Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

1	2	3	4	Σ
10	8	7,5	19	44,5

ЛИСТ 1 ИЗ 8 | 8-01 ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

1.8.1. Пусть за время, которое мы хотим найти, часовая стрелка сдвигается на x делений, которые соответствуют минутам (всего их 60). Тогда минутная стрелка сдвинется за это время на $12x$ таких делений, т.к. ~~угловая ско~~ один оборот часовой стрелки длится 12ч, минутной 60мин = 1ч, 12ч/1ч = 12. Рассмотрим 2 случая.

1) в начале угол между часовой и минутной стрелками уменьшается. Тогда $\angle\alpha = 60^\circ$ соответствует $\frac{60^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{6}$ круга, (рис.1)

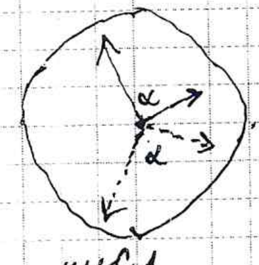
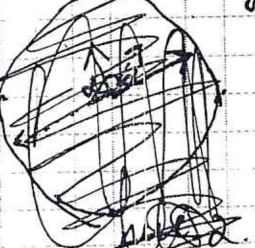


рис.1.

то есть 10 ~~дел~~ минутным делениям. Пунктиром на рисунке покажем положение стрелок в следующий раз, когда угол будет снова равен α. Тогда, с одной стороны, минутная стрелка прошла $12x$ делений, а с другой $10 + x + 10$. Тогда $12x = 20 + x$, $11x = 20$, $x = \frac{20}{11}$, $12x = \frac{20\cdot 12}{11} \approx 21{,}818$

2) в начале ~~д мин~~ угол между стрелками увеличивается (рис.2). (угол – имеется в виду минимальный из углов).



~~рис.2~~

Также покажем пунктиром следующее положение стрелок, когда угол между ними будет α. Тогда, с одной стороны, минутная стрелка ~~по~~ пройдёт $12x$ делений, а с другой $(6-1)\cdot 10 + x - 10$ делений.

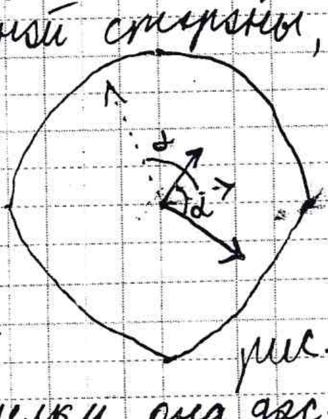


рис.2.

Почему? ~~она~~ в следующий раз она встретит час. стрелку, пройдя $60-10$ ~~делений~~ $+ x$ делений, т.к. текущего положения час. стрелки она дос-

тигнет за 60-10 делений, ещё час. стрелка сдвинется на x делений. Из этого вычитаем 10, т.к. минутная стрелка не прошла последние α градусов. получим $60-10+x-10=40+x$.
$12x=40+x$, $11x=40$, $x=\frac{40}{11}$, $12x=\frac{40\cdot 12}{11}\approx 43,636$.
Далее замечаем, что количество делений (минутных), пройденных минутной стрелкой, численно равно времени в минутах, за которое мин. стрелка прошла эти деления. То есть ответом явл. количество делений, пройденных минутной стрелкой, то есть $12x$. Выясним, что $12x=43,636$ или $12x=21,818$ (делений)
Ответ: через 21,818 минут или через 43,636 минут.

1.8.2. Опишем физические процессы. Лёгкий кусок льда назовём первым, также назовём первым калориметр, в который положили первый кусок. Изначально (при $\tau=0$) $t=0$, т.е. начальные темп. кусков равны. ~~от~~ в промежутке $0\le\tau\le\tau_1$ оба куска в твёрдом состоянии, и температура первого куска растёт быстрее, т.к. общая теплоёмкость первого калорим. и первого куска льда меньше. ~~Е~~ С момента τ_1 первый кусок достигает 0°C и начинает плавиться. Его температура перестаёт расти, а второй кусок всё ещё нагревается, поэтому на участке $\tau_1\le\tau\le\tau_2$ t уменьшается.

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 3 ИЗ 8 | 8-01 ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

Когда разн. t становится равна 0, второй кусок достигает температуры плавления 0°C и плавится. Оба куска плавятся во время $\tau_2 \le \tau \le \tau_3$. Ко времени τ_3 первый кусок полностью расплавился, и его темп. начинает расти, а t второго куска не меняется. С момента времени τ_4 разность температур начинает ~~уменьш~~ увеличиваться медленнее, чем при $\tau_3 \le \tau \le \tau_4$. Это связано с тем, что ко времени τ_4 второй кусок полностью расплавился и его температура начинает расти. Все участки линейны, т.к. для каждой системы тел (1 калорим., 1 кусок) и (2 калорим, 2 кусок) температура ~~лин~~ линейно зависит от τ, то разность их также линейно зависит от τ (~~если~~ линейно на всех участках между точками излома)

+2.5

Пусть первый и второй куски плавились (каждый с мощностью P) в течении времени $\tau_{н1}$ и $\tau_{н2}$ соответственно. Тогда $m_1\lambda = P\tau_{н1}$, $m_2\lambda = P\tau_{н2}$, т.к. считаем, что вся ~~мощность~~ работа нагревателя пошла на плавление льда. Также понимаем, что $\tau_{н1} = \tau_3 - \tau_1$, $\tau_{н2} = \tau_4 - \tau_2$, $\tau_{н1} \approx \cancel{345 - 92 = 253}$ $345 - 70 = 275$ (с), $\tau_{н2} \approx 460 - 92 = 368$ (с). $m_1\lambda = P\tau_{н1}$ (1), $m_2\lambda = P\tau_{н2}$ (2), $\frac{m_2}{m_1} = \frac{\tau_2}{\tau_1}$ (делим (2) ур-е на (1))

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\tau_2}{\tau_1} \approx 1,338$. $m_2 = 1,338\, m_1 = m_1 + 0,1$, $0,338\, m_1 = 0,1$, $m_1 \approx 0,29586$ (кг)

$m_2 = m_1 + 0,1 = 0,39586$ (кг). $P = \frac{m_1\lambda}{\tau_{н1}} = \frac{m_2\lambda}{\tau_2}$. Посчитаем два выражения и усредним для точности.

