

Фазовые переходы

Содержание

1	Всероссийская олимпиада школьников по физике	1
2	Московская олимпиада школьников по физике	3
3	«Физтех»	6
4	«Росатом»	7
5	«Курчатов»	8

1 Всероссийская олимпиада школьников по физике

ЗАДАЧА 1. (*Всеросс., 2013, МЭ, 8*) Некий изобретатель заявил, что ему удалось сделать супер-ящик, стенки которого совершенно не проводят теплоту. Он предложил использовать такие ящики для запасаения энергии вместо аккумуляторных батарей. По его замыслу, на специальном инновационном заводе в ящик при нормальном атмосферном давлении закачивают некоторое вещество, имеющее температуру 72°C , и закрывают ящик. Потом его привозят на место использования и остужают до температуры окружающей среды, а выделившуюся при этом теплоту используют в общественно полезных целях.

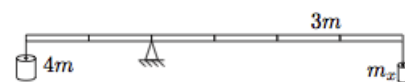
1) Какое вещество позволяет получить из супер-ящика больше теплоты при температуре окружающей среды 30°C : вода или спирт, и во сколько раз?

2) Во сколько раз увеличится эффективность использования супер-ящика с этим веществом при температуре окружающей среды -20°C ?

Температура кипения воды равна 100°C , спирта — 78°C ; удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, спирта — $2,4 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, льда — $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; удельная теплота плавления льда — $330 \text{ кДж}/\text{кг}$; плотность воды — $1,0 \text{ г}/\text{см}^3$, спирта — $0,8 \text{ г}/\text{см}^3$.

1) Вода, в 1,75 раз; 2) в 4,5 раза

ЗАДАЧА 2. (*«Максвелл», 2014, 8*) На рычаге массой $3m$ висят две льдинки (см. рисунок). Точка опоры делит рычаг в соотношении $1 : 2$. К короткому плечу рычага подвешена льдинка массой $4m$.

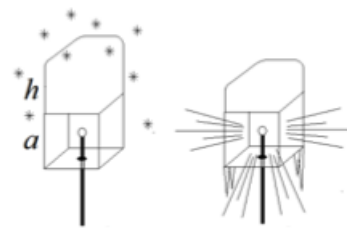


1. Какую массу должна иметь льдинка, подвешенная к длинному плечу, чтобы система находилась в равновесии?

2. Льдинки одновременно начали нагревать. Во сколько раз должны отличаться мощности подводимого к льдинкам тепла, чтобы равновесие сохранилось? Льдинки находятся при температуре плавления.

$m_x = 5m/4$; мощность нагрева льдинки должна быть в 2 раза больше

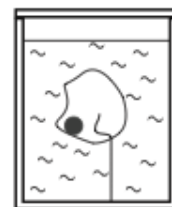
ЗАДАЧА 3. («Максвелл», 2017, РЭ, 8) Уличный фонарь представляет собой прозрачный куб ребром $a = 20$ см, в центр которого помещена небольшая лампочка мощностью $P = 100$ Вт. После снегопада на фонаре появилась «шапка» из снега высотой $h = a$. Наступила оттепель. Температура воздуха установилась около 0°C . За тёмное время суток ($\tau = 10$ часов), пока светил фонарь, «шапка» наполовину растаяла (рис.). Считая, что снег отражает примерно $\alpha = 90\%$ света, определить его пористость ε (пористость снежного пласта равно отношению объёма, занятого воздухом, к общему объёму снежного пласта). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг, плотность льда $\rho = 900$ кг/м³. Считать снежную «шапку» непрозрачной.



День Рис. 4 Ночь

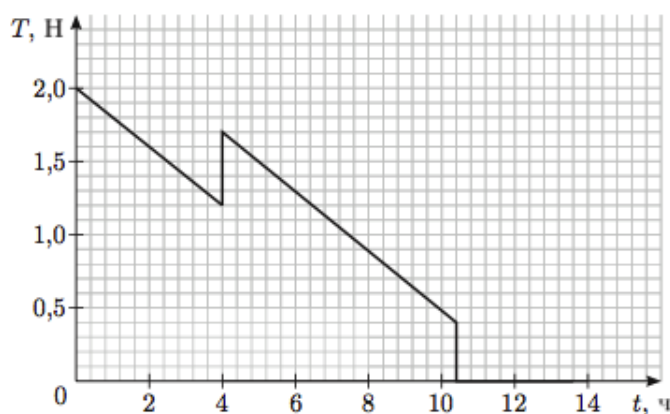
$$96'0 = \frac{\varepsilon \rho d \lambda \varepsilon}{\rho d (\alpha - 1)} - 1 = \varepsilon$$

