

# Механічна енергія. Кінетична і потенціальна енергія.

Взаємні перетворення потенціальної і кінетичної енергії в механічних процесах. Повна механічна енергія. Закон збереження повної механічної енергії.

Розробила вчитель-методист фізики ЗНЗ № 243 Крупко Л.В.

# Замкнута (ізольована) система

- Рух тіла можуть характеризувати такі фізичні величини, як імпульс та енергія.
  - **Група об'єднаних за певною спільною ознакою тіл, на які не діють інші тіла або дія яких несуттєва за даних умов, називається замкнутою (ізольованою) системою.**

# Енергія

Енергія описує стан тіла у довільний момент часу.

**Фізична величина, що описує стан тіла і зміна якої визначає роботу, називається енергією.**

**[ E ]** – механічна енергія

Одиниця вимірювання – Джоуль (Дж).



# Кінетична енергія

- Кінетична енергія є енергією руху тіла або його частин. Кінетичною енергією називають величину, яка дорівнює половині добутку маси тіла на квадрат його швидкості.
  - Позначають кінетичну енергію  $E_k$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad \leftarrow \text{формула кінетичної енергії}$$

$$1 \text{ Дж} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

# Кінетична енергія

- Швидкість тіла, виміряна в різних системах відліку, матиме різне значення, тобто вона є відносною величиною. Тому кінетична енергія тіла зі сталою масою буде так само відносною величиною і в різних системах відліку матиме різні значення.



# Теорема про кінетичну енергію

- За другим законом Ньютона, сила, що діє на тіло масою  $m$ , надає йому прискорення  $\bar{a}$ .
- Модуль сили дорівнює  $F = m\bar{a}$ .
- Модуль переміщення тіла при рівноприскореному русі ,
- де  $v_1$  і  $v_2$  – модулі векторів швидкостей на початку та кінці руху тіла.

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$



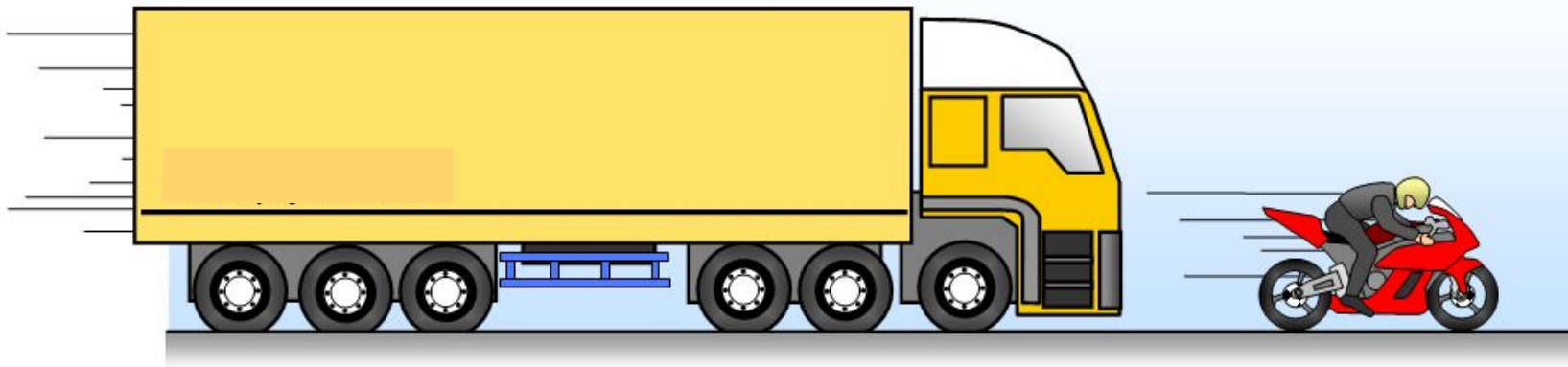
# Теорема про кінетичну енергію

- Робота сили **F** на шляху **s** дорівнює:

$$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

Звідси для роботи отримуємо:

$$A = Fs = ma \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$



# Теорема про кінетичну енергію

- Робота рівнодійної сил, прикладених до тіла, дорівнює зміні кінетичної енергії тіла.

$$A = E_{K1} - E_{K2} = \Delta E_K$$

$$A = \Delta W_k = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$$

Теорема справедлива незалежно від того, які саме сили діють на тіло: сили пружності, сили тертя чи сили всесвітнього тяжіння, зокрема сили тяжіння.

