

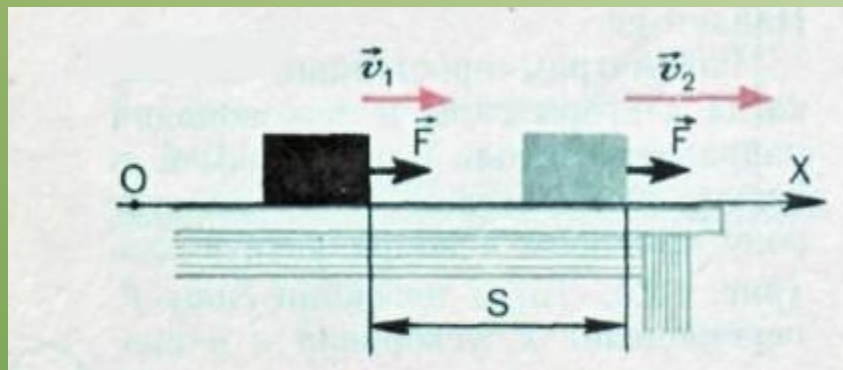
# Механічна енергія

# План

*1. Механічна енергія.*

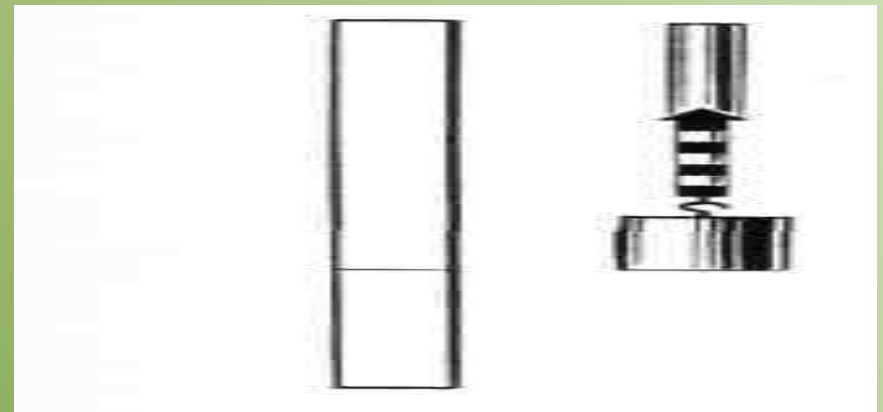
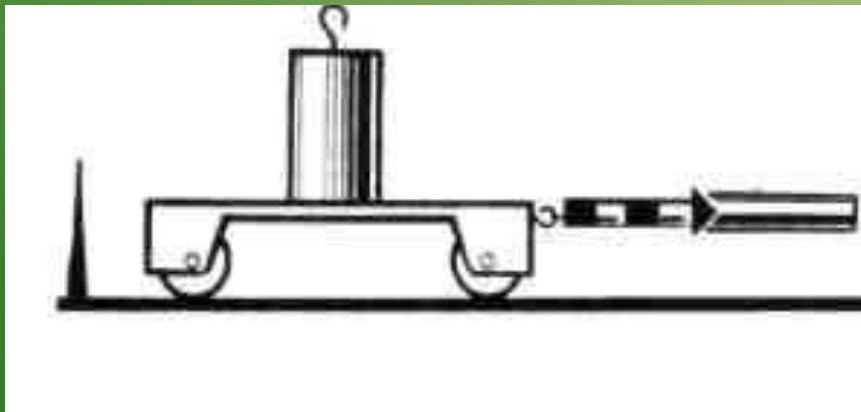
*2. Закон збереження  
механічної енергії*

*Приклади розв'язування  
задач*



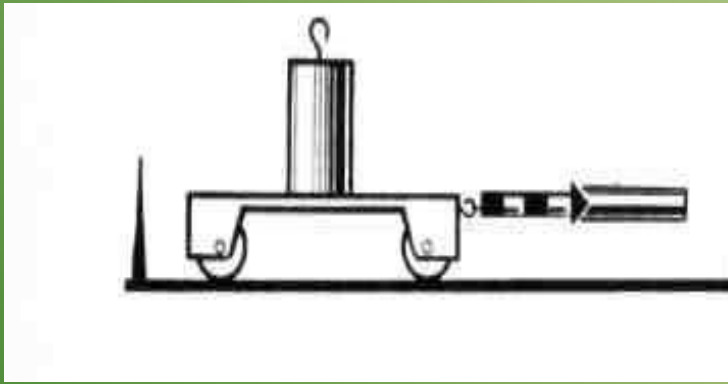
**Висновок**

Під дією сили тіло переміщується



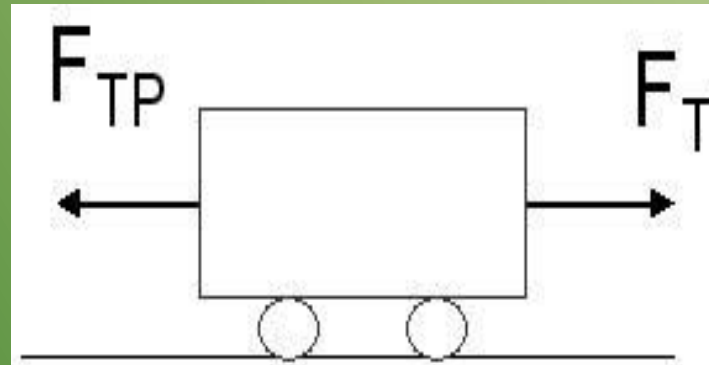
**Висновок**

Механічна робота здійснюється тоді, коли тіло рухається під дією сили.



## Висновок

Якщо є сила, але немає переміщення, то немає і роботи



## Висновок

Механічна робота рівна нулю, оскільки результуюча сила рівна нулю  $F=0$

# Енергія –

Це робота, яку може здійснити тіло при переході з даного стану в нульовий

$$E$$

$$[E] = [A] = 1 \text{ Дж}$$

В перекладі з грецької слово "енергія" означає дію , діяльність.



