

Енергозберігаючі технології

Тема 1. Основи енергозбереження

Енергія та потужність
(практичне заняття)

Умови задачі

Скільки енергії необхідно для приготування чашки чаю?



Основна формула розрахунку

$$E = m \cdot C \cdot (t_2 - t_1)$$

E – кількість енергії

m – маса води

C – питома теплоємність води

t_1 – початкова температура води

t_2 – кінцева температура води

Питома теплоємність

Питома теплоємність – кількість теплоти, яку необхідно надати одиниці маси, щоб нагріти її на 1°C , або ж кількість теплоти, що виділяється при охолодженні одиниці маси речовини

Одиниці виміру питомої теплоємності:

$$\frac{[\text{одиниці виміру енергії}]}{[\text{одиниці виміру маси}] \cdot [\text{одиниці виміру температури}]}$$

Приклади: Дж/(кг·°C), Дж/(кг·K), кал/(г·°C)

Приймаємо

Питома теплоємність води

$$C = 1 \text{ кал}/(\text{г} \cdot ^\circ\text{C})$$

Кількість води у чашці $V = 250$ мл,

$$m = 250 \text{ г}$$

Початкова температура води

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Кінцева температура води

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

Кількість енергії необхідна для приготування чашки чаю

$$\begin{aligned} E &= m \cdot C \cdot (t_2 - t_1) = \\ &= 250 \text{ [г]} \cdot 1 \text{ [кал/(г} \cdot \text{°C)]} \cdot (100 - 20) \text{ [°C]} \\ &= 20\,000 \text{ кал} = 20 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Калорія

Калорія – традиційна позасистемна одиниця вимірювання енергії, що дорівнює енергії, необхідній для нагрівання 1 г води на 1 С°

Має широке застосування в біології, хімії, харчовій промисловості та суміжних галузях. У калоріях вимірюють кількість теплоти, енергетичну цінність продуктів харчування, теплові ефекти хімічних реакцій тощо

Одна з перших одиниць вимірювання енергії

Недоліки калорії

Енергія, яка потрібна для нагрівання 1 г води на 1 °С залежить від початкової температури, кількість такої енергії важко визначити точно. Тому існує декілька визначень калорії

Два найуживаніші визначення –
термохімічна калорія, та **калорія при 15 °С**

Енергія

Енергія – здатність (спроможність) виконувати роботу. Загальною одиницею виміру енергії є **джоуль [Дж]**

Джоуль дорівнює роботі, яка виконується при переміщенні матеріальної точки, до якої прикладена сила 1 Н, на відстань 1 м в напрямку дії сили:

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2) / \text{с}^2$$

В електричних розрахунках джоуль дорівнює енергії, яка виділяється за 1 с струмом із силою 1 А на ділянці електричного кола з падінням напруги 1 В. 1 Дж також дорівнює енергії, яку потрібно надати заряду в 1 Кл, щоб збільшити його електричний потенціал на 1 В:

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}$$

Види калорії

Назва	Позначення	Еквівалент у джоулях
Термохімічна калорія	кал _{тх}	≡ 4,184 Дж
Калорія при 4 °С	кал ₄	≈ 4,204 Дж
Калорія при 15 °С	кал ₁₅	≈ 4,1855 Дж
Калорія при 20 °С	кал ₂₀	≈ 4,182 Дж
Середня калорія	кал _{середня}	≈ 4,190 Дж
Міжнародна калорія (1956)	кал _{IT}	≡ 4,1868 Дж

У розрахунках слід приймати

1 кал ≈ 4,2 Дж

Кількість енергії необхідна для приготування чашки чаю

Питома теплоємність води

$$C = 1 \text{ [кал/(г} \cdot \text{°C)]} = 4,2 \text{ [Дж/(г} \cdot \text{°C)]}$$

$$\begin{aligned} E &= m \cdot C \cdot (t_2 - t_1) = \\ &= 250 \text{ [г]} \cdot 4,2 \text{ [Дж/(г} \cdot \text{°C)]} \cdot (100 - 20) \text{ [°C]} \\ &= 84\,000 \text{ Дж} = \mathbf{84 \text{ кДж}} \end{aligned}$$

Відповідь: 84 кДж

Інший варіант переводу одиниць виміру

$$1 \text{ кал} = 4,2 \text{ Дж}$$

$$20 \text{ ккал} = x \text{ Дж}$$

$$x = 20\,000 \cdot 4,2 / 1 = 84\,000 \text{ Дж} = 84 \text{ кДж}$$

або

$$x = 20 \cdot 4,2 / 1 = 84 \text{ кДж}$$

$$\mathbf{20 \text{ ккал} = 84 \text{ кДж}}$$

Електронвольт

Електронвольт (Ев) - традиційно, одиниця виміру кількості енергії, яка використовується в ядерній фізиці і в фізиці елементарних частинок.

