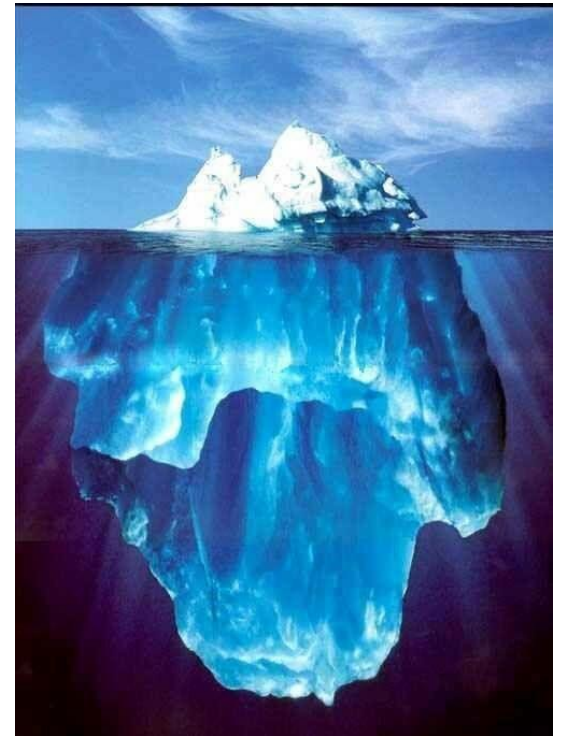
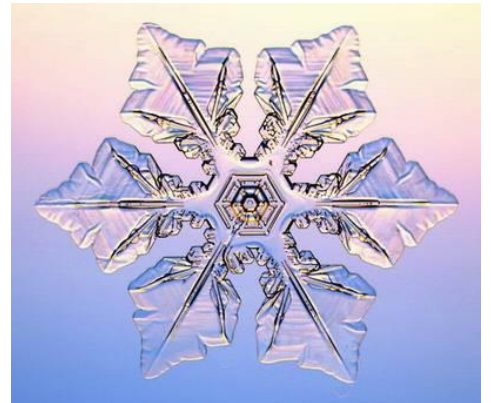
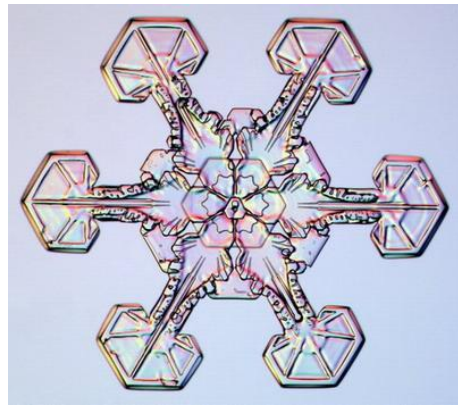
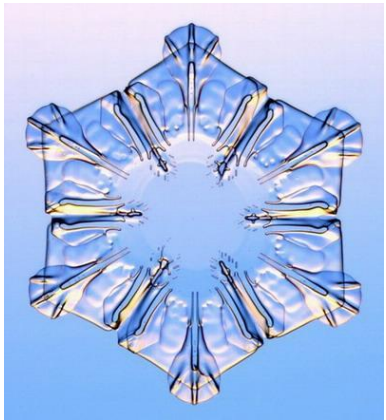
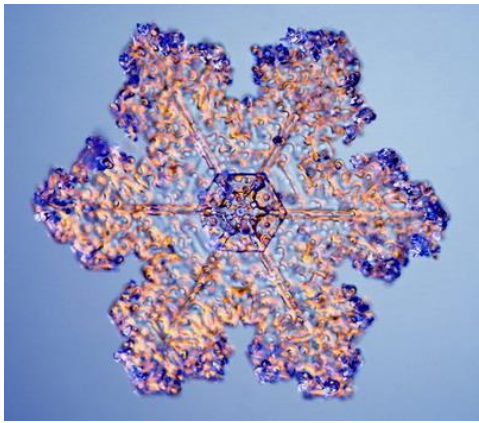


