

Кількість теплоти. Питома теплоємність.

Розв'яжемо задачу разом.

Задача 1

Для нагрівання цегельної печі масою 1,5 т витрачено 26,4 МДж теплоти. До якої температури нагріли піч, якщо початкова температура була 10 °С?



<u>Дано:</u> $m = 1,5 \text{ т}$ $Q = 26,4 \text{ МДж}$ $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{С}$ $C = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг } ^{\circ}\text{С}}$	<u>СІ</u> $= 1500 \text{ кг}$ $= 26,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$	<u>Розв'язання:</u> Відповідно до визначення, $Q = cm(t_2 - t_1)$. Звідси знаходимо кінцеву температуру печі: $t_2 = \frac{Q}{cm} + t_1.$ Перевіряємо одиниці вимірювання: $[t_2] = \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot \text{кг}} + ^{\circ}\text{С} = ^{\circ}\text{С}.$
$t_2 - ?$		

З таблиці знаходимо, що питома теплоємність цегли дорівнює $880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$.

Обчислюємо температуру печі:

$$t_2 = \frac{26,4 \cdot 10^6}{880 \cdot 1,5 \cdot 10^3} + 10 = 20 + 10 = 30 (^{\circ}\text{С}).$$

Відповідь: піч нагрілася до 30 °С.

Задача 2

Яка кількість теплоти потрібна для того, щоб довести до температури кипіння 2 л води в алюмінієвому чайнику масою 700 г? Початкова температура води 20°С.

Дано:	СІ	Розв'язання:
$m_2 = 700 \text{ г}$	$= 0,7 \text{ кг}$	Щоб довести воду в алюмінієвому чайнику до кипіння, необхідно передати і воді, і алюмінієвому чайнику кількість теплоти:
$V_1 = 2 \text{ л}$	$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	
$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$		$Q = Q_1 + Q_2$, де
$C_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		Q_1 - кількість теплоти, яку потрібно передати воді для нагрівання до температури кипіння.
$C_a = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		$Q_1 = c_B m_1 (t_2 - t_1)$
$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		Q_2 - кількість теплоти, яку потрібно передати алюмінієвому чайнику для нагрівання до температури кипіння. $Q_2 = c_a m_2 (t_2 - t_1)$
$Q - ?$		Масу води знайдемо за формулою: $m = \rho V$, де ρ - густина води дорівнює $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
		Тому загальну кількість теплоти знайдемо за формулою:
		$Q = c_B \rho V_1 (t_2 - t_1) + c_a m_2 (t_2 - t_1) = (c_B \rho V_1 + c_a m_2) (t_2 - t_1)$

Обчислюємо кількість теплоти:

$$Q = (4200 \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} + 900 \cdot 0,7) (100 - 20) = 722400 \text{ Дж} = 722,4 \text{ кДж}$$

Відповідь: 722,4 кДж

Задача 3

Визначте температуру суміші, якщо змішати 100 г окропу й 100 г води, узяті за температури 20°C.

Дано:	СІ	Розв'язання:
$m_1 = 100 \text{ г}$	$= 0,1 \text{ кг}$	Під час змішування окропу та води, узяті за температури 20°C відбувається теплообмін. Окріп віддає кількість теплоти, а вода, узята за температури 20°C приймає. Тому $Q_1 = Q_2$ де Q_1 – кількість теплоти, яку віддає окріп
$m_2 = 100 \text{ г}$	$= 0,1 \text{ кг}$	
$t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		$Q_1 = c_B m_1 (t_1 - t_3)$
$t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$		Q_2 - кількість теплоти, яку прийме вода, нагрівшись від температури t_2 до температури t_3
$C_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		$Q_2 = c_B m_2 (t_3 - t_2)$
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$		Прирівнявши Q_1 і Q_2 , отримаємо $c_B m_1 (t_1 - t_3) = c_B m_2 (t_3 - t_2)$
$t_3 - ?$		Скоротимо на c_B : $m_1 (t_1 - t_3) = m_2 (t_3 - t_2)$
		$m_1 t_1 - m_1 t_3 = m_2 t_3 - m_2 t_2$
		$m_1 t_1 + m_2 t_2 = m_2 t_3 + m_1 t_3$

$$m_1 t_1 + m_2 t_2 = t_3 (m_2 + m_1)$$

Знайдемо температуру суміші:

$$t_3 = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_2 + m_1}$$

Обчислимо температуру суміші: $t_3 = \frac{0,1 \cdot 100 + 0,1 \cdot 20}{0,1 + 0,1} = 60 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Відповідь: 60 °C

