

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс

Время проведения – 3 астрономических часа.

Максимальное количество баллов – 40.

Задача 1

Спортсмен начал забег по прямой и первые 10 м бежал со скоростью 10 м/с, следующие 10 м со скоростью 9 м/с, следующие 10 м со скоростью 8 м/с, и так далее... Сколько времени длился забег до остановки? С какой средней скоростью спортсмен пробежал первую половину дистанции?

Возможное решение:

Из условия задачи следует, что общая дистанция – 100 м.

Все время движения определится как

$$t_0 = t_1 + t_2 + \dots + t_{10} = \frac{10}{10} + \frac{10}{9} + \frac{10}{8} + \frac{10}{7} + \frac{10}{6} + \frac{10}{5} + \frac{10}{4} + \frac{10}{3} + \frac{10}{2} + \frac{10}{1}$$
$$t_0 \approx 29,29 \text{ с.}$$

Тогда средняя скорость на половине дистанции:

$$v_{\text{ср1}} = \frac{S}{2(t_1 + t_2 + \dots + t_5)} = \frac{50}{6,46} \approx 7,74 \text{ м/с.}$$

Ответ: 29,29 с; 7,74 м/с.

Критерии:

- | | | |
|----|--|---------|
| 1. | Определено, что общая дистанция | 2 балла |
| 2. | Записано выражение для расчета времени | 2 балла |
| 3. | Найдено общее время | 2 балла |
| 4. | Записано выражение для средней скорости на половине дистанции. | 2 балла |
| 5. | Найдена средняя скорость | 2 балла |

Всего: 10 баллов

Задача 2

В вертикальный цилиндрический стакан высотой $H = 10$ см и площадью дна $S = 100$ см² налита вода до уровня $h = 8$ см. В стакан опустили, не разбрызгивая воду, $N_1 = 100$ стальных шариков объемом $V_1 = 1$ см³ каждый, а затем еще $N_2 = 50$ ледяных кубиков объемом $V_2 = 2,5$ см³. Какова оказалась после этого сила F давления на дно стакана? Плотность воды 1 г/см³, стали $7,8$ г/см³, льда $0,9$ г/см³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², трением и атмосферным давлением пренебречь.

Возможное решение:

Объем стакана

$$V = H \cdot S = 1000 \text{ см}^3.$$

Найдем объем, помещенных в стакан объектов:

$$V_0 = V_{\text{воды}} + V_{\text{стали}} + V_{\text{погруженный лед}}$$

$$V_0 = hS + V_1 N_1 + \frac{V_2 N_2 \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = 800 + 100 + 112,5 = 1012,5 \text{ см}^3$$

Очевидно, что из стакана выльется $V' = 12,5$ см³ воды.

Тогда сила давления на дно стакана:

$$F = g(\rho_{\text{в}}(Sh - V') + V_1 N_1 \rho_{\text{ст}} + V_2 N_2 \rho_{\text{л}}) = 16,8 \text{ Н}.$$

Ответ: 16,8 Н

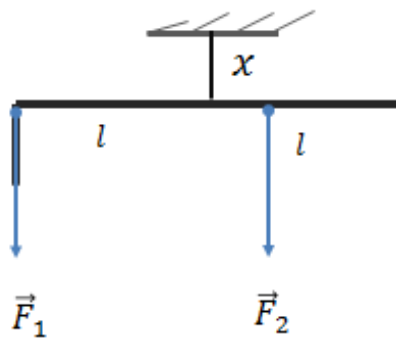
Критерии:

- | | | |
|---------------|---|-----------|
| 1. | Проверено, не прольётся ли вода после того, как лёд и воду поместили в стакан | 3 балла |
| 2. | Определен объем воды, которая вылилась из стакана. | 2 балла |
| 3. | Найдена формула для вычисления силы давления | 3 балла |
| 4. | Найдена сила давления на дно стакана | 2 балла |
| Всего: | | 10 баллов |

Задача 3

Металлическая плоская линейка имеет малую одинаковую всюду толщину, одинаковую по всей длине ширину и длину, равную 50 см. На концах линейки находятся отметки: 0 см и 50 см. Линейку согнули под прямым углом. Место сгиба приходится на отметку 40 см. За какое место нужно подвесить на тонкой нити согнутую линейку, то есть вблизи какой отметки нужно закрепить нить, чтобы длинный прямой участок линейки в положении равновесия был горизонтален?

Возможное решение:



$$l = 20 \text{ см}$$

Запишем уравнения моментов:

$$F_1(l - x) = F_2x;$$

$$\frac{m}{5}g(l - x) = \frac{4m}{5}gx;$$

откуда

$$x = \frac{l}{5} = 4 \text{ см};$$

и положение отметки

$$l + x = 20 + 4 = 24 \text{ см.}$$

Ответ: 24 см

Критерии:

1. Приведен рисунок и пояснения	3 балла
2. Записаны уравнения моментов	3 балла
3. Выражена и рассчитана величина x	2 балла
4. Найдено положение отметки	2 балла
Всего:	10 баллов

Задача 4

Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на $2/3$ заполнен льдом, имеющим температуру 0°C . Туда быстро долили воду, имеющую температуру $+100^\circ\text{C}$, и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда 1000 кг/м^3 и 900 кг/м^3 соответственно, удельные теплоемкости воды и льда $4200\text{ Дж/(кг} \times ^\circ\text{C)}$ и $2100\text{ Дж/(кг} \times ^\circ\text{C)}$ соответственно, удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг .

Возможное решение:

Рассчитаем какое количество теплоты отдаст вода $Q_{\text{в}}$ при охлаждении до 0°C и сколько теплоты необходимо, чтобы растаял весь лед $Q_{\text{л}}$

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t = 1,40 \cdot 10^5 \text{ Дж};$$

$$Q_{\text{л}} = \lambda m_{\text{л}} = 2,01 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

Расчет показал, растает не весь лёд; вода охладится до 0°C .

Найдем массу растаявшего льда $m'_{\text{л}}$:

$$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}};$$

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t = \lambda m'_{\text{л}};$$

$$m'_{\text{л}} = \frac{c_{\text{в}} l^3 \rho_{\text{в}} \Delta t}{3\lambda}.$$

Тогда объём растаявшего льда $V'_{\text{л}}$:

$$V'_{\text{л}} = \frac{c_{\text{в}} l^3 \rho_{\text{в}} \Delta t}{3\lambda \rho_{\text{л}}},$$

объём воды $V'_{\text{в}}$, получившейся из растаявшего льда:

$$V'_{\text{в}} = \frac{c_{\text{в}} l^3 \Delta t}{3\lambda}.$$

Изменение уровня Δh :

$$\Delta h = \frac{V'_{\text{л}} - V'_{\text{в}}}{S} = \frac{V'_{\text{л}} - V'_{\text{в}}}{l^2} = \frac{c_{\text{в}} l \Delta t}{3\lambda} \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right) \approx 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4,6 \text{ мм}$$

Ответ: 4,6 мм

Критерии:

- | | | |
|----|--|---------|
| 1. | Определено, что растает не весь лёд, а вода охладится до 0°C | 2 балла |
| 2. | Найдена масса растаявшего льда | 2 балла |
| 3. | Найден объём растаявшего льда | 2 балла |
| 4. | Найден объём воды, получившейся из растаявшего льда | 2 балла |
| 5. | Найдено изменение уровня | 2 балла |

Всего: 10 баллов