Термін "енергія" ввів в фізику англійський Т. Юнг в 1807 г.

Так як в механіці вивчається рух тіл і їх взаємодія, то

## Механічна енергія



кінетична  
енергія руху

$$E_k$$



потенціальна  
енергія взаємодії

$$E_n$$

# Кінетична енергія

Визначимо кінетичну енергію тіла, що рухається зі швидкістю  $v$

Оскільки енергія – це робота, яку здійснює тіло при переході із даного стану в нульовий.

Отже,

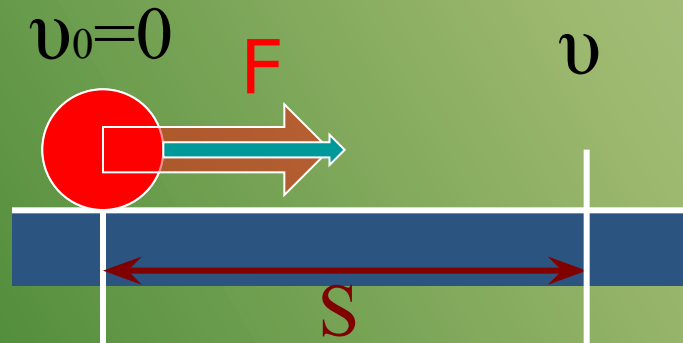
енергія – це робота, яку необхідно здійснити, щоб перевести тіло із нульового стану ( $v_0=0$ ) в даний ( $v \neq 0$ ).



Визначимо цю роботу:

щоб тіло змінило швидкість до нього необхідно прикласти силу  $F$ , при цьому воно починає рухатися рівноприскорено, і пройшовши шлях  $S$  набуває швидкості  $v$

$$A = F \cdot S$$





Перетворимо цей вираз:

Згідно II закону Ньютона:  $F = ma$

Шлях при рівноприскореному русі:

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$A = ma \cdot \frac{at^2}{2} = m \cdot \frac{a^2 t^2}{2}$$

Оскільки прискорення при рівноприскореному русі

$a = \frac{v}{t}$ , підставимо замість прискорення його значення

$$A = m \cdot \frac{v^2 t^2}{t^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$v_0=0$

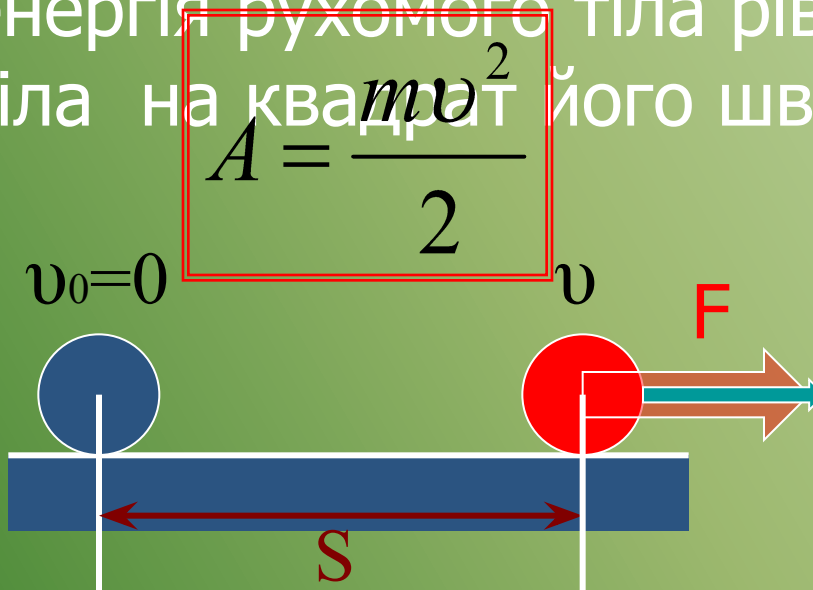
$v$



Енергія – це робота, яку необхідно здійснити, щоб перевести тіло з нульового стану ( $v_0=0$ ) в даний ( $v \neq 0$ ).

$$E_K = A = \frac{mv^2}{2}$$

Кінетична енергія рухомого тіла рівна половині добутку маси тіла на квадрат його швидкості.

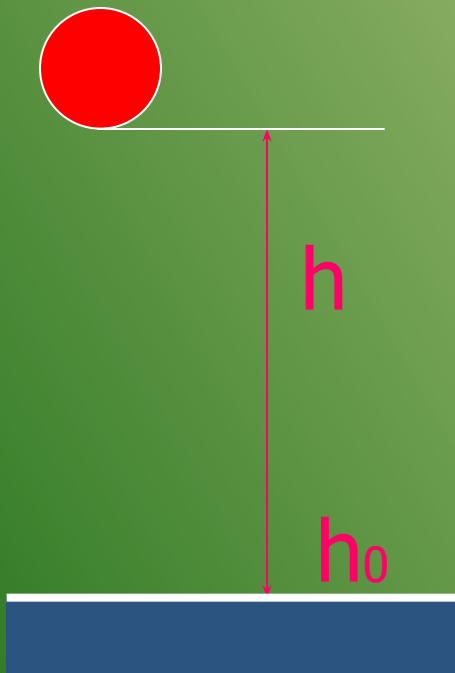


# Потенціальна енергія

Визначимо потенціальну енергію взаємодії тіла з Землею на висоті  $h$ .

