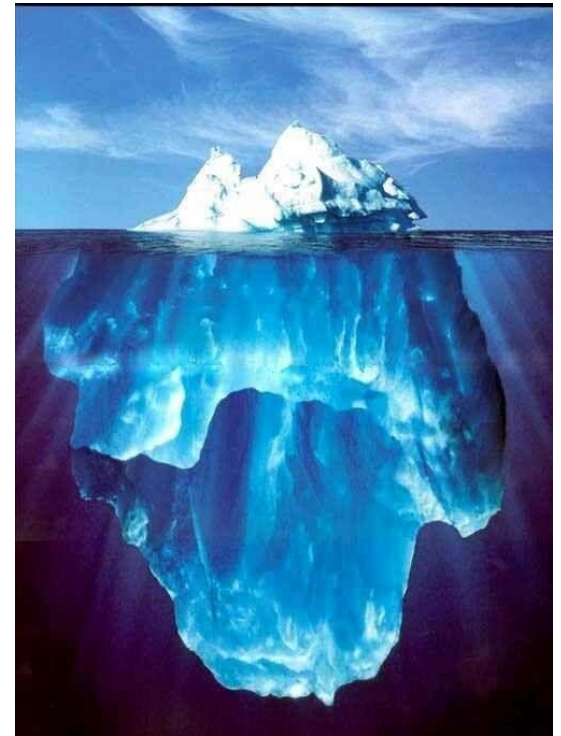
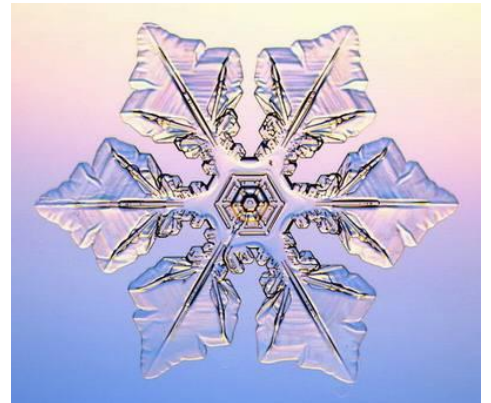
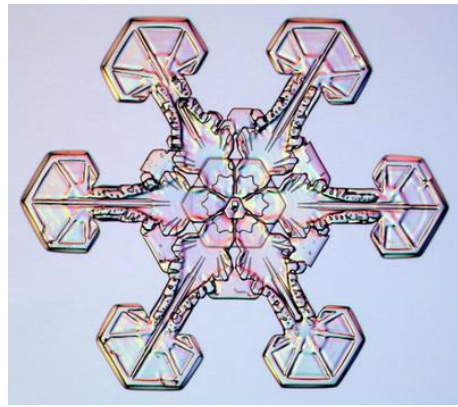
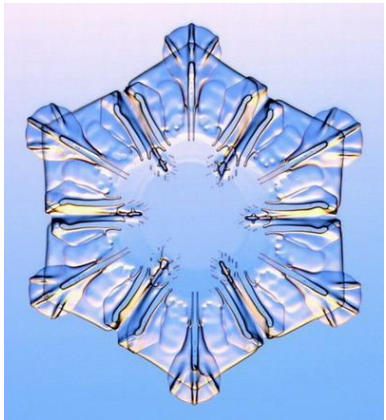
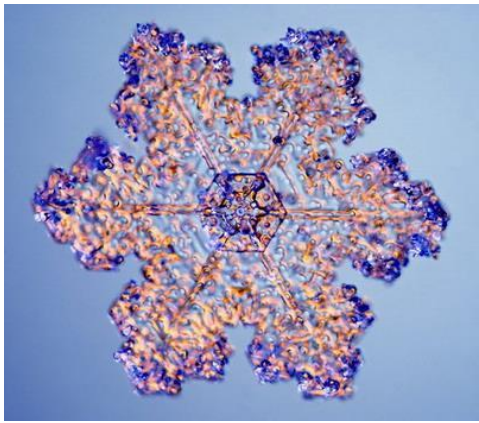