+1.5

$P = \frac{355,032 + 354,983}{2} = 355,0075 \approx 355$ (Вт) +2б

$t_{н_1} = t_{н_2}$, т.к. при $\tau = 0$ $t = 0$ (по графику).

~~$t_{н_1} =$~~ $\tau_1 \cdot P = c_л \cdot m_1 \cdot (t_{пл} - t_{н_1})$ – считаем, что вся работа нагревателя при $0 \le \tau \le \tau_1$ пошла на нагревание 1 куска до $t_{пл}$. $t_{н_1} = -\frac{\tau_1 \cdot P}{c_л m_1} \approx -39,996 \approx -40$. +1,5б

$t_{н_1} = t_{н_2} = -40°C$.

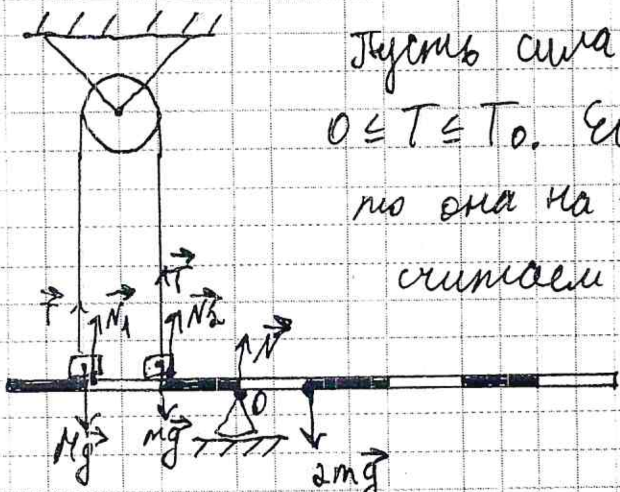
Пусть t_1 и t_2 – температуры первого и второго кусков соответственно в момент времени τ_1.

~~Тогда $\tau_1 \cdot P = c_л m_1 \cdot (t_{пл} - t_{н_1}) + C(t_{пл} - t_{н_1}) = c_л m_2 (t_{пл} - t_{н_2}) + C(t_{пл} - t_{н_2})$, если C теплоёмкость калориметра~~. Теплоёмкостью калориметров пренебрегаем. Тогда $\tau_1 \cdot P = c_л m_1 (t_1 - t_{н_1}) = c_л m_2 (t_2 - t_{н_2})$, то есть работа нагревателя идёт на нагревание кусков льда. $t_1 - t_{н_1} = \frac{\tau_1 P}{c_л m_1}$, $t_2 = t_{н_2} + \frac{\tau_1 P}{c_л m_2}$ 1б

$t_1 = 0°C$ (мы это выяснили ещё в начале)

$t_2 \approx -10,107°C$. $\Delta t = |t_1 - t_2| = 10,107°C$.

1.8.3.



Пусть сила натяжения нити T, $0 \le T \le T_0$. Если нить порвалась, то она на грузы не действует, тогда считаем $T=0$. N_1, N_2 – силы реакции опоры рычага.)

Запишем условия равновесия двух грузов

$Mg = N_1 + T$ (1) $\quad mg = N_2 + T$ (2)

Правило моментов относительно т. O:

$2mg \cdot l = P_1 \cdot 2l + P_2 \cdot l$ (3), если длина рычага 8l,

P_1 и P_2 – силы, с которыми давят на рычаг грузы масс M и m соответственно. По III закону Ньютона, $P_1 = N_1$ и $P_2 = N_2$. Заменим, получим:

$2mg \cdot l = N_2 \cdot 2l + N_1 \cdot l$, $2mg = N_2 \cdot 2 + N_1$ (5).

Выразим N_1 из (1) и N_2 из (2) и подставим в (5):

$2mg = 2(Mg - T) + (mg - T) = 2Mg + mg - 3T$. $\quad mg = 2Mg - 3T$

$Mg = \frac{mg + 3T}{2}$. Если $0 \le T \le T_0 = 25\,H$, то $0 \le 3T \le 75\,H$

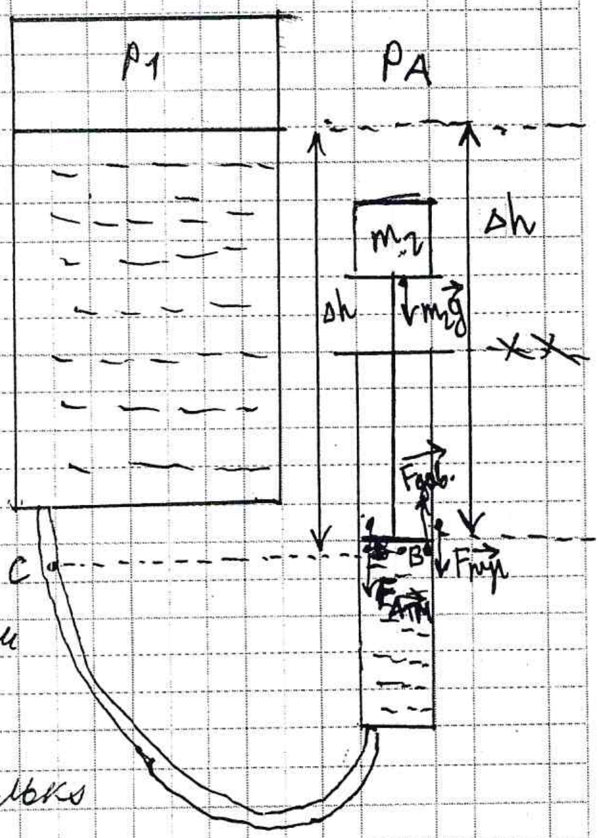
$\frac{mg+0}{2} \le Mg \le \frac{mg+75}{2}$, $\frac{mg}{2} \le Mg \le \frac{mg}{2} + 37{,}5\,H$,

$20 \le Mg \le 57{,}5\,(H)$, $\quad 2 \le M \le 5{,}75$ (кг)

Ответ: $2\,кг \le M \le 5{,}75\,кг$.

