

Всероссийская предметная олимпиада школьников по физике

Школьный этап

7 Класс

Задача 1.

На тело действуют две вертикально направленные силы — 10 Н и 15 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Чему равна равнодействующая этих сил в каждом случае?

Задача 2.

Почему нельзя соединить и вернуть в прежнее состояние разорванный лист бумаги?

Задача 3.

Столбик термометра заполнен спиртом. Над столбиком спирта нет воздуха. Какое вещество заполняет канал трубки термометра?

Задача 4.

В течение 30 с поезд двигался равномерно со скоростью 54 км/ч. Какой путь прошёл поезд за это время

Задача 5.

Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью 80 км/ч, а вторую половину – со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

7 класс (всего 30 баллов)

Ответы:

Задача 1.

На тело действуют две вертикально направленные силы — 10 Н и 15 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Чему равна равнодействующая этих сил в каждом случае?

Ответ.

Вариантов расположения вертикально направленных сил не так уж и много — их всего два. Либо вверх направлена сила 10 Н, либо 15 Н. Равнодействующую находим путем вычитания из большей меньшую: $15 - 10 = 5$ Н. Направление равнодействующей силы 5 Н будет зависеть от того, куда направленная большая сила 15 Н.

5 баллов

Задача 2.

Почему нельзя соединить и вернуть в прежнее состояние разорванный лист бумаги?

Ответ.

Из-за неровностей нельзя сблизить разорванный лист бумаги на расстояние, на котором будут действовать силы взаимного притяжения молекул.

5 баллов

Задача 3.

Столбик термометра заполнен спиртом. Над столбиком спирта нет воздуха. Какое вещество заполняет канал трубки термометра?

Ответ.

Канал трубки термометра заполняют пары спирта.

5 баллов

Задача 4.

В течение 30 с поезд двигался равномерно со скоростью 54 км/ч. Какой путь прошёл поезд за это время

Решение.

Дано:	СИ	Решение:
$t=30 \text{ с}$		$S = V \cdot t$
$V=54 \text{ км/ч}$	15 м/с	$S = 15 \text{ м/с} \cdot 30 \text{ с} = 450 \text{ м}$
_____		Ответ: 450 м
$S=?$		<u>5 баллов</u>

Задача 5.

Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью 80 км/ч, а вторую половину – со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

Решение.

Дано:	СИ	Решение:
$V_1=80 \text{ км/ч}$	22 м/с	$S = V \cdot t; \quad t = t_1 + t_2 = s_1/v_1 + s_2/v_2$
$V_2=40 \text{ км/ч}$	11 м/с	$S_1=S_2=S/2;$
_____		$V = S/t = 14,7 \text{ м/с}$
$V - ?$		Ответ: 14,7 м/с

10 баллов

Всероссийская предметная олимпиада школьников по физике

Школьный этап

8 класс

Задача 1.

Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью 80 км/ч, а вторую половину – со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

Задача 2.

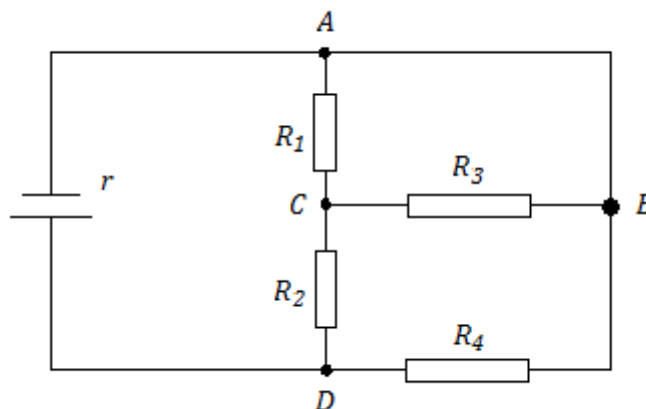
Для охлаждения 2 кг воды от 30°C до 12°C в воду бросают кусочки льда при 0°C. Какое количество льда потребуется для охлаждения воды?

Задача 3.

Петя догонял Ваню со скоростью 25 м/с, а Ваня убегал со скоростью 15 м/с. Расстояние между ними в момент отсчета было 60м. Через какое время Петя догонит Ваню?

Задача 4.

Найти полное сопротивление электрической цепи, если $r = 10\text{ Ом}$, $R_1 = 4\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $R_3 = 12\text{ Ом}$, $R_4 = 6\text{ Ом}$.



Задача 5.

Чему равно сопротивление алюминиевого провода диаметром 2 мм, если его масса 10 кг?

8 класс (всего 40 баллов)

Ответы и решения

Задача 1.

Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью 80 км/ч, а вторую половину – со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

Решение.

