

ФИЗИКА
9 КЛАСС**Материалы для членов жюри (ключи, критерии оценивания)**

Задача №1. Электрон помещён в электрическое поле, действующее на заряды с постоянной силой. Через пять секунд в это же поле помещают ещё один электрон. Найти, через какое время после начала движения первого электрона расстояния, пройденные этими частицами, будут отличаться в два раза. Известно, что оба электрона не имели начальной скорости и их взаимодействием между собой можно пренебречь.

Решение: В однородном электрическом поле заряженная частица движется равноускорено. Обозначим ускорение частиц a . Так как электроны начинают двигаться с нулевой начальной скоростью, то первый движется по закону:

$$S_1 = \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

а второй, начавший движение спустя время τ после первого, движется по закону:

$$S_2 = \frac{a(t-\tau)^2}{2} \quad (2)$$

Определим, через какое время после начала движения первого электрона расстояния, пройденные этими частицами, будут отличаться в два раза, т.е. когда выполнится условие:

$$S_1 = 2S_2 \quad (3)$$

Подставив (1) и (2) в (3) и сократив на a , получим квадратное уравнение:

$$t^2 = 2(t-\tau)^2$$

Решая квадратное уравнение, находим: $t_{1,2} = (2 \pm \sqrt{2})\tau$

Корень $t_2 = (2 - \sqrt{2})\tau \leq \tau$ не подходит, так как в этот момент времени второй электрон ещё не пришёл в движение.

Ответ: $t = (2 + \sqrt{2})\tau$, т.е. примерно через 17 с.

Критерии оценивания:

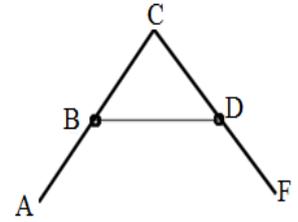
1) Записано уравнение равноускоренного движения для первого электрона **2 балла**

ФИЗИКА**9 КЛАСС**

- | | |
|--|-----------------|
| 2) Записано уравнение равноускоренного движения для второго электрона | 2 балла |
| 3) Составлено квадратное уравнение – | 1 балл |
| 4) Найдены корни квадратного уравнения – | 3 балла |
| 5) Сделан правильный выбор одного из корней уравнения:
с объяснением выбора – | 2 балла, |
| без пояснения – | 1 балл |

**ФИЗИКА
9 КЛАСС**

Задача №2. Проводник AF , находящийся под напряжением 9 В , согнули посередине (точка C) под углом 60 градусов. К серединам каждой из сторон проводника подключена прямая проволока из того же металла, но вдвое меньшего сечения. Определить падение напряжения на проволоке (участок $B-D$).



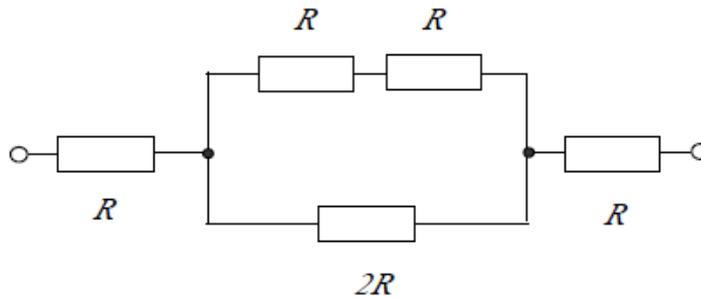
Решение: Пусть R – сопротивление любого из участков AB , BC , CD или DF основного проводника:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Поперечное сечение перемычки вдвое меньше, тогда её сопротивление:

$$R_{BD} = \rho \frac{L \cdot 2}{S} = 2R$$

Построим эквивалентную схему:



Сопротивление среднего участка цепи равно R , а общее сопротивление всей цепи $3R$, отсюда определим падение напряжения на перемычке

$$U_{BD} = IR = \frac{U \cdot R}{3R} = \frac{9}{3} = 3\text{ В}$$

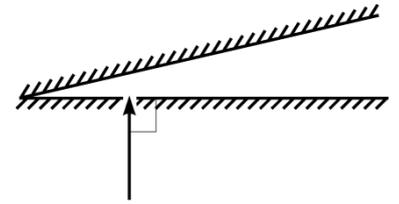
Ответ: 3 В

Критерии оценивания:

- 1) Приведена формула расчета сопротивления любого из участков AB , BC , CD или DF основного проводника – **2 балла**
- 2) Приведена формула расчета сопротивления перемычки – **2 балла**
- 3) Построена эквивалентная схема – **4 балла**
- 4) Определено падение напряжения на перемычке из закона Ома – **2 балла.**

**ФИЗИКА
9 КЛАСС**

Задача №3. Андрей сложил два зеркала под углом 8° и через отверстие в одном из них направил луч лазерной указки так, как показано на рисунке. Изобразите примерный ход луча внутри зеркал. Сколько всего отражений испытает луч от этих зеркал?

