

$[A] = \text{Дж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$
 $1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$

СКІЛЬКИ

КОШТУЄ

ТЕПЛО
СКЛЯНКИ ЧАЮ?



Запитання „Що таке тепло?” досить довгий час було не зовсім зрозумілим. А й справді, що означає „нагріти”? Шкільний курс фізики відкриває нам одну з таємниць: тепло – це енергія. Все ті ж самі джоулі, якими ми користуємося для вимірювання роботи, механічної, електричної та інших видів енергії. Якщо ми хочемо, щоб температура тіла підвищилася, ми повинні передати цьому тілу певну кількість енергії, а ще подбати, щоб ця енергія перетворилася в енергію руху і взаємодії молекул, з яких складається тіло. Досягнути цього можна різними способами. Наприклад, виконати роботу над тілом. Саме тому гріється дротинка, яку ми намагаємося зламати, чи нагрівається насос, яким ми накачуємо колесо. Можна передати тілу тепло від іншого, більш нагрітого тіла. Це відбувається під час нагрівання чайника на газовій або електричній плиті, під час розігрівання тіл сонячним промінням тощо. У побуті для нагрівання, наприклад, чаю ми використовуємо саме теплопередачу. Але ж для цього потрібно мати більш нагріте тіло. А задарма жодне тіло саме грітися не буде – такий суворий закон збереження енергії. Що є джерелом цієї енергії у нас на кухні? Найчастіше електрика або природний газ. Ці два енергоносії давно змагаються за право надавати нам тепло. З'ясуємо, чим нагріти склянку чаю дешевше.

Почнемо з розрахунків. Скільки потрібно енергії, щоб закип'ятити склянку холодної води (250 мл, 20 °C)? Порахуймо. Для нагрівання 1 кг води на 1 °C нам знадобиться 4 200 Дж. Ми ж грітимемо у 4 рази меншу кількість, але на 80 °C – від кімнатної температури і аж до кипіння. Отже, від нагрівника нам треба отримати 84 000 Дж. Це чимало. Якби ми цю енергію використали для підймання води вертикально вгору, то вона опинилася б на висоті понад 34 км над поверхнею Землі! Скільки ж це газу потрібно спалити? За даними газорозподільної компанії, нам надходить газ, кожен кубічний метр якого під час згоряння утворює 39 000 000 Дж тепла. Щоб отримати 84 000 Дж енергії, нам потрібно... лише приблизно 0,0022 м³ газу. Ціна на природний газ для побутових споживачів становить 8 грн 55 коп. за 1 м³. Отже, закип'ятити склянку води газом нам коштуватиме трохи **менше 2 коп.**

Вт

А як з електрикою? Для вимірювання роботи, яку виконує електричний струм, джоулями користуватися не прийнято. Натомість використовують іншу одиницю – кіловат-годину, що відповідає 3 600 000 Дж. Легко побачити, що наші 84 кДж – це 0,023 кВт·год. Ціна на електрику – 1,68 грн за 1 кВт·год, тому ми витратимо **майже 4 коп.** Отже, електрикою гріти вдвічі дорожче.

Узагальнимо наші міркування і порахуємо вартість використання інших видів палива для нагрівання склянки води.

ПАЛИВО	ТЕПЛОТВОРНА ЗДАТНІСТЬ, МДж/кг	ОРІЄНТОВНА ЦІНА ЗА 1 кг	НЕОБХІДНА КІЛЬКІСТЬ	ВАРТІСТЬ
ДРОВА	12	0,50 грн	7 г	0,35 коп
БЕНЗИН	44	41,00 грн	1,9 г	7,8 коп
ГАЗ ДЛЯ ТУРИСТИЧНИХ ПЛИТОК	43	200,00 грн	2 г	40 коп
СУХЕ ПАЛИВО (ЛАБОРАТОРНЕ)	30	250,00 грн	2,8 г	70 коп
СПИРТ	26	200,00 грн	3,2 г	64 коп
ПАТЕРОВІ ГРОШІ	13	700-1500 купюр	5-10 купюр	залежить від купюр

Тепер перевіримо все експериментом. Для нагрівання 250 мл води кімнатної температури з допомогою електрики використаємо електричний чайник. Енергію, отриману з мережі (фактично роботу електричного струму), можна визначити за різницею показників лічильника електричної енергії до та після нагрівання води. Але такий спосіб не дуже вдалий, адже нам доведеться відімкнути від мережі всі електроприлади в квартирі, окрім чайника. А як же ми переживемо ці хвилини без Інтернету?!© Крім того, точність побутового лічильника становить 0,1 кВт·год, що для нашого експерименту замало. Ні, це не наш метод ☺. Виміряємо потужність



чайника з допомогою електровимірювальних приладів. Складемо експериментальну установку. Одним мультиметром будемо вимірювати напругу в мережі, іншим – силу струму. Знадобиться також і секундомір.

Сьогодні у нас напруга у мережі 208 В, чайник споживає струм 7,76 А, отже, його потужність становить:

$$208 \text{ В} \cdot 7,76 \text{ А} = 1614 \text{ Вт} = 1,614 \text{ кВт}$$

Якщо вимірювальних приладів немає, можна знайти потужність чайника у його паспорті, та вона може суттєво відрізнятися від фактичної, як у нашому випадку. Напис на чайнику обіцяв нам 2 кВт. З допомогою секундоміра вимірюємо час, за який закипіла вода: 1 хв 19 с = 0,022 год. Тепер обчислимо, скільки ж енергії ми отримали з розетки і передали молекулам води та втратили на нагрівання повітря у кімнаті:

$$1,614 \text{ кВт} \cdot 0,022 \text{ год} = 0,0355 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

що коштує майже 6 коп. Аж ніяк не 4 коп., на які ми розраховували. **Втрати тепла – штука вартісна...**

Тепер йдемо до газової плити. На відміну від лічильника електричної енергії, лічильник газу – прилад значно точніший, та й споживачів газу в домі менше, ніж споживачів електрики, тому проведемо вимірювання так: заливаємо в чайник 250 мл води кімнатної температури, записуємо показники лічильника газу, запалюємо вогонь та чекаємо закипання води. Показники лічильника зросли.

Отже, ми спалили 0,007 м³ газу, який коштує **майже 6 коп.** Вартість нагрівання води газом і електрикою виявилася однаковою! Причина такого несподіваного результату – значно більші втрати тепла у навколишнє середовище. Відкрите полум'я набагато менш ефективно передає тепло поверхні чайника, ніж електронагрівальний елемент, вміщений у воду.

А може, вигідніше гріти воду не в чайнику, а в маленькому кухлику чи величезній каструлі? Тепер ви озброєні методикою проведення всіх потрібних вимірювань і можете самі вирахувати найдешевший спосіб отримати гарячий чай та експериментально перевірити свої здогадки.

кВт

Електричний чайник/
Електричний чайник/Electric Jug Kettle
Model/Model/Model: ST-EK8015
220-230В ~50Гц 2000Вт 9А

кВт

кВт

кВт

