

УРОК 72

Механічні властивості твердих тіл



Проблемні запитання

Що відбудеться якщо:

На пружинний амортизатор **подіяти з певною силою?**

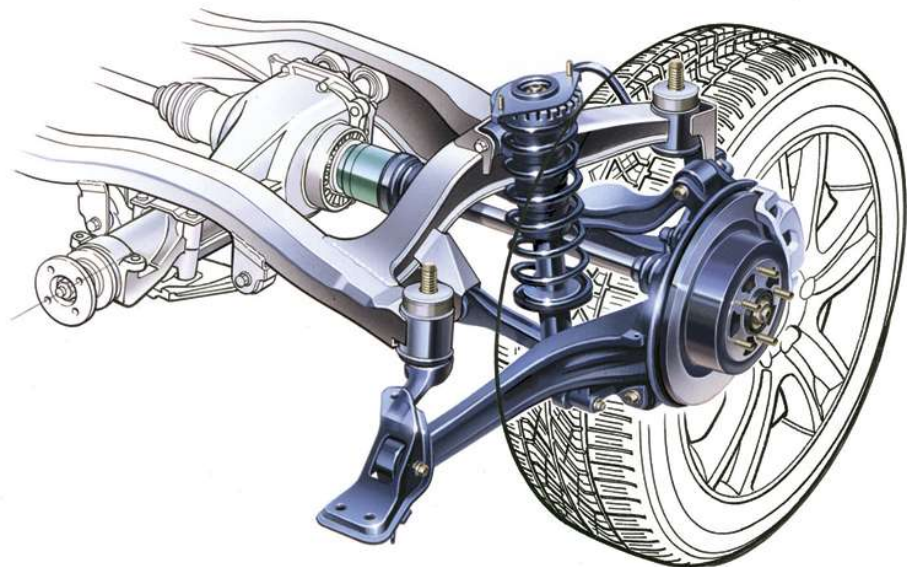
Пом'яти в руці шматочок **пластиліну?**

Натягти тятиву лука?



Деформація

Деформація – це зміна форми та (або) розмірів тіла



Яка причина виникнення деформації?



Види деформації

Деформації



Пружні
(повністю зникають
після припинення дії
на тіло зовнішніх сил)



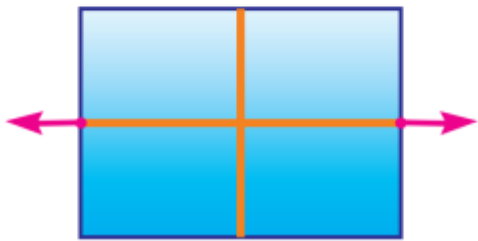
Пластичні
(зберігаються після
припинення дії на тіло
зовнішніх сил)



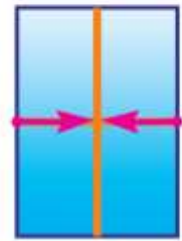
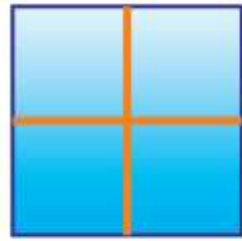
Види деформації

Види деформації

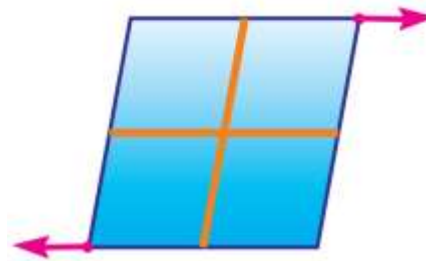
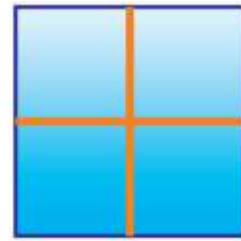
Розтягнення



