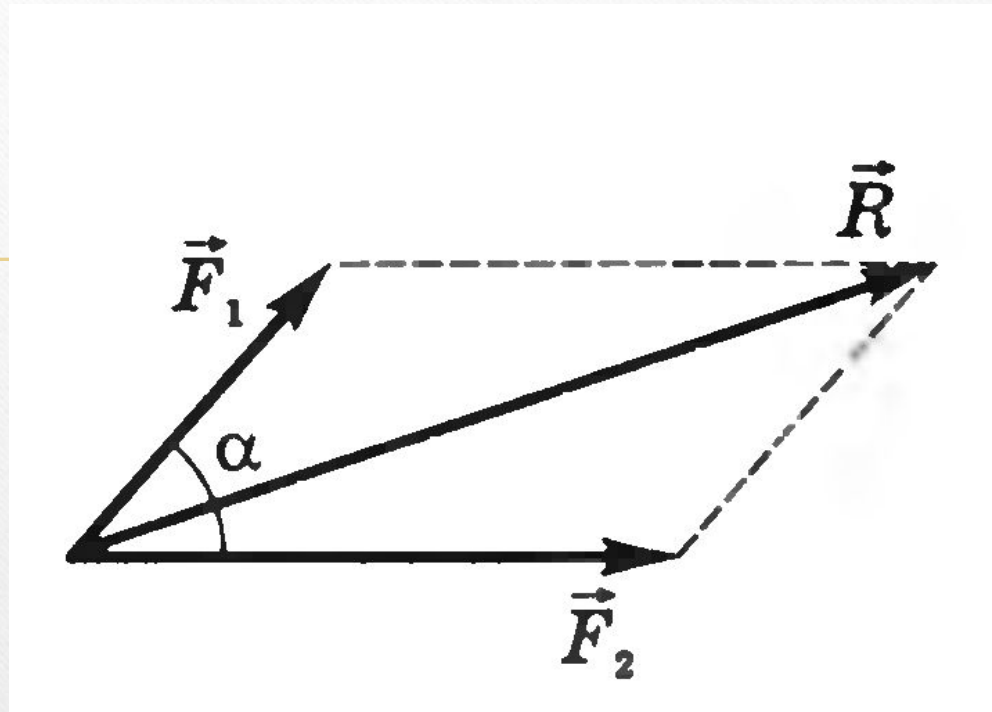


Рівновага тіл. Момент сили.  
Умови рівноваги тіл. Центр  
тяжіння та центр мас тіла.

Заняття № 11

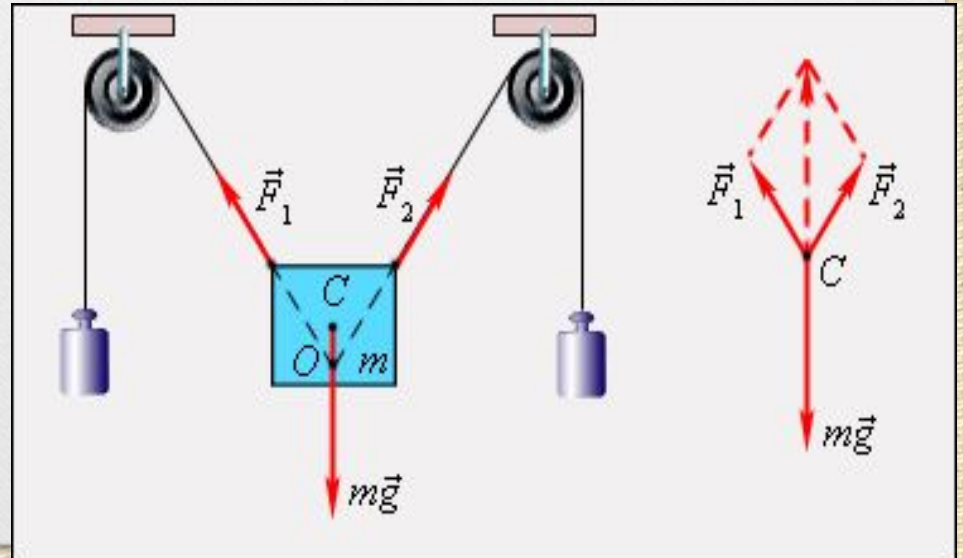
22-23 н.р.



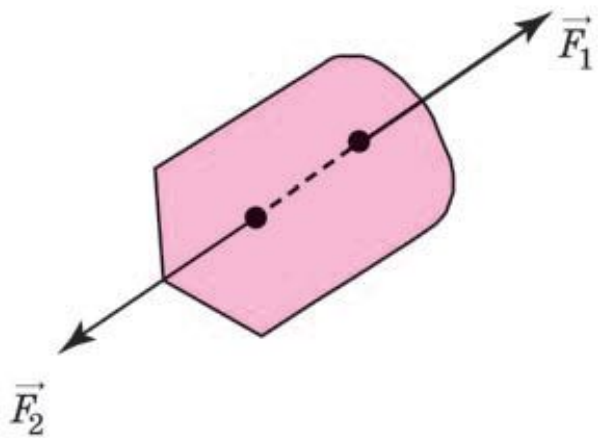
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

# Умова рівноваги тіла, що не має осі обертання

- Тіло рухається поступально або перебуває в стані спокою.
- **Геометрична сума** усіх сил прикладених до тіла дорівнює нулю



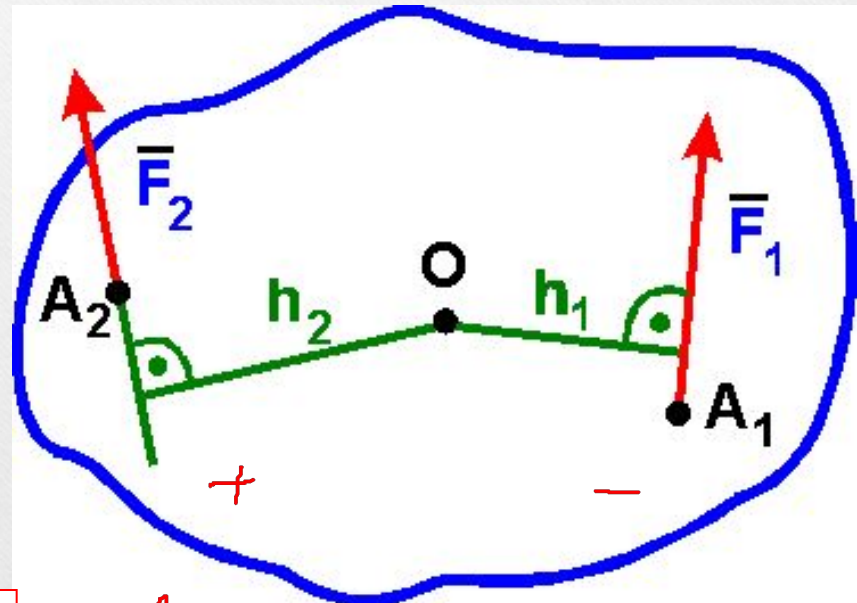
# Рівновага тіла:



- Щоб тіло, яке не має осі обертання, перебувало в рівновазі, необхідно, щоб сума проєкцій прикладених до тіла сил на будь-яку вісь дорівнювала нулю.

# Момент сили

- **Плече** – найкоротша відстань від центру обертання до точки прикладання сили.
- **Момент сили** – добуток модуля сили на плече

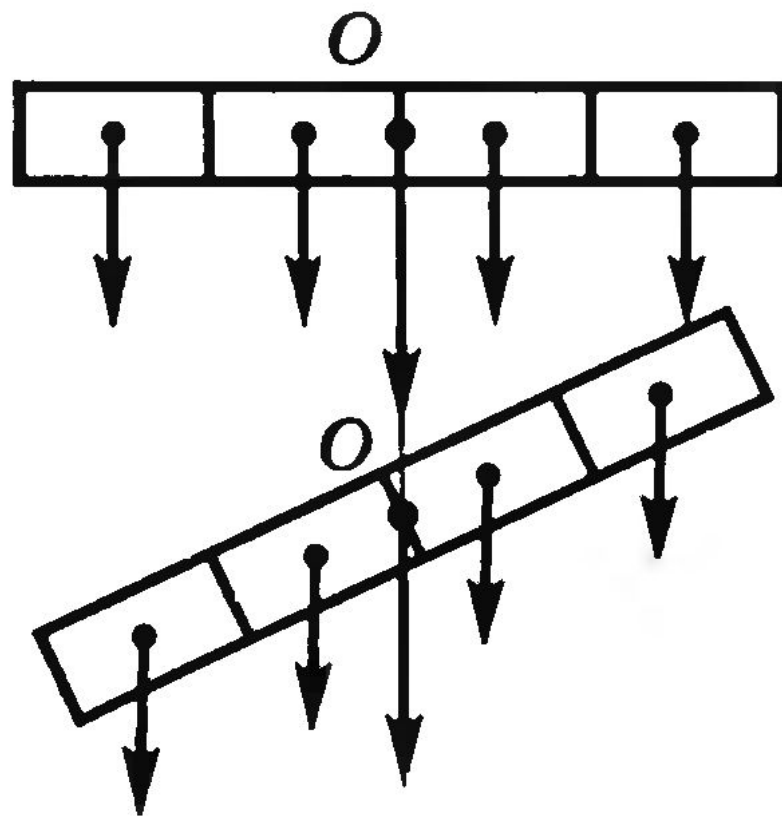


$$M = \pm FL$$

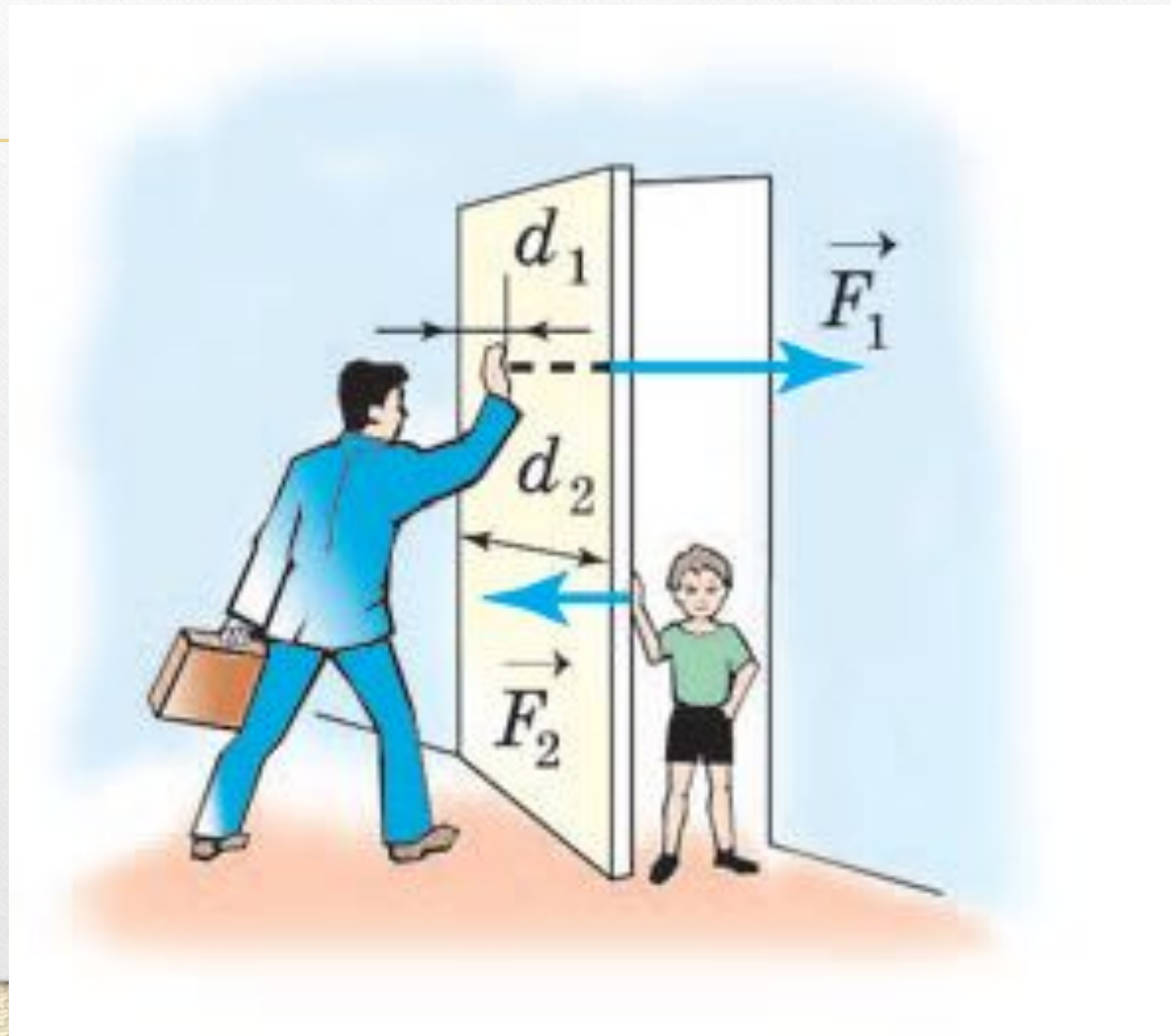
*l - відстань сили  
(d)  
[M] = Н · м*

