

Механічна робота.

Потужність. Енергія

Зміст:

- Робота
- Кут між вектором сили і переміщенням
- Потужність
- Коефіцієнт корисної дії
- Механічна енергія
- Зв'язок роботи та енергії

Існує два способи передачі руху (і відповідно енергії) від одного макротіла до іншого: у формі роботи і у формі теплоти (теплообміну). Зміну енергії першим способом називають механічною роботою. Робота є мірою зміни і перетворення енергії: $A = \Delta E$.

Робота

Робота – це скалярна величина, яка визначається за формулою

A – робота сили

$\vec{F}$ – сила

$\vec{r}$ – переміщення тіла

$\cos \alpha$ – косинус угла между вектором силы и вектором перемещения

$[r] = 1\text{м}$

$[F] = 1\text{Н}$

$[A] = 1\text{Дж}$

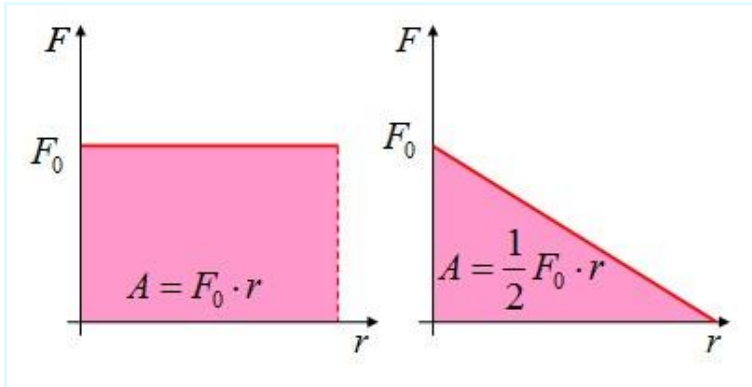
$$A = \vec{F} \cdot \vec{r} \cdot \cos \alpha$$

$$[A] = [F] \cdot [r] = 1\text{Н} \cdot 1\text{м} = 1\text{кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1\text{м} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} = 1\text{Дж}$$

Роботу виконує не тіло, а сила! Під дією цієї сили тіло здійснює **переміщення**.

Зверніть увагу, що у роботи і **енергії** однакові одиниці вимірювання. Це означає, що робота може переходити в енергію. Наприклад, для того, щоб тіло підняти на певну висоту, тоді воно буде мати **потенціальну енергію**, необхідна сила, яка зробить цю роботу. Робота сили по підняттю перейде в потенціальну енергію.

Правило визначення роботи за графіком залежності $F(r)$: робота чисельно дорівнює площі фігури під графіком залежності сили від переміщення.

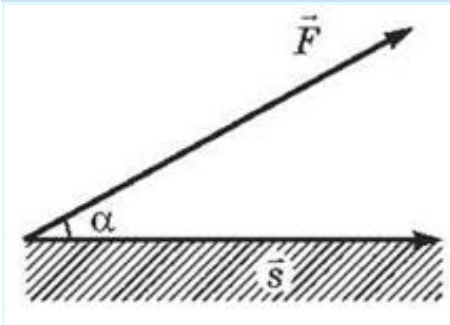


Кут між вектором сили і переміщенням

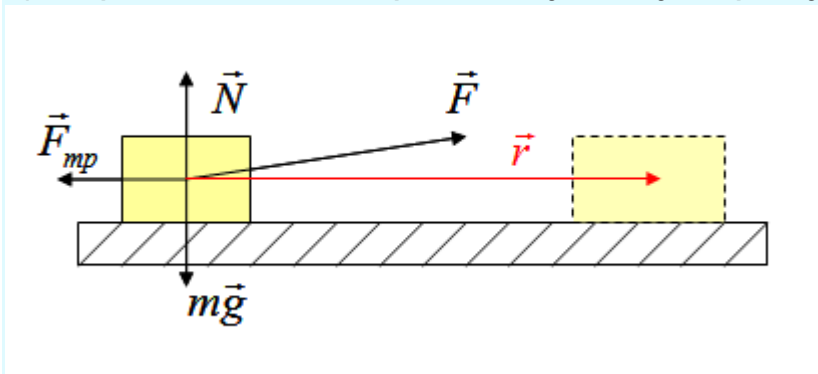
Якщо $90^\circ > \alpha \geq 0$, то $A > 0$ відповідає збільшенню енергії;

якщо $\alpha = 90^\circ$, то $A = 0$ відповідає незмінності енергії;

якщо $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, то $A < 0$ відповідає зменшенню енергії.