7.5 б

Вы не проверили явно, что T_0 не превышает ни mg, ни Mg. (−2.5 б)



1.8.4. Заметим, что трубка тонкая, поэтому считаем, что давление воздуха внутри сосуда всегда одинаково и равно p_1, атмосферное давление p_A. Отметим т. B под поршнем и т. ~~A~~C в трубке на той же высоте, что и т. B. Тогда ~~...~~ $p_C = p_B$, т.к. точки в одной жидкости на одном уровне соединены. То есть, если поршень ~~начинает~~ только-только начинает движение вверх, что можно считать, что сумма сил, действующих вверх = сумме сил действующих вниз, а это как раз момент времени при разности уровней воды Δh. Вверх на поршень действует ~~Fдав~~ сила давления воды $F_{дав}$. Вниз действует груз своим весом $m_г g$ и $F_{тр}$, т.к. она препятствует движению поршня вверх и направлена вниз.

~~Условие равновесия: $F_{тр} + m_г g = F_{дав}$.~~

$F_{дав} = $ ~~$p_B \cdot S = p_C \cdot S = (p_1 + \rho g \Delta h) \cdot S = p_1$~~

Также вниз действует сила атм. давления $F_{АТМ} = p_A \cdot S$. Условие равновесия поршня:

$F_{тр} + m_г g + F_{АТМ} = F_{дав}$, $F_{дав} = p_B \cdot S = p_C \cdot S = (p_1 + \rho g \Delta h) S = (p_A + \rho g \Delta h) S$, т.к. $p_1 = p_A$ (я задал вопрос и мне ответили, что это верно).

проверил: 5 б

Тогда $F_{тр} + m_2 g + \cancel{p_A} S = \cancel{p_A} S + \rho g \Delta h S$, $F_{тр} + m_2 g = \rho g \Delta h S$

$\Delta h = \dfrac{F_{тр} + m_2 g}{\rho g S}$ – теоретическая зависимость $\Delta h(m_2)$

5б

По данным измерений построим график 1 зависимости (экспериментальной) $\Delta h(m_2)$. Замечаем, что он линейный. Действительно, ~~из~~ из теор. рассуждений, $\Delta h = \dfrac{F_{тр} + m_2 g}{\rho g S} = \dfrac{F_{тр}}{\rho g S} + m_2 \cdot \dfrac{1}{\rho S}$.

Продлим график до пересечения с вертикальной осью. При $m_2 = 0$ $\Delta h \approx$ ~~1,~~ 1,24 м

Возьмём на графике две точки, по ним найдём коэффициенты k и b в ~~ур~~ ур-ии $\Delta h = k \cdot m_2 + b$.

т.1. $m_{20} = 55$ г $\qquad \Delta h_0 = 1{,}71$ м

т.2. $m_{21} = 70$ г $\qquad \Delta h_1 = 1{,}84$ м

$\Delta h_0 = k m_{20} + b \quad \Delta h_1 = k m_{21} + b$

$\Delta h_1 - \Delta h_0 = k(m_{21} - m_{20})$, $k = \dfrac{\Delta h_1 - \Delta h_0}{m_{21} - m_{20}} = \dfrac{0{,}13\text{ м}}{15\text{ г}} \approx 0{,}008667$ (м/г)

$b = \cancel{km_{20}}\ h_0 - km_{20} \approx 1{,}233$. Усредним значения b при продлении и вычислении через точки:

$b = \dfrac{1{,}233 + 1{,}24}{2} \approx 1{,}237$ (м)

$k = \cancel{\dfrac{m_2}{\rho S}}$, ~~Пери~~ $\dfrac{1}{\rho S} = 0{,}008667$ (м/г) $= 8{,}667$ м/кг.

$\rho S = \dfrac{1}{k}$, $S = \dfrac{1}{\rho k} = \dfrac{1}{10^3 \cdot 8{,}667}$ (м²) $= \dfrac{10}{8{,}667}$ см² $\approx 1{,}154$ см² $= 1{,}154 \cdot 10^{-4}$ м²

$\dfrac{F_{тр}}{\rho g S} = b$, $F_{тр} = b \rho g S = 1{,}237 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}154 \cdot 10^{-4} =$

3,5

$\approx 1{,}427$ (Н) ~~3~~ 2 Б избыточная точность

Для нахождения m_x посмотрим на график и найдём точку пересечения графика 1 и прямой $\Delta h = 1{,}90$ м.

$m_x = 77{,}5$ (г) 2 Б

~~Ответ:~~ Примечание: на графике между $m_2 = 30$ и $m_2 = 40$ лишнее деление. Его я поставил случайно, просьба не учитывать.

