

Питома теплота плавлення

Візьмемо кристалічні речовини (свинець і олово) однакової маси, які перебувають за температури, близької до температури плавлення. Щоб розплавити ці речовини, їм слід передати певну кількість теплоти.

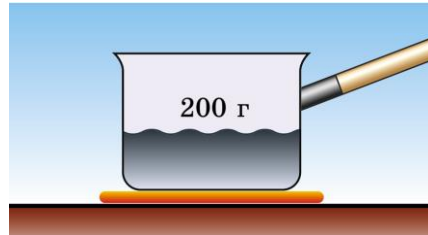
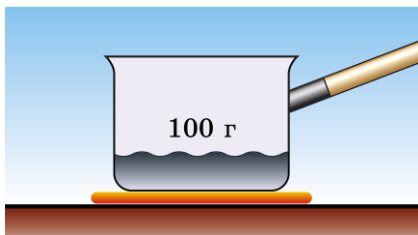
Чи однакову кількість теплоти необхідно передати свинцю та олову, щоб перевести їх у рідкий стан? З'ясуємо.

Питома теплота плавлення речовини

Проведемо дослід

В одній посудині будемо плавити 100 г свинцю, а в іншій - 200 г. Якщо нагрівники однакові, то побачимо, що для плавлення 200 г свинцю треба затратити більшу кількість теплоти, ніж для 100 г.

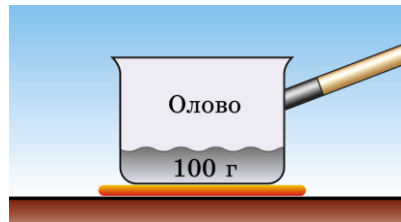
Кількість теплоти, яка потрібна для плавлення тіла, залежить від його маси.



Проведемо дослід

На однакових нагрівниках в одній посудині будемо плавити 100 г свинцю, а в іншій - 100 г олова. У результаті дослідів побачимо, що для плавлення олова потрібно затратити більшу кількість теплоти, ніж для плавлення свинцю.

Кількість теплоти, яка потрібна для плавлення тіла, залежить від роду речовини, з якої виготовлено тіло.



Питома теплота плавлення — фізична величина, що характеризує певну речовину й дорівнює кількості теплоти, яку необхідно передати твердій кристалічній речовині масою 1 кг, щоб за температури плавлення повністю перетворити її на рідину.

Питому теплоту плавлення позначають символом λ («лямбда»)

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

Питома теплота плавлення показує, на скільки за температури плавлення внутрішня енергія 1 кг речовини в рідкому стані більша, ніж внутрішня енергія 1 кг цієї речовини у твердому стані.

Так, питома теплота плавлення льоду $\lambda = 332 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Це означає: щоб розплавити 1 кг льоду, що перебуває за температури плавлення (0°C), слід передати йому 332 кілоджоулі теплоти. Така сама кількість теплоти (332 кДж) виділиться й під час кристалізації 1 кг води. Тобто за температури 0°C внутрішня енергія 1 кг води більша за внутрішню енергію 1 кг льоду на 332 кДж.



Питому теплоту плавлення речовин визначають дослідним шляхом і фіксують у таблицях (див. табл. 3 Додатка).

Кількість теплоти, яка необхідна для плавлення речовини або виділяється під час її кристалізації

Щоб обчислити кількість теплоти, необхідну для плавлення кристалічної речовини, узятій за температури плавлення, потрібно питому теплоту плавлення цієї речовини помножити на її масу:

$$Q = \lambda t$$

Q — кількість теплоти, яку поглинає тверда кристалічна речовина;

λ — питома теплота плавлення;

t — маса речовини.

Кількість теплоти, яка виділяється під час кристалізації, розраховують за тією самою формулою.

Розв'язування задач

1. Яка кількість теплоти виділяється в навколишнє середовище при кристалізації 200 г свинцю, взятого при температурі плавлення?