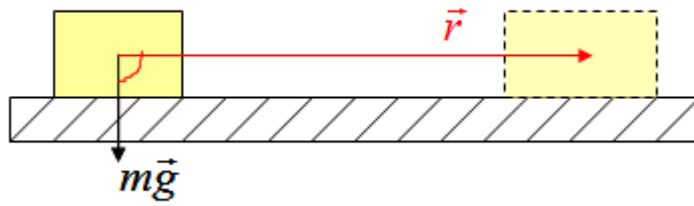


- 1) Вірно визначаємо напрям сили, яка виконує роботу;
- 2) Зображуємо вектор переміщення;
- 3) Переносимо вектора в одну точку, отримуємо шуканий кут.



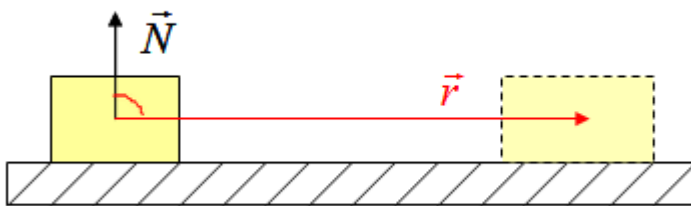
На малюнку на тіло діють **сила тяжіння** (mg), реакція опори (N), **сила тертя** ($F_{\text{тер}}$) і сила натягу мотузки F , під дією якої тіло здійснює переміщення r .

Робота сили тяжіння



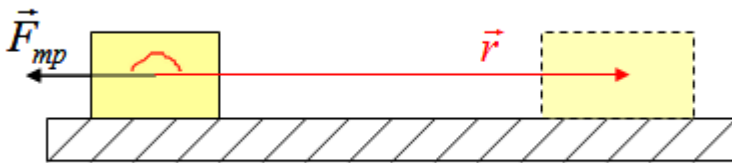
$$A_{F_{\text{тяг}}} = F_{\text{тяг}} \cdot r \cdot \cos \alpha = mg \cdot r \cdot \cos 90^\circ = mg \cdot r \cdot 0 = 0$$

Робота реакції опори



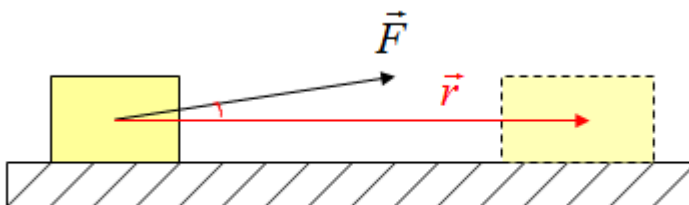
$$A_N = N \cdot r \cdot \cos \alpha = N \cdot r \cdot \cos 90^\circ = N \cdot r \cdot 0 = 0$$

Робота сили тертя



$$A_{F_{\text{тр}}} = F_{\text{тр}} \cdot r \cdot \cos \alpha = F_{\text{тр}} \cdot r \cdot \cos 180^\circ = F_{\text{тр}} \cdot r \cdot (-1) = -F_{\text{тр}} \cdot r$$

Робота сили натягу мотузки



$$A_F = F \cdot r \cdot \cos \alpha$$

Робота рівнодійної сили

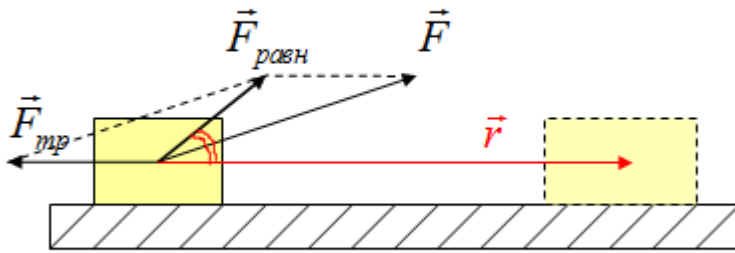
Роботу рівнодійної сили можна знайти двома способами: 1 спосіб – як суму робіт (з урахуванням знаків “+” або “-”) всіх діючих на тіло сил, у

$$A_{F_{\text{рез}}} = A_{mg} + A_{F_{\text{тр}}} + A_N + A_F = 0 - F_{\text{тр}} \cdot r + 0 + F \cdot r \cdot \cos \alpha$$

$$A_{F_{\text{рез}}} = F \cdot r \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} \cdot r$$

нашому прикладі

2 спосіб – в першу чергу знайти рівнодіючу силу, потім безпосередньо її роботу, див. малюнок



$$A_{F_{\text{равн}}} = F_{\text{равн}} \cdot r \cdot \cos \alpha$$

Робота сили пружності

Для знаходження роботи, яку проробила силою пружності, необхідно врахувати, що ця сила змінюється, так як залежить від видовження пружини. Із **закону Гука** випливає, що при збільшенні абсолютного подовження, сила збільшується.