8-01

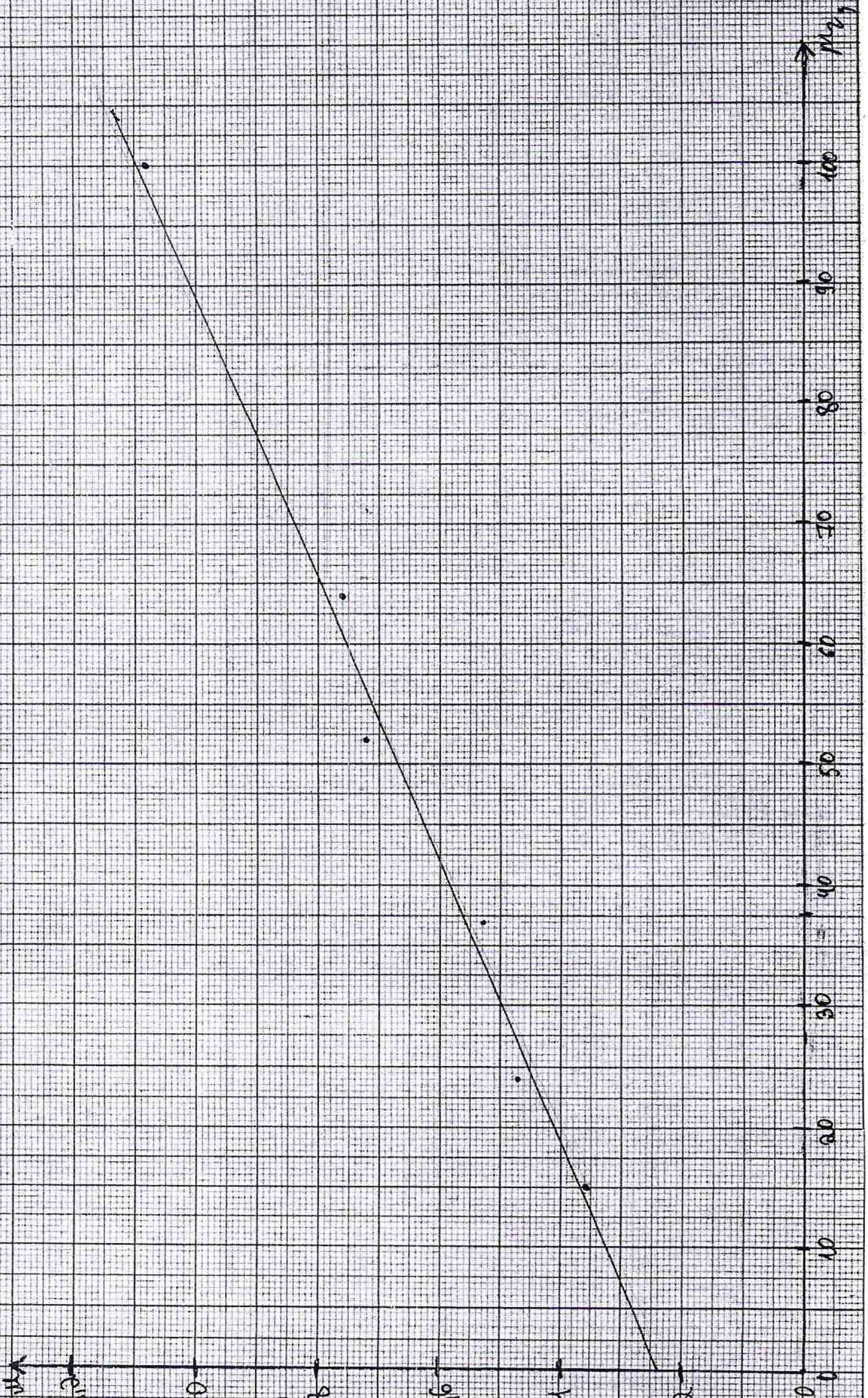


График 1

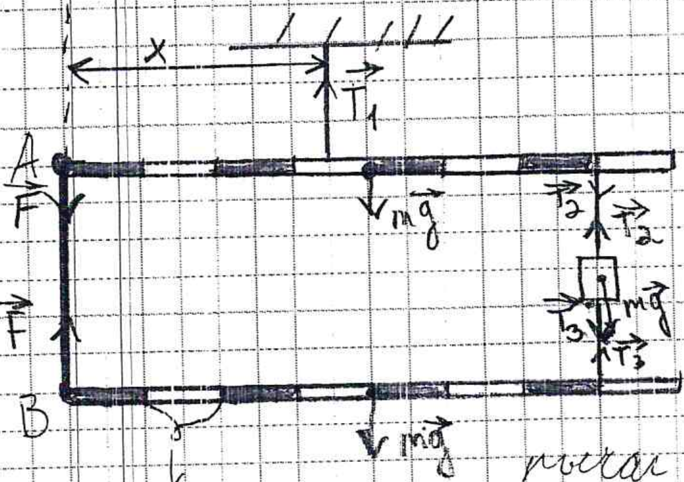
1	2	3	4	Σ
10	10	4	19,5	43,5

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 1 ИЗ 10

8-01
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

Р.8.1. Пусть система в равновесии
$l = \frac{1}{8}$ длины рычага



Отметим т. A и B как показано на рисунке. Пусть силы натяжения нитей T_1, T_2, T_3 (как показано на рисунке) Пусть со стороны стержня на верхний ~~стержень~~ рычаг действует сила F, направленная вниз, а на нижний ~~стержень~~ рычаг сила F, направленная вверх. ~~(т.е. стерж~~ Они равны по модулю а противоположны по направлению, т.к. ~~по~~ силы, с которыми ~~стержни давят на~~ рычаги действуют на стержень должны быть равны по модулю и против. по напр., а эти силы равны соответствующей силе F и противоположны ей по напр. Если получим, что $F<0$, то просто ~~с~~ стержень действует на каждый рычаг с силой $|F|$, но уже в противоположном направлении. Рассмотрим, какие внешние силы действуют на систему (стержень + 2 рычага + груз + нити между стержнями и грузом) вниз ~~действует~~ действуют силы тяжести рычагов и груза, а вверх сила T_1. Условие равновесия: $mg + mg + mg = T_1$, $T_1 = 3mg$ (1).
На груз вверх действует T_2, вниз сила тяжести и T_3. Условие равновесия: $T_3 + mg = T_2$, $T_2 = T_3 + mg$ (2)

