

Олимпиада им. Дж. К. Максвелла

8 класс, региональный этап, 2020/21 год

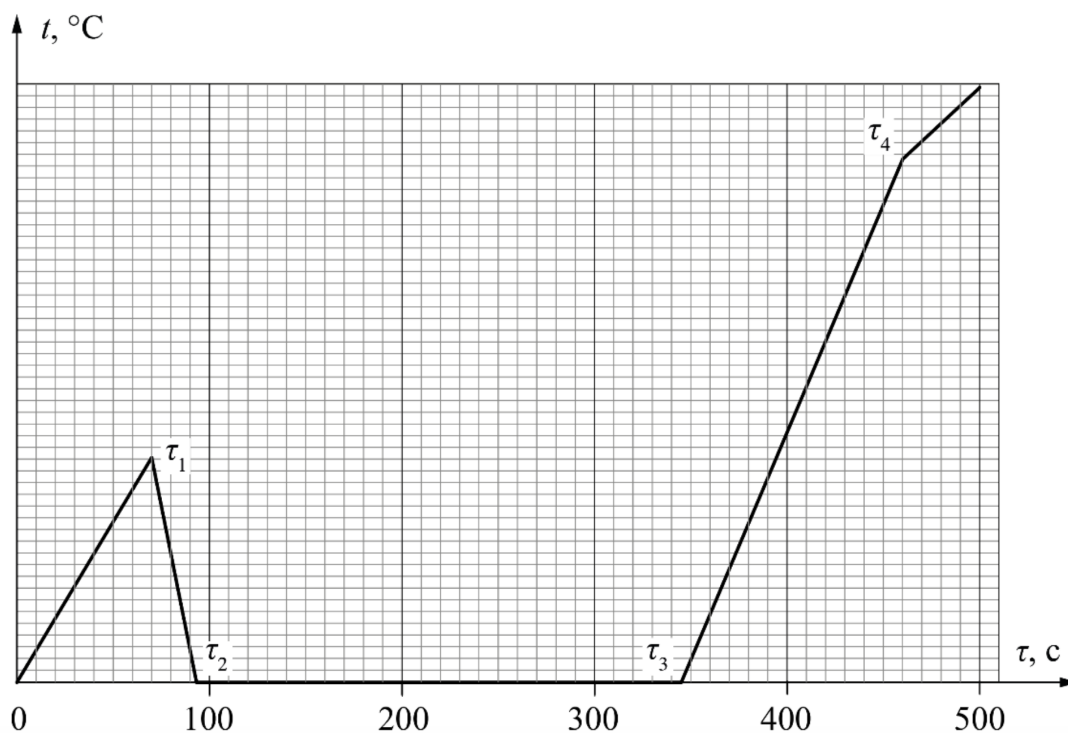
Первый тур

ЗАДАЧА 1. На часах в некоторый момент времени угол между часовой и минутной стрелками составил $\alpha = 60^\circ$. Определите, через сколько минут угол между стрелками в следующий раз может снова оказаться равным α . Положение стрелок на рисунке — условное.



22 мин или 44 мин

ЗАДАЧА 2. В два калориметра положили по куску льда и в течение $\tau_K = 10$ минут стали нагревать их содержимое с одинаковой мощностью. Известно, что первый кусок льда легче второго на $\Delta m = 100$ г. На рисунке приведена зависимость разности температур t в калориметрах от времени τ .



К сожалению, шкала оси разности температур не сохранились, а изломам графика соответствуют времена τ_1 , τ_2 , τ_3 , τ_4 . Объясните, какие физические процессы соответствуют каждому линейному участку графика. Определите:

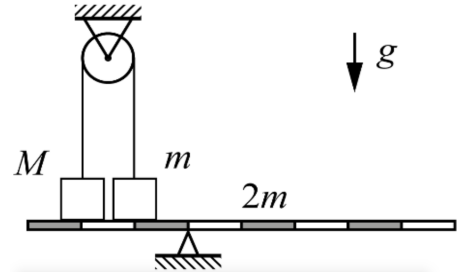
1. мощность P нагревателя;
2. массы m_1 и m_2 кусков льда;
3. начальные и конечные температуры кусков льда;
4. разность температур Δt в момент времени τ_1 .