Плавление

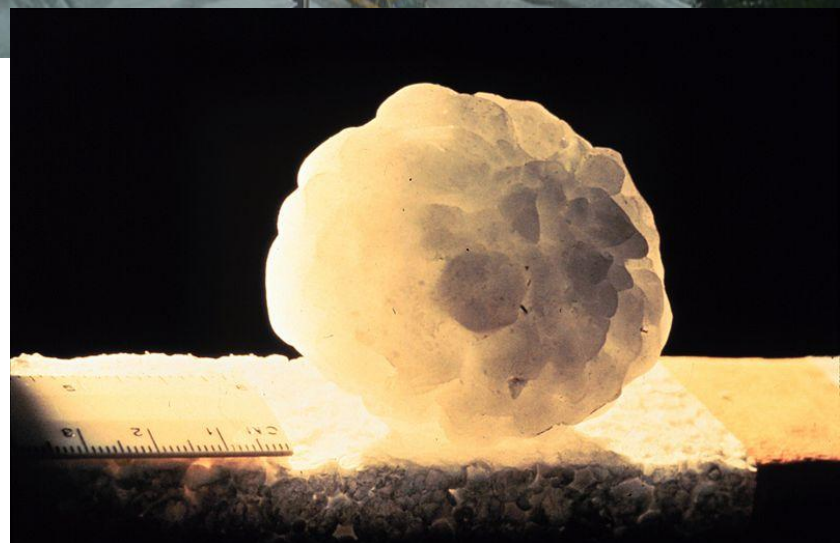
Расчет количества теплоты при плавлении

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





СНЕГ И ГРАД



ЛЕДЯНОЙ ДОЖДЬ

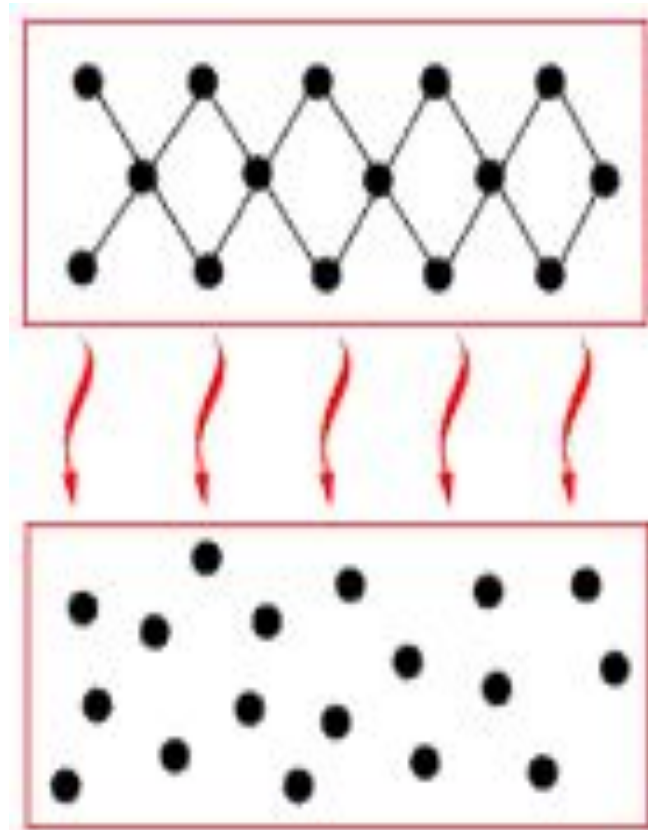


ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 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**

