

**Решения задач по физике**  
**открытой межвузовской олимпиады школьников СФО «Будущее Сибири»**  
**II (заключительный) этап, 2013–2014 учебный год**

**Каждая правильно решенная задача оценивается в 10 баллов.**

**Физика 8 класс**

1. На зимних Олимпийских играх в Сочи 30 лыжников бежали индивидуальную гонку с раздельным стартом: каждый последующий участник стартовал на 30 секунд позже предыдущего. При этом продолжительность финиша (то есть промежуток времени между первым и последним пересечениями финишной черты) составила 5 минут. Первым к финишу пришёл спортсмен, стартовавший последним, а последним пришёл спортсмен, стартовавший первым. Какой была бы продолжительность финиша, если бы лыжники стартовали в обратном порядке с теми же интервалами и пробежали дистанцию с теми же результатами?

**Решение.**

Пронумеруем спортсменов в том порядке, в котором они стартовали на Олимпиаде. Из условия задачи ясно, что первый спортсмен является самым медленным, а тридцатый — самым быстрым. Отсюда следует, что продолжительность финиша определяется именно этими спортсменами, в том числе и если бы они стартовали в обратном порядке. Если бы спортсмены стартовали одновременно, то продолжительность финиша определялась бы разностью времён прохождения дистанции первым и тридцатым спортсменами  $\Delta t$ . Поскольку спортсмены стартовали с интервалом 0,5 мин., то продолжительность старта  $\Delta t_c = (30 - 1) \cdot 0,5 = 14,5$  мин, а продолжительность финиша:

$$\Delta t_{\text{ф}} = \Delta t - \Delta t_c.$$

Если бы спортсмены стартовали в обратном порядке, то вместо последнего выражения было бы:

$$\Delta t'_{\text{ф}} = \Delta t - \Delta t_c.$$

Из этих двух выражений находим

$$\Delta t'_{\text{ф}} = \Delta t_{\text{ф}} + 2\Delta t_c = 34 \text{ мин.}$$

**Ответ:**  $\Delta t'_{\text{ф}} = 34$  мин. **(10 б.)\***

*\*Примечание: допустимы разные рассуждения, приводящие к правильному ответу. Необходимо оценить их последовательность и логичность. В случае неправильного подсчёта времени старта оценку снизить на 1 балл.*

2. Цилиндрический деревянный стакан высотой  $H = 8$  см, до краёв наполненный водой, плавает в воде. Масса пустого стакана  $m_0 = 80$  г, масса налитой в него воды  $m = 200$  г. Найти, на какую глубину погружен стакан. Плотность воды в 1,5 раза больше плотности дерева.

**Решение.**

Введём следующие обозначения:  $S$  — площадь сечения стакана,  $h$  — глубина погружения стакана в воду,  $\rho_v$  и  $\rho_d$  — плотности воды и дерева. На стакан действуют сила тяжести  $(m_0 + m)g$ , направленная вниз, и сила Архимеда, направленная вверх и равная весу вытесненной жидкости  $\rho_v(Sh)g$ . Поскольку стакан находится в равновесии,

$$\rho_v(Sh)g = (m_0 + m)g. \quad (1) \quad (3 \text{ б.})$$

Объём стакана вместе с водой  $SH$  состоит из объёма самого стакана  $m_0/\rho_d$  и объёма налитой в него воды  $m/\rho_v$ :

$$SH = \frac{m_0}{\rho_d} + \frac{m}{\rho_v}. \quad (2) \quad (3 \text{ б.})$$

Исключим из уравнений (1) и (2) неизвестную величину  $S$ , разделив (1) на (2) и сократив  $g$ :

$$\frac{\rho_v h}{H} = \frac{m_0 + m}{\frac{m_0}{\rho_d} + \frac{m}{\rho_v}},$$

и перенесём  $\rho_v$  и  $H$  в правую часть:

$$h = \frac{m_0 + m}{\frac{\rho_v}{\rho_d} m_0 + m} H. \quad (2 \text{ б.})$$

Подставив числовые значения, получим

$$\text{ответ: } 7 \text{ см.} \quad (2 \text{ б.})$$

3. Для заполнения пустого пруда водой сток воды из пруда уменьшили в 4 раза. В результате за 16 суток пруд заполнился на  $2/3$  части своего объёма. Чтобы ускорить заполнение, сток воды перекрыли полностью. Через сколько суток после этого пруд будет полным?