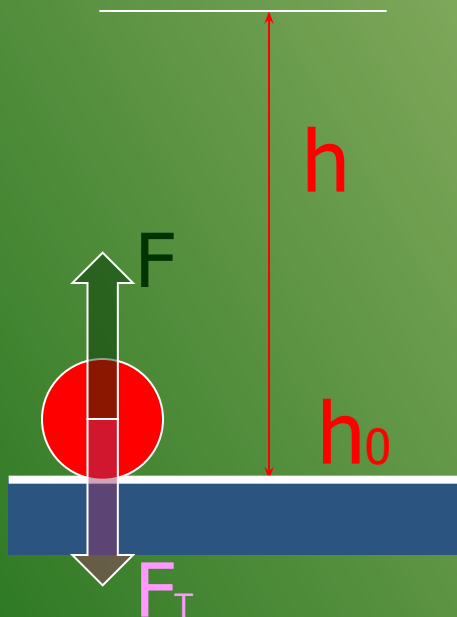
Візьмемо рівень Землі за нульвий  $h_0$ .

Нульовий рівень енергії— рівень, на якому енергія вважається рівною нулю.



енергія – це робота, яку необхідно здійснити, щоб перевести тіло з нульового стану ( $h_0=0$ ) в даний ( $h$ ).

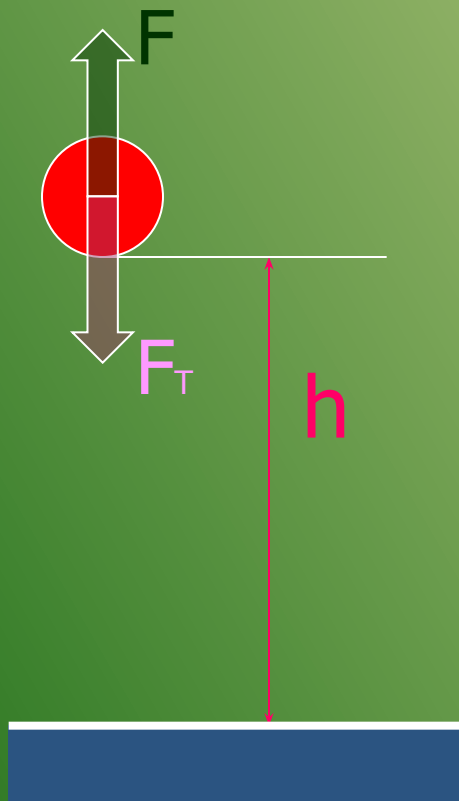
Для рівномірного підйому тіла на висоту  $h$  до нього необхідно прикласти силу  $F$ , рівну силі тяжіння  $F_T$



$$F = F_m$$

Під дією сили  $F$  тіло почне рухатися вгору, і пройде шлях  $h$ .

Енергія – це робота, яку необхідно здійснити, щоб перевести тіло з нульового стану ( $h_0=0$ ) в даний ( $h$ ).



Визначимо роботу сили  $F$ :

$$A = F \cdot S$$

Оскільки  $F = F_m = mg$ , а шлях

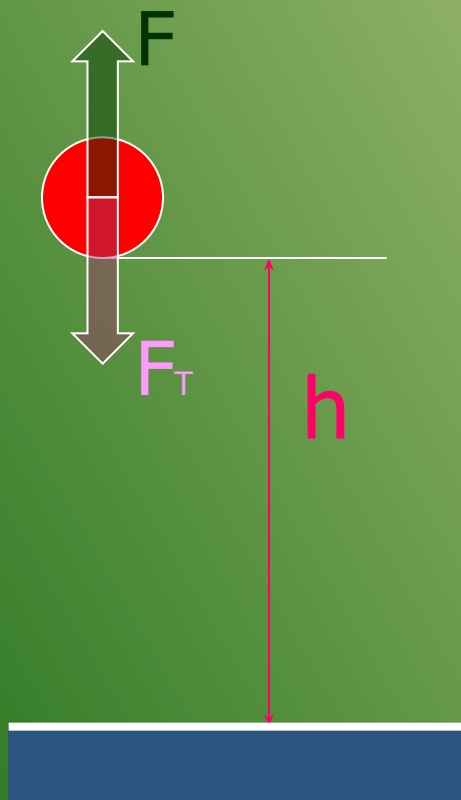
$$S = h$$

Тоді робота  $A = mg \cdot h$

Звідси потенціальна енергія:

$$E_n = A = mgh$$

Енергія – це робота, яку необхідно здійснити, щоб перевести тіло з нульового стану ( $h_0=0$ ) в даний ( $h$ ).



*Потенціальна енергія взаємодії тіла з Землею рівна добутку маси тіла, прискорення вільного падіння і висоти, на якій воно знаходиться.*

$$E_n = mgh$$

Потенціальна енергія інших взаємодій обчислюється за іншими формулами.

Отже:

# Механічна енергія



кінетична  
енергія руху

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



потенціальна  
енергія взаємодії

$$E_n = mgh$$

$$[E] = [A] = 1 \text{ Дж}$$



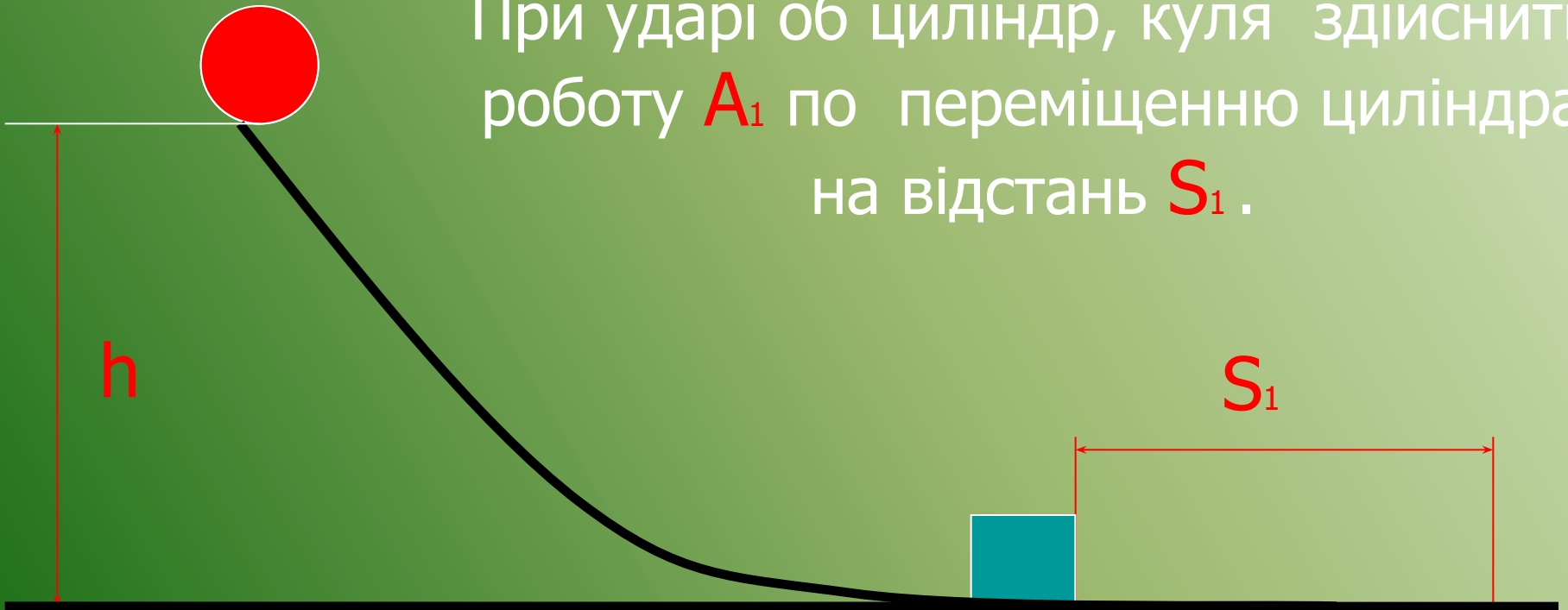
Розглянемо взаємозв'язок енергії і роботи

Для цього пустимо кулю масою  $m_1$  по похилій  
площині з висоти  $h$

вона буде мати енергію  $E_1$

$$E_{n1} = m_1gh$$

При ударі об циліндр, куля здійснить  
роботу  $A_1$  по переміщенню циліндра  
на відстань  $S_1$ .

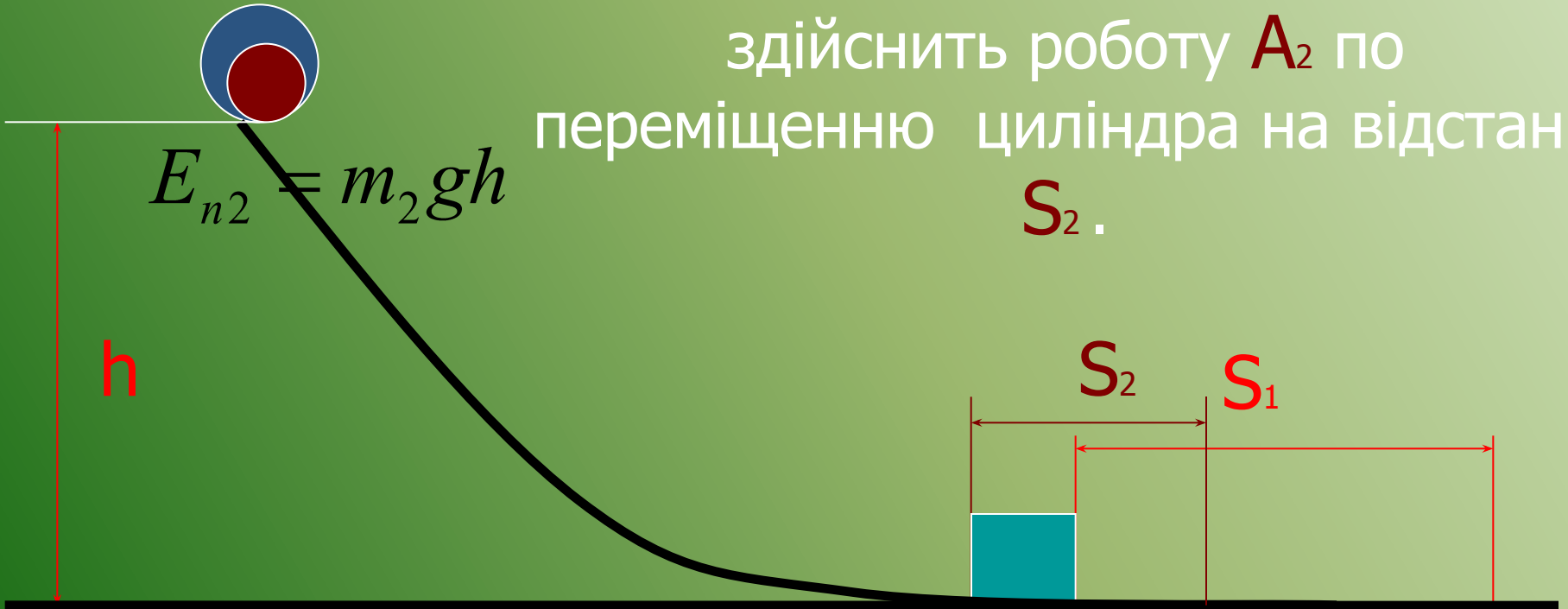


пустимо кулю масою  $m_2 < m_1$  по похилій площині  
з висоти  $h$   
вона буде мати енергію  $E_2$

$$E_{n1} = m_1 gh$$

$$E_{n2} = m_2 gh$$

При ударі об циліндр, кулька  
здійснить роботу  $A_2$  по  
переміщенню циліндра на відстань  
 $S_2$ .