Теорема справедлива також у тих випадках, коли сила змінна і коли напрям сили і переміщення не співпадають.



# Фізичний зміст кінетичної енергії

- Якщо тіло знаходиться в стані спокою
- ( $\mathbf{V}_0 = \mathbf{0}$ ), то, щоб надати йому швидкість  $\mathbf{V}$ , треба здійснити роботу:

$$A = \frac{mV^2}{2} - 0 = \frac{mV^2}{2}$$

- Кінетична енергія тіла масою  $m$ , що рухається зі швидкістю  $v$ , дорівнює роботі, яку має здійснити сила, подіявши на нерухоме тіло, щоб надати йому цю швидкість.

# Потенціальна енергія

- Коли робота сили не залежить від форми траєкторії, а визначається початковим і кінцевим положенням тіла, користуються поняттям потенціальної енергії.
- Потенціальна енергія є енергією взаємодії і залежить від взаємного розміщення тіл або їх частин.

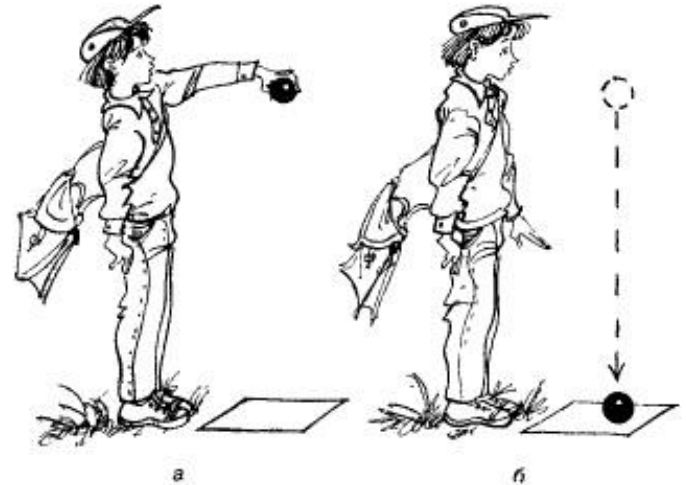
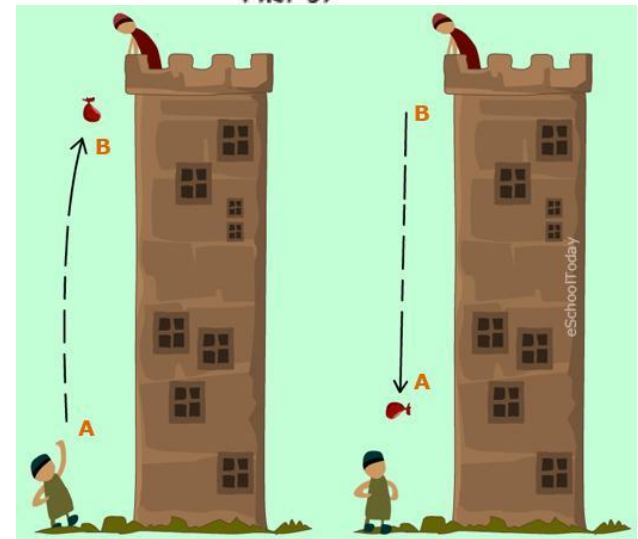
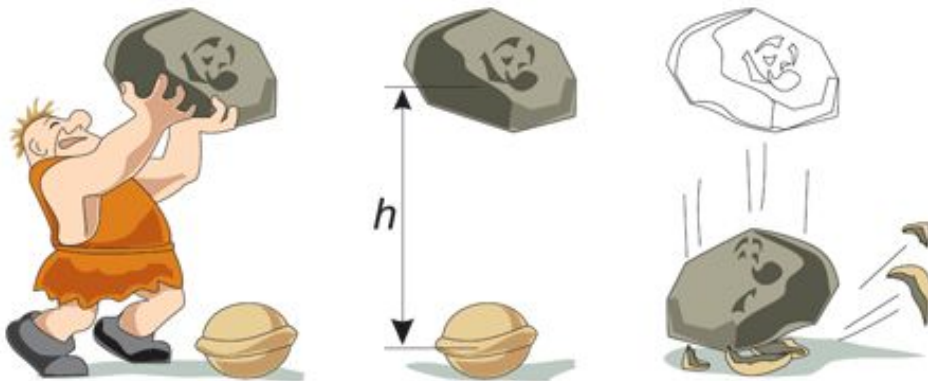