Дано:	СИ	Решение:
$V_1=80$ км/ч	22 м/с	$S = V \cdot t; \quad t = t_1 + t_2 = s_1/v_1 + s_2/v_2$
$V_2=40$ км/ч	11 м/с	$S_1=S_2=S/2;$
_____		$V = S/t = 14,7$ м/с
V -?		Ответ: 14,7 м/с

10 баллов

Задача 2.

Для охлаждения 2 кг воды от 30°C до 12°C в воду бросают кусочки льда при 0°C. Какое количество льда потребуется для охлаждения воды?

Решение.

Дано:	Решение:
$m_B = 2$ кг	$c_B m_B (t_2 - t_1) = \lambda m_L + c_B m_L (t_2 - t_0)$
$t_1 = 30^\circ C$	$m_L = \frac{c_B m_B (t_2 - t_1)}{\lambda + c_B t_2} = 0,4$ кг
$t_2 = 12^\circ C$	
$t_L = 0^\circ C$	

$m_L = ?$	Ответ: 0,4 кг

10 баллов

Задача 3.

Петя догонял Ваню со скоростью 25 м/с, а Ваня убегал со скоростью 15 м/с. Расстояние между ними в момент отсчета было 60м. Через какое время Петя догонит Ваню?

Решение.

Дано:

$$v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 15 \text{ м/с}$$

$$s = 60 \text{ м}$$

$$t = ?$$

Решение:

$$s + v_1 t = v_2 t$$

$$t = \frac{s}{v_2 - v_1} = \frac{60}{25 - 15} = 6 \text{ (с)}$$

Ответ: 6 с

5 баллов

Задача 4.

Найти полное сопротивление электрической цепи, если $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 12 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$.

Дано:

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 3 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 12 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 6 \text{ Ом}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$\underline{R = r + R_0 = 1 + 3 = 4 \text{ Ом}}$$

5 баллов

Задача 5.

Чему равно сопротивление алюминиевого провода диаметром 2 мм, если его масса 10 кг?

Решение.

Дано:

$$d = 2 \text{ мм}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\rho = 2.8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$D = 2.7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \text{ К}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{16 m \rho}{\pi 2 D d^4} = 10,5 \text{ Ом}$$

10 баллов

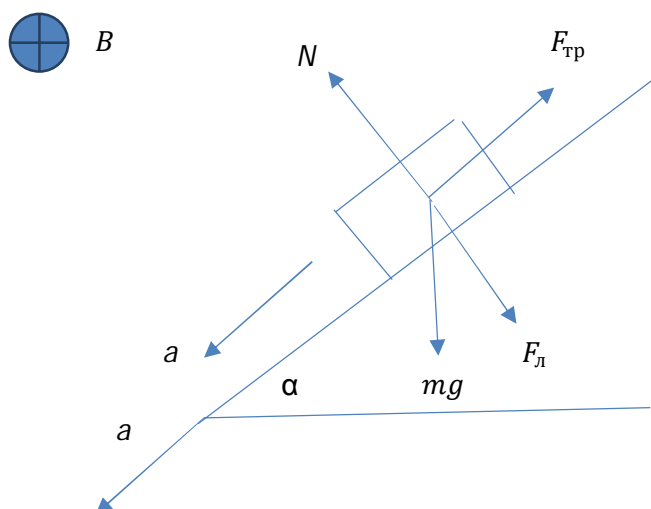
Всероссийская предметная олимпиада школьников по физике

Школьный этап

9 класс

Задача 1.

Небольшое тело массой m , несущее положительный заряд q , скользит по наклонной плоскости в постоянном однородном магнитном поле с индукцией B . Угол наклона плоскости α ; коэффициент трения $\mu < \operatorname{tg} \alpha$; вектор B направлен так, как показано на рисунке. Какую максимальную скорость разовьёт при этом тело? Заряд тела не изменяется в процессе движения, а поверхность остаётся электрически нейтральной.



Задача 2.

Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 1\text{кВ}$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=10^{-2}$ Тл, перпендикулярной направлению его движения. Найдите радиус кривизны R траектории электрона, период T и частоту n его обращения по траектории.

Задача 3.

Капли дождя на окне неподвижного трамвая оставляют полосы, наклонённые под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. При движении трамвая со скоростью $u = 18$ км/ч полосы от дождя вертикальные. Определите скорость капель v в безветренную погоду и скорость ветра v_v .

Задача 4.

По линии электропередачи протяжённостью в 100 км должен пройти электрический ток мощностью 100 кВт. Потери энергии - не более 2% . Передаваемое напряжение - 5000 В. Удельное сопротивление провода – $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Определите минимальное сечение провода. Во сколько раз можно уменьшить его сечение при увеличении напряжения в 100 раз?

Задача 5.