Для обчислення роботи сили пружності при переході пружини (тіла) з недеформованого стану в деформований використовують формулу

A – работа силы упругости

k – жесткость материала

Δl – абсолютное удлинение

$$A = \frac{k \Delta l^2}{2}$$

$$[A] = 1 \text{ Дж} \quad [l] = 1 \text{ м} \quad [k] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Потужність

Скалярна величина, яка характеризує **швидкість** виконання роботи (можна провести аналогію з **прискоренням**, яке характеризує швидкість зміни швидкості). Визначається за формулою

N (или P) – мощность

A – работа

Δt – промежуток времени

$$N = \frac{A}{\Delta t}$$

$$[A] = 1 \text{ Дж} \quad [\Delta t] = 1 \text{ с} \quad [N] = 1 \text{ Вт}$$

$$[N] = \frac{[A]}{[\Delta t]} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}} = 1 \text{ Вт}$$

$$N = \frac{FS}{t}; \quad N = Fv$$

Коефіцієнт корисної дії

ККД – це відношення корисної роботи, виконаної машиною, до всієї затраченої роботи (підведеної енергії) за той же час

η – коефіцієнт полезного действия

$A_{\text{полезная}}$ – полезная работа (результат)

$A_{\text{затраченная}}$ – затраченная энергия

(потребляемая энергия или работа)

$[\eta] = \%$

$[A] = 1 \text{ Дж}$

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}}$$

$$\eta = \frac{A_k}{A_n}, \eta = \frac{A_k}{Q_n}, \eta = \frac{Q_k}{A_n}, \eta = \frac{Q_k}{Q_n} \text{ або } \eta = \frac{N_k}{N_n},$$

де $\eta < 1$ ($\eta < 100\%$).

Коефіцієнт корисної дії виражається у відсотках. Чим ближче це число до 100%, тим вище продуктивність машини. Не може бути ККД більше 100, так як неможливо виконати більше роботи, витративши менше енергії.

ККД похилої площини – це відношення роботи сили тяжіння, до витраченої роботи по переміщенню вздовж похилої площини.

Головне запам'ятати

- 1) Формули та одиниці виміру;
- 2) Роботу виконує сила;
- 3) Вміти визначати кут між векторами сили і переміщення

МЕХАНІЧНА ЕНЕРГІЯ

Що є поняттям «енергія», яке ми так часто використовуємо? «Енергія» (грецьк. $\epsilon\nu\rho\gamma\iota\alpha$ – дія, діяльність) – загальна кількісна міра різних форм руху матерії. За великим рахунком поняття енергії, ідея енергії штучні й створені спеціально для того, щоб бути результатом наших роздумів про навколишній світ. На відміну від матерії, про яку ми можемо сказати, що вона існує, енергія – це плід людської думки, її «винахід», побудований так, щоб була можливість описати різні зміни в навколишньому світі й водночас говорити про сталість, збереження чогось, що було назване енергією. Для цієї фізичної величини довгий час вживався термін «жива сила», введений І. Ньютоном. Вперше в історії в поняття «жива сила» сенс «енергія», не вимовляючи ще цього слова, вкладає Роберт Майєр у статті «Зауваження про сили неживої природи», опублікованій у 1842 році. Спеціальний термін «енергія» був введений у 1807 р. англійським фізиком Томасом Юнгом і позначав величину, пропорційну масі та квадрату швидкості тіла, що рухається. У науку термін «енергія» у сучасному його розумінні ввів Уільям Томсон (лорд Кельвін) у 1860 році.

Ось деякі властивості енергії:

1. Тіло може мати, отримувати і віддавати енергію. 2. Існує багато видів енергії (механічна, теплова, електрична...) і вона може переходити з одного виду в інший. 3. За певних умов енергія може зберігатися.

Енергія — це фізична величина, що показує, яку роботу може виконати тіло. Енергія позначається літерою E . У Системі Інтернаціональній енергія вимірюється в джоулях (Дж). Чим більшу роботу може виконати тіло, тим більшу енергію воно має. При виконанні роботи енергія тіла змінюється.

Існують різні **форми енергії**. Однією з цих форм енергії є механічна.

Механічна енергія є кількісною мірою руху і взаємодії тіл. Розрізняють два види механічної енергії: *кінетична* і *потенціальна*.

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ І ЕНЕРГІЇ

Якщо на тіло діє сила, це тіло може набути прискорення, тобто відбувається зміна швидкості тіла. У такому випадку тіло може виконати роботу.

Якщо тіло може виконати роботу, кажуть, що воно має енергію. Чим більшу роботу може виконати тіло, тим більшу енергію воно має.

Робота всіх сил, які діють на тіло, дорівнює зміні його кінетичної енергії — теорема про кінетичну енергію:

$$A = E_{к_2} - E_{к_1} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}.$$

Робота сили тяжіння і пружності дорівнює зміні потенціальної енергії тіла, взятої з протилежним знаком:

$$A = -(E_{п_2} - E_{п_1}).$$