Один електронвольт дорівнює енергії, необхідної для перенесення елементарного заряду $1,6021766208(98) \cdot 10^{-19}$ кулон (Кл) в електростатичному полі між точками з різницею потенціалів в 1 вольт (В):

$$1 \text{ eV} = 1,6021766208(98) \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Кінетична енергія комара, що летить, дорівнює приблизно 1 ТеВ (10^{12} eV)

Кількість енергії необхідна для приготування чашки чаю

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$x \text{ eV} = 84 \text{ кДж}$$

$$x = 84 \cdot 10^3 \cdot 1 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 5,15 \cdot 10^{23} \text{ eV} = 515 \text{ ЗеВ}$$

$$1 \text{ ЗеВ} [1 \text{ зетаелектронвольт}] = 10^{21} \text{ eV}$$
$$= 1 \text{ 000 000 000 000 000 000 000 000} [\text{секстильйон}] \text{ eV}$$

Умови задачі

Скільки часу необхідно для приготування чашки чаю?



Як пов'язана енергія та час



Одну й ту саму кількість роботи можна виконати за різний проміжок часу

Потужність

Потужність – швидкість виконання роботи або швидкість передавання енергії (оскільки енергія – це спроможність виконувати роботу)

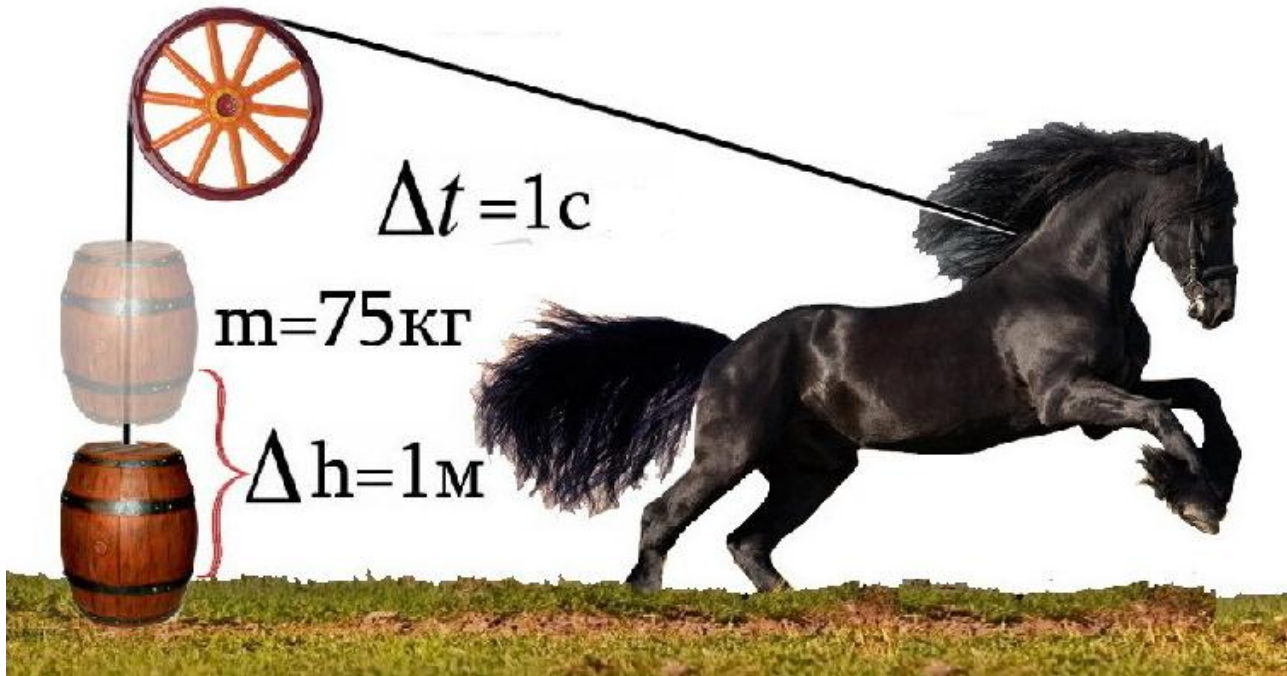
Одиницею виміру потужності є **ват (Вт)**