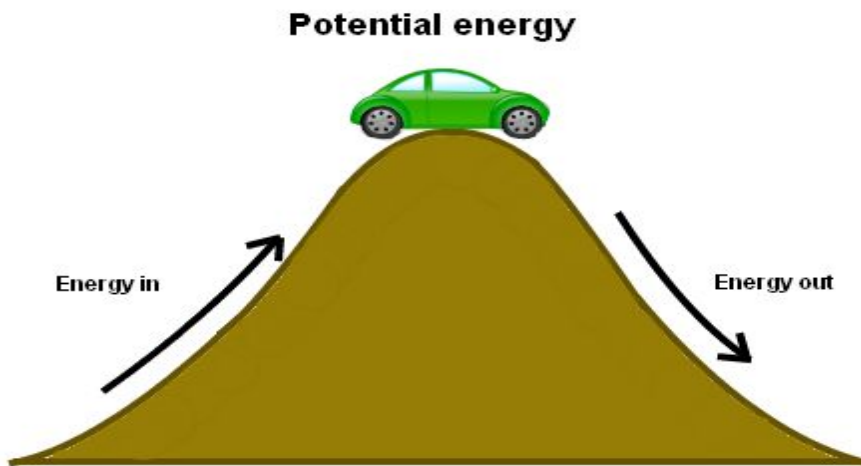
Рис. 59



# Потенціальна енергія



Потенціальна енергія тіла, на яке діє сила тяжіння і яке знаходиться на висоті  **$h$**  над вибраним нульовим рівнем потенціальної енергії (наприклад, над поверхнею Землі), визначається добутком сили тяжіння і висоти.



# Потенціальна енергія

- Позначають потенціальну енергію -



$E_n$

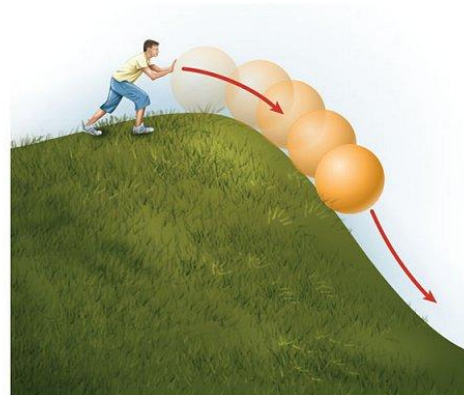
$$E_n = mgh$$

Одиниця вимірювання :

$$[E_n] = 1\text{Н} \cdot 1 = 1 \text{ Дж}$$



a) Potential energy



(b) Kinetic energy



# Зв'язок між потенціальною енергією і роботою

- Робота сили тяжіння дорівнює різниці значень потенціальної енергії тіла у початковій і кінцевій точках