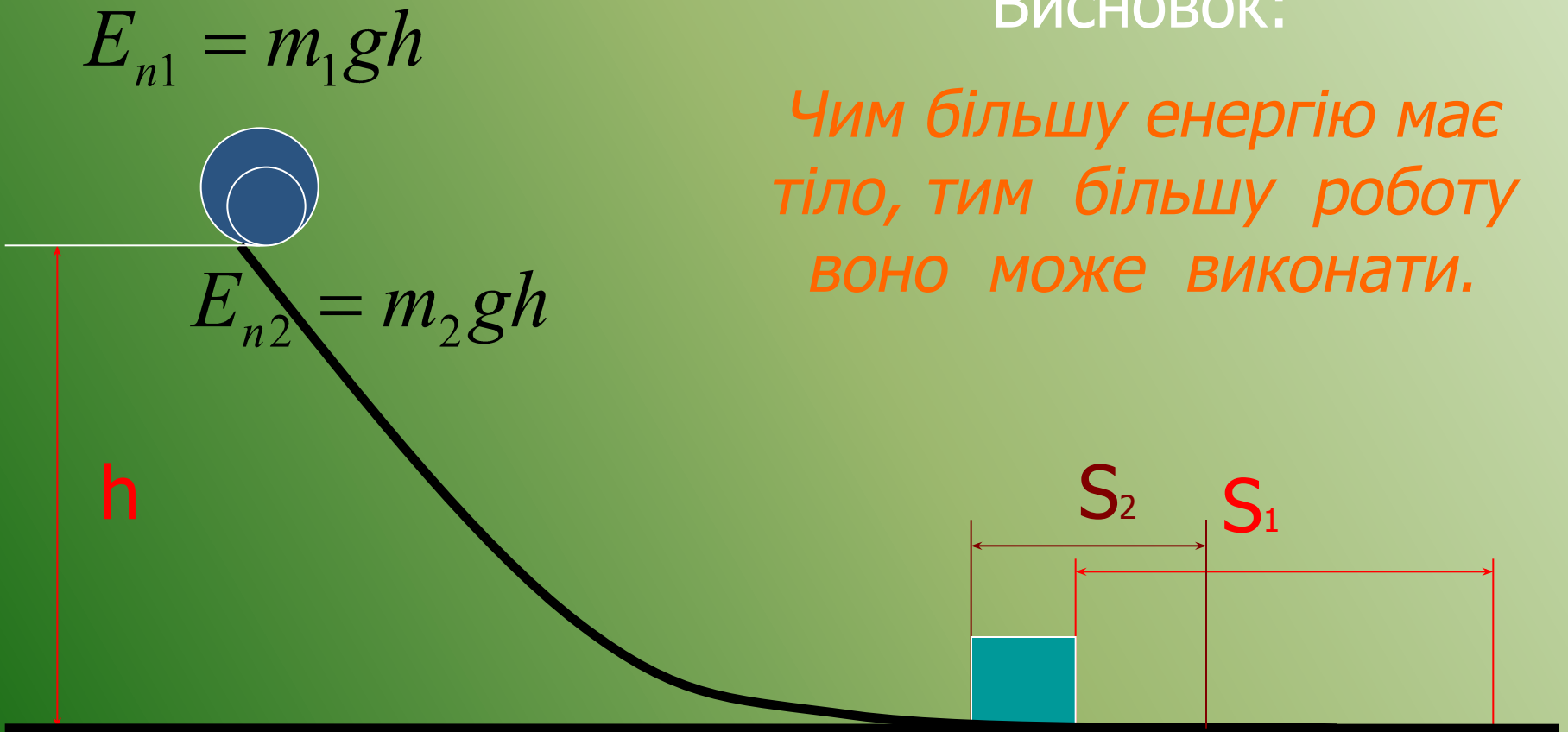


Оскільки  $m_2 < m_1$ , то  $E_2 < E_1$ .

Оскільки  $S_2 < S_1$ , то  $A_2 < A_1$ .

Висновок:

*Чим більшу енергію має тіло, тим більшу роботу воно може виконати.*



приклад

**ЗАКОН  
збереження  
механічної  
енергії**

# Ми познайомились з двома видами механічної енергії

## Механічна енергія



кінетична енергія руху

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



потенціальна енергія взаємодії

$$E_n = mgh$$

Але, в *загальному випадку* тіло може мати і кінетичну, і потенціальну енергії одночасно.

Їх сума

$$E = E_k + E_n$$

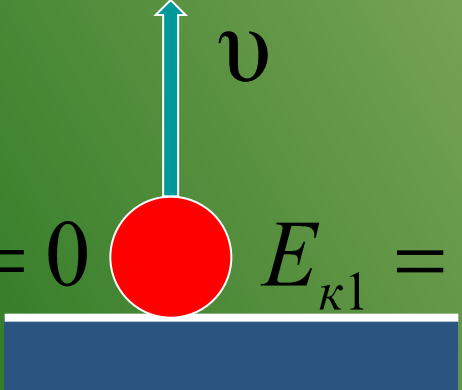
називається

**Повною механічною  
енергією**

З'ясуємо, що відбувається з повною механічною енергією, коли тіло рухається.

Підкинемо м'яч вертикально вгору з деякою швидкістю  $v$ .

Надавши м'ячу швидкості, ми надаємо йому кінетичну енергію,



The diagram shows a red sphere representing a ball on a blue horizontal surface. A light blue arrow points vertically upwards from the center of the ball, labeled with the letter  $v$ , representing its initial velocity.