Справочные данные: удельная теплоемкость льда $c_{л} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплоемкость воды $c_{в} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ КДж}/\text{кг}$.

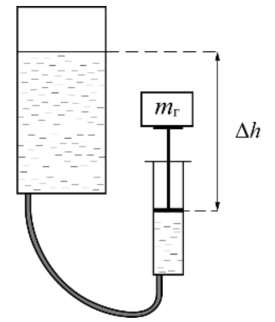
$$P = 360 \text{ Вт}; (2) m_1 \approx 0,3 \text{ кг}; m_2 \approx 0,4 \text{ кг}; (3) -40^{\circ}\text{C}, \text{ а в конце } 73^{\circ}\text{C} \text{ и } 30^{\circ}\text{C}; (4) 10^{\circ}\text{C}$$

Задача 3. При каких значениях масс груза M возможно равновесие системы, приведенной на рисунке, если $m = 4,0 \text{ кг}$? Горизонтальный рычаг массой $2m$ разделен на 8 одинаковых участков. Нить выдерживает максимальное натяжение $T_0 = 25 \text{ Н}$; $g = 10 \text{ Н}/\text{кг}$.

$$2,0 \text{ кг} < M < 5,75 \text{ кг}$$



Задача 4. Для измерения некоторых технических характеристик медицинского шприца экспериментатор Глюк собрал установку, изображенную на рисунке. Исследуемый шприц он закрепил в вертикальном положении. Вместо иглы к нему присоединил тонкую гибкую трубку, второй конец которой соединил с отверстием в дне цилиндрического сосуда. Затем Глюк измерил разность уровней Δh воды в сосуде и шприце, при которой поршень шприца начинал двигаться вверх в процессе плавного подъема сосуда. Оказалось, что величина Δh зависит от массы $m_{г}$ груза, закрепленного на верхнем упоре поршня. Результаты измерений зависимости $\Delta h(m_{г})$ он представил в таблице, в которой также приведена Δh_x для груза неизвестной массы m_x .



Примечания: массой поршня можно пренебречь; воздушная прослойка между поршнем и водой в шприце отсутствует; плотность воды $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$, $g = \text{м}/\text{с}^2$.

Определите площадь S поршня и силу трения скольжения $F_{тр}$ между поршнем и стенкой шприца. Для этого:

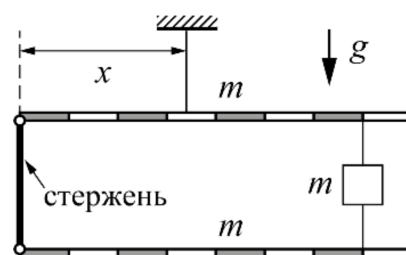
1. выведите теоретическую зависимость $\Delta h(m_{г})$;
2. постройте график экспериментальной зависимости $\Delta h(m_{г})$;
3. с помощью графика определите $F_{тр}$ и S .
4. Чему равна неизвестная масса m_x груза в шестой строке таблицы?

№	$m_{г}$, г	Δh , м
1	15	1,36
2	24	1,47
3	37	1,53
4	52	1,72
5	64	1,76
6	m_x	1,90
7	100	2,08

$$\Delta h = \frac{S \rho g}{F_{тр}} + \frac{S \rho g}{F_{тр}} = \frac{S \rho g}{F_{тр}} \quad (1)$$

Второй тур

ЗАДАЧА 5. Два одинаковых однородных рычага массой $m = 7$ кг и длиной 80 см каждый, шарнирно соединены с помощью лёгкого стержня и нитей, между которыми подвешен груз с такой же массой m . Определите, на каком расстоянии x от левого края верхнего рычага находится точка крепления нити, удерживающей систему в равновесии; чему равны силы натяжения всех трёх нитей и сила, действующая со стороны шарнира на верхний рычаг. Для удобства, на рисунке рычаги размечены на 8 равных частей. Точка крепления самой верхней нити к рычагу изображена условно. $g = 10$ Н/кг.