Плавление

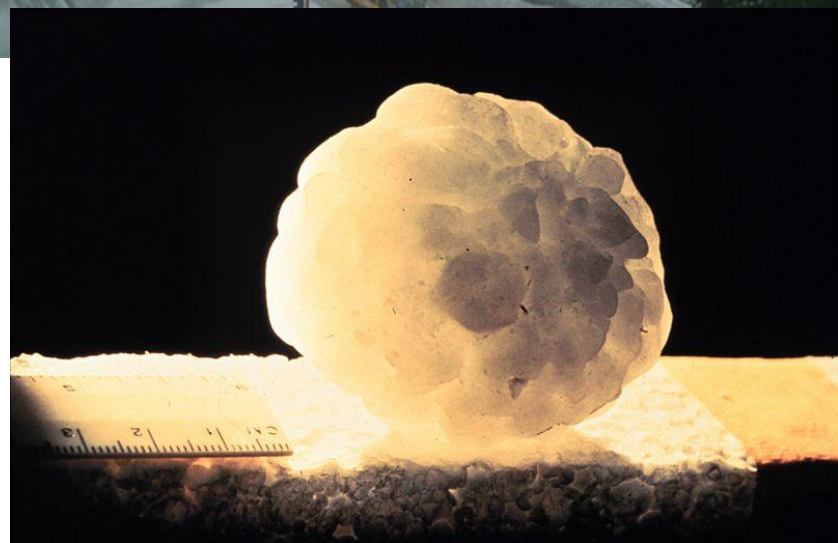
Расчет количества теплоты при плавлении

Мартемьянова Татьяна Юрьевна
учитель физики
ГБОУ ФМЛН №239 г. Санкт-Петербург





СНЕГ И ГРАД



ЛЕДЯНОЙ ДОЖДЬ

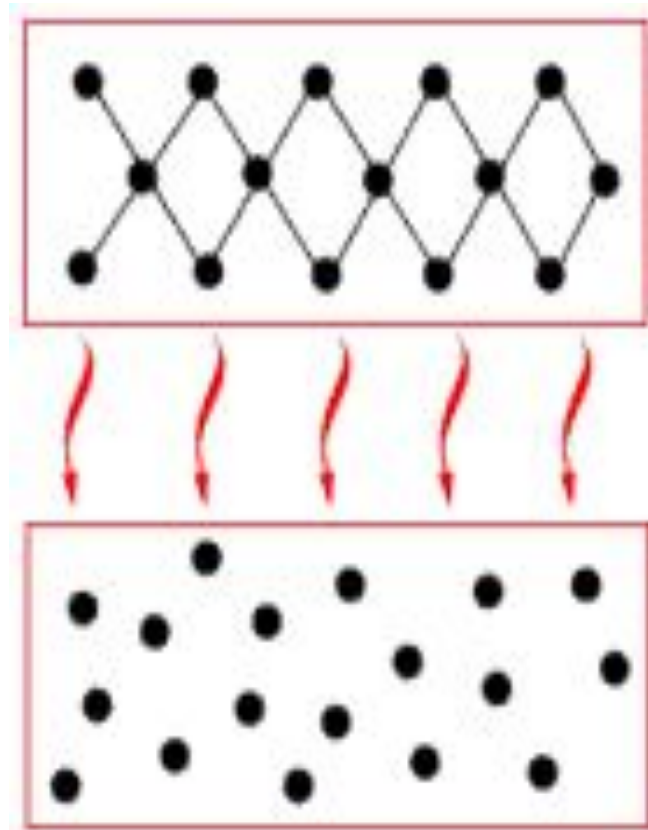


ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- Плавление – это процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое. Сопровождается поглощением энергии извне и увеличением внутренней энергии.
- Кристаллизация – процесс перехода вещества из жидкого состояния в твердое. Сопровождается выделением энергии вовне и уменьшением внутренней энергии.

МЕХАНИЗМ ПЛАВЛЕНИЯ

- В результате нагревания молекулы вещества получают энергию и начинают двигаться быстрее.
- При дальнейшей передаче тепла наступает момент, когда силы притяжения между молекулами не в состоянии удержать их на одном месте, они начинают перескакивать с одного места на другое.
- Процесс плавления вещества происходит как результат разрушения его кристаллической решетки.



ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ

Вещество	Температура плавления, °С
Азот	-210,0
Алюминий	660,1
Аммиак	-77,7
Висмут	271,3
Вода	0
Кислород	-218,8
Медь	1083
Олово	231,9
Парафин	54
Водород	-259,2
Вольфрам	3416
Глицерин	18,4
Железо чистое	1535
Золото	1063
Ртуть	-38,87
Свинец	327,4
Серебро	960,8
Серная кислота	10,5

В каком агрегатном состоянии находятся вещества при нормальных условиях ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 100000 \text{ Па}$)?