# Центр тяжіння

- Точка прикладання рівнодійних сил тяжіння, які діють на усі частини тіла, яка не змінює свого положення при будь-яких поворотах тіла



Умова рівноваги тіла, що має вісь  
обертання:





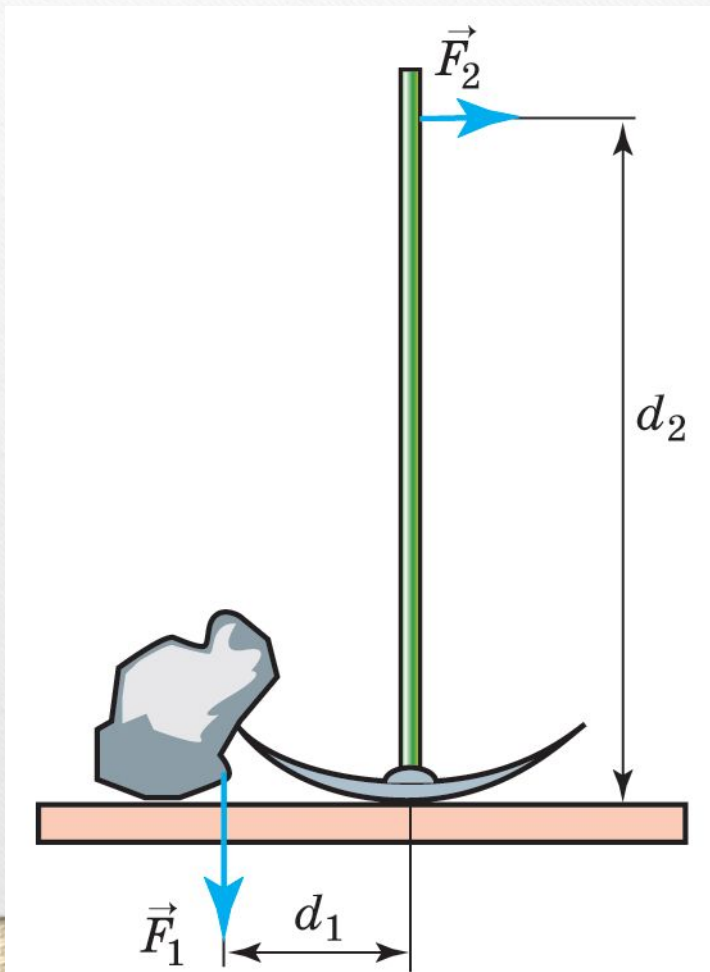
Умова рівноваги тіла  
з закріпленою віссю обертання:

---

- Алгебраїчна сума моментів усіх сил прикладених до тіла, що має закріплену вісь обертання, дорівнює нулю.

$$M_1 + M_2 = 0$$

# Правило важеля:



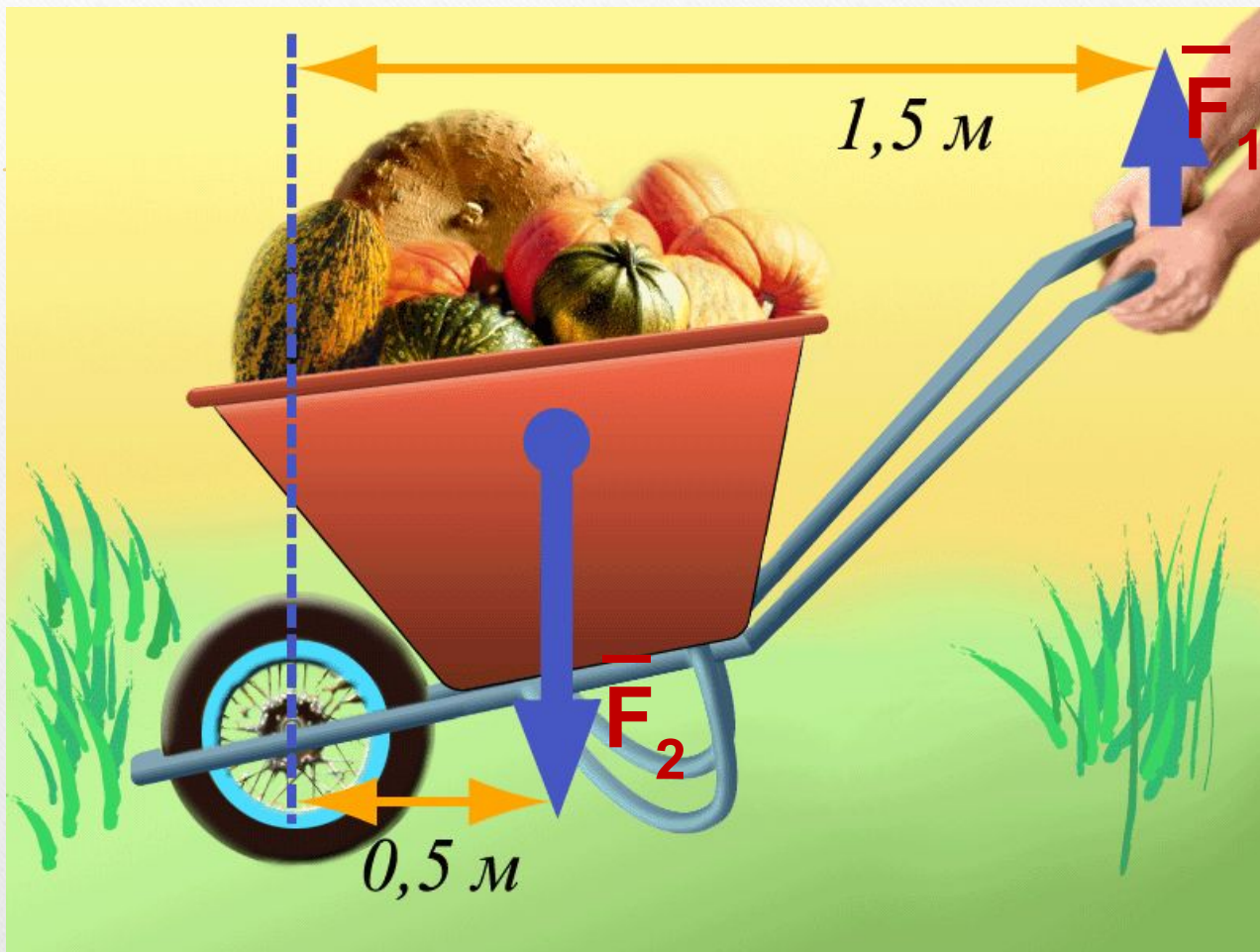
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