Стиснення



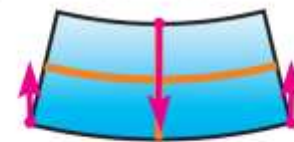
Зсуву



Вигину



Стиснення



Розтягнення



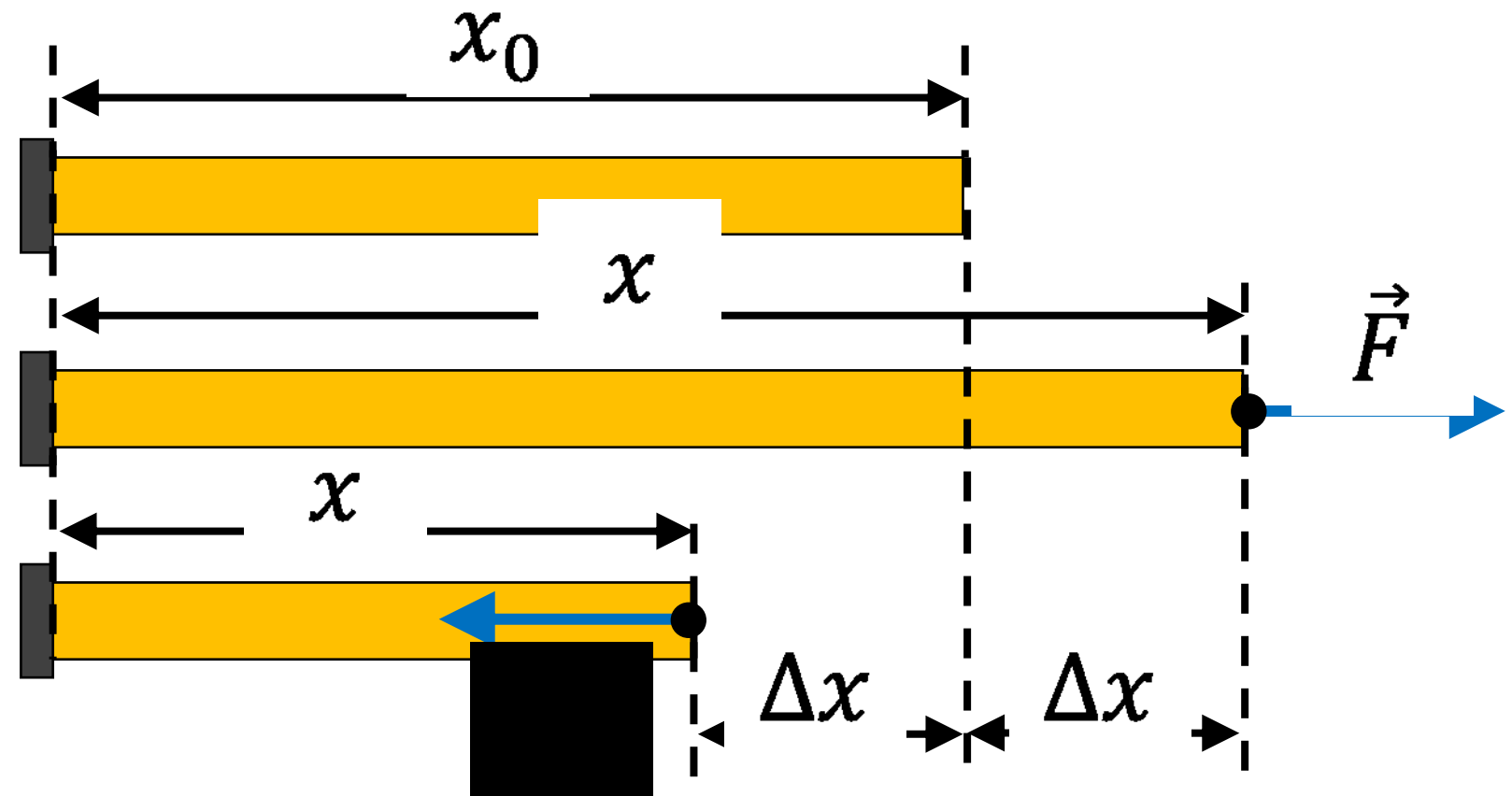
Кручення



Видовження

$$\Delta x = x - x_0$$

Δx – видовження



$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0}$$

або

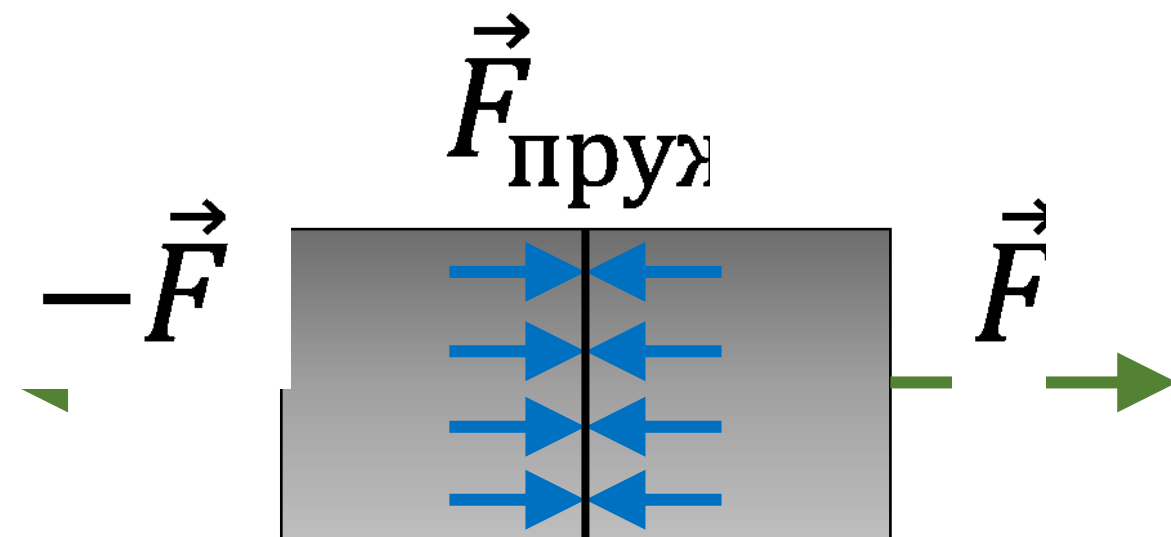
$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100\%$$

ε – відносне
видовження



Механічна напруга

Механічна напруга σ – це фізична величина, яка характеризує деформоване тіло й дорівнює відношенню модуля сили пружності $F_{\text{пруж}}$ до площі S поперечного перерізу тіла