Температура Твердые куски будут тонуть в своем расплаве	Плотность алюминия 	Плотность золота 	Плотность серебра 
20	2,7	19,00	10,5
660	2,380	?	?
900	2,315	?	9,30
1100	2,261	17,24	9,20
1200	?	17,12	?
1300	?	17,00	9,00
Температура плавления	660,5	1064	962
Температура кипения	2089	2807	2212

Температура

Плотность воды



**Плотность
висмута**



Твердые куски будут всплывать в своем расплаве

- 4	0,99945	19,00
0	0,99987	?
4	1,00000	?
20	0,99997	9,8
300	-	10,03
600	-	9,66
962	-	9,20
Температура плавления	0	271,3
Температура кипения	100	1564

ПЛАВЛЕНИЕ И ОТВЕРДЕВАНИЕ

Плавление

Поглощается, идет на разрушение

Увеличивается
я

$$Q > 0$$

Q

**кристаллической
решетки**

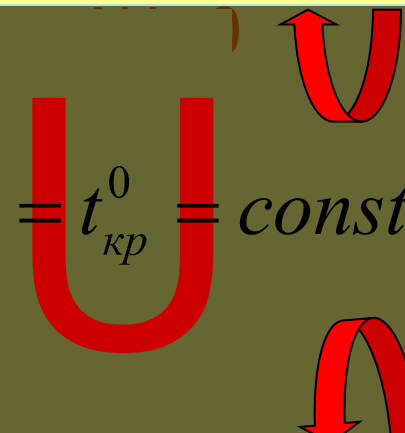
$$t_{пл}^0 = t_{кр}^0 = const$$

Кристаллизация

Выделяется при
восстановлении

Уменьшается

$$Q < 0$$
$$\Delta U < 0$$

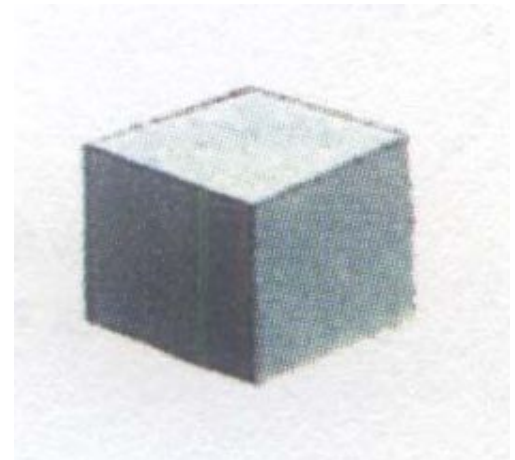


УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

- Количество теплоты, которое принимает 1 кг данного вещества при его превращении в жидкость при температуре плавления $t^{\circ}_{\text{пл}}$, называется **удельной теплотой плавления вещества.**

$$[\lambda] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

«лямбда»



вещество	удельная теплота плавления	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
алюминий	$3,9 \cdot 10^5$	
лед	$3,4 \cdot 10^5$	
железо	$2,7 \cdot 10^5$	
медь	$2,1 \cdot 10^5$	
парафин	$1,5 \cdot 10^5$	
спирт	$1,1 \cdot 10^5$	
серебро	$0,87 \cdot 10^5$	
сталь	$0,84 \cdot 10^5$	
золото	$0,67 \cdot 10^5$	
водород	$0,59 \cdot 10^5$	
олово	$0,59 \cdot 10^5$	
свинец	$0,25 \cdot 10^5$	
кислород	$0,14 \cdot 10^5$	
ртуть	$0,12 \cdot 10^5$	

ДАВАЙТЕ ПОРАССУЖДАЕМ!

