

Енергія. Закон збереження енергії

Енергія

Розглянемо кілька прикладів, коли роботу виконують сили, що діють із боку деяких тел.

а) При розпрямленні стиснутої пружини сила пружності, що діє з боку пружини, виконує роботу. Виходить, стиснута (деформована) пружина має здатність виконувати роботу. Цю властивість пружини використовують, наприклад, у пружинних годинниках і заводних іграшках.

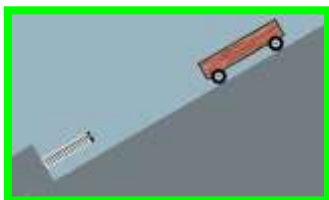


б) Вантаж, що опускається з деякої висоти, також виконує роботу: це використовують, наприклад, у годинниках з гирями й на гідроелектростанціях, де роботу виконує падаюча з греблі вода.



Отже, піднятий на деяку висоту вантаж має здатність виконувати роботу.

в) Якщо візок, що рухається, зіштовхується з пружиною, він деформує пружину. Отже, тіло, що рухається, має здатність виконувати роботу.



Повідомляємо учням, що про тіла, при зміні стану яких може бути виконана робота, говорять, що вони мають енергію.

- *Фізичну величину, що характеризує здатність тіла або системи тіл виконувати роботу, називають **енергією**.*

Коли тіло виконує роботу, його енергія зменшується на величину, рівну виконаній роботі: якщо позначити енергію тіла в початковому стані $E_{\text{поч}}$, в кінцевому $E_{\text{кін}}$, а виконану тілом роботу A_T , то

$$E_{\text{поч}} - E_{\text{кін}} = A_T.$$

Звідси випливає, що одиниця енергії така сама, як й одиниця роботи,— джоуль.

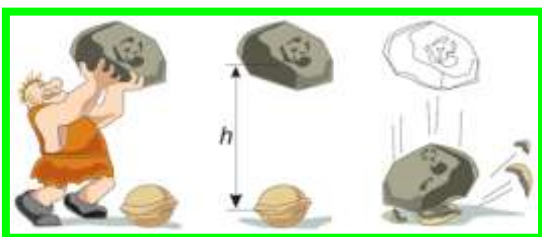


Потенціальна енергія

Спортсмен перед пострілом натягає тятиву лука. Натягнута тятива лука може виштовхнути стрілу, виконуючи при цьому роботу.



Тіло, підняте на деяку висоту над землею, взаємодіючи з нею, так само може при падінні виконати деяку роботу. Всі ці тіла мають енергію, тому що взаємодіють із іншими тілами (або частинами тіла).



- **Потенціальною енергією називають частину механічної енергії, що обумовлена взаємодією тіл або частин того самого тіла.**

Оскільки тіло, підняте відносно поверхні Землі, взаємодіє з нею (притягується), то воно має потенціальну енергію $E_{\text{п}}$. Будемо вважати потенціальну енергію тіла, що лежить на поверхні Землі, рівною нулю, тоді потенціальна енергія тіла, що перебуває на висоті h , визначається роботою, яку виконає сила ваги при падінні на Землю. А робота може бути визначена за формулою $A = mgh$.

Виходить, у цьому випадку й потенціальна енергія буде виражатися рівністю:

$$E_n = mgh .$$

Потенціальною енергією володіє будь-яке пружне деформоване тіло. Енергію стиснутих і закручених пружин використовують, наприклад, у ручних годинниках, різноманітних заводних іграшках й ін.

Потенціальна енергія деформованої пружини визначається як

$$E_n = \frac{kx^2}{2} .$$



3. Кінетична енергія

Дуже часто ми бачимо, що механічна робота виконується внаслідок того, що тіло має деяку швидкість.

Тепловоз, що рухається, зіштовхуючись із вагоном, переміщає його на деяку відстань. При цьому виконується робота. Коли куля пробиває дошку, також виконується робота.



Енергія, якою володіє тіло, що рухається, називається кінетичною.

- **Кінетичною енергією** називають частину механічної енергії, що визначається рухом тіла.

Кінетична енергія тіла, що рухається з деякою швидкістю, дорівнює роботі, яку треба виконати, щоб передати тілу в стані спокою таку саму швидкість.

Кінетична енергія E_k тіла масою m , що рухається зі швидкістю v , визначається формулою:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} .$$

Значення кінетичної енергії залежить від вибору системи від відліку: адже кінетична енергія тіла залежить від його швидкості, а швидкість тіла в різних системах відліку різна. Якщо система відліку явно не зазначена, звичайно мають на увазі систему відліку, пов'язану із Землею.

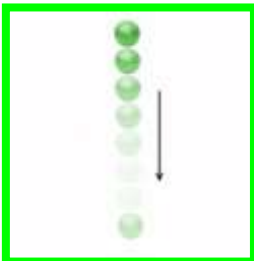
З погляду різних спостерігачів кінетична енергія того самого тіла може бути різною.

Коли зберігається механічна енергія?

У всіх видів енергії є загальна властивість: енергія нізвідки не виникає й нікуди не зникає, вона лише переходить із одного виду в інший або від одного тіла до іншого. Це твердження називається **законом збереження енергії**.

Піднятий над Землею м'яч має певну потенціальну енергію. При його падінні ця енергія поступово зменшується. Однак збільшується його швидкість, що свідчить про збільшення кінетичної енергії. Максимальну кінетичну енергію м'яч має біля самої землі.

