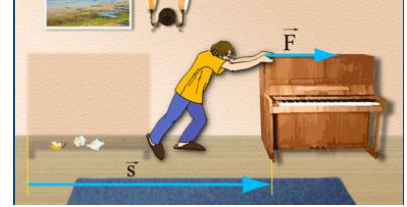
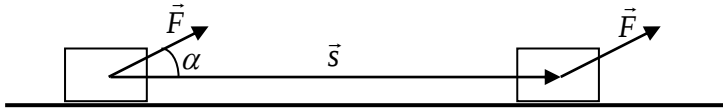


МЕХАНІЧНА РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ.

Механічна робота

Якщо на тіло діє сила $\vec{F}$, та тіло здійснює переміщення $\vec{s}$,



тоді:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha \Rightarrow A = F \cdot s \cdot \cos \alpha \quad - \text{ механічна робота сили } \vec{F}$$

Тут α - кут між напрямком сили $\vec{F}$ та напрямком руху тіла.

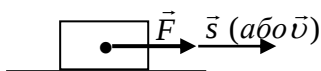
Механічна робота (A) – скалярна величина (напрямку не має).

Для здійснення механічної роботи необхідна дія сили та переміщення тіла.

Одиниця виміру роботи:

$$[A] = H \cdot m = Дж - Джоуль$$

Розглянемо наступні випадки:

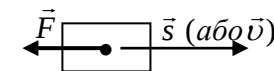


$$\alpha = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$



$$A = F \cdot s$$

Сила, яка діє за напрямком руху тіла, здійснює додатну роботу

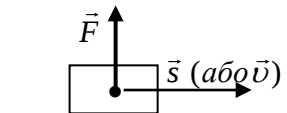


$$\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$$



$$A = -F \cdot s$$

Сила, яка діє проти напрямку руху тіла, здійснює від'ємну роботу



$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \cos 90^\circ = 0$$



$$A = 0$$

Сила, яка діє перпендикулярно руху тіла, не здійснює роботи

Потужність

Якщо робота A здійснюється за час Δt тоді:

$$N = \frac{A}{\Delta t} \quad - \text{ потужність}$$

Потужність – дорівнює роботі, яка виконується за 1 с,
або

Потужність – це швидкість виконання роботи

Одиниці виміру потужності:

$$[N] = \frac{Дж}{с} = Вт - \text{ Ватт}$$

Якщо на тіло діє сила F , тіло рухається зі швидкістю v , та за час Δt проходить шлях $s = v \cdot \Delta t$, то робота дорівнює $A = F \cdot s = F \cdot v \cdot \Delta t$. Тоді для потужності отримаємо:

$$N = \frac{F \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow N = F \cdot v$$

Звідси видно, що при заданій потужності сила (F) та швидкість (v) обернено пропорційні одна одній.

Контрольні питання

1. Запишіть формулу для механічної роботи.
2. Що означає кожна величина (F, s, α) в формулі для механічної роботи?
3. Механічна робота це вектор чи скаляр?
4. Що необхідно для здійснення механічної роботи?
5. Яка одиниця виміру роботи?
6. Чому дорівнює робота, якщо $\alpha = 0^\circ$?
7. Яка сила здійснює додатну роботу?
8. Чому дорівнює робота, якщо $\alpha = 180^\circ$?
9. Яка сила здійснює від'ємну роботу?
10. Чому дорівнює робота, якщо $\alpha = 90^\circ$?
11. Яка сила не здійснює роботи?
12. Запишіть формулу для потужності.
13. Що таке потужність?
14. Яка одиниця виміру потужності?
15. Запишіть вираз для потужності через силу та швидкість.
16. Як залежать між собою сила та швидкість при заданій потужності?

Завдання

Завдання 1

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Механічна робота

- а) стала величина; б) скалярна величина; в) векторна величина; г) невідома величина; д) маленька величина

Завдання 2

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Для здійснення роботи необхідні

- а) сила та маса; б) маса та переміщення; в) сила та переміщення; г) маса та прискорення; д) сила та момент сили

Завдання 3

Оберіть вірну формулу для механічної роботи:

- а) $F \cdot s \cdot \sin \alpha$; б) $M \cdot s \cdot \cos \alpha$; в) $F \cdot v \cdot \sin \alpha$; г) $F \cdot s \cdot \cos \alpha$; д) $F \cdot v \cdot \cos \alpha$

Завдання 4

Оберіть вірну одиницю роботи:

- а) $\text{кг} \cdot \text{м}$ б) $\text{Н} \cdot \text{м}$ в) $\text{Н} \cdot \text{с}$ г) $\text{Н} \cdot \text{кг}$ д) $\text{Дж} \cdot \text{м}$

Завдання 5

Встановіть відповідність між початком та кінцем висловлювання:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1) Сила здійснює додатну роботу, якщо | а) діє перпендикулярно руху |
| 2) Сила не здійснює роботи, якщо | б) діє проти годинникової стрілки |
| 3) Сила здійснює від'ємну роботу, якщо | в) діє за напрямком руху |
| | г) діє проти напрямку руху |

Завдання 6

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Потужність це

- а) швидкість зміни імпульсу; б) швидкість виконання взаємодії; в) умова виконання роботи; г) час виконання роботи; д) швидкість виконання роботи

Завдання 7

Оберіть вірну формулу для потужності:

- а) $\frac{A}{\Delta t}$; б) $\frac{N}{\Delta t}$; в) $\frac{\Delta v}{\Delta t}$; г) $A \cdot \Delta t$; д) $F \cdot s$

Завдання 8

Оберіть вірну одиницю потужності:

- а) $\frac{\text{Н}}{\text{с}}$ б) $\frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ в) $\text{Н} \cdot \text{м}$ г) $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ д) $\frac{\text{Дж}}{\text{м}}$

Завдання 9

Оберіть вірну назву одиниці потужності:

- а) Вольт; б) Вот; в) Джоуль; г) Ньютон; д) Ват

Завдання 10

Встановіть відповідність між заданими та невідомими значеннями величин (усі величини задані у системі СІ, $\alpha = 0$)

- | | |
|--|----------|
| 1) $F = 150 \text{ Н}$; $A = 180 \text{ Дж}$; $s = \dots \text{ м}$ | а) 12 |
| 2) $s = 2,5 \text{ м}$; $A = 300 \text{ Дж}$; $F = \dots \text{ Н}$ | б) 12000 |
| 3) $N = 80 \text{ Вт}$; $\Delta t = 15 \text{ с}$; $A = \dots \text{ Дж}$ | в) 120 |
| 4) $A = 4800 \text{ Дж}$; $N = 400 \text{ Вт}$; $\Delta t = \dots \text{ с}$ | г) 1,2 |

Вправа 14

Приклад:

Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 20 м/с під дією сили тяги 16 кН. Знайдіть час, за який ця сила здійснить роботу 4,8 МДж.

Дано:

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$F_T = 16 \text{ кН} = 16 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$A = 4,8 \text{ МДж} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$\Delta t - ?$$

Розв'язання

Формула для роботи сили тяги :

$$A = F_T \cdot s$$

Для шляху s при рівномірному русі маємо:

$$s = v \cdot \Delta t$$

Звідки отримаємо:

$$A = F_T \cdot v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{A}{F_T \cdot v} \Rightarrow \Delta t = \frac{4,8 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^3 \cdot 20} = 15 (\text{с})$$

Задачі для самостійного розв'язання

1. Тіло рухається рівномірно під дією сили 15 Н. За час 20 с ця сила здійснює роботу 600 Дж. Знайдіть швидкість тіла.
2. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 15 м/с під дією сили тяги 20 кН. Знайдіть час, за який ця сила здійснить роботу 9 МДж.
3. Тіло рухається рівномірно зі швидкістю 0,5 м/с під дією сили F . За час 5 с ця сила здійснює роботу 20 Дж. Знайдіть силу F .
4. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 12 м/с під дією сили тяги 15 кН. Знайдіть роботу, яку здійснює ця сила за час 40 с.
5. Тіло рухається рівномірно зі швидкістю 1,5 м/с під дією сили 12 Н. Знайдіть час, за який ця сила здійснить роботу 144 Дж.
6. Автомобіль рухається рівномірно під дією сили тяги 25 кН. За час 50 с ця сила здійснює роботу 25 МДж. Знайдіть швидкість автомобіля.
7. Тіло рухається рівномірно зі швидкістю 0,8 м/с під дією сили F . За час 15 с ця сила здійснює роботу 300 Дж. Знайдіть силу F .
8. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 25 м/с під дією сили тяги 14 кН. Знайдіть роботу, яку здійснює ця сила за час 12 с. (Відповідь навести у МДж)
9. Тіло рухається рівномірно зі швидкістю 4 м/с під дією сили 35 Н. Знайдіть час, за який ця сила здійснить роботу 3,5 кДж.
10. Тіло рухається рівномірно під дією сили 80 Н. За час 20 с ця сила здійснює роботу 4 кДж. Знайдіть швидкість тіла.
11. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 0,4 м/с під дією сили тяги F . За час 40 с ця сила здійснює роботу 24 кДж. Знайдіть силу тяги. (Відповідь навести у кН).
12. Тіло рухається рівномірно зі швидкістю 0,8 м/с під дією сили 150 Н. Знайдіть роботу, яку здійснює ця сила за час 80 с. (Відповідь навести у кДж)