- Чтобы расплавить (кристаллизовать) тело массой 1 кг требуется сообщить (отнять) количество теплоты, равное λ
- Чтобы расплавить (кристаллизовать) тело массой m кг требуется сообщить (отнять) количество теплоты, равное λm
- Чтобы превратить в жидкость твердое тело массой m кг, взятого при $t < t_{пл}$ требуется **сначала нагреть его до $t_{пл}$**
- Чтобы кристаллизовать жидкость массой m кг, взятой при $t > t_{пл}$ требуется **сначала охладить его до $t_{пл}$**

ФОРМУЛА

$$Q_{\text{получ}} = \lambda \cdot m$$

$$Q_{\text{отд}} = -\lambda \cdot m$$

$[\lambda] = 1 \text{ Дж/кг}$ – удельная теплота
плавления (кристаллизации) вещества

$[m] = 1 \text{ кг}$ – масса вещества

ПЛАВЛЕНИЕ и ОТВЕРДЕВАНИЕ

При плавлении вещество получает энергию, его внутренняя энергия увеличивается, и кристаллическая решетка разрушается.

$$Q_{\text{получ}} = \lambda \cdot m$$

При кристаллизации у вещества забирают энергию, его внутренняя энергия уменьшается, и кристаллическая решетка восстанавливается.

$$|Q_{\text{отд}}| = \lambda \cdot m$$

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ

$$Q = \lambda m$$

$$m = ?$$

$$\lambda = ?$$

$$m = \frac{Q}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$

ЭКСПЕРИМЕНТ

- Нагревание бумажной полоски на деревянном цилиндре с кнопкой.
- Обсуждение результата.

1. Что является количественной мерой процесса теплопередачи?

Количество теплоты Q

при плавлении
твердых тел,
при кристаллизации
жидкостей

2. От чего зависит приращение внутренней энергии при плавлении (кристаллизации)?

зависит от массы и рода вещества

3. Как определить количество теплоты при плавлении (кристаллизации) тела?

4. От чего зависит знак Q ?

если $U_2 \geq U_1$, то $Q \geq 0$

если $U_2 < U_1$, то $Q < 0$

$$Q = \lambda m$$

5. Что показывает удельная теплота плавления вещества λ ?

удельная теплота плавления показывает какое количество теплоты получает или отдает 1 кг вещества при плавлении (отвердевании) при температуре плавления $t_{пл}$ °С

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$

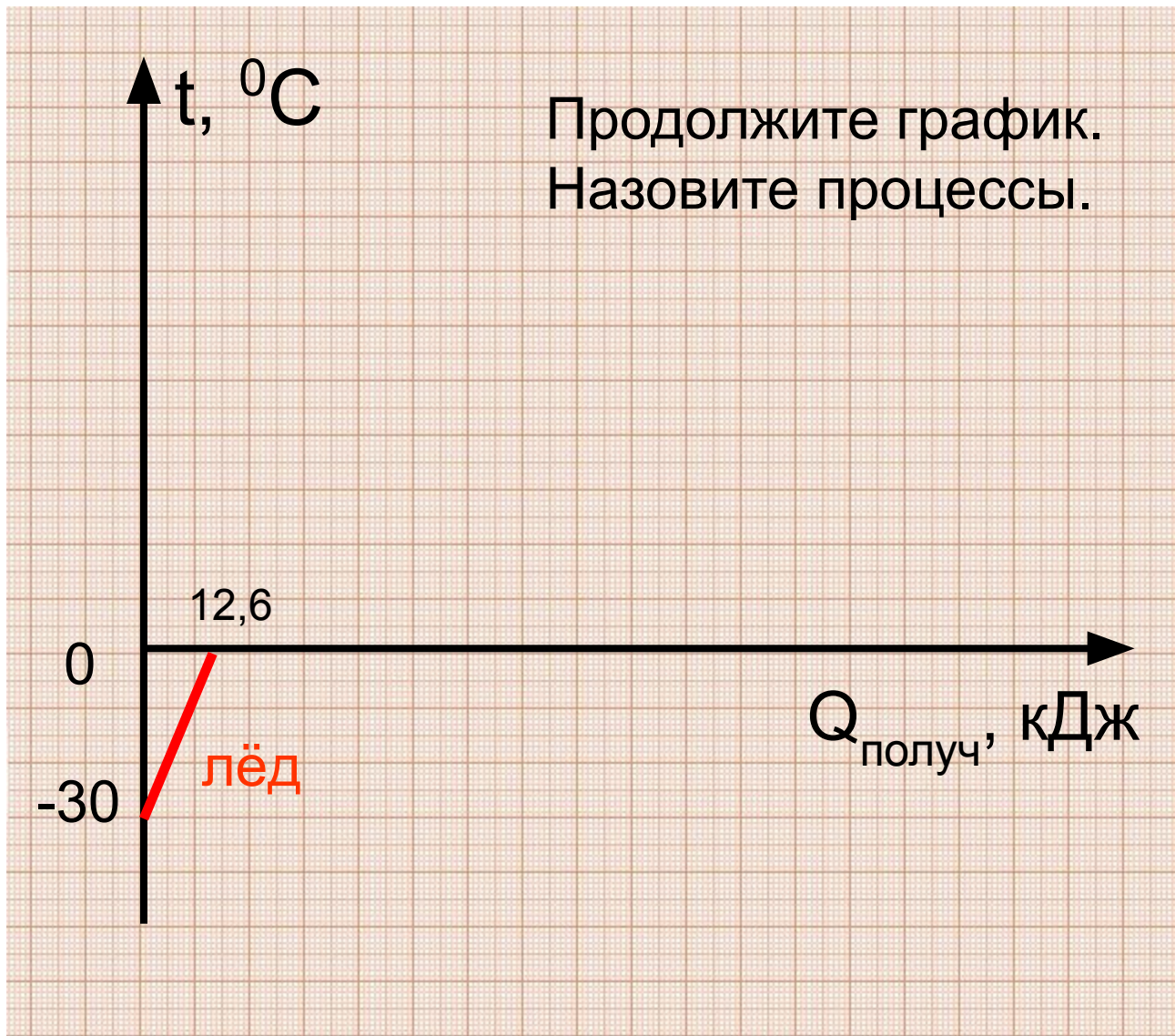
5. От чего она зависит?