$$\sigma = \frac{F_{\text{пруж}}}{S}$$

$$[\sigma] = \text{Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

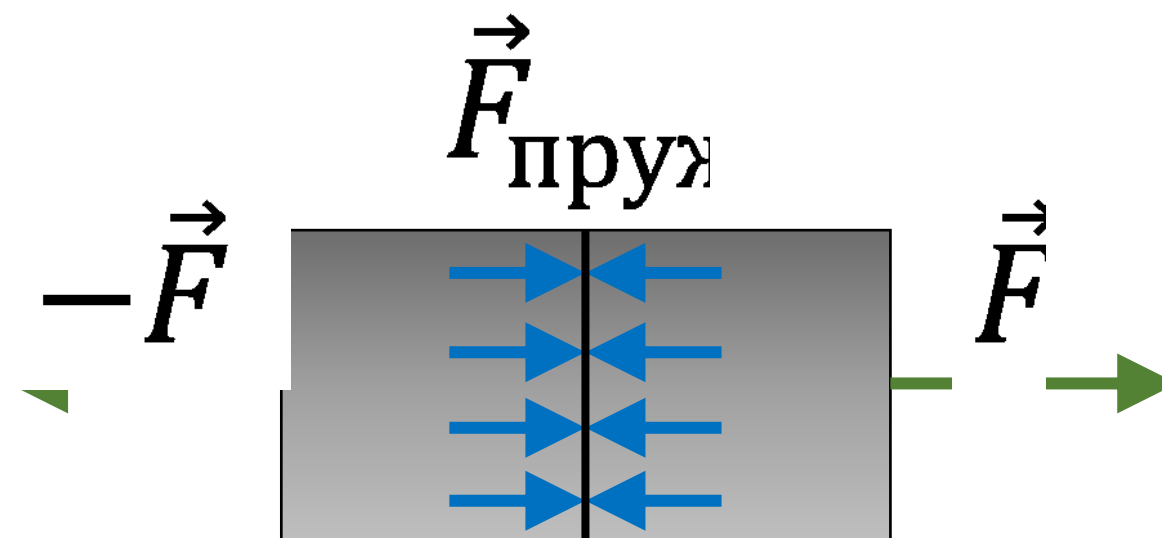
Закон Гука

Закон Гука: У випадку малих пружних деформацій розтягнення та стиснення механічна напруга прямо пропорційна відносному видовженню

$$\sigma = E|\varepsilon|$$

$$[E] = \text{Па}$$

E – Модуль Юнга



| Матеріал | Модуль Юнга $E, \times 10^9 \text{ Па}$ |
|--------------|--|
| Алюміній | 63–70 |
| Бетон | 15–40 |
| Каучук | $7,9 \times 10^{-3}$ |
| Мідь (лиття) | 82 |
| Срібло | 82,7 |
| Скло | 49–78 |
| Чарунковий | 150 |

Закон Гука

Жорсткість тіла
залежить від
пружних
властивостей
матеріалу, з якого
виготовлене тіло,
і від **геометричних**
параметрів тіла

$$\sigma = \frac{F_{\text{пруж}}}{S}$$

$$\sigma = E |\varepsilon|$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0}$$