ЗАДАЧА 4. («Максвелл», 2013, 8) В большом сосуде с водой находится кусок льда с замороженными в него маленьким стальным шариком и тонкой лёгкой невесомой нитью (см. рисунок справа). Кусок погружён в воду полностью и прикреплён с помощью конца нити ко дну сосуда. В сосуде находится нагреватель постоянной мощности. Вся система теплоизолирована и в начальный момент времени находится в тепловом равновесии. На графике (см. рисунок внизу) представлена зависимость силы натяжения нити T от времени t с момента включения нагревателя. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, плотность стали $\rho_{\text{с}} = 7800$ кг/м³, удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг, $g = 10$ Н/кг.



Найдите:

- 1) мощность нагревателя N ;
- 2) массу льда m_0 в куске в начале эксперимента;
- 3) изменение ΔV объёма системы (вода + кусок льда с шариком) за время от начала эксперимента до момента, когда сила T натяжения нити обратится в нуль.



$$1) N = 16,7 \text{ Вт}; 2) m_0 = 2,25 \text{ кг}; 3) \Delta V = 210 \text{ мл}$$

2 Московская олимпиада школьников по физике

ЗАДАЧА 5. (МОШ, 2017, 8) Вася принёс домой с улицы 3 кг «мокрого» снега. «Мокрым» называют снег, содержащий воду. Температура снега 0°C . Чтобы превратить снег в воду, в него пришлось влить 2 л кипящей воды при 100°C . При этом температура общей массы получившейся воды осталась равной 0°C . Определить процентное содержание по массе влаги (воды), которое было в снеге. $c_{\text{в}} = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Потерями тепла пренебречь. Какая температура общей массы получившейся воды установилась бы, если бы добавили не 2 л кипятка, а 3 л?

$$0 \leq t \leq 100 \approx \frac{m_{\text{л}} \lambda}{m_{\text{в}} c_{\text{в}}} - t = \nu$$

ЗАДАЧА 6. (МОШ, 2006, 8) В калориметре находился лёд массой $m_{\text{л}} = 0,5 \text{ кг}$ при температуре $t_{\text{л}} = -20^\circ\text{C}$. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, а его удельная теплота плавления $\lambda = 340 \text{ кДж}/\text{кг}$. В калориметр впустили пар массой $m_{\text{п}} = 60 \text{ г}$ при температуре $t_{\text{п}} = 100^\circ\text{C}$. Какая температура установится в калориметре? Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,2 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$. Теплоёмкостью калориметра и потерями тепла пренебречь. Ответьте на тот же вопрос, если начальная масса льда равна $m_{\text{л1}} = 0,3 \text{ кг}$.

$$0 \leq t \leq 100$$

ЗАДАЧА 7. (МОШ, 2016, 8) В калориметре находится некоторое количество льда. После того как в калориметр на время τ_1 опустили нагреватель, в нём оказался лёд, имеющий температуру на 2°C большую, чем в начале. Какое время τ_2 может потребоваться для дальнейшего нагревания содержимого калориметра тем же нагревателем ещё на 2°C ? Удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, льда $c_1 = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Потерями в окружающую среду и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь. Процессы теплообмена внутри калориметра считать достаточно быстрыми.

$$\tau_2 \geq \tau_1 \geq \tau$$

ЗАДАЧА 8. (МОШ, 2012, 8) Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на $2/3$ заполнен льдом, имеющим температуру 0°C . Туда быстро долили воду, имеющую температуру $+100^\circ\text{C}$, и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лёд не всплывает, определите, весь ли лёд растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придёт в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $900 \text{ кг}/\text{м}^3$ соответственно, удельные теплоёмкости воды и льда $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ и $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ соответственно, удельная теплота плавления льда $335 \text{ кДж}/\text{кг}$.

$$t_{\text{л}} \text{ растает не весь; уровень воды понизится на } 4,6 \text{ мм}$$

ЗАДАЧА 9. (МОШ, 2008, 8) В чашку налили раствор кофе при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$ и бросили туда несколько кубиков льда, взятого при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда лёд растаял, температура раствора оказалась равной $t_2 = 50^\circ\text{C}$. На сколько процентов уменьшилась концентрация кофе в растворе? Теплообмен раствора кофе с окружающей средой не учитывать. Удельные теплоёмкости раствора кофе и воды одинаковы и равны $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Замечание. Под концентрацией понимается отношение массы чистого кофе ко всей массе раствора.

$$\frac{m_0}{m} = \frac{\lambda + 2c + \lambda}{\lambda + 2c + \lambda} \approx 28\%$$