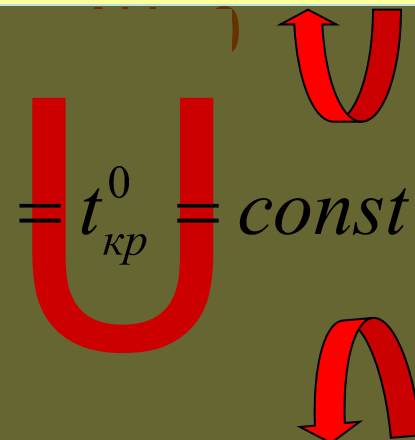
$$t_{пл}^0 = t_{кр}^0 = const$$

Кристаллизация

Выделяется при
восстановлении

Уменьшается

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

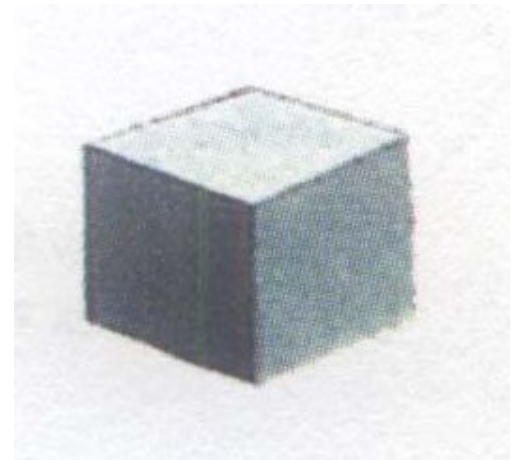


УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

- 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 $U_2 > U_1$, то $Q > 0$

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

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

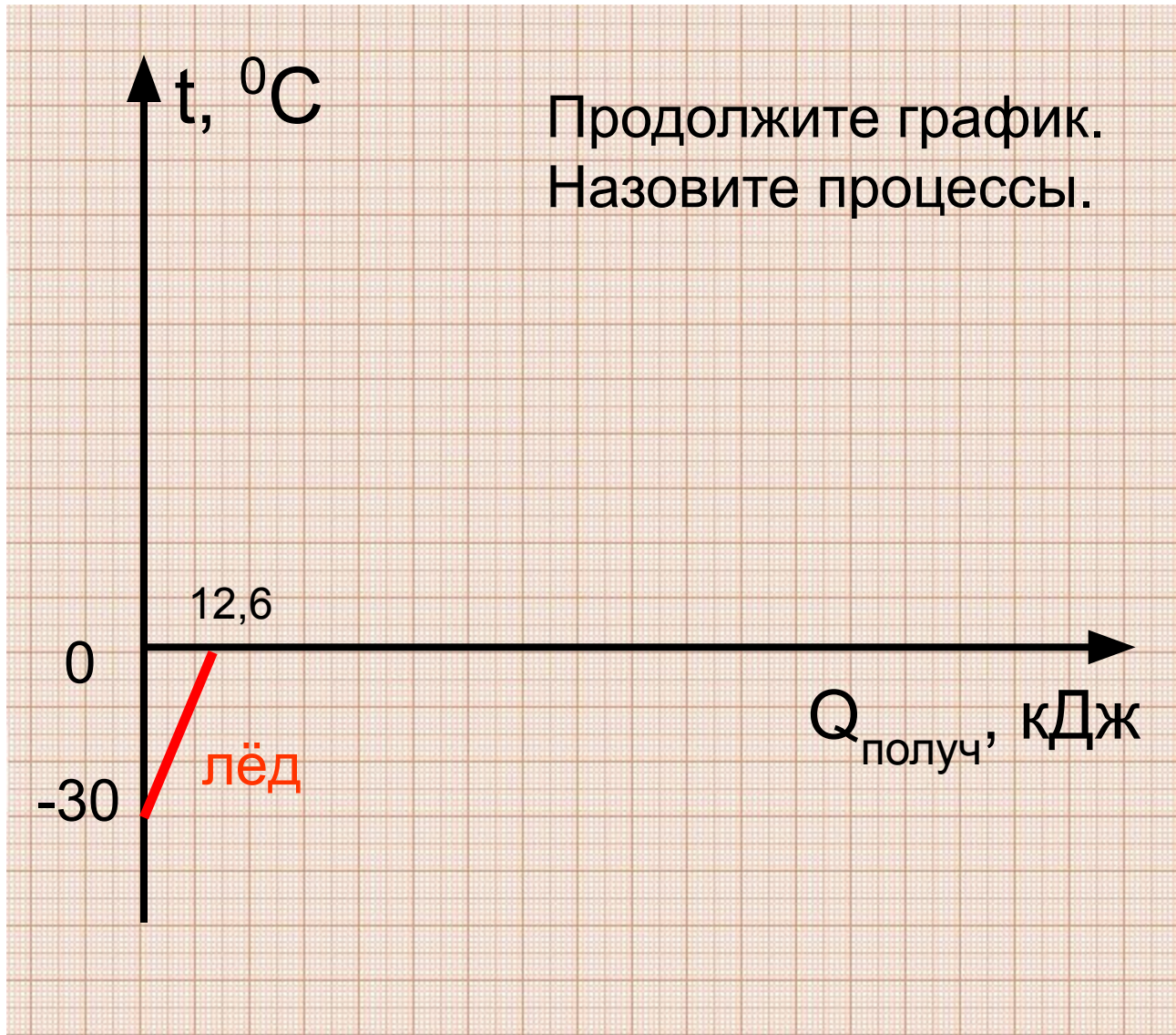
5. От чего она зависит?