## Правило важеля:

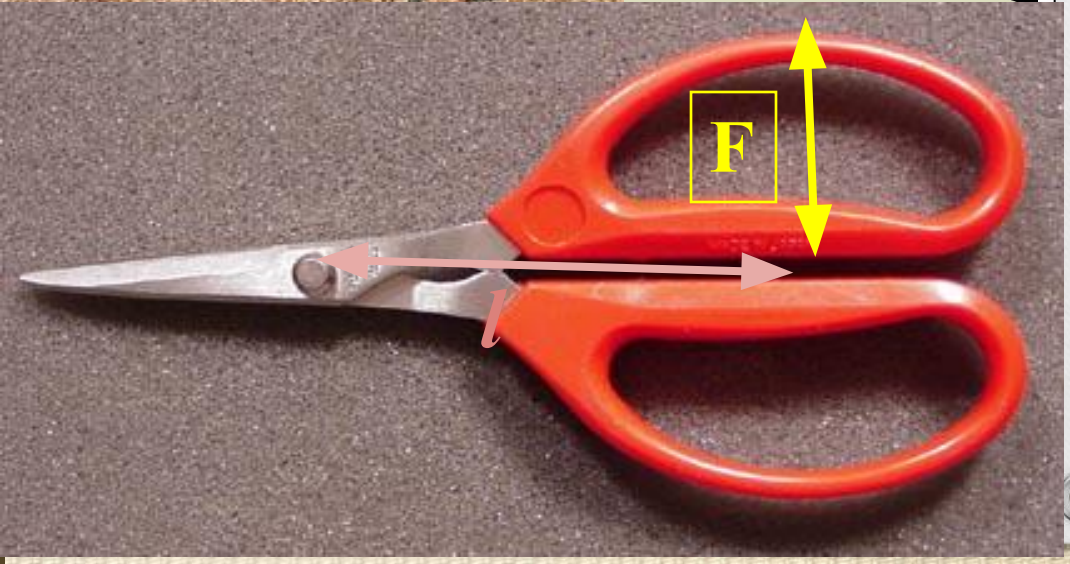
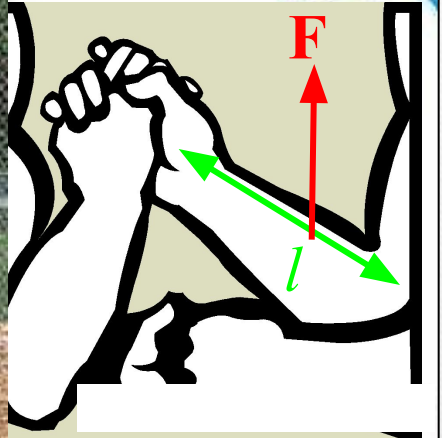
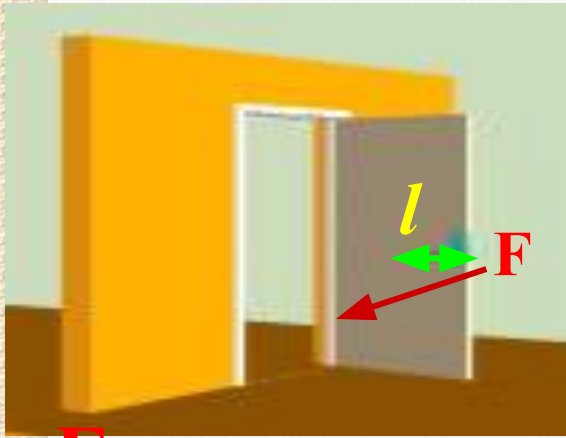
---

- **важіль знаходиться в рівновазі, коли сили, що діють на нього, обернено пропорційні до плечей.**

Плече якої сили більше?



Де знаходиться точка опори?  
Яка відстань є плечем сили?

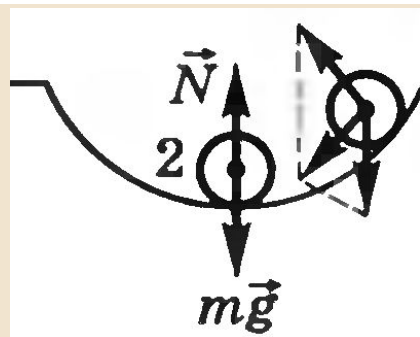


## Загальна умова рівноваги тіла:

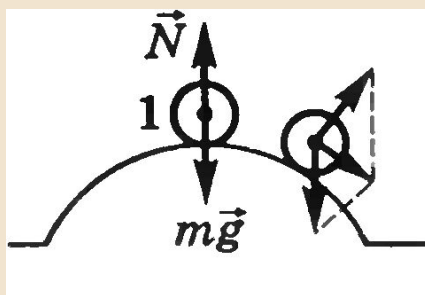
- Для того щоб тіло знаходилося в рівновазі, необхідно, щоб геометрична сума прикладених до тіла сил і сума моментів цих сил відносно осі обертання дорівнювала нулю.