Н 08 = 4; Н 011 = 3; L; Н 07 = 2; L; Н 012 = 1; L; L; Н 03 = x

ЗАДАЧА 6. Ярик и Прохор после кружка по физике отправились на прогулку вдоль берега длинного прямого канала. Ярик пошел пешком, а Прохор поехал на велосипеде. График зависимости расстояния l между ними от перемещения s Ярика приведен на рисунке.

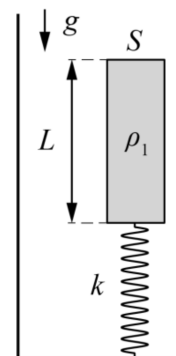
Сначала мальчики двигались с постоянными скоростями, но устав, Ярик сделал привал, в конце которого позвонил Прохору и попросил его подъехать к нему, после чего продолжил движение с прежней скоростью в прежнем направлении. Прохор развернулся, и увеличив скорость более чем в два раза, направился к другу.

В результате ребята встретились через 1 ч 55 мин после того как расстались. Определите:

1. какой путь проехал Прохор с начала прогулки до встречи с Яриком;
2. во сколько раз увеличил скорость Прохор после разворота;
3. сколько времени Ярик отдыхал на привале;
4. чему равна скорость Ярика;
5. обоснуйте однозначность своих ответов.

(1) 39 км; (2) в три раза; (3) 25 мин; (4) 6 км/ч

ЗАДАЧА 7. Груз плотности $\rho_1 = 0,80 \text{ г/см}^3$ прикреплен к пружине с коэффициентом жесткости $k = 50 \text{ Н/м}$, нижний конец которой соединён с дном сосуда. Длина пружины в недеформированном состоянии $L_0 = 10 \text{ см}$, высота груза $L = 12,5 \text{ см}$, площадь поперечного сечения груза $S = 10 \text{ см}^2$.



В сосуд начинают медленно наливать воду.

Найдите зависимость деформации Δx пружины от уровня h воды в сосуде. Плотность воды $\rho = 1,00 \text{ г/см}^3$, $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Укажите, при каких значениях h пружина растянута. Постройте график зависимости Δx от h , считая, что если пружина сжата то $\Delta x < 0$. Объемом и массой пружины можно пренебречь.

$$\Delta x = \begin{cases} 2 \text{ см}, & \text{если } h > 8 \text{ см}; \\ \frac{mg + \rho g S(L_0 - h)}{k}, & \text{если } 8 \text{ см} < h < 20 \text{ см}; \\ \frac{mg + \rho g S(L_0 - h)}{k}, & \text{если } 20 \text{ см} > h > 23 \text{ см}; \\ 0,5 \text{ см}, & \text{если } h < 23 \text{ см}. \end{cases}$$

ЗАДАЧА 8. Однажды экспериментатор Глюк решил отлить оловянного солдатика. Для этого он положил в ковшик кусок оловянного сплава массой $m = 150 \text{ г}$ и поместил его на плитку постоянной мощности. Как только началось плавление металла, Глюк стал снимать зависимость его температуры t от времени τ (см. таблицу). Вскоре после перехода всего сплава в жидкую фазу экспериментатор выключил плитку.

По результатам измерений определите:

1. удельную теплоемкость c сплава;
2. мощность P плитки;
3. через какое время T , прошедшее после выключения плитки, сплав затвердел (полностью кристаллизовался).

Теплоемкостью ковшика и плитки можно пренебречь. Известно, что удельная теплота плавления сплава равна $\lambda = 20 \text{ кДж/кг}$.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	238,0	238,2	237,7	238,3	238,1	240,4	243,2	246,1	248,0
$\tau, \text{ с}$	0	8	15	27	35	42	45	48	50

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	246,9	244,7	242,0	239,1	238,0	238,2	237,8	238,0
$\tau, \text{ с}$	53	59	68	77	80	84	89	95

$$(1) \ c = 500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}; (2) \ P = 100 \text{ Вт}; (3) \ T = 150 \text{ с}$$