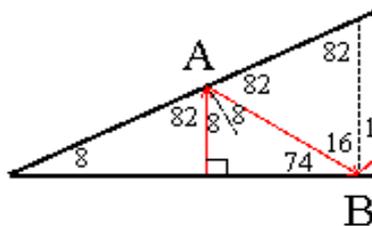
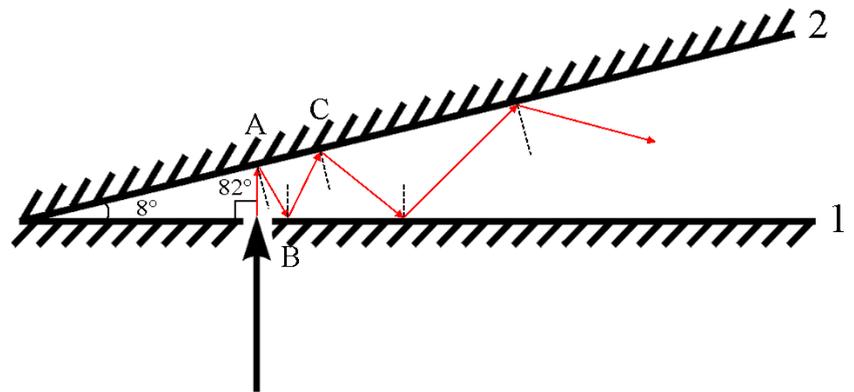
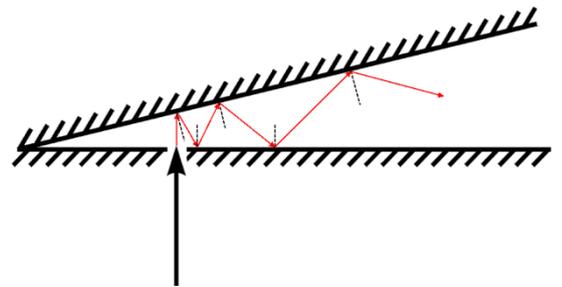


t , мин			5	0	9	5	5	0	05	перерыв	50
h , мм	53	53	52	51	51	50	50	48	47		45
Лёд	сть		ет								

Решение: 1. На рисунке изображен примерный ход луча:

2. Угол между двумя зеркалами равен 8° , тогда угол в прямоугольном треугольнике равен 82° .

Угол падения на 2 зеркало в точку A равен 8° . По закону отражения – угол падения равен углу отражения, а значит угол между падающим и отраженным лучами в точке A равен 16° .



3. Угол между зеркалом 1 и падающим лучом в точке B равен $90^\circ - 16^\circ = 74^\circ$. Тогда угол падения в точке B будет равен 16° . Также угол отражения в точке B будет равен 16° , а значит угол между падающим и отраженным лучами в точке B равен 32° .

**ФИЗИКА
 9 КЛАСС**

Угол между зеркалом 2 и падающим лучом в точке C равен 66° . Тогда угол падения в точке C будет равен 24° . Также угол отражения в точке C будет равен 24° , а значит угол между падающим и отраженным лучами в точке C равен 48° . Можно увидеть закономерность – при каждом следующем отражении от зеркал угол падения увеличивается на 8° .

4. Тогда получим следующие углы: 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88. Получаем, что произойдет 11 отражений.

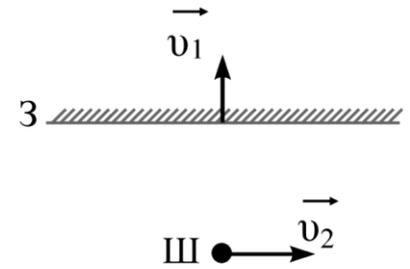
Ответ: 11 отражений.