Примечание. Точка крепления самой верхней нити к рычагу изображена условно.
Правило моментов для верхнего рычага отн. т. А:
$T_1 \cdot x = T_2 \cdot 7l + mg \cdot 4l$ (3)
Правило моментов для нижнего рычага отн. т. В:
$T_3 \cdot 7l = 4l \cdot mg$, $7T_3 = 4mg$ (4)
Подставим (2) и (1) в (3):
$3mgx = 4mgl + 7l \cdot (T_3 + mg)$, $3mgx = 4mgl + 7l \cdot T_3 + 7mgl$,
$3mgx = 11mgl + 7l \cdot T_3$ (5). Из (4) $T_3 = \frac{4}{7}mg$ (6)
Подставим (6) в (5):
$3mgx = 11mgl + 7l \cdot \frac{4}{7}mg = 15mgl$
$3mgx = 15mgl$, $3x = 15l$, $x = 5l$. $l = \frac{1}{8}$ длины рычага $= \frac{0{,}8м}{8} = 0{,}1м$
$x = 5l = 0{,}5 м$. $T_3 = \frac{4}{7}mg = 40 (Н)$ $T_2 = T_3 + mg = 110 (Н)$
Условие равновесия верхнего стержня:
вниз действуют T_2, mg, и F, вверх T_1
$T_1 = mg + T_2 + F$, $F = T_1 - T_2 - mg = 2mg - T_2 = 140Н - 110Н = 30Н$
$F > 0$, поэтому наше предположение верно, и F, приложенная к верхнему стержню, направлена вниз.
Ответы: $x = 0{,}5м = 50см$, $T_1 = 3mg = 210Н$, $T_2 = 110Н$, $T_3 = 40Н$, $F = 30Н$, F направлена вниз).

Пусть в начале они ~~шли~~ двигались в одну сторону.

2 8.2 Вертикальный участок соответствует привалу, т.к. только во время привала Ярик не дв~~и~~игался. (т.к. S на участке не менялся, Ярик не двигался).

Пусть скорости Ярика и Прохора соответственно $\vartheta_я$ и $\vartheta_п$ км/ч, а ~~их~~ скорость Прохора после ~~пово~~ разворота $\vartheta_{пн}$ км/ч.

Поначалу, что Прохор ~~обогнал~~ сначала обгонял Ярика, т.к. когда Ярик прошёл 5 км, Прохор его обогнал на 15 км, ~~так~~ значит, за это время Прохор проехал $15+5=20$ км. Т.к. время t от начала прогулки прошло одинаковое, $t\cdot\vartheta_я = \frac{1}{4}t\cdot\vartheta_п$, $5=\frac{1}{4}\cdot 20$

$\vartheta_п = 4\vartheta_я$. Пока Ярик был на привале и не двигался, расстояние между ребятами увеличилось на 5 км за счёт движения Прохора, т.е. к концу ~~П~~ привала Ярика ~~П~~рохор проехал ~~5~~ $20+5=25$ км от начала прогулки.

Если пустить координатную ось x вдоль берега, приняв положительное ~~значение~~ направление равным направл. движ. ребят, ~~нсо~~ взяв начало прогулки за 0 и единичный отрезок за $\frac{1}{5}$ км, то к концу привала Ярик будет на отметке ~~9~~ км, Прохор — 25 км.

Т.к. Ярик не меняет направления движения, то S всегда равно $x_{ярика}$. ~~П~~ Тогда к моменту встречи ~~Sв~~ $S=9$ км, значит, $x_{встр}=9$ км. Тогда ~~он~~ ~~нача~~ от момента окончания привала Ярика Прохор ~~двигал~~ проехал $25-9=$ $=16$ км, т.е. всего он проехал $25+16=41$ (км). Он

двигался после разворота со скоростью $v_{пн}$.
Пусть с момента окончания привала до встречи прошло t_1 ч. Тогда $v_я t_1 = 9-5=4$ км, $v_{пн} t_1 = 25-9=16$ км, $v_{пн} = 4 v_я$, $\frac{v_{пн}}{v_п} = 1,1 < 2$. Тогда наше предположение неверно, и изначально ребята ~~пошли~~ двигались в разные стороны.

Тогда к началу привала $l = 15$ км, $s = 5$ км, тогда от старта Прохор проехал $15-5=10$ км, т.к. они движутся в разные стороны.
~~За время привала~~ т.к. ~~перемещ~~ путь Прохора в 2 р. больше пути ~~Я~~ Ярика, $v_п = 2 v_я$. За время привала двигался только Прохор и к концу привала проехал ещё $20-15=5$ км, т.е. от старта отъехал уже на $10+5=15$ км. ~~Дальше он~~ п После разворота он проехал эти 15 км, а ещё 9 км, ~~т.к~~ до момента встречи т.к. именно на расстоянии $s =$ ~~9км~~ 9 км ~~Ярик~~ от старта находился Ярик к моменту встречи, т.к. он не разворачивался, и перемещение его равно пройденному пути.
То есть ~~Ярик~~ Прохор после разворота проехал $15+9=$ $= 24$ км, а за это время Ярик прошёл $9-5=4$ км.
$\frac{24}{4} = 6$, значит, Прохор двигался со

скоростью, в 6 раз большей $\vartheta_я$, т.е. $\vartheta_{пн} = 6\vartheta_я$,

$\frac{\vartheta_{пн}}{\vartheta_п} = \frac{6\vartheta_я}{2\vartheta_я} = 3$, $3 > 2$, всё хорошо. ~~П~~ Прохор

проехал 15км до разворота и 24км после, всего 39км. Пусть $t = 1ч\,55мин$. Тогда

$\frac{9}{\vartheta_я} + t_{прив} = t$, т.к. $\frac{9}{\vartheta_я}$ – время Ярика в движении.

$\frac{15}{\vartheta_п} + \frac{24}{\vartheta_{пн}} = t$, $\frac{15}{2\vartheta_я} + \frac{24}{6\vartheta_я} = t$, $\frac{7,5}{\vartheta_я} + \frac{4}{\vartheta_я} = t$,

$\frac{11,5}{\vartheta_я} = t$, $t_{прив} = \frac{11,5 - 9}{\vartheta_я} = \frac{2,5}{\vartheta_я} = \frac{2,5}{11,5} t = 25\text{ мин}$

$\vartheta_я = \frac{11,5}{t} = \frac{11,5 \cdot 60}{115} = 6$ (км/ч)

Ответы: путь Прохора 39км, $\frac{\vartheta_{пн}}{\vartheta_п} = 3$, $t_{прив} = 25\text{ мин}$, $\vartheta_я = 6$ км/ч.

