

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

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

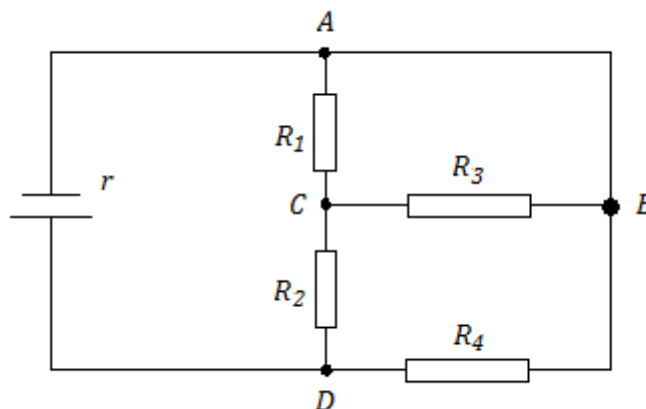
Для охлаждения 2 кг воды от 30°C до 12°C в воду бросают кусочки льда при 0°C. Какое количество льда потребуется для охлаждения воды?

**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
$t_2 = 12^\circ C$	
$t_L = 0^\circ C$	
_____	Ответ: 0,4 кг
$m_L = ?$	

**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

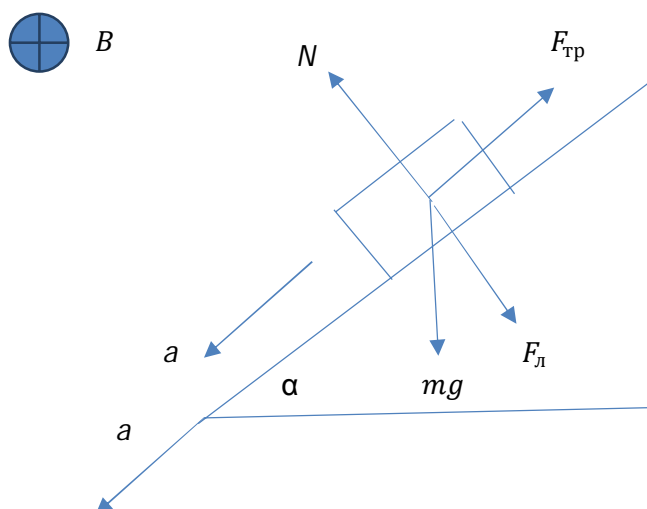
Школьный этап

2015-16 год

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  $\alpha$ ; 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.

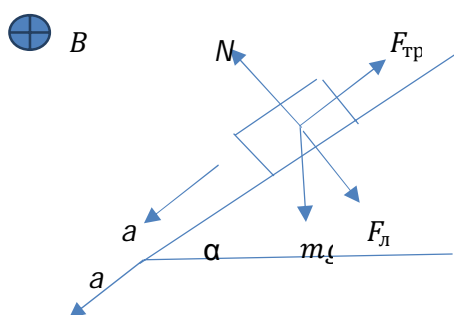


## 9 класс (всего 40 баллов)

### 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  $\alpha$ ; 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:

$\mu, q, B, \alpha, m$

Решение:

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

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

$\vartheta$ 

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

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

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

**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:

Решение:

$$U = 1 \text{ кВ}$$

$$B = 10^{-2} \text{ Тл}$$

$$R, T, n$$

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

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

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

$$R = 0,01 \text{ м}$$

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

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

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

Дано:

Решение:

$$\alpha = 30^\circ$$

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

$$u = 18 \text{ км/ч}$$

$$v_B = 5 \text{ м/с}$$

**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 –  $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . 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:

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

$$\text{Следовательно: } \frac{P^2}{U^2} R = 0,02P$$

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

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

**5 баллов**

**Всероссийской олимпиады школьников  
по физике  
Школьный этап**

**10 класс**

**Задания**

10.1 От движущегося поезда отцепляется последний вагон. Поезд продолжает движение с той же постоянной скоростью. Во сколько раз отличаются пути, пройденные поездом и вагоном за время, прошедшее от отрыва до его полной остановки? Ускорение вагона считать постоянным.

10.2 Электрический чайник, мощность которого 200 Вт, нагревают 1 кг воды от 60 до 61 градуса за 1 минуту. За какое время вода остынет от 61 до 60 градусов Цельсия, если чайник отключить от сети? Теплоемкостью чайника пренебречь.

10.3 Кусок льда объемом  $V$ , в который вморожен медный шарик объемом  $V/4$ , помещен в высокий цилиндрический сосуд с водой, площадь основания сосуда  $80 \text{ см}^2$ . Как изменится уровень воды в сосуде после того, как лед растает? Плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$ , льда –  $0,9 \text{ г/см}^3$ , объем куска льда –  $400 \text{ см}^3$ . Считать, что объем воды в сосуде в несколько раз превышает объем куска льда, и вода из сосуда не выливается.

10.4 В калориметре находится 300 г воды при температуре  $80^\circ\text{C}$ . В калориметр бросают 400 г льда, температура которого минус  $5^\circ\text{C}$ . Определить содержимое калориметра при установившейся температуре. Теплообмен с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоемкость воды  $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ , льда  $2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ , удельная теплота плавления льда  $3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

10.5 Объяснить, как будут идти часы с секундным маятником, установленным для Москвы, на полюсе и на экваторе?

**Всероссийская олимпиада школьников по физике**  
**Школьный этап 11 класс**

- 1) По окружности радиуса  $R = 100$  м бежит с постоянной скоростью  $V_1 = 0,628$  м/с кролик, нерастяжимая натянутая веревочка привязана к кролику и закреплена в центре круга. В начальный момент времени в центре круга находится улитка, она бросается в погоню – ползет по веревочке со скоростью  $V_2 = 0,2$  см/с. На каком расстоянии от начальной своей точки будет находиться кролик в тот момент, когда улитка его догонит? Считать размеры кролика и улитки очень маленькими. Число «пи» 3, 1415926.
- 2) Моль гелия (одноатомный газ) вначале изотермически расширяется – при этом он получает в виде тепла 1620 Дж, затем его охлаждают при неизменном объеме, отняв у него 1000 Дж в виде тепла. После этого его адиабатически сжимают до начального состояния. Найти термодинамический КПД этого цикла.
- 3) В стакан налита вода при комнатной температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  до половины объема. Туда доливают еще столько же воды при температуре  $+30^{\circ}\text{C}$  – установившаяся температура равна  $+23^{\circ}\text{C}$ . В другой такой же стакан наливают воду при комнатной температуре до  $1/3$  объема и доливают горячей водой ( $+30^{\circ}\text{C}$ ) доверху. Какая температура установится в этом стакане? Потерями тепла в окружающее пространство за время установления температуры можно пренебречь.
- 4) В цепи, состоящей из резистора, двух конденсаторов и ключа между ними, емкость каждого конденсатора равна  $C$ . Первый конденсатор заряжен до напряжения  $U_0$ , второй – до напряжения  $2U_0$ . У обоих конденсаторов положительный заряд находится на верхней обкладке. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания цепи?
- 5) В однородном магнитном поле с индукцией  $B$  расположена катушка, на которую в один слой намотан проводник. Радиус катушки  $r$ . Определить ЭДС индукции, которая возникает при сматывании проводника с катушки, если ось катушки неподвижна и параллельна линиям индукции магнитного поля, а скорость размотки  $v$ .