Критерии оценивания:

- | | |
|--|-----------------|
| 1) На рисунке изображен примерный ход луча – | 2 балла |
| 2) Хотя бы для одного отражения луча записан закон отражения света (угол падения равен углу отражения) – | 1 балл |
| 3) Показано, что при каждом следующем отражении от зеркал угол падения увеличивается на 8° – | 5 баллов |
| 4) Определено общее количество отражений – | 2 балла |

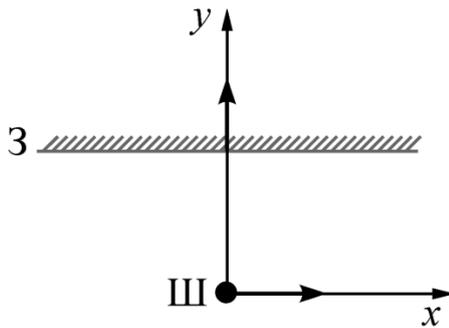
**ФИЗИКА
9 КЛАСС**

Задача №4. Мимо остановки движутся перпендикулярно друг другу пёс Шарик и грузчик. Грузчик несёт плоское зеркало, в котором Шарик видит своё изображение. Скорость грузчика относительно остановки $v_1 = 2$ м/с, скорость Шарика относительно остановки $v_2 = 2,5$ м/с. Найдите модуль скорости изображения Шарика:



- а) относительно остановки;
- б) относительно зеркала;
- в) относительно самого Шарика.

Решение: Введем координатные оси x и y таким образом, чтобы Шарик двигался вдоль оси x , а скорость зеркала, расположенного параллельно оси x , была направлена вдоль оси y .



Начало координат совместим с положением Шарика в начальный момент времени. Тогда координаты Шарика в момент времени t будут

$$x_{Ш} = v_2 t$$

$$y_{Ш} = 0$$

Координата плоскости зеркала будет в момент времени t равна $y_3 = y_0 + v_1 t$, (y_0 – начальная координата зеркала), координаты изображения составят

$$x_{И} = v_2 t$$

$$y_{И} = 2(y_0 + v_1 t)$$

Проекция скорости Шарика на оси x и y в выбранной системе отсчёта составляют $(v_2; 0)$, проекции скорости зеркала – $(0; v_1)$, проекции скорости изображения – $(u_x = v_2; u_y = 2v_1)$. Следовательно, проекции скорости изображения относительно зеркала составляют $(u_x; u_y - v_1)$, или $(v_2; v_1)$, а изображения относительно Шарика – $(u_x - v_2; u_y)$, или $(0; 2v_1)$.

По теореме Пифагора модуль скорости изображения относительно зеркала составляет

**ФИЗИКА
9 КЛАСС**

$$\sqrt{v_1^2 + v_2^2} \approx 3,2 \text{ м/с}$$

$$\text{Относительно остановки } \sqrt{(2v_1)^2 + v_2^2} \approx 4,7 \text{ м/с}$$

$$\text{Относительно Шарика } 2v_1 = 4 \text{ м/с}$$

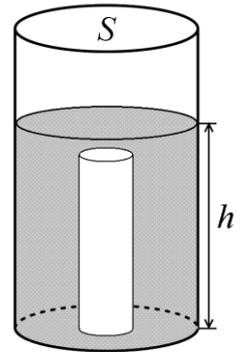
Ответ: модуль скорости изображения относительно зеркала составляет 3,2 м/с, относительно остановки 4,7 м/с, относительно Шарика 4 м/с.

Критерии оценивания:

- | | |
|---|----------------|
| 1) Введены координатные оси для определения направления движения – | 1 балл |
| 2) Записаны для момента времени t координаты Шарика, зеркала и изображения – | 2 балла |
| 3) Записаны проекции скоростей Шарика, зеркала и изображения на оси x и y в выбранной системе отсчёта – | 1 балл |
| 4) Найден модуль скорости изображения Шарика: | |
| а) относительно остановки – | 2 балла |
| б) относительно зеркала – | 2 балла |
| в) относительно самого Шарика – | 2 балла |

ФИЗИКА
9 КЛАСС

Задача №5. В школьном научном кружке задумали провести опыт по изучению таяния льда. Для этого исследователи прикрепили кусочек льда на дно мерного цилиндра, который наполнили водой температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ так, чтобы лёд был полностью погружен в воду. Кусочек льда имел форму цилиндра (см. рис.). Мерный цилиндр оставили на столе и начали измерять зависимость уровня воды в стакане h от времени t . Все измерения заносились в таблицу. Время близилось к обеду, и исследователям захотелось перекусить, они отправились в столовую. Вернувшись в лабораторию, ребята не обнаружили лёд в мерном цилиндре. Они были уверены, что в начале опыта лёд и вода находились в тепловом равновесии, а температура в лаборатории не изменялась. Площадь сечения мерного цилиндра $0,0012\text{ м}^2$. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000\text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900\text{ кг/м}^3$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330\text{ кДж/кг}$. Лёд за время наблюдения не всплывал. Используя результаты эксперимента необходимо:



- 1) построить график зависимости $h(t)$;
- 2) найти, за какой промежуток времени лёд полностью растаял;
- 3) определить мощность притока тепла из окружающей среды к содержимому мерного цилиндра (мощность притока тепла – энергия, которая поступает к содержимому мерного цилиндра через его стенки, за одну секунду).

t , МИН	0	2	15	30	39	45	55	80	105	перерыв	150
h , ММ	153	153	152	151	151	150	150	148	147		145
Лёд	есть		нет								

Решение: Так как мерный цилиндр все время имеет температуру 0°C и температура в лаборатории не меняется, то постоянной будет и мощность подводимого тепла. Докажем, что график зависимости $H(t)$ должен быть линейным. Пусть за время Δt системе передано количество теплоты $N\Delta t$, где N – искомая мощность подводимого тепла. Оно целиком расходуется только на плавление льда, следовательно, за это время растает лед массой $\Delta m = \frac{N\Delta t}{\lambda}$.

Изменение объема содержимого мерного цилиндра можно найти как разность объемов растаявшего льда и воды, полученной из этого льда:

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{л}}} - \frac{\Delta m}{\rho_{\text{в}}}$$

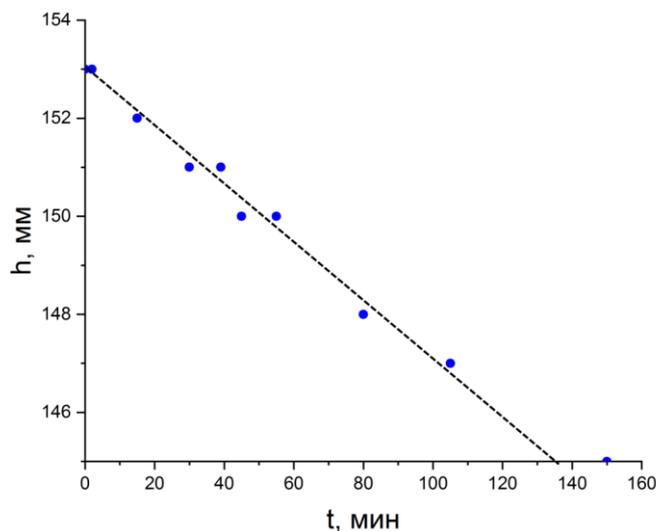
При этом понижение уровня воды в стакане будет равно

**ФИЗИКА
9 КЛАСС**

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{\Delta m}{S} \left(\frac{1}{\rho_l} - \frac{1}{\rho_в} \right) = \frac{N \Delta t}{\lambda S} \left(\frac{1}{\rho_l} - \frac{1}{\rho_в} \right)$$

Из полученной формулы видим, что высота линейно уменьшается с течением времени.

Для ответа на первый вопрос задачи следует, пользуясь таблицей, нанести точки на график зависимости высоты от времени, провести через них прямую линию и экстраполировать полученную зависимость до пересечения с уровнем 145 мм – это уровень воды в стакане после полного таяния льда. Отсюда получим ответ: $\Delta t_T = 135$ мин (с точностью до 5 мин).



Для нахождения мощности притока тепла воспользуемся выведенным соотношением для Δh , из которого получим

$$N = \frac{\Delta h \lambda S \rho_l \rho_в}{\Delta t (\rho_в - \rho_l)}$$

При подстановке, берем $\Delta t_T = 135$ мин и $\Delta h_T = 0,008$ м (полное уменьшение уровня воды за время таяния льда).

$$N = 3,52 \text{ Вт}$$

Ответ: лёд полностью растаял за 135 мин, мощность притока тепла равна 3,52 Вт.

Критерии оценивания:

- | | |
|--|----------------|
| 1) Найдено изменение массы растаявшего льда за время Δt – | 1 балл |
| 2) Найдено изменение объема содержимого мерного цилиндра – | 1 балл |
| 3) Найдено уменьшение уровня воды за время таяния льда – | 1 балл |
| 4) Построен правильный, линейный график $h(t)$ – | 3 балла |
| 5) Определено время, за которое лёд полностью растаял – | 2 балла |
| 6) Найдена мощность притока тепла из окружающей среды к содержимому мерного цилиндра – | 2 балла |