$$\frac{F_{\text{пруж}}}{S} = E \frac{|\Delta x|}{x_0}$$

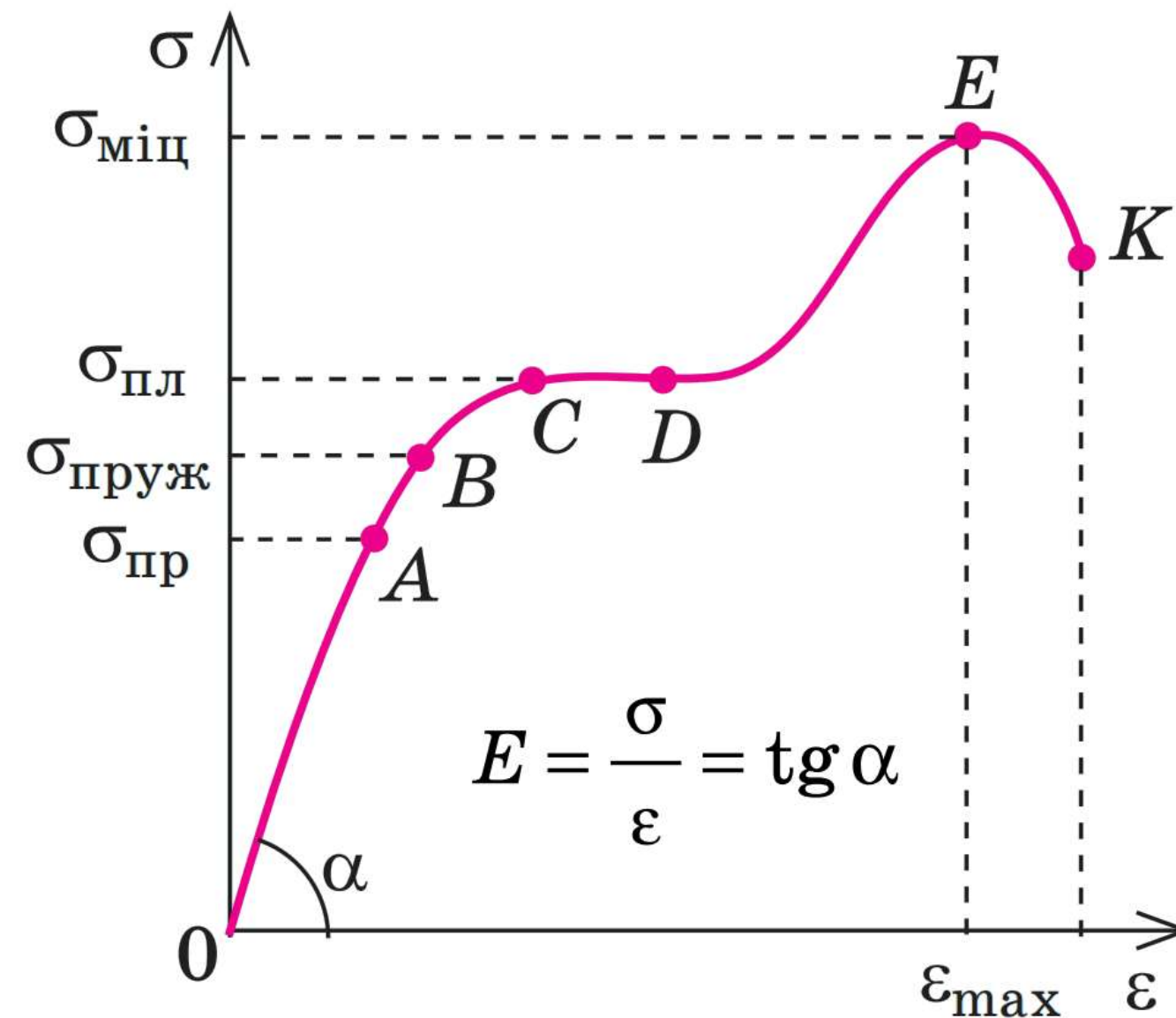
$$k = \frac{ES}{x_0}$$

$$F_{\text{пруж}} = \frac{ES}{x_0} |\Delta x|$$

$$F_{\text{пруж}} = k |\Delta x|$$



Діаграма напруг



OAB – ділянка пружних деформацій