Дано:

$$m = 200 \text{ г}$$

$$= 0,2 \text{ кг}$$

$$\lambda = 25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$= 25000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Розв'язання

$$Q = \lambda t$$

$$Q = 25000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 \text{ кг} = 5000 \text{ Дж}$$

$$\text{Відповідь: } Q = 5 \text{ кДж}$$

2. Для плавлення шматка парафіну масою 400 г, взятого при температурі плавлення, потрібно 60 кДж тепла. Знайдіть питому теплоту плавлення парафіну.

Дано:

$$m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

$$Q = 60 \text{ кДж}$$

$$= 60000 \text{ Дж}$$

$$\lambda = ?$$

Розв'язання

$$Q = \lambda t \Rightarrow \lambda = \frac{Q}{t}$$

$$\lambda = \frac{60000 \text{ Дж}}{0,4 \text{ кг}} = 150000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Відповідь: } \lambda = 150 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

3. Яка кількість тепла необхідна для плавлення 100 г олова, взятого при температурі 32 °С? Зобразіть цей процес на графіку.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_1 = 32 \text{ °С}$$

$$t_2 = 232 \text{ °С}$$

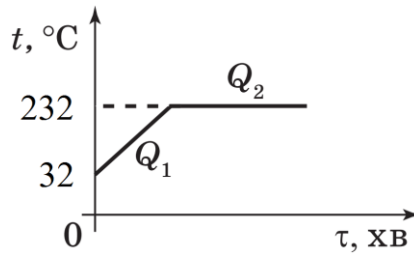
$$c = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$\lambda = 59 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$= 59000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$Q = ?$

Розв'язання



$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1) - \text{нагрівання}$$

$$Q_2 = \lambda m - \text{плавлення}$$

Підставимо формули (2) і (3) в рівняння (1):

$$Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m$$

$$[Q] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot \text{кг} \cdot \text{°С} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{кг} = \text{Дж} + \text{Дж} = \text{Дж}$$

$$Q = 230 \cdot 0,1 \cdot (232 - 32) + 59000 \cdot 0,1 = 4600 + 5900 = 10500 \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $Q = 10,5 \text{ кДж}$.

4. Яка кількість теплоти необхідна, щоб розплавити 500 г льоду, взятого при температурі -10 °С, а потім воду нагріти до 20 °С?

Дано:

$$m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_1 = -10 \text{ °С}$$

$$t_{\text{пл}} = 0 \text{ °С}$$

$$t_2 = 20 \text{ °С}$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$\lambda_{\text{л}} = 332 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$= 332000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$Q = ?$

Розв'язання

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = c_{\text{л}}m(t_{\text{пл}} - t_1) - \text{нагрівання льоду}$$

$$Q_2 = \lambda_{\text{л}}m - \text{плавлення льоду}$$

$$Q_3 = c_{\text{в}}m(t_2 - t_{\text{пл}}) - \text{нагрівання води}$$

Підставимо формули (2), (3) і (4) в рівняння (1):

$$Q = c_{\text{л}}m(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda_{\text{л}}m + c_{\text{в}}m(t_2 - t_{\text{пл}})$$

$$[Q] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot \text{кг} \cdot \text{°С} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{кг} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot \text{кг} \cdot \text{°С}$$

$$= \text{Дж} + \text{Дж} + \text{Дж} = \text{Дж}$$

$$Q = 2100 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10)) + 332000 \cdot 0,5 + 4200 \cdot 0,5 \cdot (20 - 0) = 10500 + 166000 + 42000 = 218500 \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $Q = 218,5 \text{ кДж}$.

Запитання

1. Від чого залежить кількість теплоти, що виділяється під час кристалізації речовини?

2. Що називають питомою теплотою плавлення речовини?

3. Яким є фізичний зміст питомої теплоти плавлення?

4. Як обчислити кількість теплоти, що необхідна для плавлення речовини або виділяється під час її кристалізації?