Ответы однозначны, т.к. мы сначала поняли, что ребята поехали в разные стороны, а потом просто находили решения уравнений, которые всегда были единственны.

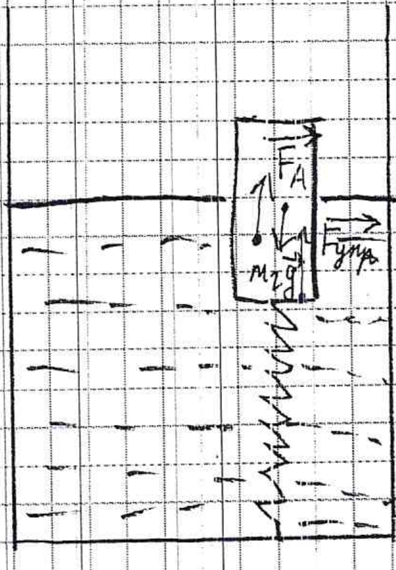
10б.

Δx_0 – изначальная деформация пружины

2-8-3 Изначально груз в равновесии, поэтому

$m_2 g = F_{упр}$, $\rho_1 L S g = k\Delta x_0$, $\Delta x_0 = \frac{\rho_1 L S g}{k} = 0{,}02м = 2см$. (закон Гука)

Изначально пружина сжата, т.к. груз давит на нее ~~вниз~~ вниз. Пока ~~вода не~~ до ~~Ка~~ $h < L_0 - |\Delta x_0|$, ~~вода~~ деформация пружины останется прежней, т.к. вода не действует на груз. То есть при $h < L_0 - |\Delta x_0|$ $\Delta x = -|\Delta x_0| = -2см$. Теперь что будет при $h \geq L_0 - |\Delta x_0|$



Считаем, что $F_{упр}$ направлена вверх. Если $F_{упр} > 0$, то пружина сжата, $F_{упр} = 0$ – пружина недеформирована, $F_{упр} < 0$ – $F_{упр}$ на самом деле >0 и направлена вниз, а пружина растянута. Условие равновесия груза: $F_{упр} + F_A = m_2 g$. $m_2 g = \rho_1 V g = \rho_1 L S g$

~~$F_A = \rho g V_{погр} = \rho g S \cdot (h - (L_0 - \underbrace{|\Delta x|}_{\Delta X}))$~~

~~$F_{упр} = \rho_1 L S g - \rho g S (h - L_0 + |\Delta x_0|)$.~~

~~$F_{упр} = 800 кг/м^3 \cdot 0{,}125 м \cdot 10 м^2 \cdot 10^{-4} g - 1000 кг/м^3 g \cdot 10 м^2 \cdot 10^{-4} \cdot (h - 0{,}08)$~~

~~$F_{упр} = 1 - 10h + 0{,}8 = 1{,}8 - 10h$ (Н), если h в метрах~~

~~$|\Delta x| = \frac{F_{упр}}{k} = \frac{1{,}8}{k} - \frac{10h}{k} = 0{,}036 - \frac{10h}{k} = 0{,}036 - \frac{h}{5}$~~

~~$|\Delta x| = 0{,}036 - \frac{1}{5} h$ (м) $= 3{,}6 - \frac{1}{5} h$, см, если h в см.~~

~~если правая часть <0, то $F_{упр} < 0$, пружина растянута, $\Delta x > 0$. Если правая часть >0, то $F_{упр} > 0$, пружина сжата,~~

$F_A = \rho g V_{погр} = \rho g S(h - (L_0 + \Delta x))$ (если $\Delta x > 0$, пружина растягивается, и груз поднимается если $\Delta x < 0$ груз опускается (относительно начальн высоты L_0 ~~когда h = 0~~)). ✓

$F_{упр} = \rho_1 L S g - \rho g S h + \rho g S(L_0 + \Delta x)$

$F_{упр} = 1 - 10h + 10(L_0 + \Delta x)$, если подставить в СИ. видимо, ошибка?

$|\Delta x| = \frac{F_{упр}}{k} = \frac{1 - 10h + 10(L_0 + \Delta x)}{k}$

если $F_{упр} < 0$, то правая часть < 0, а также пружина растянута. если $F_{упр} = 0$ $\Delta x = 0$. Если $F_{упр} > 0$ правая часть > 0, пружина сжата, т.е. $\Delta x < 0$, откуда

$\Delta x = -\frac{F_{упр}}{k} = \frac{10h + 10L_0 + 10\Delta x - 1}{k}$

$\Delta x = \frac{1}{5}h + \frac{1}{5}L_0 + \frac{1}{5}\Delta x - 0{,}02$

$\frac{4}{5}\Delta x = \frac{1}{5}h + 0{,}025 - 0{,}02 = \frac{1}{5}h - 0{,}005$

$4\Delta x = h - 0{,}025$

$\Delta x = \frac{1}{4}h - 0{,}00625$ (м) о, если h в м,

или $\Delta x = \frac{1}{4}h - 0{,}625$ (см), если Δh в см. уже неверно

Зависимость нашли, теперь определим при каких h пружина растянута.

Если $h < L_0 - |\Delta x_0|$, т. е. $h < 8$ см, то пружина сжата если ~~Δx~~ $h \geq 8$ см, то пружина сжата, если $\Delta x < 0$. $\Delta x \leq 0$ при $\frac{1}{4}h \leq 0{,}625$, $h \leq 2{,}5$ см ??
При $h > 2{,}5$ см пружина растянута. Также после того, как $V_{погр}$ станет $= V_{груза}$, при увеличении h F_A меняться не будет, а значит меняться не будут и $F_{упр}$ и Δx. Найдём это значение.

$$h = L_0 + \Delta x + L = 22{,}5 + \frac{1}{4}h - 0{,}625 \text{ (см)},$$

$$\frac{3}{4}h = 21{,}875 \text{ см}, \quad h \approx 29{,}1667 \text{ см} = h_к$$ нет

То есть при $h < 8$ см $\Delta x = -2$ см, при $8 \text{ см} \leq h \leq 29{,}167$ см, $\Delta x = \frac{1}{4}h - 0{,}625$ см, а при больших h $\Delta x = \frac{1}{4} \cdot h_к - 0{,}625 = 6{,}667$ см. Строим график зависимости Δx от h.