$\sigma_{\text{пр}}$ – межа пропорційності (найбільша напруга, за якої виконується закон Гука)

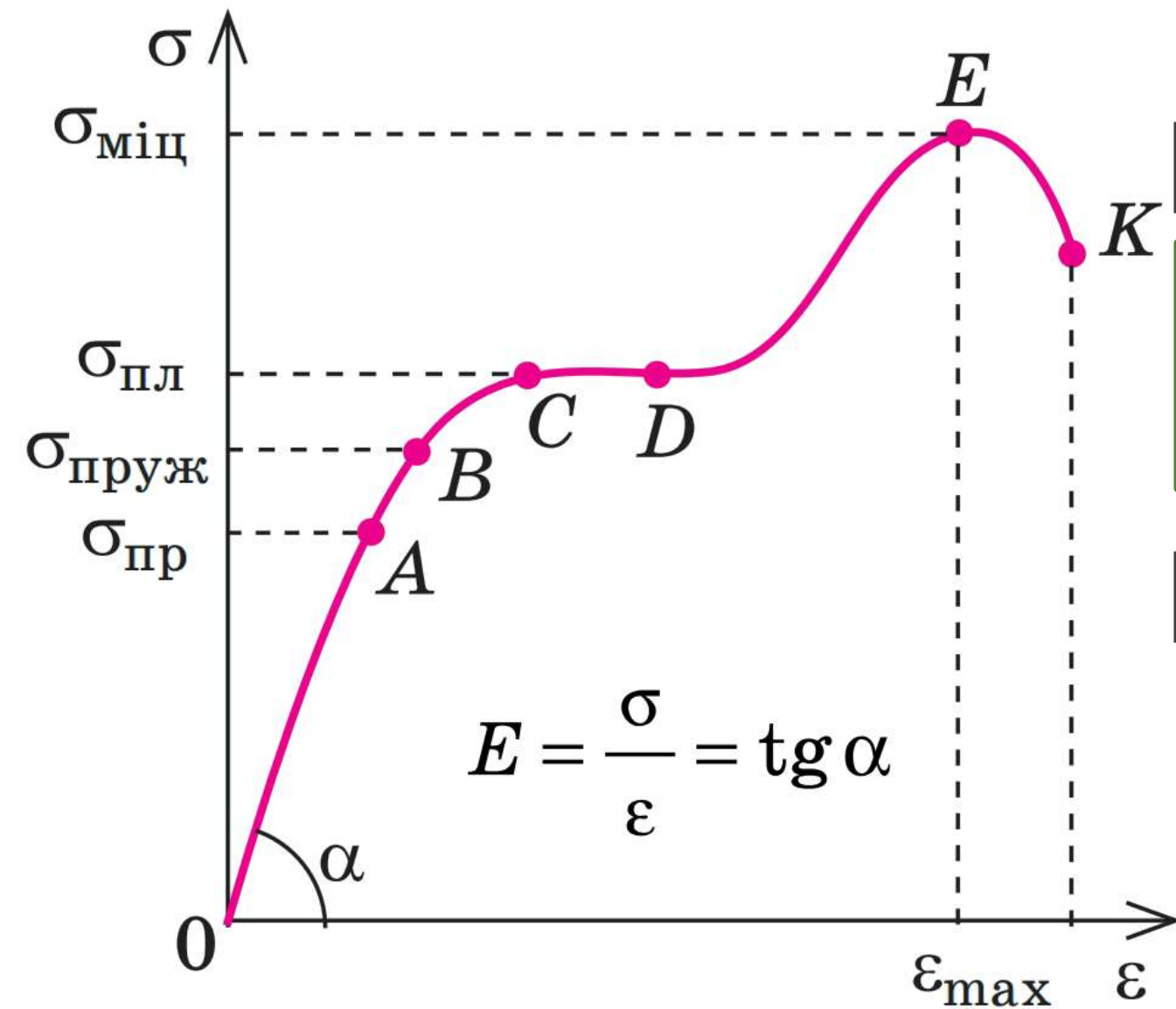
$\sigma_{\text{пруж}}$ – межа пружності (найбільша напруга, за якої деформація залишається пружною)

