

# Прості механізми. «Золоте правило» механіки. Коефіцієнт корисної дії механізмів

## Мета

**Освітня.** Навести приклади використання машин і механізмів, з'ясувати, що жоден з простих механізмів не дає виграшу в роботі («Золоте правило» механіки), ввести поняття коефіцієнта корисної дії (ККД) простого механізму, пояснити його фізичний зміст; ознайомити учнів із похилою площиною.

**Розвиваюча.** Розвивати інтерес до вивчення фізики; показати практичну значущість набутих знань.

**Виховна.** Виховувати культуру оформлення задач.

**Тип уроку:** урок вивчення нового матеріалу.

## Матеріали для роботи з учнями:

- [Похила площина](#)
- [Важіль](#)
- [«Золоте правило» механіки](#)
- Відео. [ККД простих механізмів](#)

## План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Вчимося розв'язувати задачі.
4. Запитання на закріплення вивченого.
5. Домашнє завдання.
6. Перевір себе.
7. Для допитливих.

## Хід уроку

### 1. Актуалізація опорних знань.

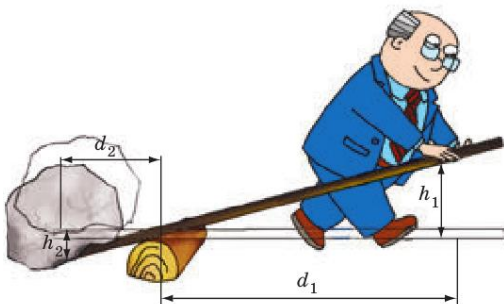
Прості механізми дозволяють отримати виграш у силі. А чи дають вони виграш у роботі?

### 2. Вивчення нового матеріалу.

#### 1. «Золоте правило» механіки

Важелі з різними плечима та рухомі блоки дозволяють отримати виграш у силі, однак такий виграш дається не «задарма», адже, отримавши перевагу в силі, ми обов'язково програємо у відстані.

Розглянемо рисунок.



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h_2}{h_1} \Rightarrow F_1 h_1 = F_2 h_2 \Rightarrow A_1 = A_2$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

**«Золоте правило» механіки:** Жоден із простих механізмів не дає виграшу в роботі: у скільки разів виграємо в силі, у стільки само разів програємо у відстані.

## 2. Похила площина

Похилу площину використовували ще під час будівництва єгипетських пірамід. Вона застосовується і зараз для підйому на незначну висоту.



Наприклад, для підйому вантажів використовуються пандуси. Завдяки нахилу пандуса сила, необхідна для збільшення висоти менша, хоча шлях, який потрібно подолати, збільшується.



Щоб підняти тіло вертикально (без похилої площини), потрібно прикласти до нього силу, значення якої дорівнює значенню сили тяжіння  $F_{тяж}$ , а щоб втягнути його похилою площиною - силу  $F$ .

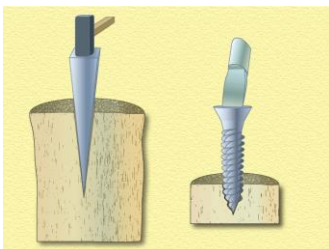
У разі вертикального піднімання тіла на висоту  $h$  виконується робота  $A_1 = F_{тяж}h$ .

У разі втягування тіла похилою площиною на відстань  $l$  виконується робота  $A_2 = Fl$ . За відсутності тертя  $A_1 = A_2$ , тобто  $F_{тяж}h = Fl \Rightarrow$

$$\frac{F_{тяж}}{F} = \frac{l}{h}$$

## 3. Різновиди похилої площини

Властивості похилої площини реалізуються у використанні, наприклад, ескалаторів, звичайних сходів і конвеєрів. Одними із різновидів похилої площини є **КЛИН ТА ГВИНТ**.



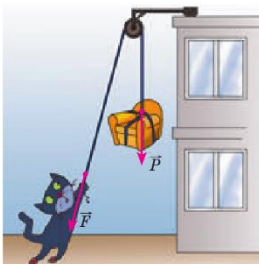
Щоб полегшити рубання дров, у тріщину колоди вставляють клин і б'ють по ньому обухом сокири. Принцип дії гвинта використовують у багатьох механізмах і пристроях — механічних домкратах і підйомниках, м'ясорубці, лещатах, струбцинах, свердлах, шурупах, різьбових кріпленнях тощо.

