

*Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2016/17учебный год)*

**8 класс**

**Задача 8.1**

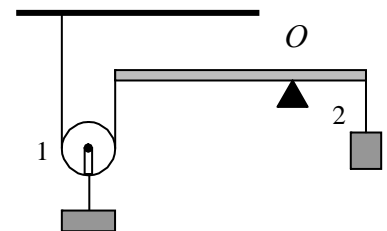
Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

**Задача 8.2**

При смешивании 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью  $0,8 \text{ г/см}^3$  оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

**Задача 8.3**

На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку  $O$  опоры, чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис.)? Длина рычага  $L = 60 \text{ см}$ , масса первого груза вместе с блоком  $m_1 = 2 \text{ кг}$ , масса второго груза  $m_2 = 3 \text{ кг}$ .



**8 класс**

Количество задач – 3. Время, отводимое на выполнение - 90 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов *вне зависимости* от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 8.1**

Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Решение:

Путь туда и обратно по озеру будет длиться  $120/10 + 120/10 = 24$  часа, тогда как по реке это будет  $120/12 + 120/8 = 25$  часов. Поэтому добираться быстрее по озеру.

*Критерии оценивания:*

Записана формула или видно из работы школьника, что скорость - это расстояние, деленное на время - 1 балл

Найдено время пути по озеру - 3 балла

Найдено время пути по реке по течению - 2 балла

Найдено время пути по реке против течения - 2 балла

Сделано сравнение и получен правильный ответ - 2 балла

**Задача 8.2**

При смешивании 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью  $0,8 \text{ г/см}^3$  оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

Решение:

Суммарная масса раствора  $100 \cdot 1 + 100 \cdot 0,8 = 180$  кг. При этом суммарный объем раствора  $(100 + 100) \cdot 0,95 = 190$  литров. Плотность раствора равна  $180/190 \approx 0,95 \text{ г/см}^3$ .

*Критерии оценивания:*

Найдена масса всей воды - 2 балла

Найдена масса всего спирта - 2 балла

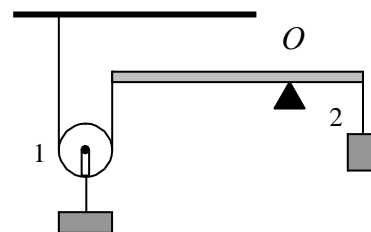
Найдена суммарная масса раствора - 1 балл

Найден суммарный объем после смешения - 3 балла

Найдена плотность раствора - 2 балла

**Задача 8.3**

На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку  $O$  опоры, чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис.)? Длина рычага  $L = 60$  см, масса первого груза вместе с блоком  $m_1 = 2$  кг, масса второго груза  $m_2 = 3$  кг.



Решение:

Обозначим искомое расстояние  $x$ . К правому концу рычага приложена сила тяжести  $m_2g$ , а к левому – сила натяжения нити  $m_1g/2$  (так как подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза). По правилу рычага (относительно точки  $O$ ):  $(m_1g/2)x = m_2g(L-x)$ . Отсюда

$$x = 2m_2L/(m_1 + 2m_2) = 45 \text{ см.}$$

*Критерии оценивания:*

Указана сила тяжести, действующая на правый конец рычага – 2 балла

Указана сила натяжения нити, действующая на левый конец рычага - 3 балла

Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 3 балла (если сразу правильно записано правило рычага, то автоматически ставится 8 баллов)

Выражено искомое расстояние  $x$  в виде формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

**9 класс**

**Задача 9.1**

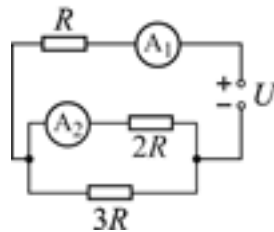
Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

**Задача 9.2**

В калориметре находится вода массой  $m_{\text{в}} = 0,16$  кг и температурой  $t_{\text{в}} = 30$  °С. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой  $m_{\text{л}} = 80$  г. В холодильнике поддерживается температура  $t_{\text{л}} = -12$  °С. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды  $C_{\text{в}} = 4200$  Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда  $C_{\text{л}} = 2100$  Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 334$  кДж/кг.

**Задача 9.3**

Найдите показания идеальных амперметров А1 и А2 электрической цепи, схема которой приведена в на рисунке. Напряжение идеального источника  $U = 11$  В, сопротивление  $R = 1$  кОм.



## Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2016/17 учебный год)

### 9 класс

Количество задач – 3. Время, отводимое на выполнение - 90 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

#### Задача 9.1

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен  $4 \cdot 20 = 80$  метров. Из них  $4 \cdot 10 = 40$  метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло  $80 - 40 = 40$  метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна  $40/16 = 2,5$  м/с.

*Критерии оценивания:*

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного расстояния к промежутку времени - 2 балла

Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

#### Задача 9.2

В калориметре находится вода массой  $m_v = 0,16$  кг и температурой  $t_v = 30$  °С. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой  $m_{л} = 80$  г. В холодильнике поддерживается температура  $t_{л} = -12$  °С. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды  $C_v = 4200$  Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда  $C_{л} = 2100$  Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 334$  кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:  $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30$  Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:  $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12$  Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда:  $Q_3 = 334000 \cdot 0,08$  Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты  $Q_1$  недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ( $Q_1 < Q_2 + Q_3$ ). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна  $t = 0$  °С.

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

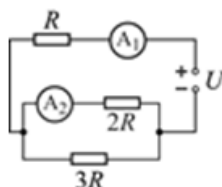
Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лёд – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

### Задача 9.3

Найдите показания идеальных амперметров  $A_1$  и  $A_2$  в электрической цепи, схема которой приведена на рисунке. Напряжение идеального источника  $U = 11$  В, сопротивление  $R = 1$  кОм.



**Решение (первый способ).** Найдем, как связаны токи  $I_1$  и  $I_2$  через амперметры  $A_1$  и  $A_2$ . Учтём, что через сопротивление  $2R$  течет ток  $I_2$ , а через сопротивление  $3R$  — ток  $I_1 - I_2$ , а напряжения на этих сопротивлениях, равные  $I_2 \cdot 2R$  и  $(I_1 - I_2) \cdot 3R$ , должны быть одинаковыми:  $I_2 \cdot 2R = (I_1 - I_2) \cdot 3R$ . Отсюда  $I_2 = 0,6I_1$ .

Напряжение на источнике  $U$  равно сумме напряжения  $I_1 \cdot R$  на резисторе  $R$  и напряжения  $I_2 \cdot 2R = 1,2I_1 \cdot R$  на резисторе  $2R$ , то есть  $U = I_1 \cdot R + 1,2I_1 \cdot R$ .

Отсюда  $U = 2,2I_1 \cdot R$  и  $I_1 = \frac{U}{2,2R} = \frac{5U}{11R} = 5$  мА,  $I_2 = \frac{3U}{11R} = 3$  мА.

**Решение (второй способ).** По законам последовательного и параллельного соединения сопротивление цепи составляет  $R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = 2,2R$ . Следовательно, ток через источник, совпадающий

с током через амперметр  $A_1$ , составляет  $I_1 = \frac{U}{2,2R} = \frac{5U}{11R} = 5$  мА.

Поскольку напряжение на источнике равно  $U$ , а на сопротивлении  $R$  напряжение составляет  $I_1 \cdot R = \frac{5U}{11}$ , напряжение на сопротивлениях  $2R$  и  $3R$

равно  $U - \left(\frac{5U}{11}\right) = \frac{6U}{11}$ . Следовательно, сила тока через сопротивление  $2R$

(и амперметр  $A_2$ ) равна  $I_2 = \frac{6U}{11} : 2R = \frac{3U}{11R} = 3$  мА.

**Ответ.** Амперметр  $A_1$  показывает 5 мА, амперметр  $A_2$  показывает 3 мА.

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2016/17 учебный год)**  
**10 класс**

**Задача 10.1**

Сферическая капля воды падает в воздухе с установившейся скоростью  $V_0$ . С какой установившейся скоростью  $V$  будет падать капля воды, имеющая в  $n$  раз **большую** массу? Считайте, что сферическая форма капли не меняется при увеличении ее скорости, а сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости движения капли. Для справки: объем шара радиусом  $R$  равен  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ .

**Задача 10.2**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением  $U_0 = 200$  В. Он смог прогреть стакан воды до температуры  $t_1 = 85$  °С при температуре в комнате  $t_{\text{комн}} = 25$  °С. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура  $t_2$  установится в нем? Количество теплоты, теряемое стаканом в единицу времени, пропорционально разности температур воды и воздуха. Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

**Задача 10.3**

К концам лёгкого рычага, находящегося в равновесии, подвешены грузы: к левому концу подвешено два груза, а к правому три (рис. 3). Затем к левому и правому концам рычага подвесили ещё по одному грузу, а точку подвеса рычага переместили на 1 см, после чего рычаг вновь оказался в равновесии. Какова длина рычага? Все грузы одинаковые.

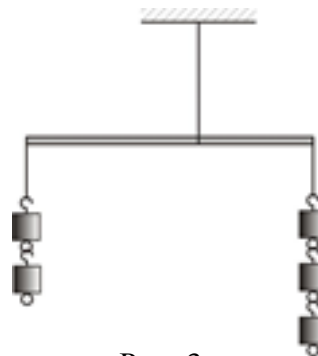


Рис. 3

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2016/17 учебный год)**  
**10 класс**

Количество задач – 3. Время, отводимое на выполнение - 90 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 10.1**

Сферическая капля воды падает в воздухе с установившейся скоростью  $V_0$ . С какой установившейся скоростью  $V$  будет падать капля воды, имеющая в  $n$  раз **большую** массу? Считайте, что сферическая форма капли не меняется при увеличении ее скорости, а сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости движения капли. Для справки: объем шара радиусом  $R$  равен  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ .

Решение:

По условию  $F_{\text{сопр}} = kSV^2$ , где  $k$  – некоторый коэффициент пропорциональности.

При установившемся падении  $F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяж}} = mg$ .

Пусть вначале капли имели площадь сечения  $S_0$  и массу  $m_0$ . Тогда  $m_0g = kS_0V_0^2$ . Аналогично, для случая с «добавкой»:  $m_1g = kS_1V_1^2$ .

По условию  $m_1 = nm_0$ . Значит, линейные размеры (радиус капель и т.п.) отличаются в  $\sqrt[3]{n}$  раз. Площади сечений относятся как квадраты линейных размеров, т.е. у тяжелой капли площадь сечения в  $n^{2/3}$  раз больше:  $S_1 = n^{2/3}S_0$ .

Подставим полученные соотношения в формулы равенства сил:

$$\begin{aligned} m_0g &= kS_0V_0^2 \\ (nm_0)g &= k(n^{2/3}S_0)V_1^2. \end{aligned}$$

Поделив уравнения друг на друга, получим  $V_1^2/V_0^2 = n^{1/3}$ , отсюда  $V_1 = V_0\sqrt[6]{n}$ .

*Критерии оценивания:*

Записана формула для равенства силы сопротивления и силы тяжести при установившемся падении - 3 балла

Указана связь между  $n$  и отношением площадей сечений - 3 балла

Выражена скорость  $V$  - 4 балла

**Задача 10.2**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением  $U_0 = 200$  В. Он смог прогреть стакан воды до температуры  $t_1 = 85$  °С при температуре в комнате  $t_{\text{комн}} = 25$  °С. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура  $t_2$  установится в нем? Количество теплоты, теряемое стаканом в единицу времени, пропорционально разности температур воды и воздуха. Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение  $U_0$  распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).



Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду:  $P_{\text{выдел. на кипят.}} = P_{\text{отдав. в окр. среду}}$ . Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид:  $U_0 / R = k(t_1 - t_{\text{комн}})$  и  $(U_0/2) / R = k(t_2 - t_{\text{комн}})$ , где  $R$  – сопротивление кипятильника,  $k$  – некоторый коэффициент пропорциональности. Поделив одно уравнение на другое, получим:  $t_2 - t_{\text{комн}} = (t_1 - t_{\text{комн}})/4$ . После преобразований найдем:  $t_2 = 0,75t_{\text{комн}} + 0,25t_1 = 40$  °С.

**Критерии оценивания:**

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплотеря при установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников - 2 балла

Получено выражение для  $t_2$  - 5 баллов

**Задача 10.3**

К концам лёгкого рычага, находящегося в равновесии, подвешены грузы: к левому концу подвешено два груза, а к правому три (рис. 3). Затем к левому и правому концам рычага подвесили ещё по одному грузу, а точку подвеса рычага переместили на 1 см, после чего рычаг вновь оказался в равновесии. Какова длина рычага? Все грузы одинаковые.

