

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных
образовательных учреждений (2013 г.).
Физика. 9 класс**

Вариант 1

Задача 1 (3 балла). Рыбак плыл на моторной лодке по реке, зацепил шляпой за мост и она свалилась в воду. Рыбак поплыл дальше, но через полчаса солнце так напекло ему голову, что пришлось повернуть обратно за шляпой. Лодка догнала ее на 4 км ниже моста. Чему равна скорость течения реки?

Задача 2 (3 балла). Деревянный брусок висит на веревке длиной l . В брусок выстрелили, пуля застряла в нем, и веревка отклонилась от вертикали на угол α . Какова скорость пули v_0 ? Масса бруска M , масса пули m . Пуля летела горизонтально. Ускорение свободного падения g .

Задача 3 (3 балла). На тележке установлен штатив, на котором подвешен шарик на нити. Тележка движется горизонтально с ускорением a . Найти угол α отклонения нити от вертикали. Ускорение свободного падения g .

Задача 4 (3 балла). Аквариум имеет форму куба со стороной a и заполнен доверху водой. Определите силы давления воды на дно и боковые стенки аквариума. Атмосферное давление не учитывать. Ускорение свободного падения g . Плотность воды ρ .

Задача 5 (3 балла). Горизонтальный цилиндрический сосуд разделен на две части тонким металлическим поршнем. Одна часть сосуда содержит кислород с молярной массой M_1 , другая – такое же по массе количество водорода с молярной массой M_2 . Каково равновесное положение поршня, если длина сосуда l ?

Задача 6 (3 балла). Сколько электромагнитных колебаний, соответствующих длине волны $\lambda = 300$ м, происходит в течение одного периода звуковых колебаний с частотой $\nu = 500$ Гц?

Ответы 1 вариант.

1. 4 км/ч.

$$2. v_0 = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

$$3. \alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}.$$

4. На дно $F_1 = \rho g a^3$, на каждую боковую стенку $F_2 = \frac{F_1}{2}$.

5. Кислород занимает часть сосуда длиной $x = l \frac{M_2}{M_1 + M_2}$.

$$6. N = \frac{c}{v\lambda} = 2000.$$

Решения 1-го варианта.

1. Рыбак плыл на моторной лодке по реке, зацепил шляпой за мост и она свалилась в воду. Рыбак поплыл дальше, но через полчаса солнце так напекло ему голову, что пришлось повернуть обратно за шляпой. Лодка догнала ее на 4 км ниже моста. Чему равна скорость течения реки?

Решение.

В системе отсчета, связанной с водой, шляпа покоится, а лодка полчаса удаляется от нее и столько же времени приближается. Таким образом, вода и вместе с ней шляпа в течение часа преодолевают относительно берега расстояние 4 км.

2. Деревянный брусок висит на веревке длиной l . В брусок выстрелили, пуля застряла в нем, и веревка отклонилась от вертикали на угол α . Какова скорость пули v_0 ? Масса бруска M , масса пули m . Пуля летела горизонтально.

Решение.

Закон сохранения импульса для неупругого столкновения пули и бруска имеет вид:

$$mv_0 = (M + m)u.$$

Брусок с пулей, двигаясь с начальной скоростью u , отклоняется от вертикали на угол α и, следовательно, поднимается на высоту $h = l(1 - \cos \alpha)$. При этом движении механическая энергия сохраняется, поэтому

$$\frac{(M + m)u^2}{2} = (M + m)gh.$$

Откуда, исключая u и h , находим $v_0 = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$.

3. На тележке установлен штатив, на котором подвешен шарик на нити. Тележка движется горизонтально с ускорением a . Найти угол α отклонения нити от вертикали.

Решение. На шарик действует две силы: натяжения нити T и сила тяжести mg , которые сообщают ему ускорение a , направленное горизонтально и равное ускорению тележки. Так как натяжение T направлено вдоль нити, то из треугольника, выражающего второй закон Ньютона для шарика, находим

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}.$$

4. Аквариум имеет форму куба со стороной a и заполнен доверху водой. Определите силы давления воды на дно и боковые стенки аквариума. Атмосферное давление не учитывать. Ускорение свободного падения g . Плотность воды ρ .

Решение.

Давление p воды на дно аквариума в пренебрежении атмосферным представляет собой гидростатическое давление на глубине a . Откуда сила давления на дно находится как

$$F_1 = pa^2 = \rho ga \cdot a^2 = \rho ga^3.$$

Давление на боковую стенку линейно возрастает от 0 до p с увеличением глубины, поэтому для вычисления силы давления на боковую стенку можно воспользоваться средним давлением

$$F_2 = \frac{p}{2} a^2 = \frac{1}{2} \rho g a^3 .$$

5. Горизонтальный цилиндрический сосуд разделен на две части тонким металлическим поршнем. Одна часть сосуда содержит кислород с молярной массой M_1 , другая – такое же по массе количество водорода с молярной массой M_2 . Каково равновесное положение поршня, если длина сосуда l ?

Решение.

В равновесии давление p и температура T (а также, по условию, и масса m) обоих газов одинаковы. Записывая уравнения Менделеева-Клапейрона для обоих газов

$$pV_1 = \frac{m}{M_1} RT, \quad pV_2 = \frac{m}{M_2} RT ,$$

находим отношение объемов, занимаемых газами

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{x}{l-x} ,$$

где за x обозначена длина части сосуда, занятая кислородом. Отсюда

$$x = l \frac{M_2}{M_1 + M_2} .$$

6. Сколько электромагнитных колебаний, соответствующих длине волны $\lambda = 300$ м, происходит в течение одного периода звуковых колебаний с частотой $\nu = 500$ Гц?

Решение.

За один период $T_1 = \frac{1}{\nu}$ звуковых колебаний произойдет $N = \frac{T_1}{T_2}$ электромагнитных

колебаний с периодом $T_2 = \frac{\lambda}{c}$. Таким образом,

$$N = \frac{c}{\nu \lambda} = 2000 .$$