# Види рівноваги:

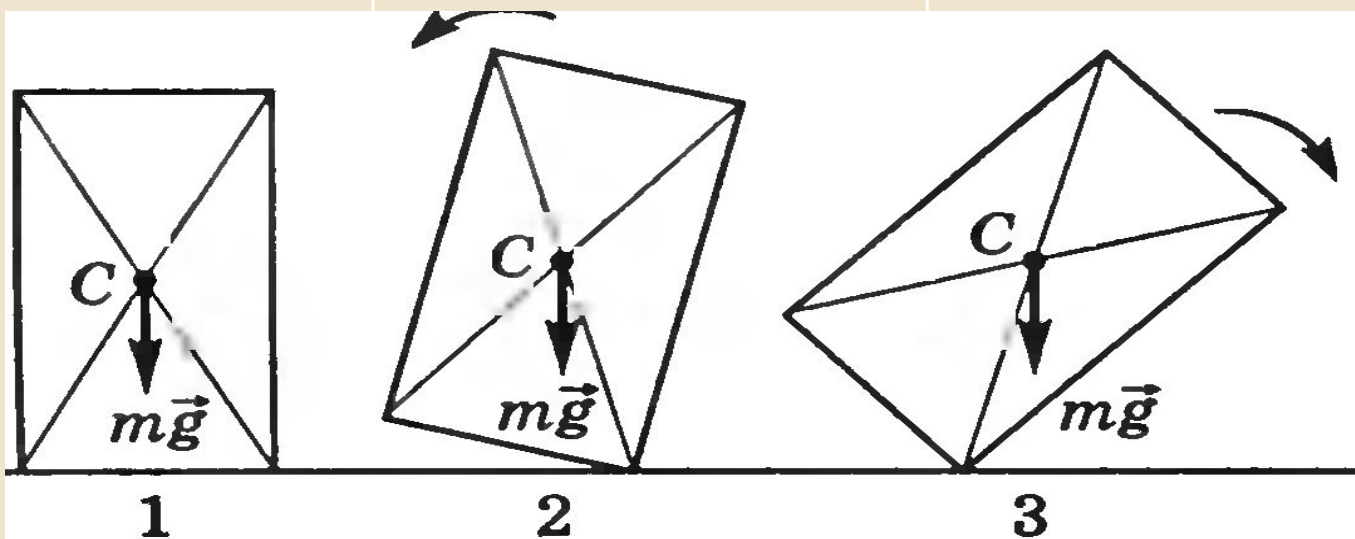
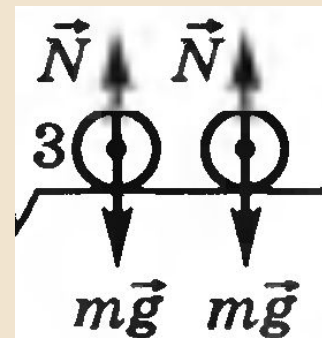
Стійка



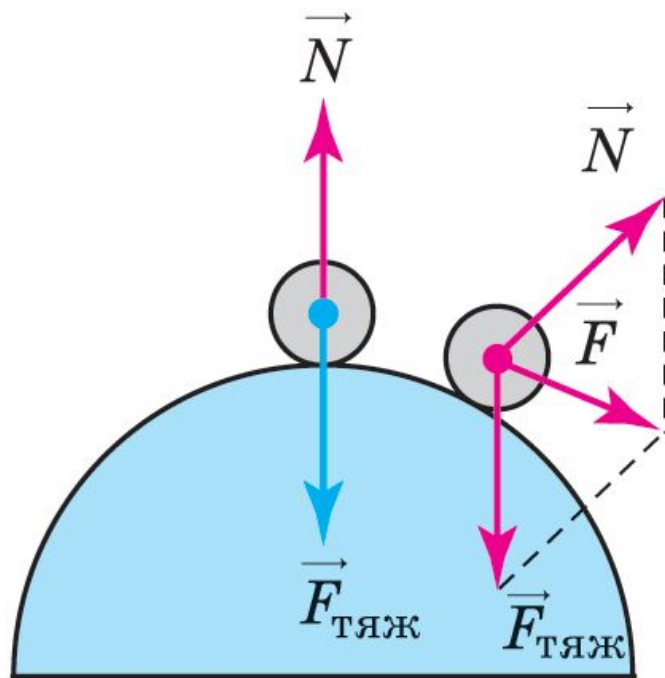
Нестійка



Байдужа



# Види рівноваги тіл:

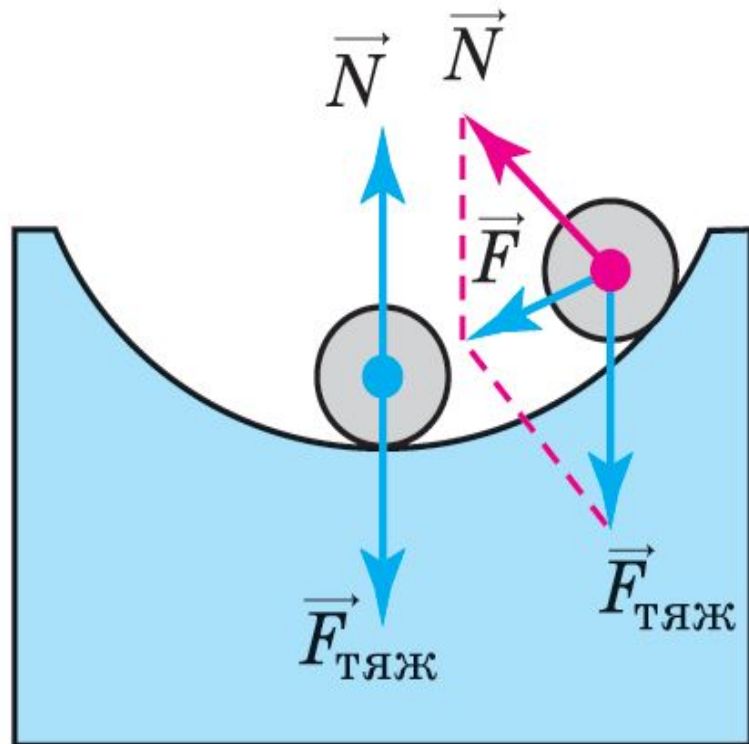


**Рівновага нестійка, якщо при малому відхиленні тіла від положення рівноваги рівнодійна сил, прикладених до тіла, віддаляє його від цього положення.**