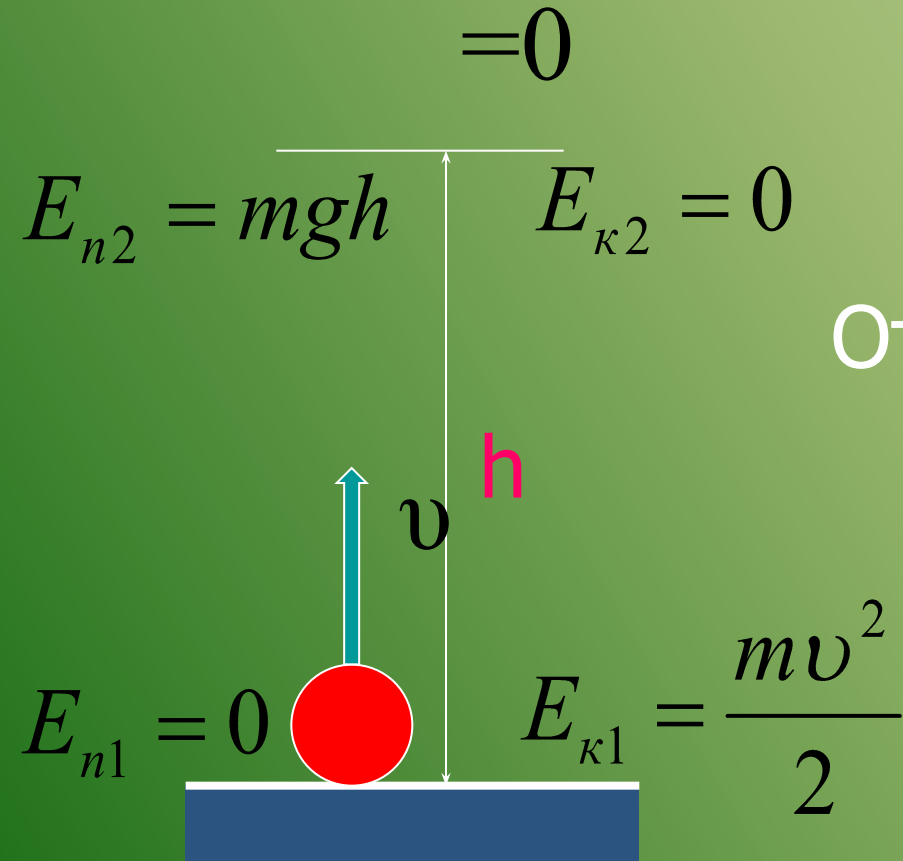
$E_{n1} = 0$   $E_{k1} = \frac{mv^2}{2}$  а потенціальна енергія буде рівна нулю

По тому, як м'яч піднімається вгору його швидкість буде зменшуватись, а висота збільшуватися.

На максимальній висоті  $h$  м'яч зупиниться

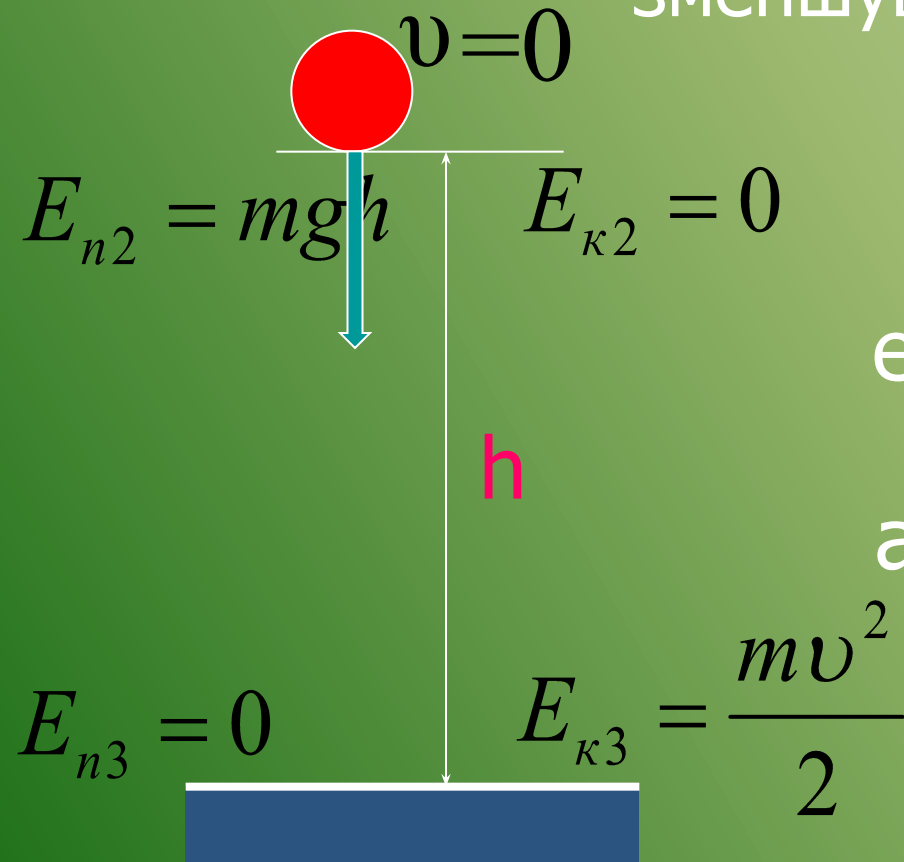
( $v=0$ ).

Отже, кінетична енергія стане рівна нулю, а потенціальна енергія буде максимальною.