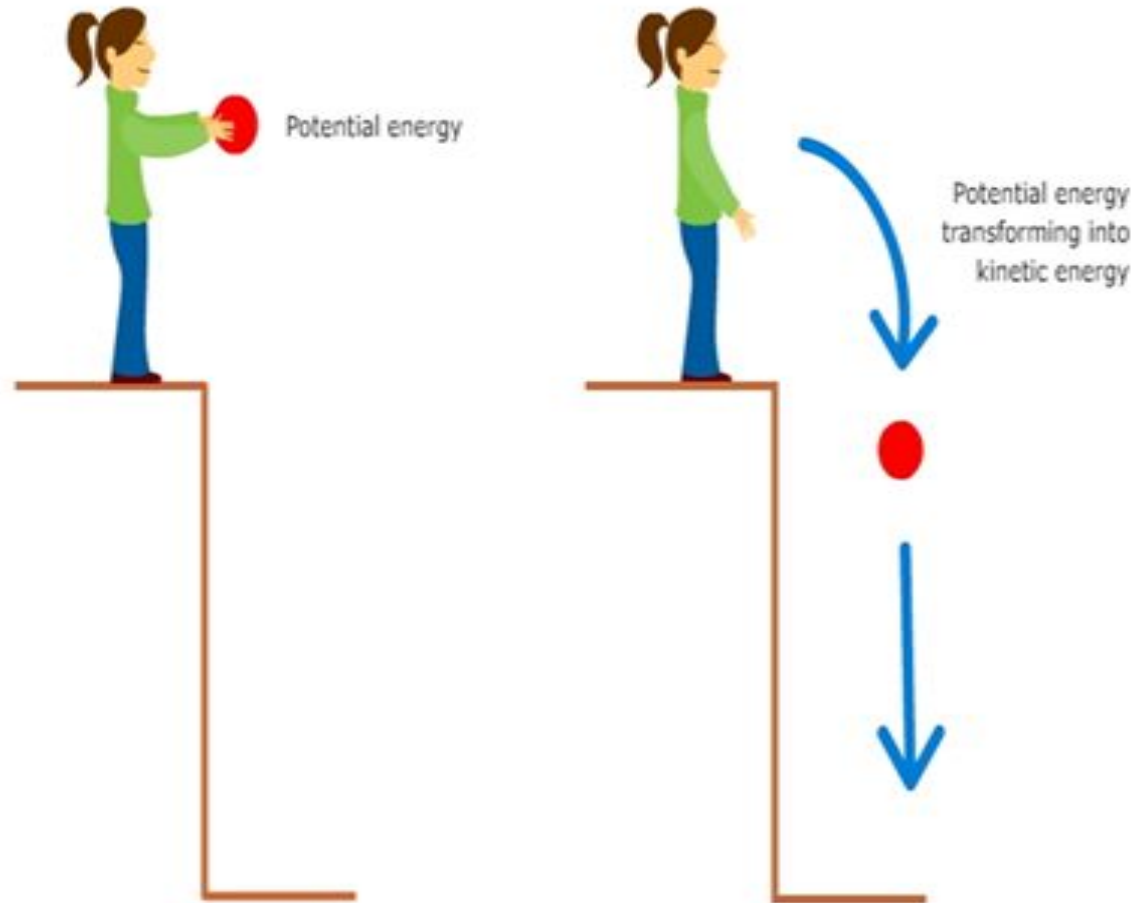
$$A = mgh(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = E_{n1} - E_{n2}$$

Зміна потенціальної енергії дорівнює різниці значень потенціальної енергії у кінцевій і початковій точках  $\Delta E_n = E_{n2} - E_{n1}$

**Робота сили тяжіння дорівнює зміні потенціальної енергії тіла з протилежним знаком  $A = - \Delta E_n$**



# Рух тіла під кутом до горизонту





# Потенціальна енергія пружно деформованого тіла



- Якщо пружину подовжити на  $\Delta l = x$  і відпустити, то при переході до недеформованого стану пружина виконає роботу:

- $$A = \frac{kx^2}{2} - 0 = \frac{kx^2}{2}$$

де  $k$  – жорсткість пружини.