Задача 4

В алюмінієвий калориметр масою 100 г налили 100 г води з температурою 20°C й опустили нагрітий брусок масою 150 г, температура якого 80°C. Після встановлення теплової рівноваги температура в калориметрі дорівнювала 27°C. Визначте питому теплоємність бруска.

Дано:	СІ	Розв'язання:
$m_1 = 100 \text{ г}$	$= 0,1 \text{ кг}$	Позначимо через Q_1 і Q_2 кількість теплоти, отриманої калориметром і водою відповідно, а через Q_3 - кількість теплоти, відданої гарячим тілом. Рівняння теплового балансу запишемо у вигляді $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$
$m_2 = 100 \text{ г}$	$= 0,1 \text{ кг}$	
$t_1 = t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$		
$t_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$		
$C_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг } ^\circ\text{C}}$		
$C_2 = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг } ^\circ\text{C}}$		$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$
$t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$		$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2)$
$m_3 = 150 \text{ г}$	$= 0,15 \text{ кг}$	$Q_3 = c_3 m_3 (t - t_3)$
$C_3 - ?$		Зверніть увагу! У рівнянні теплового балансу, різницю температур є різниця між кінцевою температурою і початковою. Вирази Q_1, Q_2 та Q_3 підставимо в рівняння теплового балансу:

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) + c_3 m_3 (t - t_3) = 0$$

Значення кількості теплоти, що віддасть нагрітий брусок, буде від'ємним, тому рівняння може прийняти наступний вигляд:

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) - c_3 m_3 (t_3 - t) = 0$$

або $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) = c_3 m_3 (t_3 - t)$

Запишемо

$$c_3 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2)}{m_3 (t_3 - t)} = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) (t - t_1)}{m_3 (t_3 - t)}$$

Перевіримо одиниці вимірювання:

$$[c] = \frac{\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ кг} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ кг}\right) (^\circ\text{C} - ^\circ\text{C})}{\text{кг} (^\circ\text{C} - ^\circ\text{C})} = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Обчислюємо питому теплоємність бруска:

$$c_3 = \frac{(900 \cdot 0,1 + 4200 \cdot 0,1) (27 - 20)}{0,15 (80 - 27)} = 450 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

Відповідь: $450 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

Задача 5

З висоти 25 м на пісок упала алюмінієва кулька. На скільки градусів нагрілася кулька, якщо половина її потенціальної енергії перетворилася в її внутрішню енергію?

Дано:

Розв'язання:

$C_2 = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ $h_1 = 25 \text{ м}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $Q = 0,5 E_{\text{п}}$ $\Delta t - ?$	Розглянемо, які перетворення енергії відбуваються з алюмінієвою кулькою. На висоті 25 м кулька має потенціальну енергію $E_{\text{п}} = mgh$. Кінетична енергія кульки дорівнює 0. Внаслідок падіння кульки половина її потенціальної енергії перетворюється у внутрішню: $Q = 0,5 E_{\text{п}}$ Враховуючи, що $Q = c m \Delta t$ $c m \Delta t = 0,5 mgh$
---	---

Виведемо формулу для обчислення зміни температур:

$$\Delta t = \frac{0,5 mgh}{c m} = \frac{0,5 gh}{c}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[t] = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ м} : \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ кг} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Дж}} =$

$$= \frac{\text{Дж} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Дж}} = ^\circ\text{C}$$

Обчислимо зміну температур: $\Delta t = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 25}{900} = 0,14 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$

Відповідь: 0,14 °C