

**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  $\alpha$ . 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  $\alpha$  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  $\rho$ .

*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  $\alpha$ . 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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  $\rho$ .

*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,

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