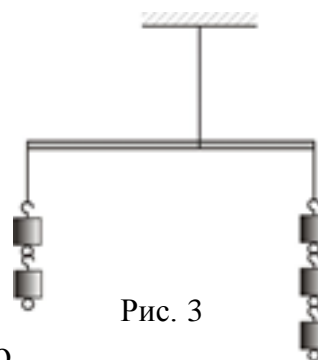


Рис. 3

**Решение**

Пусть масса одного груза равна  $m$ , а длина рычага  $l$ . По правилу рычага в первом случае левое плечо рычага относится к правому как 3:2. Значит, в первом случае длина левого плеча равна  $\frac{3}{5}l$  (при этом длина

правого плеча равна  $\frac{2}{5}l$ ). Во втором случае левое плечо относится к правому

как 4:3. Значит, после перемещения точки подвеса длина левого плеча равна  $\frac{4}{7}l$

(а правого  $\frac{3}{7}l$ ). Расстояние, на которое переместили точку подвеса рычага, равно

$$\frac{3}{5}l - \frac{4}{7}l = \frac{1}{35}l = 1 \text{ см, откуда } l = 35 \text{ см.}$$

**Критерии оценивания**

Записано правило рычага для первого случая..... 1 балл

Длина левого (или правого) плеча выражена через общую длину рычага в первом случае..... 2 балла

Записано правило рычага для второго случая..... 1 балл

Длина левого (или правого) плеча выражена через общую длину рычага во втором случае ..... 2 балла

Смещение точки подвеса выражено через общую длину рычага ..... 2 балла

Получен ответ..... **2 балла**

*За каждое верно выполненное действие баллы складываются.*

*При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.*

**Максимум за задание – 10 баллов.**

11 класс

Задача 11.1

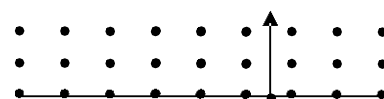
Тело с герметичной полостью изготовлено из стеклопластика ( $\rho_c = 2,0 \text{ г/см}^3$ ). Если это тело подвесить на нити в воздухе, сила натяжения нити равна  $T_0 = 3,5 \text{ Н}$ . Для удержания этого тела в воде (тело полностью погружено в воду и не касается дна сосуда) к нити прикладывают силу  $T_1 = 1,5 \text{ Н}$ . Определите возможные значения отношения  $\alpha$  объема полости к полному объему тела.

Задача 11.2

В калориметре находится вода массой  $m_b = 0,16 \text{ кг}$  и температурой  $t_b = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой  $m_l = 80 \text{ г}$ . В холодильнике поддерживается температура  $t_l = -12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды  $C_b = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплоёмкость льда  $C_l = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$ .

Задача 11.3

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , влетает со скоростью  $V$  в область однородного магнитного поля с индукцией  $B$  перпендикулярно линиям индукции и плоской границе области (см. рис.). Определите максимальное расстояние, на которое удалится от границы области частица в процессе своего движения.



Задача 11.4

Ламповый диод представляет собой откачанный до высокого вакуума цилиндр, с одной стороны которого находится катод, а с другой, на расстоянии  $l = 10 \text{ см}$  от катода, находится анод. Между анодом и катодом поддерживается разность потенциалов  $U = 200 \text{ В}$ , а форма электродов такова, что электрическое поле между ними можно считать однородным. Катод излучает электроны, которые затем ускоряются полем и попадают на анод. Найдите время  $\tau$  пролёта диода электроном, если начальной скоростью электрона можно пренебречь.

Масса электрона  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ , элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

**11 класс**

Количество задач – 4. Время, отводимое на выполнение - 120 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 11.1**

Тело с герметичной полостью изготовлено из стеклопластика ( $\rho_c = 2,0 \text{ г/см}^3$ ). Если это тело подвесить на нити в воздухе, сила натяжения нити равна  $T_0 = 3,5 \text{ Н}$ . Для удержания этого тела в воде (тело полностью погружено в воду и не касается дна сосуда) к нити прикладывают силу  $T_1 = 1,5 \text{ Н}$ . Определите возможные значения отношения  $\alpha$  объема полости к полному объему тела.

Решение:

Когда тело находится в воздухе:  $T_0 = \rho_c g(V_T - V_n)$ , где  $V_T$  – полный объем тела,  $V_n$  – объем полости.