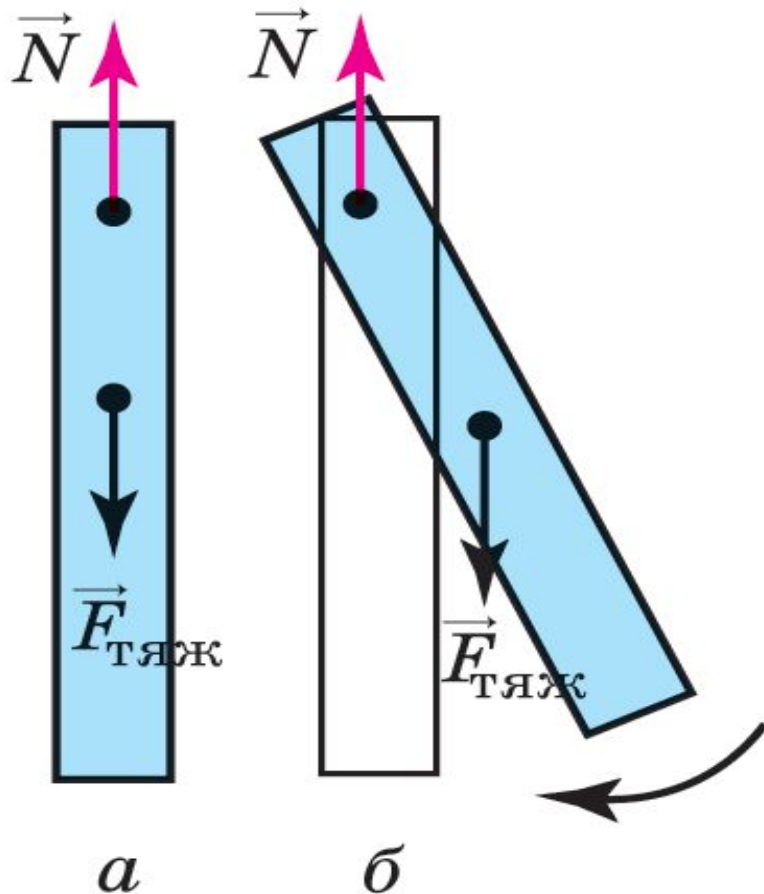
# Види рівноваги тіл:

**Рівновага тіла стійка, якщо при малому відхиленні від рівноважного положення рівнодійна сил, прикладених до тіла, повертає його до положення рівноваги.**



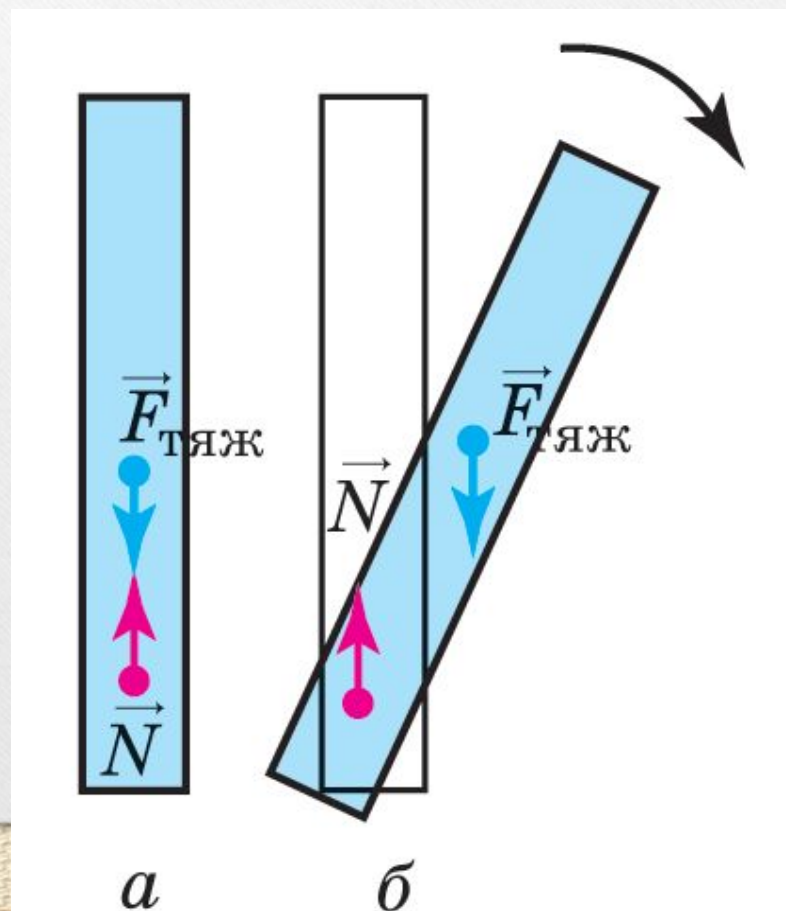
# Рівновага тіла, що має вісь обертання:

**Рівновага тіла, що має вісь обертання, стійка за умови, якщо його центр тяжіння розташований нижче за вісь обертання.**