Задача 10. (МОШ, 2007, 8) В сосуде находился лёд при температуре $t_{\text{л}} = 0^\circ\text{C}$. Туда влили воду массой $m_{\text{в}} = 0,4$ кг, взятую при температуре $t_{\text{в}} = 60^\circ\text{C}$. Какая температура установилась в сосуде, если конечный объём его содержимого равен $V = 1$ л? Чему равна масса содержимого сосуда? Плотности воды и льда $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³ и $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, их удельные теплоёмкости $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C) и $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.

$$m_{\text{л}} \lambda \approx (c_{\text{л}} \rho_{\text{л}} + 1) \left(\frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} - 1 \right) \rho_{\text{л}} + \lambda \rho_{\text{л}} = m_{\text{л}} \rho_{\text{л}}$$

Задача 11. (МОШ, 2006, 8) В калориметре находится $m = 100$ г расплавленного металла галлия при температуре его плавления $t_{\text{пл}} = 29,8^\circ\text{C}$. Его начали медленно охлаждать, оберегая от внешних воздействий, и в результате температура понизилась до $t = 19,8^\circ\text{C}$, а галлий остался жидким. Когда переохлаждённый таким образом жидкий галлий размешали палочкой, он частично перешёл в твердое состояние. Найдите массу отвердевшего галлия и установившуюся в калориметре температуру. Удельная теплота плавления галлия $\lambda = 80$ кДж/кг, удельная теплоёмкость жидкого галлия $c = 410$ Дж/(кг · °C). Теплоёмкостью калориметра и палочки пренебречь.

$$m \lambda = \frac{m}{(1 - \frac{t}{t_{\text{пл}}})} = m \lambda$$

Задача 12. (МОШ, 2009, 8) Школьник Петя на каникулах залил с дедушкой каток на даче площадью около 100 м². После морозов началась оттепель с дождём и снегом, а потом снова ударили морозы -10°C . Приехав в субботу на дачу, Петя обнаружил, что примерно 5% площади катка покрылось «грибами» из льда — наростами толщиной около 1 см и площадью примерно 100 см². Пете очень хотелось покататься на коньках, и он решил выровнять каток, «выгладив» его горячим утюгом. Примерно сколько времени понадобится для этого, и успеет ли Петя покататься в воскресенье? Мощность утюга — 2 кВт, удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1$ Дж/(г · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 340$ Дж/г, удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2$ Дж/(г · °C), плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³. Можно считать, что каждый «гриб» достаточно разгладить до высоты 1 мм, при разглаживании вода нагревается до $+50^\circ\text{C}$, потери теплоты на нагревание окружающего утюг воздуха малы, а потери времени на распределение воды по достаточной площади льда и на переход к следующему «грибу» составляют около 20 секунд.

$$m \lambda = (c_{\text{л}} \rho_{\text{л}} + 1) \left(\frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} - 1 \right) \rho_{\text{л}} + \lambda \rho_{\text{л}} = m \lambda$$

Задача 13. (МОШ, 2009, 8) В трёх калориметрах находится по $M = 20$ г воды одинаковой температуры. В калориметры погружают льдинки, также имевшие одинаковые температуры (но другие): в первый — льдинку массой $m_1 = 10$ г, во второй — массой $m_2 = 20$ г, в третий — массой $m_3 = 40$ г. Когда в калориметрах установилось равновесие, оказалось, что масса первой льдинки стала равной $m'_1 = 9$ г, а масса второй льдинки осталась прежней. Какой стала масса третьей льдинки m'_3 ?

$$m \lambda = (c_{\text{л}} \rho_{\text{л}} + 1) \left(\frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} - 1 \right) \rho_{\text{л}} + \lambda \rho_{\text{л}} = m \lambda$$

Задача 14. (МОШ, 2011, 8) В Москве построили 30 снегоплавильных пунктов, в которых собранный с улиц снег расплавляется и уже в жидком виде отправляется на очистку. Для плавления снега используется тёплая вода из канализации, причем сейчас используется только 1% от сбрасываемого в канализацию количества теплоты. Оцените, сколько процентов от сбрасываемой в канализацию тёплой воды надо израсходовать, чтобы перетопить весь выпадающий на улицы и площади снег.