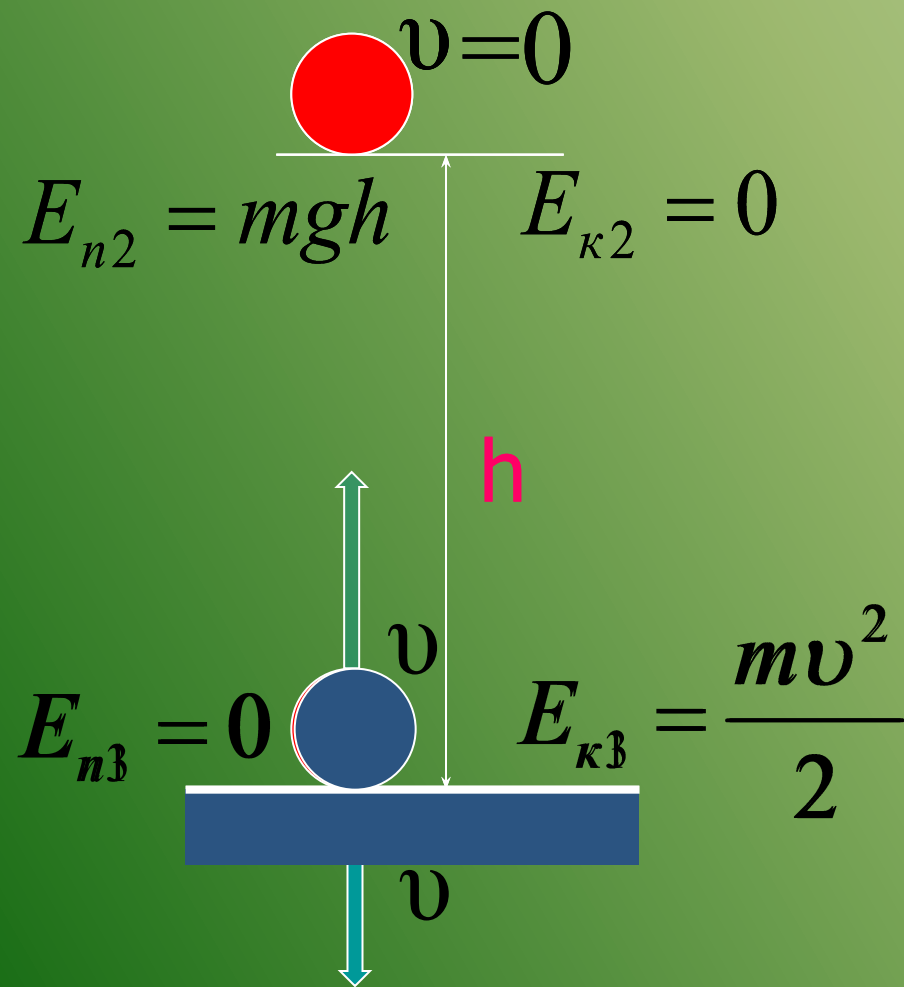


Після цього мяч , під дією сили тяжіння, почне падати вниз, його швидкість буде збільшуватися, кінетична енергія зростатиме, а висота зменшуватиметься

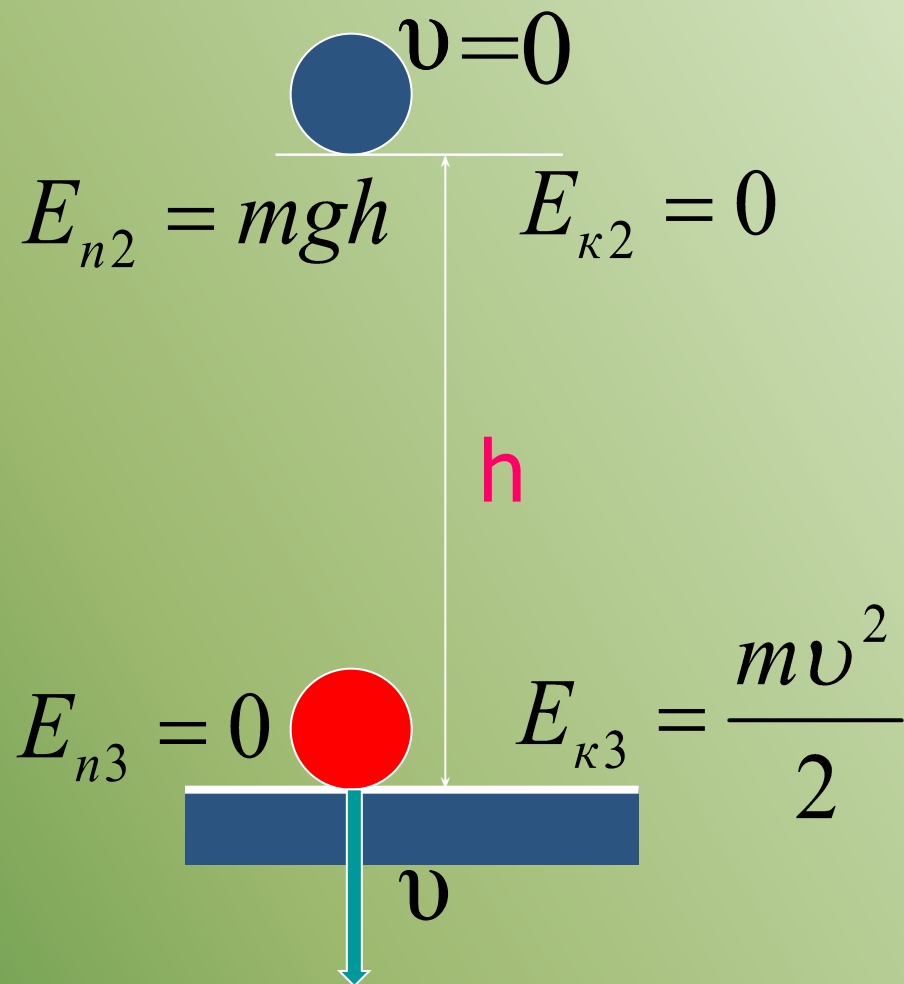
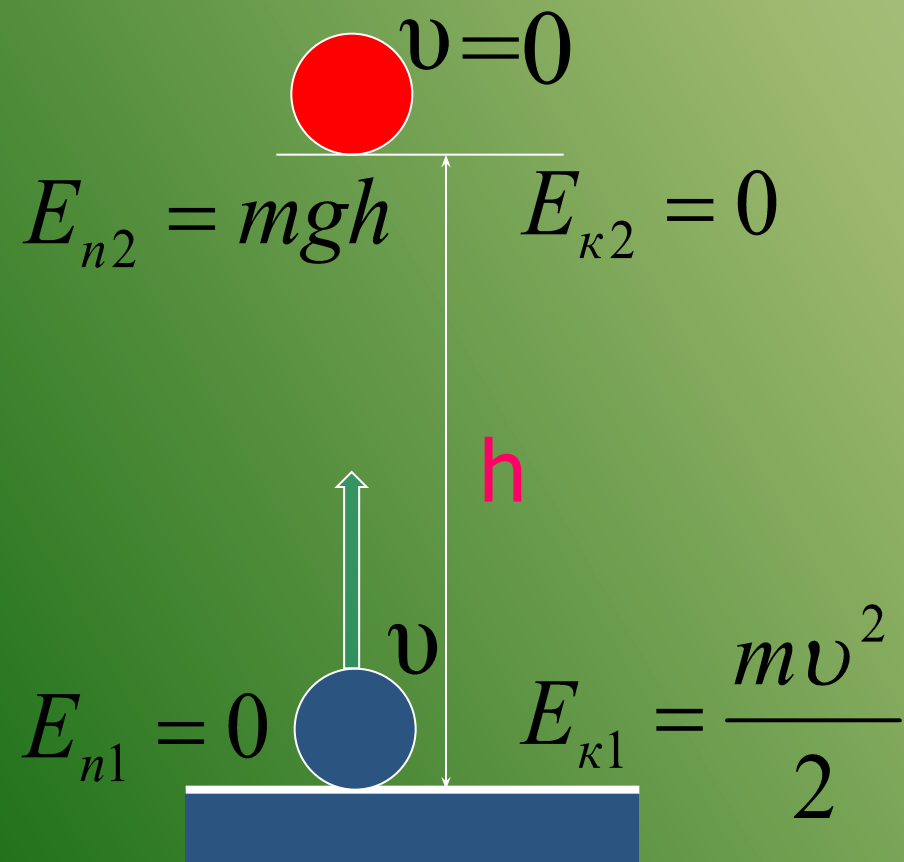