**Решение:**

Пусть объём пруда равен  $V$ , а объём воды, поступающей в пруд за сутки (поток воды) равен  $\Phi$ . Если пруд оставался пустым, то точно такой же поток воды  $\Phi$  вытекал из пруда. По условию, сток уменьшили в 4 раза и пруд заполнился на  $2/3$  объёма за  $t = 16$  суток:

$$\left(\Phi - \frac{1}{4}\Phi\right)t = \frac{2}{3}V. \quad (4 \text{ б.})$$

После того, как сток полностью перекрыли оставшаяся часть пруда заполнится за время  $t'$ :

$$\Phi t' = \left(V - \frac{2}{3}V\right). \quad (4 \text{ б.})$$

Разделив это уравнение на предыдущее, получим:

$$\frac{t'}{3/4t} = \frac{1/3}{2/3}$$

и найдём:

$$t' = \frac{3}{8}t.$$

Подставив  $t = 16$  суток, найдём

**ответ:**  $t' = 6$  суток. (2 б.)

4. В пустой калориметр поместили очень холодный кусок льда и налили стакан кипятка ( $T_{\text{к}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ). При этом весь кипяток превратился в лёд с установившейся температурой  $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Когда в калориметр налили ещё 8 таких же стаканов кипятка, весь лёд превратился в воду с установившейся температурой  $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найти начальную температуру льда. Теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , теплоёмкость льда  $c_{\text{л}} = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , теплота плавления льда  $\lambda = 336 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

**Решение.**

Обозначим массу куска льда —  $m_{\text{л}}$ , массу воды в стакане —  $m_{\text{в}}$ , а начальную температуру льда —  $T_{\text{л}}$ . Запишем уравнение теплового баланса для случая, когда в калориметр поместили кусок льда и вылили стакан кипятка:

$$c_{\text{л}}m_{\text{л}}(T_0 - T_{\text{л}}) = \lambda m_{\text{в}} + c_{\text{в}}m_{\text{в}}(T_{\text{к}} - T_0). \quad (1) \quad (3 \text{ б.})$$

Теперь запишем уравнение теплового баланса для случая, когда в калориметр добавили ещё 8 стаканов кипятка:

$$\lambda(m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) = c_{\text{в}}8m_{\text{в}}(T_{\text{к}} - T_0). \quad (3 \text{ б.})$$

Перепишем полученное выражение в виде:

$$\lambda m_{\text{л}} = m_{\text{в}}(8c_{\text{в}}(T_{\text{к}} - T_0) - \lambda). \quad (2)$$

Разделим (1) на (2) и выразим  $T_{\text{л}}$ :

$$T_{\text{л}} = T_0 - \frac{\lambda}{c_{\text{л}}} \cdot \frac{c_{\text{в}}(T_{\text{к}} - T_0) + \lambda}{8c_{\text{в}}(T_{\text{к}} - T_0) - \lambda}. \quad (2 \text{ б.})$$

Подставив в предыдущее выражение численные значения, получим

**ответ:**  $T_{\text{л}} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}.$  (2 б.)

Критерии определения победителей и призеров на заключительном этапе открытой межвузовской олимпиада школьников Сибирского Федерального округа «Будущее Сибири» по физике 2013/2014 г

Степень диплома	Сумма баллов			
	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
Диплом 1 степени (Победитель)	32-40	35-50	37-50	48-60
Диплом 2 степени (Призер)	28-31	30-34	33-36	40-47
Диплом 3 степени (Призер)	20-27	24-29	29-32	30-39

Председатель жюри  
олимпиады «Будущее Сибири» по физике  
д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой ПиТФ НГТУ

 Дубровский В.Г.

Председатель Окружного совета  
Олимпиады школьников СФО  
«Будущее Сибири»  
Ректор НГТУ, профессор

  
Н.В. Пустовой



18 марта 2014 года