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

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

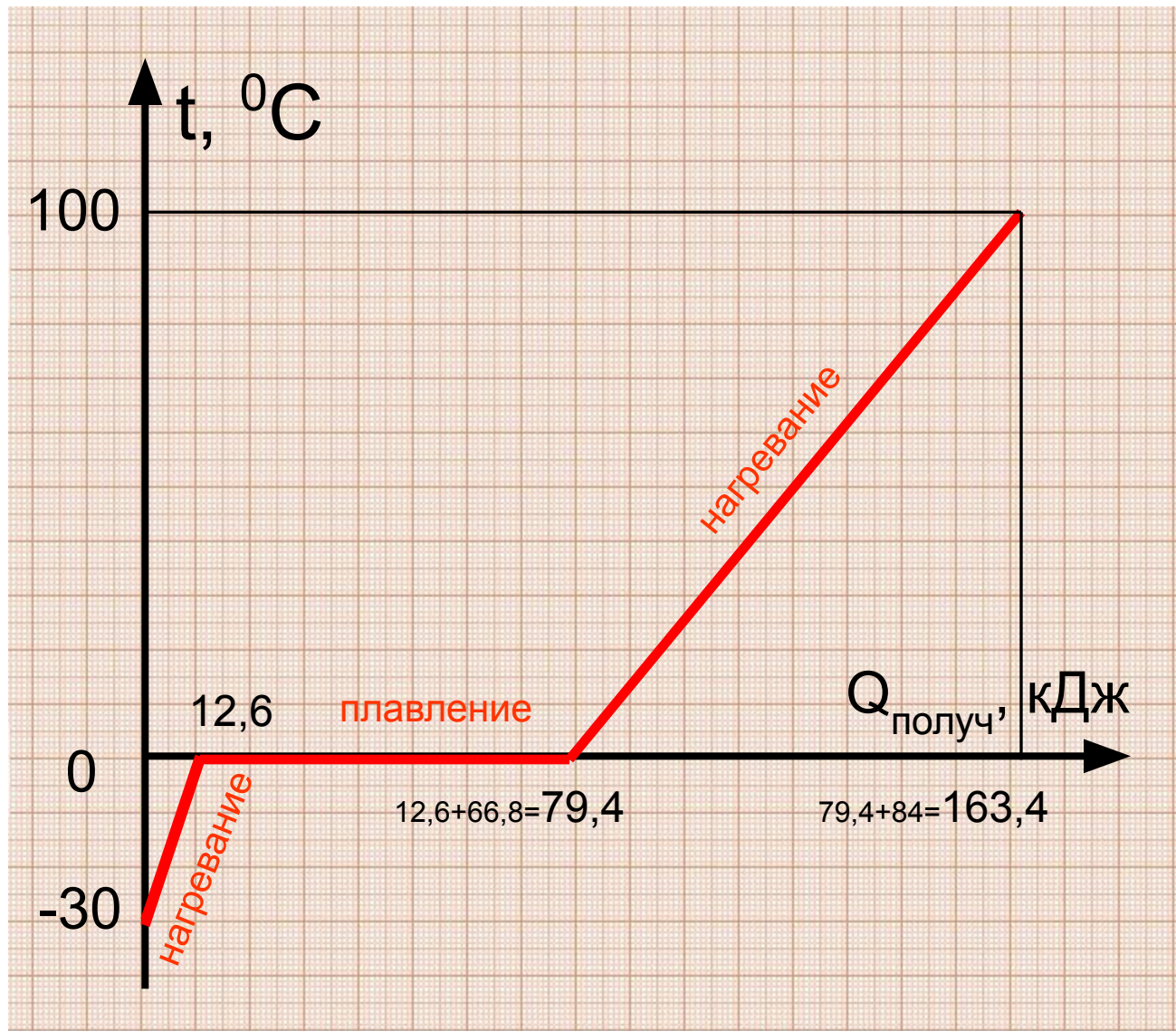
$$= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 100\text{ }^{\circ}\text{C} =$$

Затем:

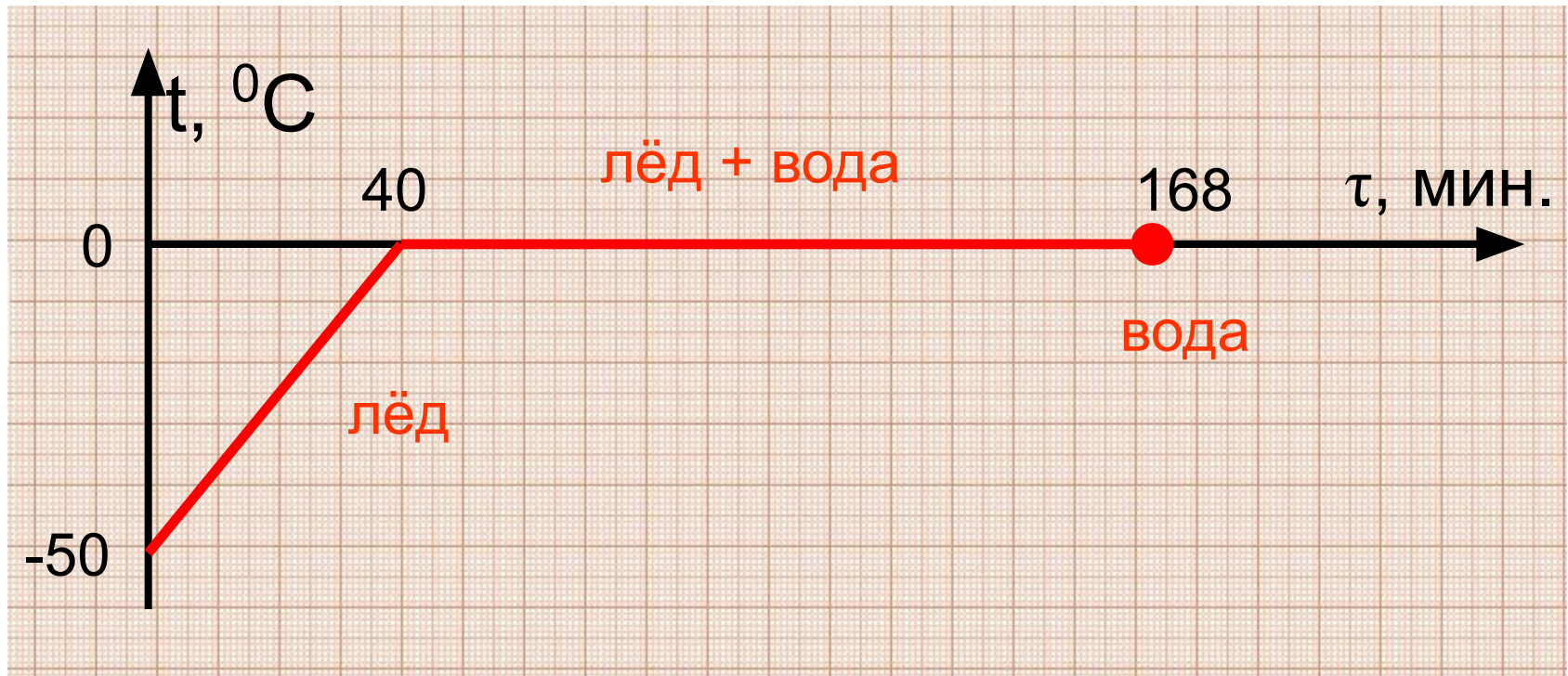
вода m
 $t_1 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

ОТВЕТ:



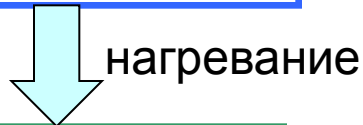
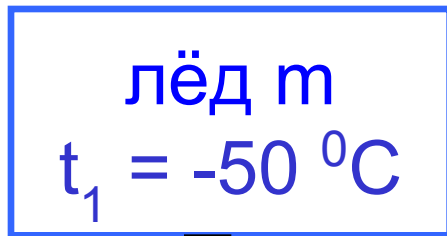
ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:



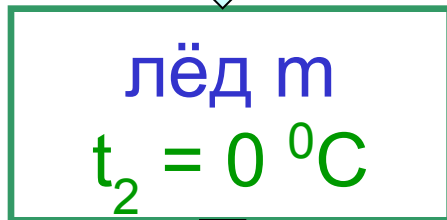
Определите удельную теплоту плавления льда. Полезная мощность нагревателя постоянная. В конце процесса весь лёд растаял, $c = 2100 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$.