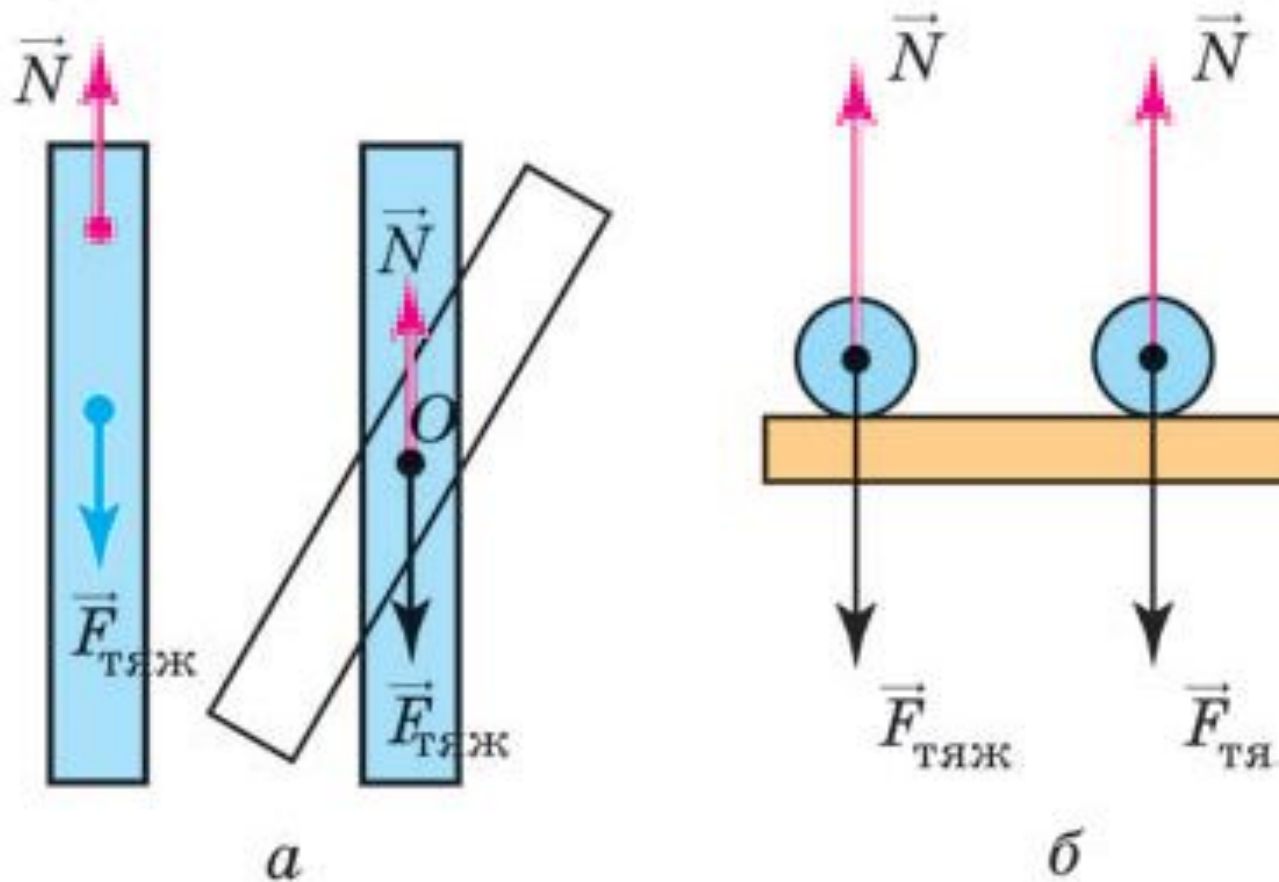


# Рівновага тіла, що має вісь обертання:

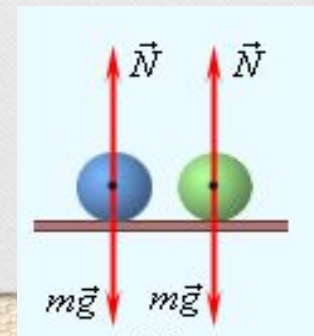
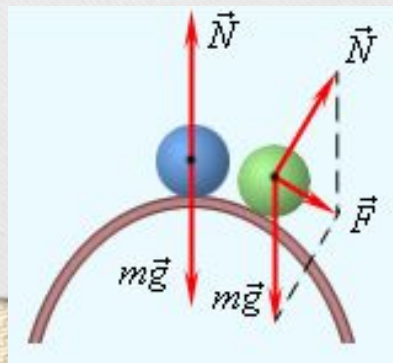
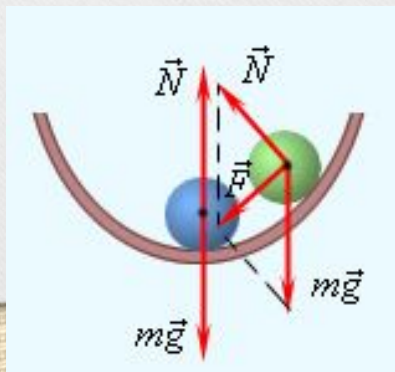
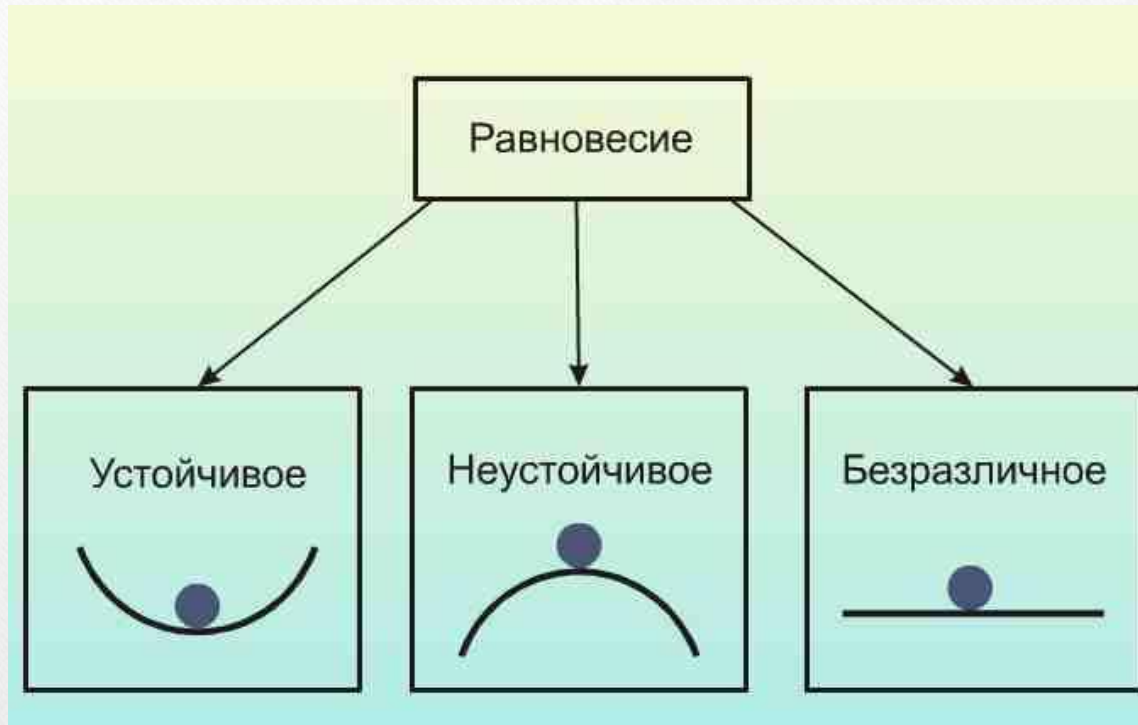
---