BC – ділянка пластичних деформацій

$\sigma_{\text{пл}}$ – межа плинності (напруга, за якої зразок починає подовжуватися без збільшення навантаження)



Діаграма напруг



CD – ділянка плинності матеріалу

$\sigma_{міц}$ – межа міцності (найбільша напруга, у разі перевищення якої зразок руйнується)

EK – руйнування зразка



Пружність, пластичність, крихкість

Матеріали



Пружні



Пластичні



Крихкі



Розв'язування задач

1. Яка механічна напруга виникає у рейці з площею поперечного перерізу 8 см^2 під дією сили 100 Н ?



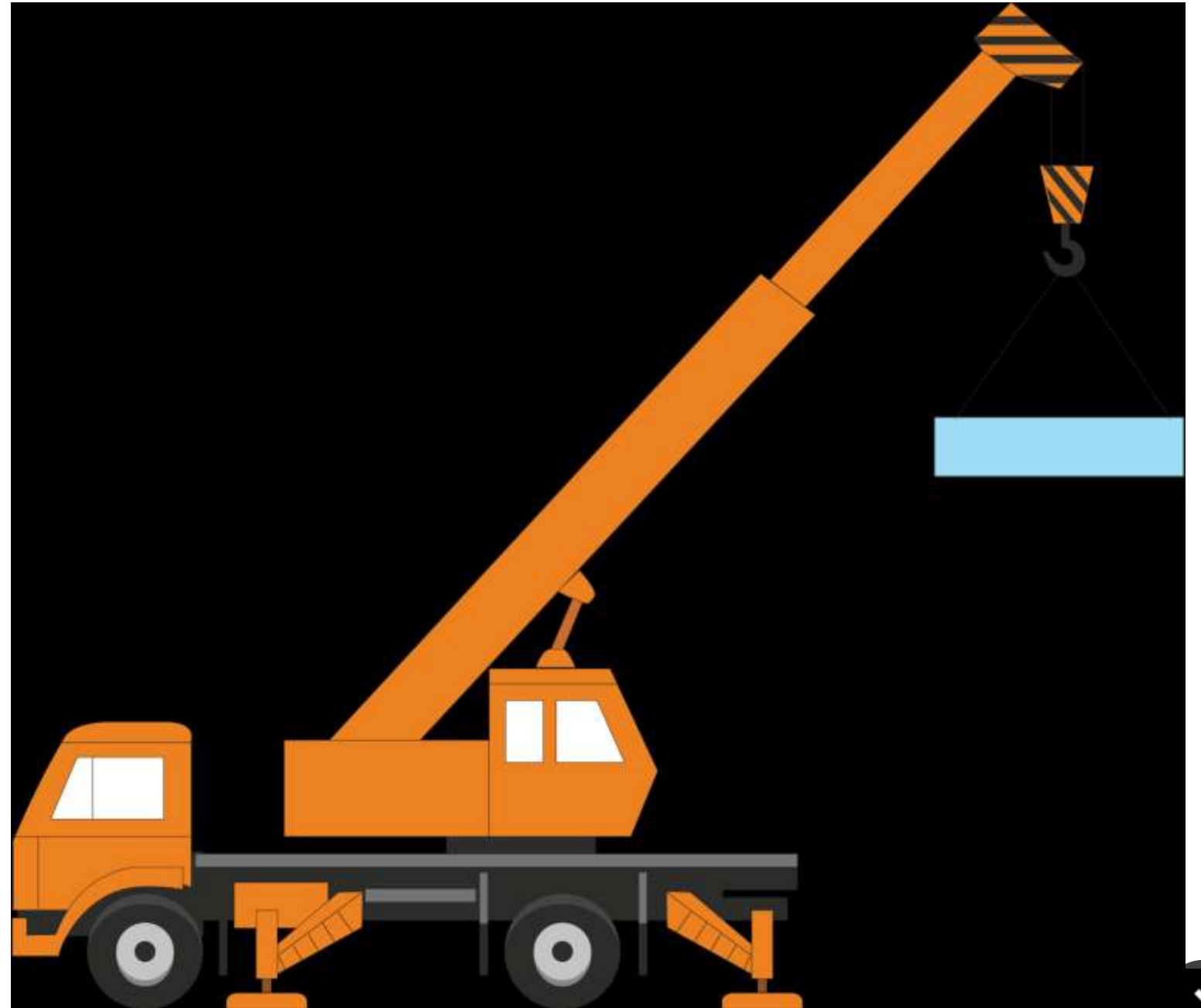
Розв'язування задач

2. Визначте механічну напругу, яка виникла у сталевому тросі, якщо його відносне видовження становить **0,003**. Модуль Юнга вважайте рівним **206 ГПа**.