Потужність 1 ват означає, що у системі за одну секунду виконується робота (або передається енергія) кількістю 1 Дж

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ с}$$

Кінська сила

Кінська сила – потужність, що розвивається при піднятті 75 кг вантажу на 1 м за 1 с (1 к.с. = 735,5 Вт)



Короткочасно кінь може розвинути потужність до 10 кВт

Потужність



2 кВт



300 Вт



100 Вт

**Потужність – одна з головних характеристик
любого обладнання що споживає енергію**

Кількість часу для закипання чашки ВОДИ

Приймаємо

Кількість енергії, необхідної для приготування чашки чаю
 $E = 84$ кДж (із попередньої задачі)

Потужність електричного чайника $P = 2$ кВт

Час необхідний для закипання води

$$t = E/P = 84 \text{ [кДж]} / 2 \text{ [кВт]} = 42 \text{ с}$$

Відповідь: 42 с

Для інших видів нагрівальних приладів

Для чайника потужністю 300 Вт

$$t = E/P = 84 \text{ [кДж]} / 0,3 \text{ [кВт]} = 280 \text{ с} = 4 \text{ хв. } 40 \text{ с}$$

Для кип'ятильника потужністю 100 Вт

$$t = E/P = 84 \text{ [кДж]} / 0,1 \text{ [кВт]} = 840 \text{ с} = 14 \text{ хв.}$$

Енергія

Енергію зручніше вимірювати у **кіловат-годинах [кВт·год]**

1 Вт·с [ват-секунда] = 1 Дж

1 кВт = 1000 Вт

1 год = 60 [хвилин] · 60 [секунд] = 3600 с

1 кВт·год = 1000 [Вт] · 3600 [с] = 3 600 000 Вт·с =
= 3 600 000 Дж

1 МДж [мегаджоуль] = 1 000 000 Дж

1 кВт·год = 3,6 МДж

Кількість енергії необхідна для приготування чашки чаю

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 3,6 \text{ МДж}$$

$$x \text{ кВт}\cdot\text{год} = 84 \text{ кДж}$$

$$x = 84 \cdot 10^3 \cdot 1 / 3,6 \cdot 10^6 = 0,023 \text{ кВт}\cdot\text{год} = \\ = 23 \text{ Вт}\cdot\text{год}$$

«Фатальні» помилки студентів

Правильна вимова – кіловат-година

Неправильна вимова:

- кіловат за годину
- кіловат в годину
- кіловати

Правильне написання – кВт·год

Неправильне написання:

- кВт
- кВт-год
- кВт/год
- кВт·г

Потужність та енергія

Енергія [МДж, кВт·год, Гкал]

Головна характеристика любого енергоресурсу (природний газ, кам'яне вугілля, електрична енергія, бензин, тощо)

Вартість 1 Дж (1 кВт·год) енергії залежить від виду енергоресурсу (для ресурсів що забруднюють довколишнє середовище вона буде постійно зростати)

Потужність [Вт]

Головна характеристика любого обладнання чи процесу, що споживає енергію

Кількість енергії, спожитої обладнанням (витрати на роботу обладнання) пропорційна потужності та часу роботи обладнання

Кінцевою метою енергозбереження є зменшення екологічного навантаження на довколишнє середовище, зокрема зменшення викидів парникових газів (а не зменшення абсолютної кількості спожитої енергії)

Висновки

1 Дж = 1 Вт·с (базові фізичні одиниці вимірювання)

1 МДж = 1 000 000 Дж (теплота згоряння натуральних видів палива)

1 кВт·год = 3,6 МДж (кількість електричної енергії, теплота згоряння натуральних видів палива, альтернативна одиниця виміру джоулям)

1 Гкал (гігакалорія) = 1 000 000 000 кал = 4 187 МДж = 1 163 кВт·год (розрахунки пов'язані із водою)

1 Вт = 1 Дж/1с – одиниця вимірювання потужності

Для того щоб приготувати 1 чашку чаю (підігріти 250 г води від 20 °С до 100 °С) необхідно витратити:

- 20 000 кал (20 ккал)
- 84 000 Дж (84 кДж)
- 0,023 кВт·год

Дякую за увагу!

О.П. Русу

2020 р