Известно, что на одного москвича в среднем приходится 10 м^2 площади улиц, тротуаров и площадей. Каждый житель сливает в канализацию в среднем 100 л воды в сутки, при этом средняя температура воды на входе в сливное отверстие равна $+30^\circ\text{C}$. Средняя месячная норма осадков зимой для Москвы $\approx 50 \text{ мм}$ (в пересчёте на воду). Теплота плавления снега, как и льда, равна примерно $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, плотность воды равна 1000 кг/м^3 , удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

$$\frac{1}{100} \approx \frac{1}{100} = 0,01$$

Задача 15. (МОШ, 2017, 8) В г. Москве в районе Очаково работает мощная тепловая электрическая станция с названием «ТЭЦ-25». Максимальная электрическая мощность этой станции составляет $W_1 = 1370 \text{ МВт}$. Кроме выработки электроэнергии, эта станция может одновременно поставлять теплоту с мощностью $W_2 = 4088 \text{ Гкал/ч}$ для снабжения соседних районов города горячей водой и для обогрева домов. Станция работает на природном газе метане (CH_4), при сгорании $m_0 = 16 \text{ г}$ которого выделяется количество теплоты $Q = 797 \text{ кДж}$. В атмосферу через трубы вместе с продуктами сгорания всегда выбрасывается 20% энергии, полученной в результате сгорания топлива. В летнем режиме, когда дома отапливать не нужно, станция работает на 80% своей максимальной электрической мощности, и при этом 30% выделившейся при сгорании метана теплоты всё равно приходится отводить в атмосферу при помощи испарения воды в специальных устройствах — градирнях. Удельная теплота парообразования воды $L = 2256 \text{ кДж/кг}$, одна калория равна примерно 4,2 Дж.

- 1) Каков у станции расход топлива (в кг/с) зимой?
- 2) Каков КПД использования тепловой энергии при её преобразовании в электрическую зимой?
- 3) Какое количество воды каждую секунду превращается в пар (в л/с) в градирнях станции летом?
- 4) Какая мощность поставляется потребителям горячей воды в домах летом?

$$W_1 = 1370 \text{ МВт} = 1370 \cdot 10^6 \text{ Вт} = 1,37 \cdot 10^9 \text{ Вт}$$

$$\eta = \frac{W_1}{W_2} = \frac{1370 \text{ МВт}}{4088 \text{ Гкал/ч}} = \frac{1370 \cdot 10^6 \text{ Вт}}{4088 \cdot 10^3 \cdot 4184 \text{ Вт}} \approx 0,08$$

Задача 16. (МОШ, 2011, 8) В сосуд, где находилось $V = 4$ литра воды при температуре $t = 20^\circ\text{C}$, опускают сильно нагретую стальную деталь массой $m = 2,4 \text{ кг}$. При этом часть воды быстро испаряется, так, что температура оставшейся части воды практически не успеваешь измениться. После установления теплового равновесия температура воды в сосуде оказывается равной $t_p = 25^\circ\text{C}$. Найдите начальную температуру стальной детали. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплоёмкость стали $c_c = 460 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$. Удельная теплота парообразования воды $r = 2,2 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Всеми потерями теплоты из сосуда, кроме испарения, пренебречь.

$$Q_{\text{ст}} = m c_c (t_p - t_0) = Q_{\text{в}} + Q_{\text{пар}} = \rho V c_v (t_p - t) + \rho V r$$

Задача 17. (МОШ, 2015, 8) Туристы развели костёр и поставили кипятиться воду в котелке с плоским дном и вертикальными стенками, заполнив котелок на $n = 3/4$ его объёма. Когда вода закипела, котелок не сняли с костра, и спустя время $t_1 = 10$ мин после начала кипения количество воды в котелке уменьшилось на $\eta_1 = 34\%$. В этот момент начался дождь, но туристы продолжали поддерживать костёр, поскольку группа людей с продуктами задержалась. За следующие $t_2 = 8$ мин количество воды в котелке уменьшилось ещё на $\eta_2 = 8\%$ от своего первоначального значения. Известно, что пустой котелок, поставленный вертикально на землю, наполнился бы под дождём доверху за время $t_3 = 64$ мин. Определите температуру дождевых капель до их попадания в котелок. Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота парообразования воды $r = 2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг. Считайте, что подводимая к воде в котелке тепловая мощность всё время поддерживается постоянной. Интенсивность дождя не меняется.

$$D_{\text{дождя}} \approx \left[1 - \left(\frac{t_1}{t_3} - \frac{t_2}{t_3} \right) \frac{c}{r} \right] \frac{r}{t_3} = J$$