т. к. участок графика $8 \text{ см} \leq h \leq h_к$ линейный, ~~для~~ для его рисования отметим точки ($h = 8$ см, $\Delta x = -2$ см), ($h = h_к$, $\Delta x = 6{,}667$ см) и соединим их. А в конце при $h > h_к$ график просто горизонтальный, т. к. F_A, $F_{упр}$ не меняются, а значит и Δx не меняется.

график 1б

2.8.4. Построим график 2 зависимости t металла от времени τ. Замечаем, что точки при ~~τ~~ значениях ~~τ~~ τ 42, 45, 48, 50 с ~~лежат на точки~~ точки лежат на одной прямой. Аналогично для значений τ 50, 53, 59, 68, 77, 80 с. Считаем, что мощность теплопотерь постоянна, ~~т.~~ т.к. она линейно зависит от разницы температур олова и окр. воздуха. Но последняя мала, ~~поэтому~~ по сравнению с первой, значения первой меняются ~~на~~ в диапазоне $t_{max} - t_{min} = 248 - 237{,}7 = 10{,}3\ ^\circ C$, что мало по сравнению с t. Поэтому считаем мощность теплопотерь постоянной. верно ~~Поэтому~~ Т.к. олово при τ > 50 с охлаждается, именно в τ = 50 с плитку выключили. ~~И~~ Из-за ~~линейно~~ $P_{теплопот.} = const$ олово нагревается и охлаждается линейно, что ~~говорит~~ ~~нам он~~ ~~подтверждается~~ видно из-за линейности графика при ~~τ~~ 39 с < τ < 50 с и 50 с < τ < 80 с. Небольшие колебания температуры при τ < 39 с связаны с неравномерностью плавления. Мы говорим, что пока тело плавится, $t = t_{пл} = 238{,}0\ ^\circ C$, т.к. Глюк начал снимать зависимость, как только началось плавление, и первое значение t было 238 °C. Также при τ > 80 с небольшая погрешность

результирующая мощность $P - P_{теплопот.}$
связана с неравномерным охлаждением олова.
За время τ_1 от 0 до 39 с все олово расплавилось, $\tau_1 \cdot (P - P_{теплопот.}) = m \cdot \lambda$,

$P - P_{теплопот} = \dfrac{m\lambda}{\tau_1} \approx 76{,}92$ (Вт)

за время τ_2 от 39 с до 50 с олово нагревается с 238 °C до 248 °C, также с мощностью $(P - P_{теплопот})$. $\tau_2 \cdot (P - P_{теплопот}) = cm\Delta t = 1{,}5c$

$c = \dfrac{11 \cdot 76{,}92}{1{,}5} \approx 534{,}75$ (Дж/кг·°C)

За время τ_3 от 50 с до 80 с сплав остыл с 248 °C до 238 °C, остывая с мощностью $P_{теплоп.}$

$\tau_3 P_{теплоп.} = cm\Delta t = 1{,}5c$ $P_{теплоп} = \dfrac{1{,}5c}{\tau_3} = 26{,}74$ (Вт)

$P = P_{теплоп} + 76{,}92 = 103{,}66$ (Вт)

Найдём время τ_x, за которое охлаждённый к $\tau = 80$ с до $t_{пл}$ сплав полностью затвердеет.

$P_{теплоп} \cdot \tau_x = \lambda m$, $\tau_x = \dfrac{\lambda m}{P_{теплоп}} = 112{,}2$ с. К $\tau = 80$ с с момента выключения плитки прошло $80 - 50 = 30$ с

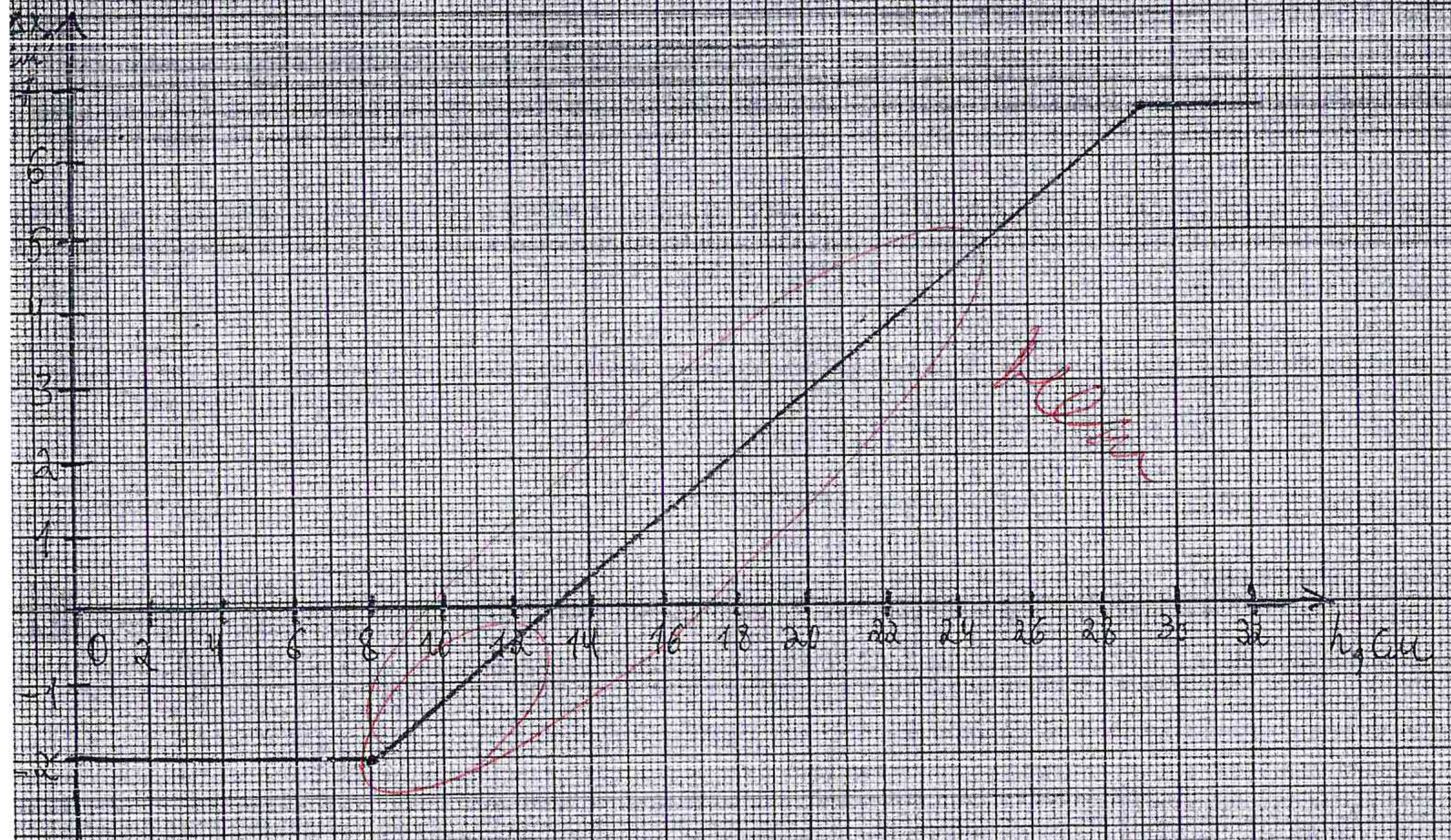
$T = \tau_x + 30\text{с} = 142{,}2\text{с} \approx 142$ с