На поверхні Землі ( $h=0$ ) потенціальна енергія перетворюється в нуль, а кінетична енергія стає максимальною, тоді як швидкість тіла ( $v$ ) максимальна.

Отже, при зростанні кінетичної енергії тіла потенціальна енергія взаємодії зменшується



І навпаки, при зменшенні кінетичної енергії тіла потенціальна енергія взаємодії збільшується.



Вивчення вільного падіння тіл (при відсутності сил тертя і опору) приводить до висновку, що будь-яке зменшення одного виду енергії призводить до збільшення іншого виду енергії.

## **Закон збереження механічної енергії**

Повна механічна енергія тіла, на яке не діють сили тертя і опору, в процесі руху залишається незмінною.

позначимо початкову енергію тіла

$$E = E_{\kappa} + E_n, \text{ а кінцеву } E' = E'_{\kappa} + E'_n$$

тоді закон збереження енергії можна  
записати, як

$$E = E'$$

або

$$E_{\kappa} + E_n = E'_{\kappa} + E'_n$$

Припустимо, що на початку руху швидкість тіла була рівна  $v_0$ , а висота  $h_0$ , тоді:

В кінці руху швидкість тіла стала рівна  $v$ , а висота  $h$ , тоді:

$$E = E_k + E_n$$

$$E = \frac{mv_0^2}{2} + mgh_0$$

$$E' = E'_k + E'_n$$

$$E' = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

Повна механічна енергія тіла, на яке не діють сили тертя і опору, в процесі руху залишається незмінною.

$$E = E'$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

**приклад**

# Приклади розв'язування задач.

кінетична  
енергія

потенціальна  
енергія

**Закон збереження  
механічної енергії**

**на головну**



Камінь масою 2 кг летить зі швидкістю 10 м/с.  
Чому рівна кінетична енергія каменя?

Дано:

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

Розв'язок :

Кінетична енергія каменя

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

$E_k$  — ?

Підставимо числові значення величин і обчислимо:

$$E_k = \frac{2\text{кг} \cdot (10\text{м/с})^2}{2} = \frac{2\text{кг} \cdot 100\text{м}^2 / \text{с}^2}{2}$$

$$= \frac{200\text{Н} \cdot \text{м}}{2} = 100 \text{ Дж}$$

Відповідь : 100 Дж.



Цеглина масою 4 кг лежить на висоті 5 м від поверхні землі. Яка потенціальна енергія цеглини?

Дано:

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

Розв'язування :

Потенциальная энергия кирпича

$$E_n = mgh$$

$E_n$  — ?

Підставимо числові значення величин і обчислимо:

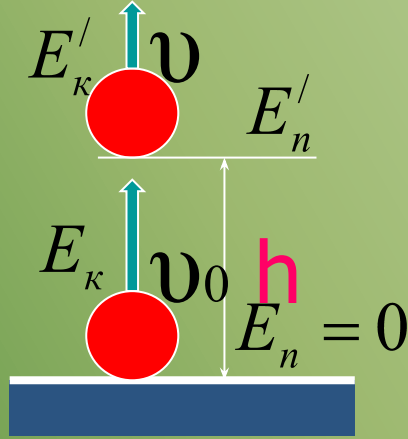
$$E_n = 4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ м} = 40 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 200 \text{ Дж}$$

Відповідь: 200 Дж.



Розв'язання:

згідно закону збереження енергії:



$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

оскільки  $h_0 = 0$ , то

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

Дано:

$$h_0 = 0$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

поділимо праву і ліву частини рівності на добуток  $mg$

$$h - ? \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} + h, \text{ звідси}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v^2}{2g}$$

підставимо дані:

$$h = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} - \frac{(6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{100 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} - \frac{36 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ м} - 1,8 \text{ м} = 3,2 \text{ м}$$

відповідь:  $h = 3,2 \text{ м}$

