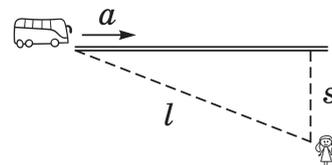


## Всероссийская олимпиада школьников по физике

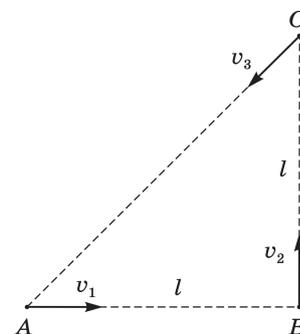
9 класс, заключительный этап, 2021/22 год

**ЗАДАЧА 1. Автобус.** Настя стоит в поле на расстоянии  $s$  от прямой дороги, по которой от остановки с постоянным ускорением  $a$  в её сторону начинает движение автобус (см. рис.). Расстояние от остановки до девочки равно  $l$ . Через какое минимальное время  $\tau$  Настя сможет оказаться рядом с автобусом, если она умеет бегать со скоростью  $v$ ? Временем разгона девочки можно пренебречь.



$$\frac{v^2}{2s} - v\tau + \frac{a\tau^2}{2} = l$$

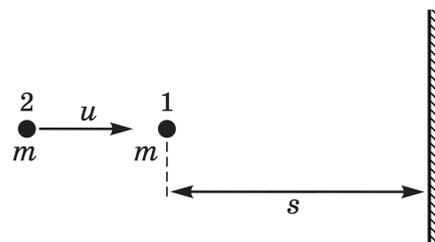
**ЗАДАЧА 2. Черепахи.** Три черепахи, движущиеся с постоянными по модулю скоростями и все время поддерживающие курс одна на другую, в момент запуска секундомера находились в вершинах равнобедренного прямоугольного треугольника  $ABC$  с катетами длиной  $l$  (см. рис.). Скорость первой черепахи  $v_1 = v$ , где  $v$  — известная величина, а скорости второй и третьей черепах  $v_2$  и  $v_3$  таковы, что в процессе их движения углы в треугольнике, образованном черепахами, не изменяются. Найдите:



1. время  $t$ , через которое черепахи встретятся;
2. модули скоростей  $v_2$  и  $v_3$  второй и третьей черепах;
3. ускорения черепах в начальный момент времени;
4. на каком расстоянии  $s$  от места старта первой черепахи произойдет их встреча.

$$\frac{v_2}{v} = s \left( \frac{v_3}{v} = \frac{v_2}{v} = \frac{v_3}{v} \right)$$

**ЗАДАЧА 3. Ап стену.** На гладкой горизонтальной поверхности на расстоянии  $s$  от стены покоится шайба массой  $m$ . На неё налетает вторая такая же шайба, движущаяся перпендикулярно стене со скоростью  $u$  (см. рис., вид сверху). Известно, что удары шайб о стену упругие, а при центральном столкновении самих шайб рассеивается доля  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) их суммарной кинетической энергии в системе отсчёта их центра масс. Постройте качественный график зависимости расстояния  $l$  между первой шайбой и стеной от времени  $t$ , отсчитываемого от момента первого столкновения шайб. Отметьте на нём характерные точки.