Вправа 15

Приклад:

Автомобіль з потужністю 75 кВт рухається рівномірно зі швидкістю 15 м/с. Знайдіть шлях, на якому двигун автомобіля здійснить роботу 400 кДж.

Дано:

$$N = 75 \text{ кВт} = 75 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

$$A = 400 \text{ кДж} = 400 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$s = ?$

Розв'язання

Для потужності маємо вираз:

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

При рівномірному русі: $\Delta t = \frac{s}{v}$,

Тоді маємо:

$$N = \frac{A \cdot v}{s} \Rightarrow s = \frac{A \cdot v}{N} \Rightarrow s = \frac{400 \cdot 10^3 \cdot 15}{75 \cdot 10^3} = 80 (\text{м})$$

Задачі для самостійного розв'язання

1. Автомобіль з потужністю 200 кВт рухається рівномірно зі швидкістю 25 м/с. Знайдіть роботу, яку здійснить двигун автомобіля, коли пройде шлях 50 м. (Відповідь навести у кДж).
2. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 20 м/с. Проходячи шлях 50 м, його двигун здійснює роботу 500 кДж. Знайдіть потужність двигуна автомобіля. (Відповідь навести у кВт).
3. Автомобіль з потужністю 60 кВт рухається рівномірно зі швидкістю 4 м/с. Знайдіть шлях, на якому двигун автомобіля здійснить роботу 300 кДж.
4. Автомобіль з потужністю 150 кВт рухається рівномірно. Проходячи шлях 200 м, його двигун здійснює роботу 2000 кДж. Знайдіть швидкість автомобіля.
5. Автомобіль рухається рівномірно та проходить шлях 50 м за час 2,5 с. Сила тяги двигуна автомобіля дорівнює 30 кН. Знайдіть потужність двигуна автомобіля. (Відповідь навести у кВт).
6. Автомобіль з потужністю двигуна 150 кВт рухається рівномірно та за час 15 с проходить шлях 180 м. Знайдіть силу тяги двигуна автомобіля. (Відповідь навести у кН).
7. Автомобіль з потужністю двигуна 250 кВт та силою тяги двигуна 18 кН рухається рівномірно. Знайдіть шлях, який пройде автомобіль за час 27 с.
8. Автомобіль з потужністю двигуна 240 кВт та силою тяги двигуна 12 кН рухається рівномірно. Знайдіть час, за який автомобіль пройде шлях 300 м.
9. Автомобіль з потужністю 120 кВт рухається рівномірно зі швидкістю 18 м/с. Знайдіть роботу, яку здійснить двигун автомобіля, коли пройде шлях 30 м. (Відповідь навести у кДж).
10. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 14 м/с. Проходячи шлях 22 м, його двигун здійснює роботу 165 кДж. Знайдіть потужність двигуна автомобіля. (Відповідь навести у кВт).

11. Автомобіль з потужністю двигуна 90 кВт рухається рівномірно та за час 21 с проходить шлях 270 м. Знайдіть силу тяги двигуна автомобіля. (Відповідь навести у кН).
12. Автомобіль з потужністю двигуна 125 кВт та силою тяги двигуна 15 кН рухається рівномірно. Знайдіть шлях, який пройде автомобіль за час 45 с.

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у текстах «Механічна робота. Потужність», «Вправа 14», «Вправа 15».

Конструкції	Моделі
Здійснювати що Здійснює +З.в.(O ⁴)	Сила, яка діє за напрямком руху тіла, здійснює додатну роботу. Двигун автомобіля здійснить роботу 400 кДж (майб. час).
Що здійснюється чим Н.в. + здійснюється + О.в.(O ⁵)	Робота, що здійснюється двигуном автомобіля, дорівнює 400 кДж.
Що означає що Н.в. + означає +З.в.(O ⁴)	Що означає кожна величина у формулі?

Список основних дієслів уроку:

здійснювати I - здійснити(що?) II
здійснюватися I - здійснитися (чим?) II
означати (що?) I (НДВ)