1. От свойств вещества (состав вещества)
2. От условий протекания процесса (давления)

ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:

- Зачем в погребах в холодную погоду рядом с овощами ставят большие емкости с водой?
- Если в воду при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ бросить кусок льда при температуре $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, произойдет заметное увеличение массы льда. Кристаллизация воды сопровождается выделением значительного количества теплоты, почему же при этом вода не нагревается?

ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:



РЕШЕНИЕ:

Было:

лёд m
 $t_1 = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$Q_{1\text{получ}} = c_1 m_1 \Delta t_1 = 2100 \cdot m \cdot 30 = 12600$$

$$k\mathcal{E} = \frac{12600}{63000} = 0,2 (\quad)$$

Стало:

лёд m
 $t_2 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$Q_{2\text{получ}} = \lambda \cdot m = 334000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 = 66800 \text{ Дж} = 66,8 \text{ кДж}$$

Потом:

вода m
 $t_2 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$Q_{3\text{получ}} = c_2 m_2 \Delta t_2 =$$

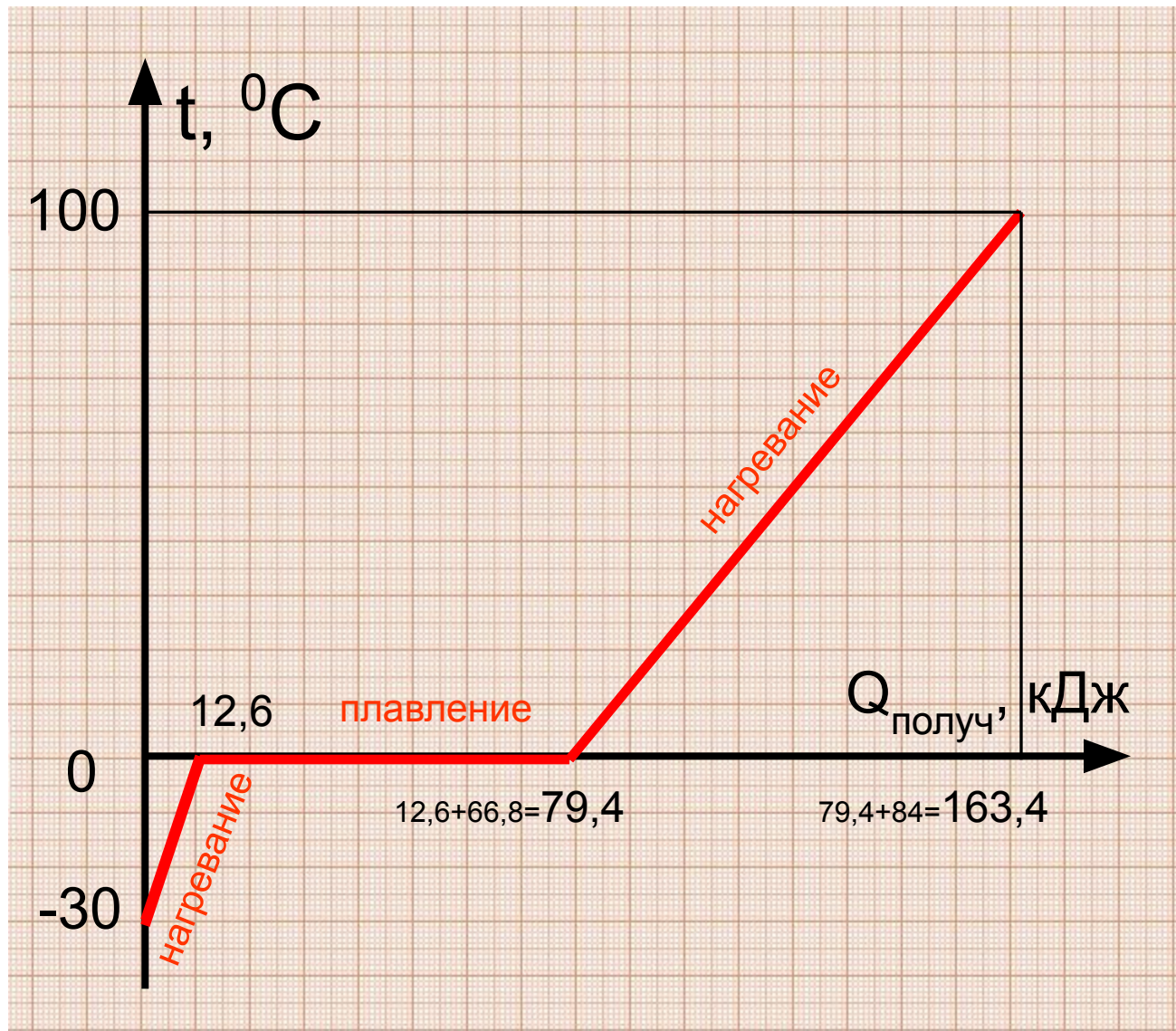
$$= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 100\text{ }^{\circ}\text{C} =$$

Затем:

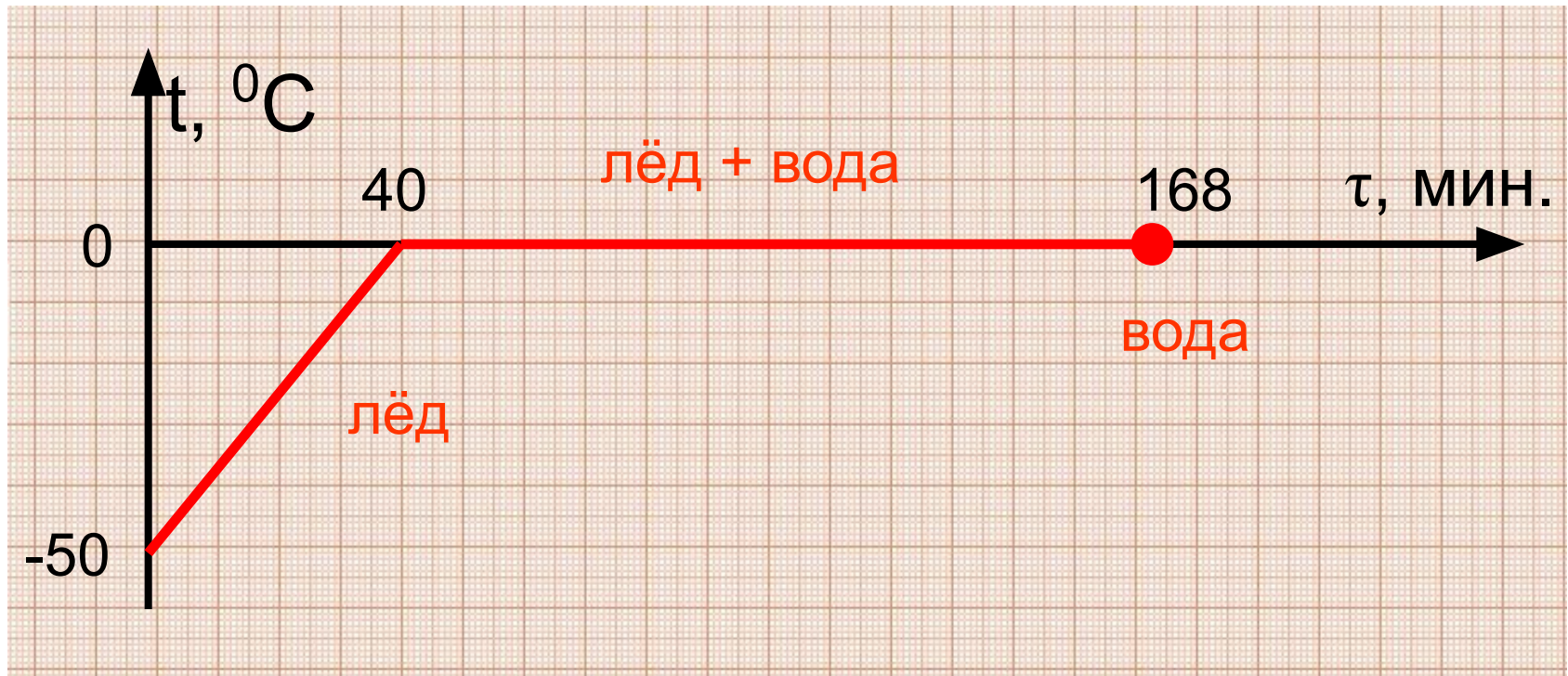
вода m
 $t_1 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$= 84000 \text{ Дж} = 84 \text{ кДж}$$