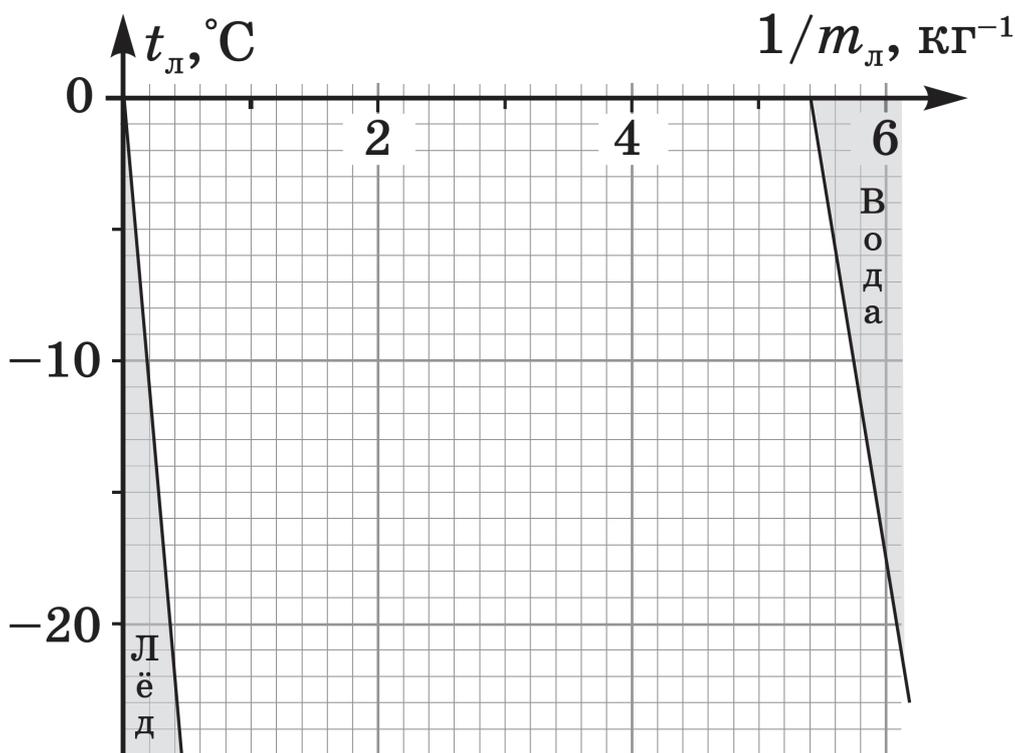


см. рисунок

**ЗАДАЧА 4. Ледяная картина.** После добавления в сосуд с водой некоторого количества льда в нем устанавливается тепловое равновесие. На рисунке приведена диаграмма, на которой выделены области с указанием конечного состояния содержимого сосуда в зависимости от температуры  $t_{\text{л}}$  и массы  $m_{\text{л}}$  добавленного льда.

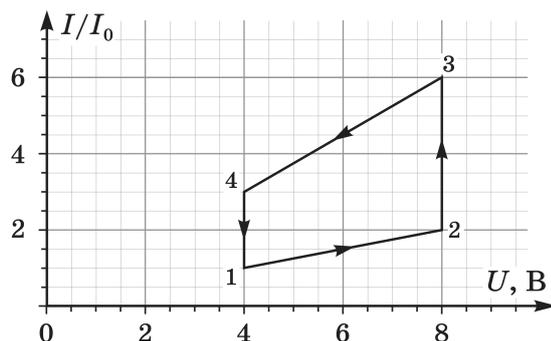
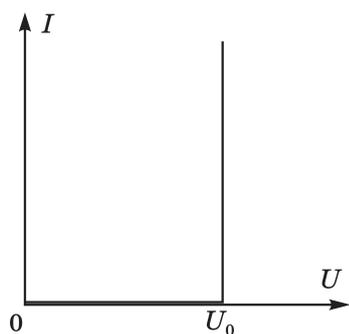
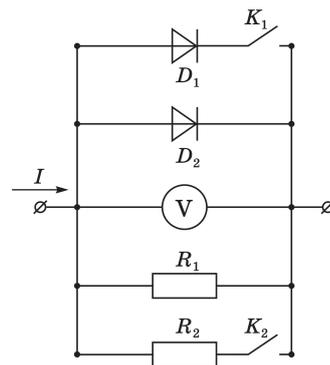
1. Какая температура установится в сосуде, если в него добавить 0,5 кг льда при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ ?
2. Определите начальную температуру  $t$  и массу  $m$  воды в сосуде.

Тепловыми потерями и теплоемкостью сосуда можно пренебречь. Содержимое из сосуда не выливается. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$ , удельная теплоемкость льда  $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ .



$$m_{\text{л}} = \frac{t}{c_{\text{л}}} = m_{\text{в}}, c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}, c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

**ЗАДАЧА 5. Электроцикл.** Фрагмент электрической цепи состоит из соединенных параллельно диодов, резисторов, ключей и идеального вольтметра (см. рис. справа). Диоды  $D_1$  и  $D_2$  открываются при разных напряжениях ( $U_{01} < U_{02}$ ). Их вольтамперная характеристика приведена на рисунке. На диаграмме (см. рис. ниже) изображен циклический процесс  $1 - 2 - 3 - 4 - 1$ , отражающий связь силы тока  $I$ , входящего в фрагмент, и показаний вольтметра  $U$ . Масштаб по оси ординат утерян, но известно, что в течение цикла сила тока  $I$  изменялась с постоянной по модулю скоростью  $k = 1 \text{ мА/с}$ , а количество теплоты, выделившееся на резисторах в процессе  $2 - 3$ , равно  $Q_{23} = 6,4 \text{ Дж}$ .



Опишите возможную последовательность действий с ключами, которая приведет к такому виду циклического процесса. Определите:

1. напряжения открытия диодов  $U_{01}$  и  $U_{02}$ ;
2. сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$ ;
3. время  $\tau$ , которое длился цикл;
4. количество теплоты  $Q_{41}$ , выделившееся на резисторах на участке  $4 - 1$ .

1)  $U_{01} = 4 \text{ В}$ ,  $U_{02} = 8 \text{ В}$ ; 2)  $R_1 = R_{12} = 400 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 200 \text{ Ом}$ ; 3)  $\tau = 100 \text{ с}$ ; 4)  $Q_{41} = 0,8 \text{ Дж}$