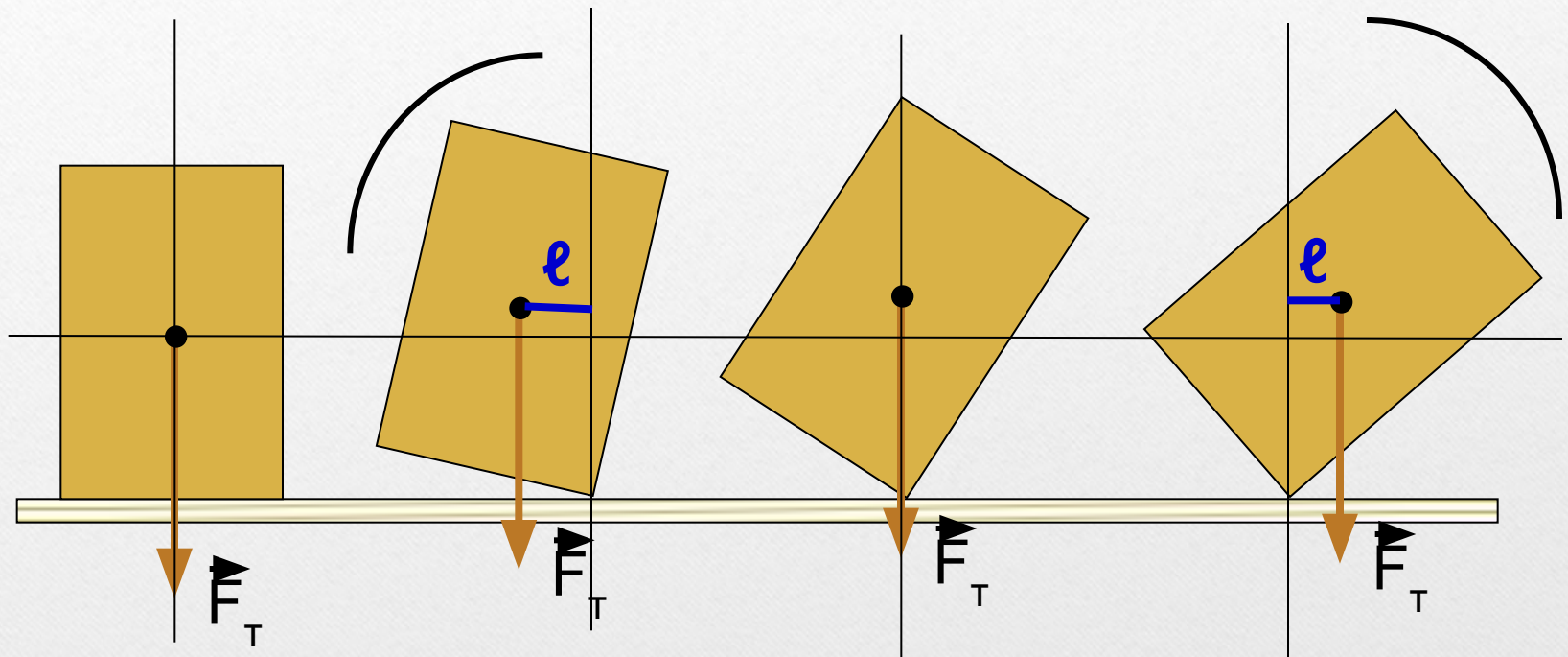
# Байдужа рівновага:



# Види рівноваги



# Рівновага тіл на опорах:



# Рівновага на транспорті:



# Питання:

1. Що таке сила реакції опори?
2. Який напрям має сила реакції опори?
3. Що таке деформація тіла? Коли вона виникає?
4. Які сили називають силами пружності? Який напрям вони мають?
5. Що таке коефіцієнт жорсткості? Яка його одиниця в СІ?
6. Назвіть, де зустрічаються сили пружності в техніці і природі.



# Питання:

1. Яке тертя називають зовнішнім?
2. Запишіть формулу для сили тертя спокою і поясніть її.
3. Запишіть формулу для сили тертя ковзання і поясніть значення величин, що входять у неї.
4. Як сила тертя кочення залежить від радіуса тіла?
5. Які ви знаєте коефіцієнти тертя? Від чого вони залежать?
6. Наведіть приклади проявів сил тертя в техніці і природі.

# Питання:

1. Що означає вираз: тіло (або система тіл) перебуває в стані рівноваги?
2. До тіла прикладено декілька сил, рівнодійна яких не дорівнює нулю. Що потрібно зробити, щоб тіло опинилося в стані рівноваги?
3. У чому полягає умова рівноваги тіл, що рухаються поступально?
4. Чи означає рівновагу стан спокою тіла?
5. Якщо геометрична сума сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю, то чому дорівнює алгебраїчна сума проєкцій цих сил на будь-яку вісь?

# Питання:

1. За яких умов сила, прикладена до тіла, викликає його поворот навколо закріпленої осі?
2. Що таке плече сили?
3. Що таке момент сили? Яка його одиниця в СІ?
4. У чому полягає умова рівноваги тіла, яке може обертатися навколо закріпленої осі?
5. За яких умов важіль перебуває в рівновазі?

# Питання:

1. Які види рівноваги ви знаєте?
2. Яка рівновага тіла називається стійкою? Нестійкою? Байдужою?
3. Вкажіть види рівноваги для наступних випадків: а) гімнаст робить стійку на брусах:
  - а) гімнаст висить на кільцях;
  - б) колесо надіте на вісь;
  - в) кулька лежить на столі.
4. Яким чином забезпечується хороша стійкість наступних предметів: а) лабораторного штатива; б) баштового підйимального крана; в) настільної лампи?

## Домашнє завдання:

---

- §15, 16