ОТВЕТ:



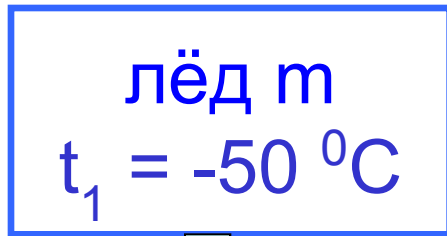
ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:



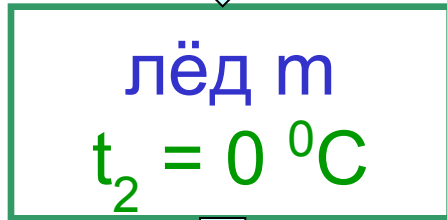
Определите удельную теплоту плавления льда. Полезная мощность нагревателя постоянная. В конце процесса весь лёд растаял, $c = 2100 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$.

РЕШЕНИЕ:

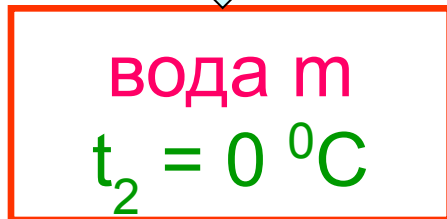
Было:



Стало:



Потом:



$$Q_{1\text{получ}} = 2100 \cdot m \cdot 50 = 105000 \cdot m$$

$$Q_{2\text{получ}} = \lambda \cdot m$$

$$P_1 = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{105000 \cdot m}{2400}$$