Задача 18. (МОШ, 2007, 8) Вазон для цветов, стоящий на улице, имеет плоское дно и вертикальные стенки. Толщина слоя земли в вазоне равна $h = 15$ см, а температура земли равна $t = 11$ °C. На улице похолодало, и пошёл снег. Снежинки состоят из льда, имеют массу $m = 50$ мкг, объём $V = 0,5$ см³ и температуру $t_0 = 0$ °C. Они падают вертикально с постоянной скоростью $v = 1$ м/с. В объёме воздуха $V_0 = 1$ м³ находится $N_0 = 100$ снежинок. За какое время τ на земле в вазоне нарастёт слой снега толщиной $H = 10$ см? Считайте, что вся земля в вазоне равномерно пропитывается водой, имеет в любой момент одинаковую температуру во всём объёме и почти не обменивается теплом со стенками вазона и с воздухом. Плотность земли $\rho = 1500$ кг/м³, удельная теплоёмкость земли $c = 900$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг.

$$\tau \approx \left(\frac{H}{h} + \frac{m N_0}{\rho h v} \right) \frac{c}{\rho} = J$$

3 «Физтех»

Задача 19. («Физтех», 2014, 8–11) В калориметр, содержащий 100 г воды при температуре 20 °C, бросают лёд массой 20 г при температуре -20 °C. Найдите установившуюся температуру в калориметре. Удельные теплоёмкости воды и льда равны соответственно 4200 Дж/(кг·K) и 2100 Дж/(кг·K). Удельная теплота плавления льда 332 кДж/кг. Ответ дать в градусах Цельсия. Если ответ не целый, то округлить до десятых.

81

Задача 20. (Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 8–9) Затратив количество теплоты $Q_1 = 12$ МДж, из некоторой массы льда, взятого при температуре $-t_1$ °C, получили воду при температуре $+2t_1$ °C. Известно, что $1/3$ часть от затраченного количества теплоты пошла на нагревание воды. Кроме того, известно, что удельная теплоёмкость льда в 2 раза меньше удельной теплоёмкости воды. Определите количество теплоты, которое пошло на превращение льда в воду. Ответ выразить в кДж. Если ответ не целый, то округлить до целых.

0002

ЗАДАЧА 21. (*Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 8*) В калориметре смешали $m_1 = 150$ г льда при температуре $t_1 = -12^\circ\text{C}$ и $m_2 = 20$ г пара при температуре $t_2 = +100^\circ\text{C}$. Чему равна масса воды в системе после установления теплового равновесия? Ответ выразить в граммах, округлив до целых. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Удельная теплота парообразования воды $L = 2300$ кДж/кг.

021

ЗАДАЧА 22. (*Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 9*) В калориметре смешали $m_1 = 600$ г льда при температуре $t_1 = -40^\circ\text{C}$ и $m_2 = 12$ г пара при температуре $t_2 = +100^\circ\text{C}$. Чему равна масса воды в системе после установления теплового равновесия? Ответ выразить в граммах, округлив до целых. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Удельная теплота парообразования воды $L = 2300$ кДж/кг.

0

ЗАДАЧА 23. (*Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 10*) В калориметре смешали $m_1 = 500$ г льда при температуре $t_1 = -28^\circ\text{C}$ и $m_2 = 10$ г пара при температуре $t_2 = +100^\circ\text{C}$. Чему равна масса воды в системе после установления теплового равновесия? Ответ выразить в граммах, округлив до целых. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Удельная теплота парообразования воды $L = 2300$ кДж/кг.

ε

4 «Росатом»

ЗАДАЧА 24. (*«Росатом», 2017, 8–9*) В калориметр, содержащий некоторое количество воды с неизвестной температурой, положили кусок льда с температурой $t_1 = -50^\circ\text{C}$. После установления равновесия весь лёд превратился в воду с температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$. После того как в калориметр положили ещё восемь таких же кусков льда с той же температурой $t_1 = -50^\circ\text{C}$, вся вода превратилась в лёд с температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Найти начальную температуру воды. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 336 \cdot 10^3$ Дж/кг.

$$0 \circ 02 = \frac{\chi - (t_2 - 02)^{\chi \circ 8} \frac{a_2}{\chi}}{\chi + (t_2 - 02)^{\chi \circ 8} \frac{a_2}{\chi}} + 02 = x_2$$

5 «Курчатов»

ЗАДАЧА 25. («Курчатов», 2015, 8–9) Литр воды имеет комнатную температуру 20°C и находится в открытом сверху тонкостенном сосуде. В воду быстро (за время меньше чем 1 с) опустили разогретую до 800°C тонкую медную плоскую пластину массой 0,64 кг, удерживая её клещами. Пластина лежит в вертикальной плоскости. Верхний край пластины оказался вровень с уровнем воды в сосуде. Движениями пластины воду перемешали и сразу же опустили в воду термометр. Что он показал? Удельная теплоёмкость меди $0,38 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, воды — $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж}/\text{кг}$.

24,7°C