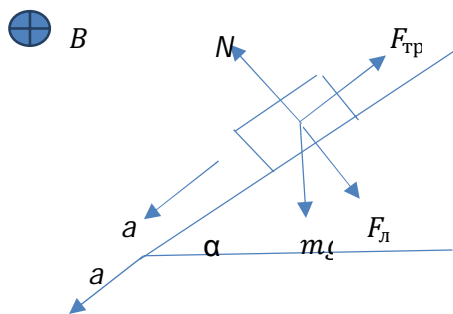
Уравнение движения материальной точки имеет вид $\underline{x=6+3t+t^2}$. Найдите зависимость скорости от времени; расстояние, пройденное телом за 2 с; скорость и ускорение через 2 с после начала движения.

9 класс (всего 40 баллов)

Задача 1.

Ответы и решения

Небольшое тело массой m , несущее положительный заряд q , скользит по наклонной плоскости в постоянном однородном магнитном поле с индукцией B . Угол наклона плоскости α ; коэффициент трения $\mu < \operatorname{tg} \alpha$; вектор B направлен так, как показано на рисунке. Какую максимальную скорость разовьёт при этом тело? Заряд тела не изменяется в процессе движения, а поверхность остаётся электрически нейтральной.



Дано:

μ, q, B, α, m

ϑ

Решение:

$$ma = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$N - mg \cos \alpha - q\vartheta B = 0$$

$$N = \frac{mg \sin \alpha}{\mu}; \text{ следовательно,}$$

$$\vartheta = \frac{N - mg \cos \alpha}{gB} = \frac{mg}{\mu g B} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\text{Ответ: } \vartheta = \frac{N - mg \cos \alpha}{gB} = \frac{mg}{\mu g B} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

10 баллов

Задача 2.

Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 10^{-2} \text{ Тл}$, перпендикулярной направлению его движения. Найдите радиус кривизны R траектории электрона, период T и частоту n его обращения по траектории.

Дано:

$U = 1 \text{ кВ}$

$B = 10^{-2} \text{ Тл}$

R, T, n

Решение:

$$\frac{mv^2}{2} = e \cdot U$$

$$v = \sqrt{2e \cdot U / m}$$

$$\frac{mv^2}{R} = e \cdot v \cdot B$$

$$R = 0,01 \text{ м}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ с.}$$

$$n = \frac{1}{T} = 2,5 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1}.$$

10 баллов

Задача 3.

Капли дождя на окне неподвижного трамвая оставляют полосы, наклонённые под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. При движении трамвая со

скоростью $u = 18$ км/ч полосы от дождя вертикальные. Определите скорость капель ϑ в безветренную погоду и скорость ветра $\vartheta_{\text{в}}$

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$u = 18 \text{ км/ч}$$

Решение:

$$\vartheta = \vartheta_{\text{в}} \cdot \operatorname{tg} \alpha = u \cdot \operatorname{tg} \alpha = 8,66 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_{\text{в}} = 5 \text{ м/с}$$

5 баллов

Задача 4.

По линии электропередачи протяжённостью в 100 км должен пройти электрический ток мощностью 100 кВт. Потери энергии - не более 2% . Передаваемое напряжение - 5000 В. Удельное сопротивление провода – $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Определите минимальное сечение провода. Во сколько раз можно уменьшить его сечение при увеличении напряжения в 100 раз?

Дано:

$$P = 100 \text{ кВт}$$

$$L = 100 \text{ км}$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$U_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$$

$$U_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ В}$$

$$S_1; S_2/S_1 - ?$$

Решение:

$$P = IU; \quad I = P/U. \quad \text{Тепловые потери: } P_{\text{т}} = I^2 R.$$

$$\text{Следовательно: } \frac{P_{\text{т}}}{P} R = 0,02P$$

$$\text{Сопротивление линии равно } R = 0,02U^2 / P$$

Используя выражение для сопротивления

$$R = \frac{\rho l}{S} \text{ и учитывая, что линия электропередач}$$

двухпроводная, получим:

$$S_1 = 7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2; \quad \text{При увеличении напряжения в .}$$

100 раз сечение провода можно уменьшить

в 10000 раз.

$$\text{Ответ: } S_1 = 7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2; \quad S_2/S_1 = 10^4.$$

10 баллов

Задача 5.

Уравнение движения материальной точки имеет вид $x=6+3t+t^2$. Найдите зависимость скорости от времени; расстояние, пройденное телом за 2 с; скорость и ускорение через 2 с после начала движения.

Дано:

$$x=6+3t+t^2$$

$$t = 2\text{с}$$

$v(t), S, v_x, a$ -?

Решение:

$$x= x_0 +v_0 t+ at^2 /2$$

Ответ: $v(t)=3+2 t$; $S=10\text{м}$; $v_x=7\text{м/с}$; $a=2\text{м/с}^2$

5 баллов

Решение задач.