РЕШЕНИЕ:

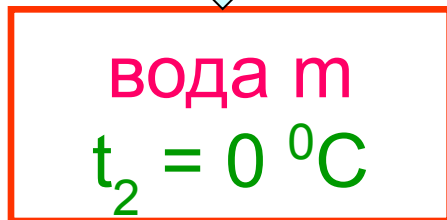
Было:



Стало:



Потом:



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

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

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

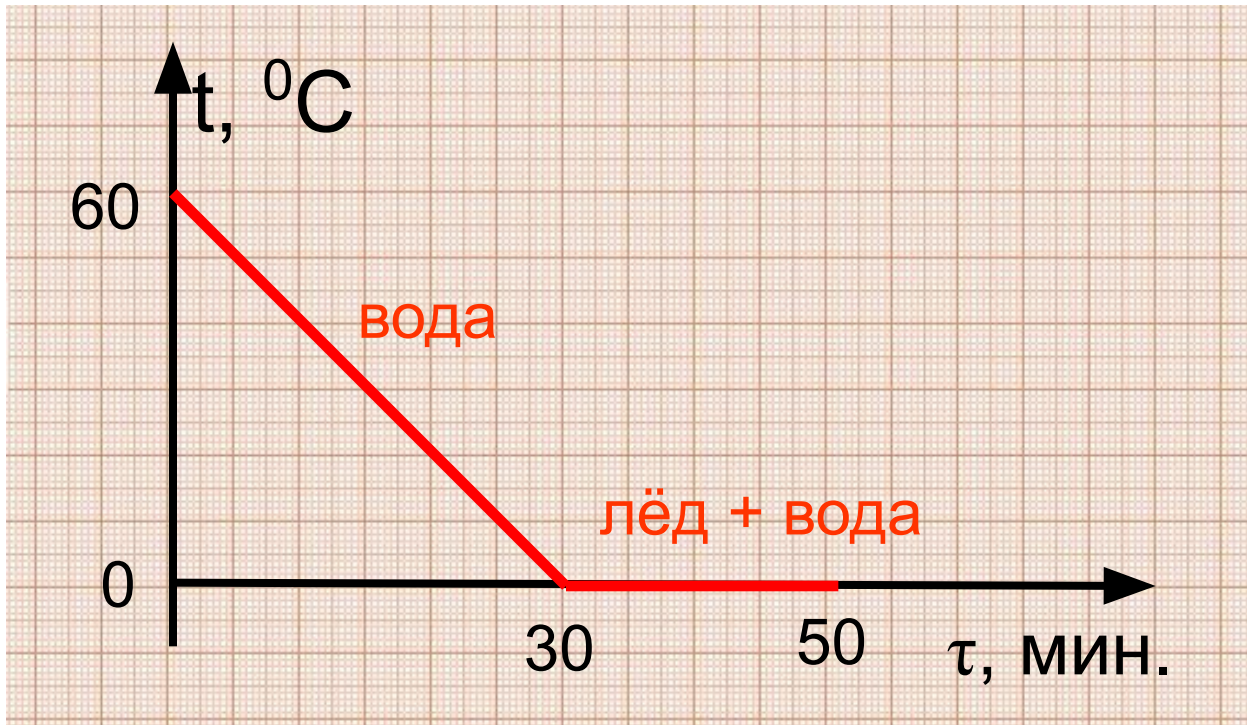
$$P_2 = \frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{\lambda \cdot m}{7680}$$

$$P_1 = P_2$$

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

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

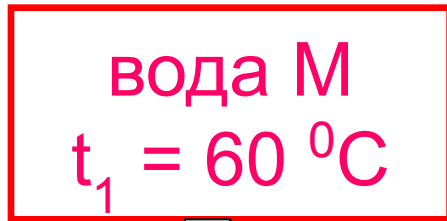
ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ:



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

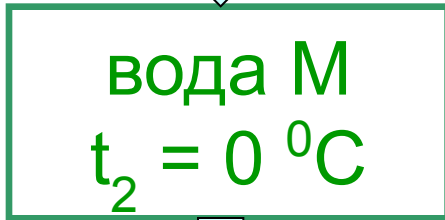
РЕШЕНИЕ:

Было:



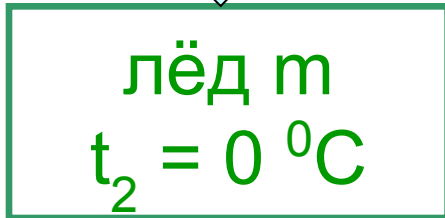
охлаждение

Стало:



отвердевание

Потом:



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

$$|Q_{2отд}| = 334000 \cdot m$$

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

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

$$P_1 = P_2$$

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

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

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