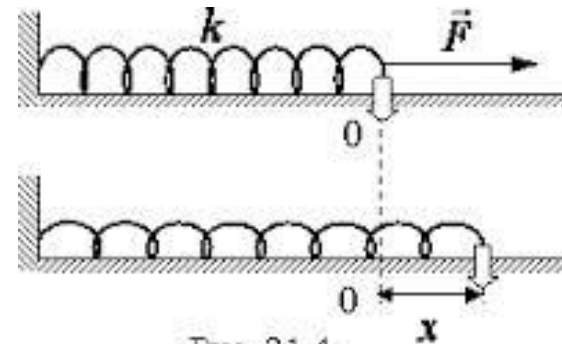
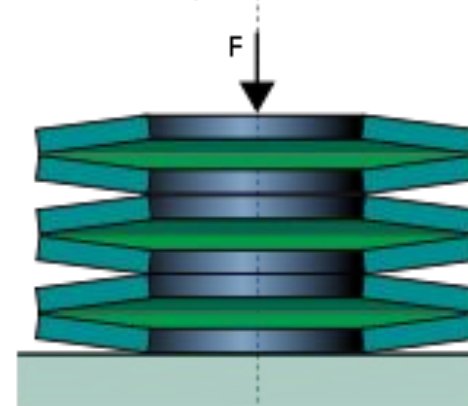
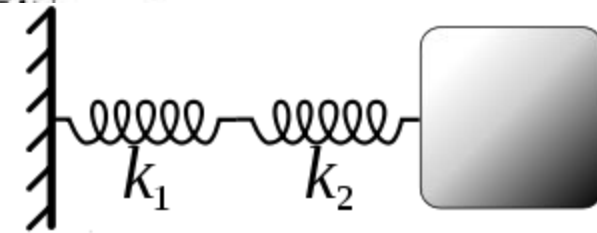


Рис. 21.4



# Потенціальна енергія пружно деформованого тіла

- Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює половині добутку жорсткості тіла на квадрат подовження (стиску)

Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює роботі сили пружності при переході тіла у недеформований стан.

$$E_{pot} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

# Потенціальна енергія пружно деформованого тіла

- Потенціальна енергія пружно деформованого тіла прямо пропорційна  $x^2$ , тому не має значення, чи це – деформація розтягу ( $x > 0$ ), чи – деформація тиску
- ( $x < 0$ ).
- *Робота сили пружності дорівнює зміні потенціальної енергії пружно деформованого тіла, взятій з протилежним знаком.*

$$= - \left( \frac{kx^2}{2} - \frac{kx^2}{2} \right) = - (E_{n2} - E_{n1}) = \Delta E$$

# Взаємні перетворення потенціальної і кінетичної енергії

- Робота дорівнює зміні потенціальної енергії з протилежним знаком:

$$A = - \Delta E_n = - (E_{n2} - E_{n1}) = E_{n1} - E_{n2} \quad (1)$$

Робота дорівнює зміні кінетичної енергії:

$$A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} \quad (2)$$

Прирівняємо праві частини виразів (1) і (2):

$$E_{n1} - E_{n2} = E_{k2} - E_{k1} \rightarrow E_{n1} + E_{k1} = E_{k2} + E_{n2} \quad (3)$$

$$E_{n1} - E_{n2} = E_{k2} - E_{k1} \rightarrow E_{n1} + E_{k1} = E_{k2} + E_{n2}$$

З останньої формули видно, що при зростанні кінетичної енергії потенціальна енергія зменшиться, а при зменшенні кінетичної енергії потенціальна енергія зросте, але їхня сума залишиться незмінною. Отже, енергія перетворюється з одного виду в інший, але не зникає.



# Закон збереження і перетворення енергії:

- Сума потенціальної і кінетичної енергії тіл, які утворюють замкнену систему і взаємодіють між собою силами тяжіння і силами пружності, залишається сталою.

$$E_n + E_k = \text{const}$$

або



# Повна механічна енергія

- Повна механічна енергія замкненої системи тіл, що взаємодіють силами тяжіння і пружності, залишається незмінною.

$$E = \text{const}$$

Будь-яке тіло може мати одночасно і кінетичну, і потенціальну енергію.

Повна механічна енергія тіла дорівнює сумі його кінетичної та потенціальної енергій.

$$E = E_k + E_n$$