10.1 Определим время, за которое вагон, отцепленный от поезда, остановится:

$$0 = V - at; t = \frac{v}{a}.$$

Определим путь, пройденный вагоном: $S = v \cdot t - \frac{a t^2}{2} = \frac{v^2}{2a}$

Поезд движется равномерно со скоростью v , за это время преодолевает путь: $S^1 = v \cdot t = \frac{v^2}{2a}$

Тогда отношение путей, пройденных поездом и вагоном: $S^1/S = 2, S^1 = 2S$

$$10.2 P t_1 = c m \wedge T + q t_1$$

$$C m \wedge T = q t_2$$

$$t_2 = t_1 c m \wedge T / P t_1 - c m \wedge T = 32, 3 \text{ с.}$$

10. 3 Кусок льда свмороженным медным будет находиться на дне сосуда.

$$V_2 = V/4 + \rho_l * 3/4 V / \rho_b;$$

$$\wedge V = V_2 - V = \wedge h * S = V/4 + 3/4 V \rho_l / \rho_b - V = 3/4 V (\rho_l / \rho_b - 1)$$

$$\wedge h = 3 * 400 / 4 * 80 (0,9 - 1) = - 0,375 \text{ см (уровень воды понизится)}$$

10. 4 Проведя анализ тепловых процессов, получим, что количество теплоты Q_1 , выделившийся при остывании воды до 0°C , меньше суммы количеств теплоты, необходимых для нагревания льда до 0°C Q_2 и его плавления Q_3 . $Q_1 < Q_2 + Q_3$.

Значит, часть льда расплавится и превратится в воду, а вся смесь будет находиться при 0°C . Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3. Q_3 = \lambda m_{лх}, m_{лх} = 0,29 \text{ кг}$$

$$\text{Тогда в сосуде останется льда: } m_{л1} = m_{л} - m_{лх} = 0,4 - 0,29 = 0,11 \text{ кг, а воды: } m_{1в} = m_{в} + m_{х} = 0,3 + 0,29 = 0,59 \text{ кг.}$$

10. 5 На полюсе часы будут спешить, а на экваторе – отставать.

**Решения заданий школьного этапа Всероссийской олимпиады
школьников по физике**

11 класс

Задача 1.

Решение:

- 1) Время погони ($t = S_{\text{улитки}} / V_{\text{улитки}}$); $t = 100 : 0,002 = 50\,000$ с.
- 2) Кролик за это время пробежал ($S_{\text{кролика}} = V_{\text{кролика}} t$); $S_{\text{кролика}} = 0,628 * 50\,000 = 31\,400$ м.
- 3) Один круг кролик пробегает примерно за ($T = 2\pi R / V$); $T = (2 * 3,14 * 100) / 0,628 = 1000$ с.
- 4) Число кругов ($N = t / T$); $N = 50\,000 / 1000 = 50$.
- 5) Длина 50 кругов $2 * 3,1415926 * 100 * 50 = 31415,926$ м.
- 6) Расстояние «по дуге» 15,93 м, примерно 16 м. ($31415,926$ м - $31\,400$ м = $15,926$ м).
Расстояние по хорде (т.е. по прямой) – практически столько же.
Ответ «Расстояние почти 0» - можно оценивать 5 б, в зависимости от убедительности рассуждений.

Задача 2.

Решение

От нагревателя за цикл получено 1620 Дж, холодильнику отдано 1000 Дж, следовательно работа в цикле 620 Дж.
КПД= 620 Дж/1620 Дж =31/81=38%.

Задача 3.

Решение.

Обозначим теплоемкость стакана C Дж/ $^{\circ}$ С, тогда:

$$C(23-20) + 4200 * \frac{1}{2} V \rho (23-20) = 4200 * \frac{1}{2} V \rho (30-23) \quad (1)$$

$$C(t-20) + 4200 * \frac{1}{3} V \rho (t-20) = 4200 * \frac{2}{3} V \rho (30-t) \quad (2)$$

Если разделить каждое уравнение на $4200V\rho$, останется две неизвестные величины $C / 4200V\rho$ и t .

Ответ: $t = 24^{\circ}$ С.

Если участник не догадался использовать теплоемкость стакана – не более 5 б.

Задача 4.

Решение

В конечном состоянии имеем параллельное соединение конденсаторов, общей емкостью $C_{\text{общ}} = 3C$ и зарядом $CU_0 + 2CU_0 = 3CU_0$.

По закону сохранения энергии:

$$Q = W_{\text{н}} - W_{\text{к}} = CU_0^2/2 + C(2U_0)^2/2 - (3CU_0)^2/2 * 2C = CU_0^2/4.$$

Ответ: $Q = CU_0^2/4$.

Задача 5.

Решение:

По закону ЭМИ: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, где $\Delta\Phi = BS = B\pi r^2$

Скорость размотки: $v = \frac{2\pi r}{\Delta t}$, отсюда найдем время.

Ответ: $\varepsilon = \frac{Brv}{2}$.