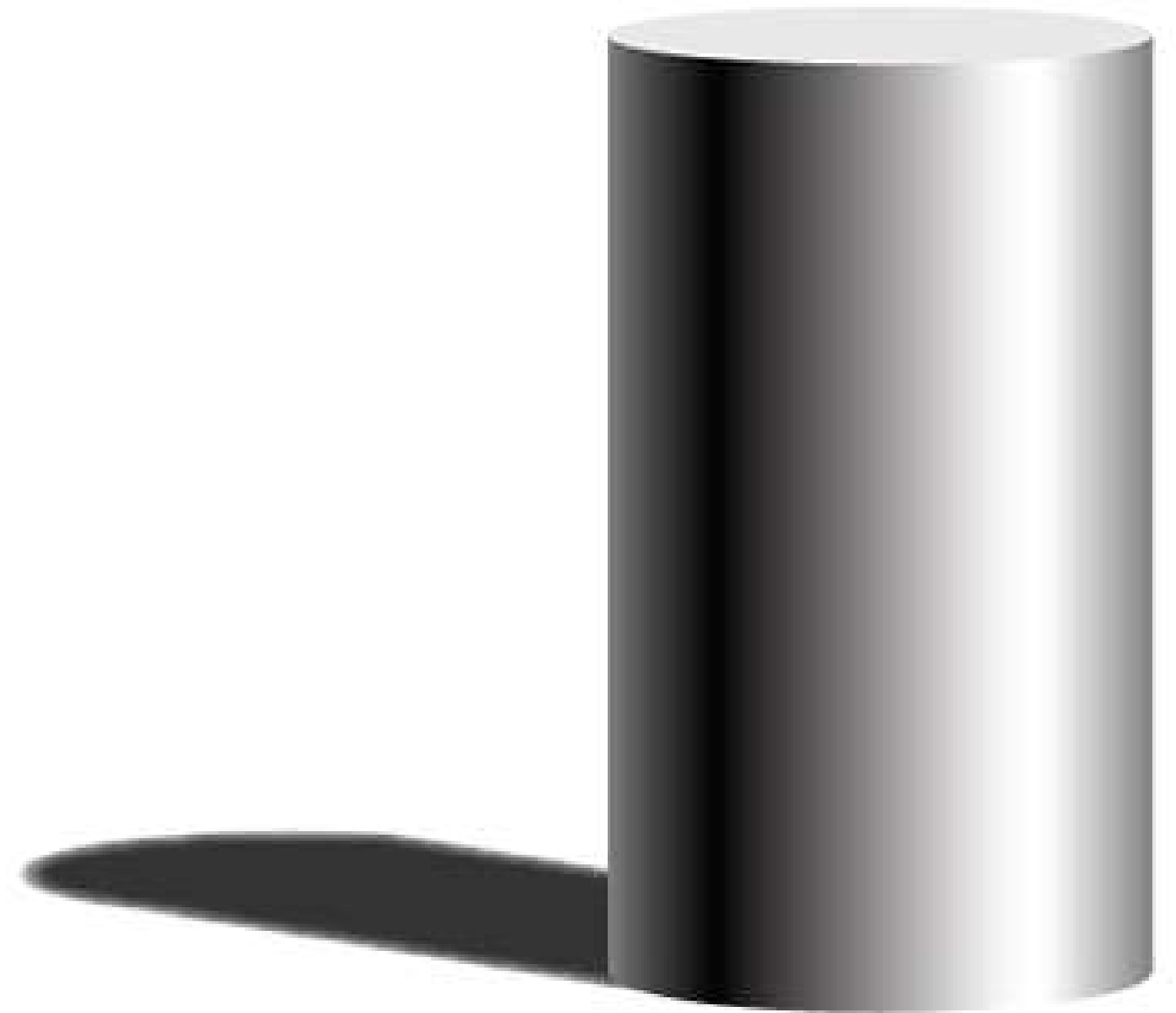
Розв'язування задач

3. Яка механічна напруга виникає в шийці гака підйомного крана під час рівномірного піднімання вантажу масою **6 т**? Діаметр шийки гака **28 мм**.



Розв'язування задач

4. Циліндр, площа перерізу якого **2 см²**, під дією вантажу масою **1,05 т** стиснувся на **0,025 %** початкової довжини. Визначте модуль Юнга матеріалу, з якого виготовлено брусок.



Розв'язування задач

5. На скількох палях діаметром **12 см** можна розмістити платформу масою **300 т**, якщо допустима напруга на стиск становить **10 МПа**?



Розв'язування задач

6. Для виготовлення попередньо напруженого залізобетону сталеві арматурні стрижні довжиною $x_0 = 6$ м і діаметром $d = 20$ мм видовжують на $\Delta x = 2$ мм.

Яку силу для цього необхідно прикласти? Модуль Юнга вважайте рівним 220 ГПа.



Запитання для фронтального опитування

1. Що таке **деформація**?

2. Назвіть **види деформації**. За яких умов вони виникають? Наведіть приклади.

3. Дайте характеристику **механічній напрузі** як фізичної величини.



Запитання для фронтального опитування

4. Подайте два формулювання **закону Гука**.
За яких умов виконується цей закон?

5. Що характеризує **модуль Юнга**?
Якою є його одиниця в СІ?

6. У чому полягає **явище плинності матеріалу**?
Що таке **межа міцності**?



Домашнє завдання

Опрацювати § 35,
Вправа № 35 (3)