## 4. Коефіцієнт корисної дії

До цього часу ми розглядали ідеальні умови використання простих механізмів.

Припустимо, що треба підняти вантаж на певну висоту. Нерухомий блок можна уявити як рівноплечий важіль:

$$F = P$$



Однак на практиці застосовуючи нерухомий блок, доводиться додатково прикласти силу, щоб тягнути мотузку й подолати силу тертя в осі блока:

$$F > P$$

При підніманні вантажу на висоту  $h$  виконується **корисна робота**:

$$A_{\text{кор}} = Ph$$

А от **повна робота**, тобто робота, яку виконує вантажник обчислюється за формулою:

$$A_{\text{повна}} = Fh$$

Оскільки  $F > P$ , то:

**Корисна робота, яку виконують за допомогою будь-якого механізму, завжди менша за повну роботу**

$$A_{\text{кор}} < A_{\text{повна}}$$

**Коефіцієнт корисної дії (ККД) механізму** — це фізична величина, яка характеризує механізм і дорівнює відношенню корисної роботи до повної роботи.

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{повна}}} \cdot 100\%$$

### 3. Вчимося розв'язувати задачі

**Задача 1.** Крісло масою 24 кг піднімають за допомогою нерухомого блоку на певну висоту, діючи на мотузку силою 250 Н. Визначте ККД установки.

Дано:

$$m = 24 \text{ кг}$$

$$F = 250 \text{ Н}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$\eta = ?$

Розв'язання

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{повна}}} \cdot 100\%$$

$$A_{\text{кор}} = Ph = mgh$$

$$A_{\text{повна}} = Fl$$

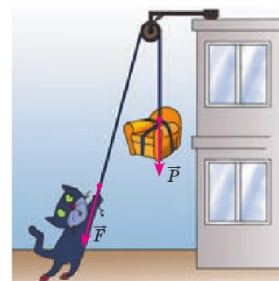
$$l = h \text{ (нерухомий блок)}$$

$$A_{\text{повна}} = Fh$$

$$\eta = \frac{mgh}{Fh} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\eta = \frac{mg}{F} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{24 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{250 \text{ Н}} \cdot 100\% \approx 94\%$$



Відповідь:  $\eta \approx 94\%$

**Задача 2.** На короткому плечі важеля висить вантаж масою 100 кг. Для його підйому до довгого плеча прикладають силу 250 Н. Вантаж піднімають на висоту 8 см, а точка прикладання сили, що рухає важіль, опускається на 0,4 м. Визначте ККД важеля.

<p><i>Дано:</i>  <math>m = 100 \text{ кг}</math>  <math>F_2 = 250 \text{ Н}</math>  <math>h_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}</math>  <math>h_2 = 0,4 \text{ м}</math></p> <hr/> <p><math>\eta - ?</math></p>	<p><i>Розв'язання</i></p> $\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A} \cdot 100\%$ $A_{\text{кор}} = F_1 \cdot h_1$ $F_1 = mg$ $A = F_2 \cdot h_2$ $\eta = \frac{mgh_1}{F_2 \cdot h_2} \cdot 100\%$	$\eta = \frac{100 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,08 \text{ м}}{250 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м}} \cdot 100\% = 80\%$
---	--	--

*Відповідь:*  $\eta \approx 80\%$

#### 4. Запитання на закріплення вивченого.

1. Для чого використовують прості механізми?
2. Чому на практиці корисна робота завжди менша від повної роботи?
3. Дайте означення ККД.
4. Як визначити ККД похилої площини?
5. Назвіть різновиди похилої площини.
6. Наведіть приклади використання простих механізмів у сучасних машинах.

#### 5. Домашнє завдання.

Вивчити § 36, Вправа № 36 (2, 3)

2. У результаті стискання деталі гідравлічним пресом силою 10 кН великий поршень піднявся на 5 мм. Яку силу було прикладено до малого поршня, якщо він опустився на 20 см?
3. За допомогою рухомого блока людина піднімає відро масою 20 кг. З якою силою при цьому людина діє на мотузку? На яку висоту людина підніме відро, якщо вона витягує мотузку на 10 м?