения,  $s$  – площадь поверхности планеты. Поскольку атмосфера относительно тонкая, полагаем, что ускорение свободного падения в пределах атмосферы существенно не изменяется.

Ускорение свободного падения

$$g = \frac{GM}{R^2},$$

где  $G$  – гравитационная постоянная,  $M$ ,  $R$  – масса и радиус планеты. Масса планеты равна произведению плотности  $\rho$  на объем, который пропорционален  $R^3$ . Площадь  $s$  пропорциональна  $R^2$ . Тогда

$$\frac{p_3}{p_M} = \frac{m_3 \rho_3 R_M}{m_M \rho_M R_3},$$

Индексы «з» и «м» обозначают соответствующие величины на Земле и Марсе. Тогда для отношения масс атмосфер получаем:

$$\frac{m_3}{m_M} = \frac{p_3 \rho_M R_3}{p_M \rho_3 R_M}.$$

Откуда получаем, что масса атмосферы Марса примерно в 210 раз меньше, чем Земли.