Первый случай: тело тонет в воде:

$$T_0 = F_{\text{Арх}} + T_1, \quad T_0 - T_1 = \rho_v g V_T,$$
$$\frac{T_0}{T_0 - T_1} = \frac{\rho_c}{\rho_v} (1 - \alpha), \quad \alpha = 1 - \rho_v \frac{T_0}{\rho_c T_0 - T_1}$$

= 0,125 Второй случай: тело всплывает:

$$T_0 + T_1 = F_{\text{Арх}}, \quad T_0 + T_1 = \rho_v g V_T,$$
$$\frac{T_0}{T_0 + T_1} = \frac{\rho_c}{\rho_v} (1 - \alpha), \quad \alpha = 1 - \rho_v \frac{T_0}{\rho_c T_0 + T_1} = 0,65$$

*Критерии оценивания:*

Сила тяжести в воздухе равна силе натяжения нити - 1 балл

Сила тяжести выражена через объёмы - 1 балл

Каждый из рассмотренных случаев:

Условие равновесия тела в воде - 1 балл

Выполнены необходимые преобразования, выражено отношение  $\alpha$ , получен ответ - 3 балла

**Задача 11.2**

В калориметре находится вода массой  $m_b = 0,16 \text{ кг}$  и температурой  $t_b = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой  $m_l = 80 \text{ г}$ . В холодильнике поддерживается температура  $t_l = -12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды  $C_b = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплоёмкость льда  $C_l = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$ .

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:  $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30 \text{ Дж} = 20160 \text{ Дж}$ .

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:  $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12 \text{ Дж} = 2016$

Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда:  $Q_3 = 334000 \cdot 0,08 \text{ Дж} = 26720 \text{ Дж}$ .

Видно, что количества теплоты  $Q_1$  недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ( $Q_1 < Q_2 + Q_3$ ). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна  $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

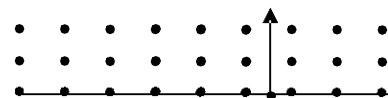
Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лёд – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

### Задача 11.3

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , влетает со скоростью  $V$  в область однородного магнитного поля с индукцией  $B$  перпендикулярно линиям индукции и плоской границе области (см. рис.). Определите максимальное расстояние, на которое удалится от границы области частица в процессе своего движения.



Решение:

Частица движется по дуге окружности, радиус которой  $R$  и есть искомое расстояние. Сила Лоренца, действующая на частицу, создаёт центростремительное ускорение

$$a = \frac{qVB}{m} = \frac{V^2}{R}. \text{ Отсюда } R = \frac{mV}{qB}.$$

*Критерии оценивания:*

Указано, что траектория — окружность - 2 балла

Правильно записана формула для силы Лоренца - 3 балла

Правильно записана формула для центростремительного ускорения - 2 балла

Записан второй закон Ньютона - 1 балл

Получен ответ - 2 балла

### Задача 11.4

Ламповый диод представляет собой откачанный до высокого вакуума цилиндр, с одной стороны которого находится катод, а с другой, на расстоянии  $l = 10 \text{ см}$  от катода, находится анод. Между анодом и катодом поддерживается разность потенциалов  $U = 200 \text{ В}$ , а форма электродов такова, что электрическое поле между ними можно считать однородным. Катод излучает электроны, которые затем ускоряются полем и попадают на анод. Найдите время  $\tau$  пролёта диода электроном, если начальной скоростью электрона можно пренебречь.

Масса электрона  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ , элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

**Решение**

Зная разность потенциалов и расстояние между электродами, найдём модуль напряжённости электрического поля:

$$E = \frac{U}{l} = 2,00 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Поскольку поле в диоде однородно, то электрон в нём будет двигаться с постоянным ускорением

$$a = \frac{eE}{m_e} = 3,52 \cdot 10^{14} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

За искомое время  $\tau$  электрон пройдёт путь  $l$ :

$$l = \frac{a\tau^2}{2},$$

откуда  $\tau = \sqrt{\frac{2l}{a}} = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ с.}$

**Критерии оценивания**

Найден модуль напряжённости поля.....	<b>2 балла</b>	Найден
модуль ускорения электрона.....	<b>2 балла</b>	Записано
выражение для перемещения при равноускоренном движении.....	<b>2 балла</b>	Получен
ответ.....	<b>4 балла</b>	

*За каждое верно выполненное действие баллы складываются.*

*При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл. Максимум за задание – **10 баллов**.*