Отут його швидкість найбільша, а потенціальна енергія найменша, оскільки висота м'яча наближується до нуля.



Потенціальна енергія піднятого над поверхнею землі м'яча перетворилася на кінетичну енергію м'яча, що рухається.

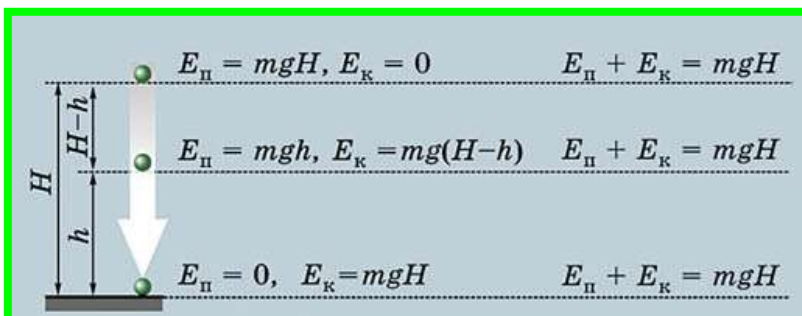
Якщо знехтувати опором повітря, то сума кінетичної й потенціальної енергій падаючого тіла залишається незмінною, тобто механічна енергія тіла зберігається.

Таким чином, багато явищ природи супроводжуються перетворенням одного виду енергії в інший.

2. Закон збереження механічної енергії

Доведемо, що якщо опором повітря можна знехтувати, сума кінетичної й потенціальної енергій падаючого тіла залишається незмінною, тобто механічна енергія тіла зберігається.

Нехай вантаж масою m падає без початкової швидкості з висоти H .



У початковому стані потенціальна енергія вантажу $E_{\text{п}} = mgh$, а його кінетична енергія $E_{\text{к}} = 0$. Таким чином, початкова механічна енергія вантажу $E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = mgH$.

На деякій висоті $h < H$ потенціальна енергія вантажу $E_{\text{п}} = mgh$.

Щоб знайти кінетичну енергію вантажу $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$ на висоті h , тобто коли він зробив переміщення $s = H - h$, скористаємося тим, що при вільному падінні без початкової швидкості $s = v_{\text{сп}} t$, $v_{\text{сп}} = \frac{v}{2}$, а $t = \frac{v}{g}$, звідки $v^2 = 2gs$.

Отже, $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot 2gs = mgs = mg(H - h)$.

Отже, повна механічна енергія вантажу на будь-якій висоті

$h < H$ дорівнює $E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = mgh + mg(H - h) = mgH$, тобто дорівнює його початковій енергії. А це й означає, що механічна енергія при падінні вантажу зберігається.

Таким чином,

- механічна енергія зберігається, якщо можна знехтувати тертям, тобто коли на тіло діють тільки сила ваги й сили пружності.

Це твердження називають **законом збереження механічної енергії**.

Помітимо, що збереження механічної енергії не означає збереження кінетичної й потенціальної енергій окремо: так, при падінні тіла його потенціальна енергія перетворюється в кінетичну, а при коливаннях маятників потенціальна й кінетична енергії неодноразово перетворюються одна в одну.

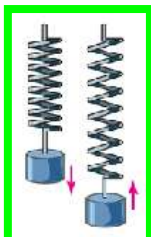
- Суму потенціальної й кінетичної енергії тіла називають його **повною механічною енергією E** :

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}.$$

Приклади закону збереження механічної енергії

а) Коливання пружинного маятника

Вантаж на пружині опустили вниз.



Після відпускання вантажу пружина стискується. У міру її стискання сила пружності пружини зменшується, значить, зменшується й потенціальна

енергія пружини. Проте одночасно зростає кінетична енергія вантажу, тому що при розгоні угору збільшується його швидкість. Одночасно зростає й потенціальна енергія вантажу під дією сили ваги, тому що вантаж піднімається вище. У цьому прикладі енергія перейшла з одного виду в інший: з потенціальної під дією сили пружності в кінетичну й потенціальну під дією сили ваги.

б) Колювання нитяного маятника

Відхилимо кульку на нитці вправо й відпустимо: він рухається вліво, збільшуючи швидкість. Отже, кінетична енергія зростає. Одночасно кулька опускається, і в середньому положенні її потенціальна енергія стає найменшою. Однак у цей момент швидкість є найбільшою. Отже, за рахунок запасу кінетичної енергії кулька продовжує рухатися вліво, піднімаючись усе вище. Це призводить до зростання її потенціальної енергії. Одночасно швидкість зменшується, що призводить до зменшення кінетичної енергії кульки.



У цьому прикладі енергія переходила з одного виду в інший: з кінетичної енергії в потенціальну енергію й навпаки.

в) Гальмування тіла силою тертя

На рисунку зображені колеса поїзда, що їде.



Гальмівні колодки притиснулися до колеса. Сила тертя, що виникла між колесом і колодками, сповільнює обертання колеса, а отже, і швидкість поїзда. Під час тертя вони нагріваються настільки сильно, що, торкнувшись рукою, можна одержати опік.

Ми спостерігаємо перетворення енергії з одного її виду в інший й одночасно перехід від одного тіла до інших: кінетична енергія всього поїзда перетворювалася у внутрішню енергію його гальмівних колодок, коліс і навколишнього повітря.

Цей приклад також ілюструє перетворення енергії з одного виду в інший й, одночасно, її перехід від одного тіла до інших.