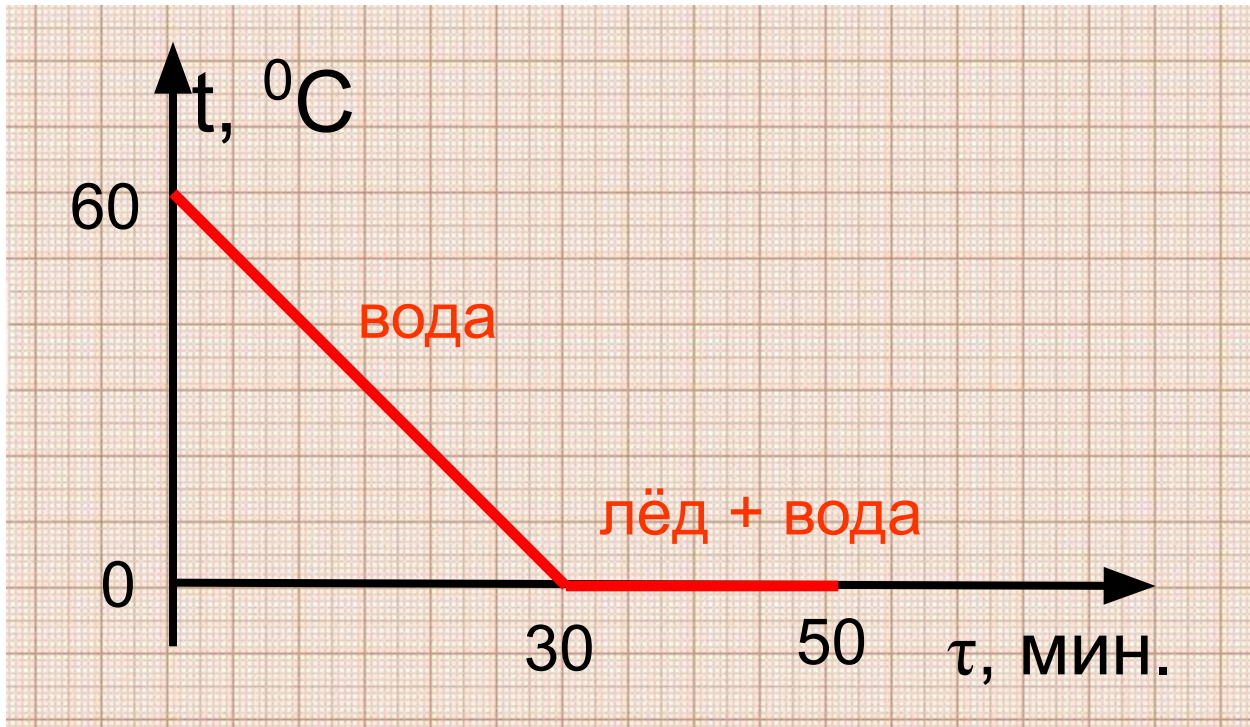
$$P_2 = \frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{\lambda \cdot m}{7680}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{105000 \cdot m}{2400} = \frac{\lambda \cdot m}{7680}$$

$$\lambda = \frac{105000 \cdot m \cdot 7680}{2400 \cdot m} = 336000 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

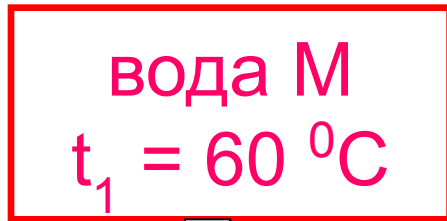
ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:



Определите массовую долю льда в мокром снеге.
Полезная мощность холодильника постоянная, $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$.

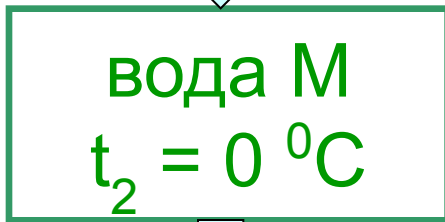
РЕШЕНИЕ:

Было:

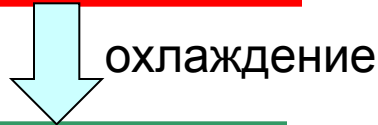


$$|Q_{1отд}| = 4200 \cdot M \cdot 60 = 252000 \cdot M$$

Стало:

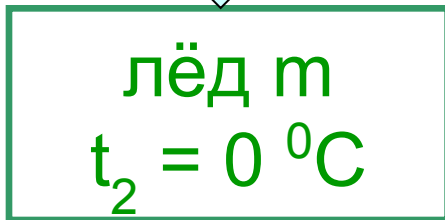


$$|Q_{2отд}| = 334000 \cdot m$$

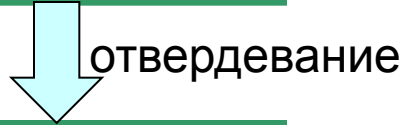


$$P_1 = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{252000 \cdot M}{1800}$$

Потом:



$$P_2 = \frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{334000 \cdot m}{1200}$$



$$P_1 = P_2$$

$$\frac{252000 \cdot M}{1800} = \frac{334000 \cdot m}{1200}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{252000 \cdot 1200}{334000 \cdot 1800} \approx 0,50 = 50\%$$

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

- <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BD%D0%B5%D0%B3> снег
- <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B4> лёд
- <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9%D0%B4%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D1%8C> ледяной дождь
- <http://www.rusactive.ru/useful/helpinfo/fizika> ПЛОТНОСТИ ВЕЩЕСТВ В ТВЕРДОМ И ЖИДКОМ СОСТОЯНИЯХ