Ответы: $c = 534{,}8$ Дж/(кг·°C), $P \approx 103{,}7$ Вт, $T = 142$ с

избыточная точность

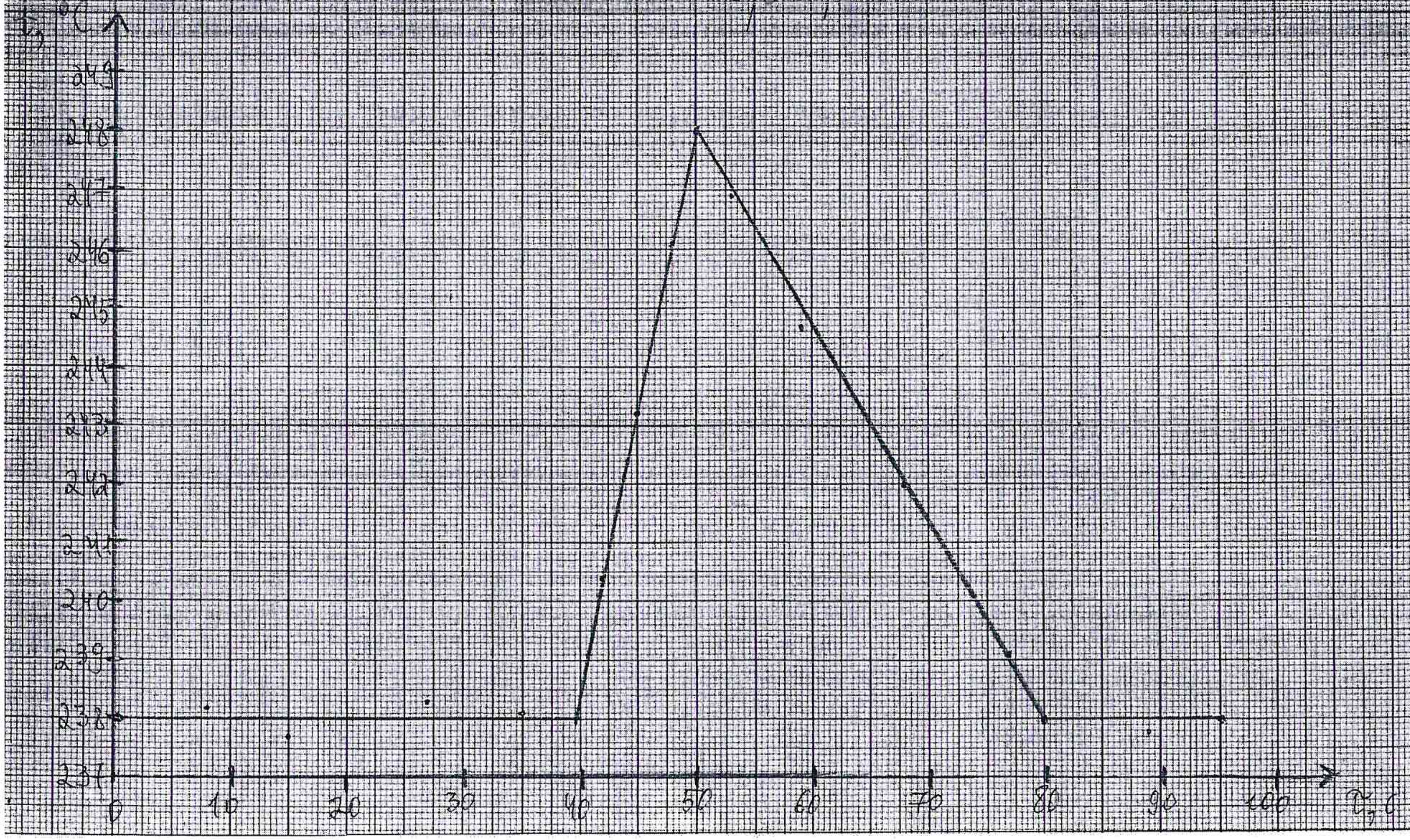
8-01

График 1



8-01

График 2



t, °C
249
248
247
246
245
244
243
242
241
240
239
238
237
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
τ, с