

ДИНАМІКА

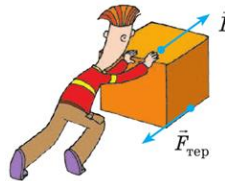
Основні поняття динаміки

Динаміка – частина механіки, яка вивчає механічний рух та причини зміни стану цього руху.

Причини зміни стану руху тіла це – **взаємодія тіл** (дія або дії тіл одного на інше).

(Зміни стану руху тіла це - зміни величини та напрямку його швидкості.)

Фізична величина, яка є мірою взаємодії тіл, це **сила** - $\vec{F}$



Тобто в динаміці вивчаються сили та результати їх дії на тіла. Основою динаміки є три закони Ньютона. Розглянемо ці закони.

ЗАКОНИ НЬЮТОНА

I закон Ньютона

Розглянемо таке питання:

«Як буде рухатись тіло, якщо дія на нього інших тіл дорівнює нулю?»

Дія на тіло інших тіл дорівнює нулю, якщо:

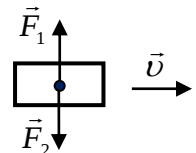
1. Дія на нього інших тіл відсутня



2. Дії на нього інших тіл є, але сума цих дій дорівнює нулю.

Наприклад: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$, тоді кажуть, що ці сили (ці дії)

компенсуються або урівноважуються.



Експеримент показує, що за таких умов немає причин для зміни швидкості тіла. Тобто швидкість тіла не змінюється, або **тіло зберігає свою швидкість** ($\vec{v} = const$).

Тоді сформулюємо **I закон Ньютона**:

Тіло, на яке не діють інші тіла або дії інших тіл компенсуються, зберігає свою швидкість, (тобто рухається рівномірно та прямолінійно або знаходиться у спокої).

I закон Ньютона говорить про те, що усі тіла намагаються зберегти свою швидкість, якщо на них не діють інші тіла. Це фізичне явище зберігання тілами своєї швидкості називається – **інерція**.

Фізична властивість тіл, яка характеризує їх здатність зберігати свою швидкість, називається – **інертність**.

Фізична величина, яка характеризує інертність тіла, тобто є мірою інертності тіла, це – **маса - m**

Одиниця маси у системі СІ:

$$[m] = \text{кг (кілограм)}$$

Можна зробити такий висновок: чим більше маса тіла, тим важче змінити його швидкість, та навпаки.

Контрольні питання

1. Що вивчає динаміка?
2. Які причини зміни стану руху тіла?
3. Яка фізична величина є характеристикою (мірою) взаємодії тіл?
4. Що означає, що сили урівноважуються або компенсуються?
5. Сформулюйте I закон Ньютона.
6. Про яке фізичне явище говорить I закон Ньютона?
7. Що таке інертність тіла?
8. Яка фізична величина є мірою інертності?
9. Яка одиниця маси у системі СІ?

Завдання

Завдання 1

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Міра взаємодії тіл це

- а) маса; б) швидкість; в) сила; г) прискорення; д) взаємодія

Завдання 2

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Якщо $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$, то сили

- а) зберігаються; б) збільшуються; в) взаємодіють; г) урівноважуються; д) рівні

Завдання 3

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Інерція це явище зберігання тілами

- а) сили; б) маси; в) положення; г) прискорення; д) швидкості

Завдання 4

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Міра інертності тіла це

- а) швидкість; б) маса; в) сила; г) інерція; д) переміщення

Завдання 5

Встановити відповідність між пропущеними місцями та словами, які потрібно на них вставити, щоб утворився вірний вислів:

Динаміка це частина ...(1)..., яка вивчає ...(2)... ...(3)... та причини ...(4)... ...(5)... цього ...(6)...

- а) кінематики; б) рух; в) стану; г) механіки; д) рівномірний; е) руху; є) зміни;
ж) механічний

Завдання 6

Встановити відповідність між пропущеними місцями та словами, які потрібно на них вставити, щоб утворився вірний вислів:

Тіло, на яке не ...(1)... інші ...(2)... або ...(3)... інших ...(4)...(5).... Зберігає свою ...(6)...

а) тіл; б) масу; в) діють; г) компенсуються; д) зберігаються; е) швидкість; є) тіла; ж) дії.

Завдання 7

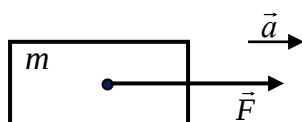
Обрати вірний варіант закінчення відповіді.

Позначення одиниці маси

а) гк; б) с; в) м; г) кг; д) км

II закон Ньютона

Нехай на тіло масою m діє сила $\vec{F}$, та тіло отримує прискорення $\vec{a}$



Тоді маємо:

- чим більше $\vec{F}$, тим більше $\vec{a} \Rightarrow \vec{a}$ прямопропорційно $\vec{F}$
- чим більше m , тим менше $\vec{a} \Rightarrow \vec{a}$ оберненопропорційно m .

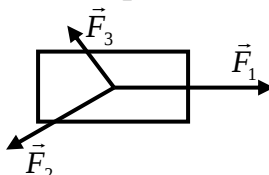
Цю залежність можна записати формулою:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Звідси маємо:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Якщо на тіло діють декілька сил, наприклад:



тоді ці сили потрібно додати, отримаємо:

$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ - **сума сил**, які діють на тіло або **рівнодіюча** сил,
які діють на тіло

Тепер ми можемо сформулювати **II закон Ньютона**:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m \cdot \vec{a}$$

↓

$$F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = m \cdot a_x$$

$$F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = m \cdot a_y$$



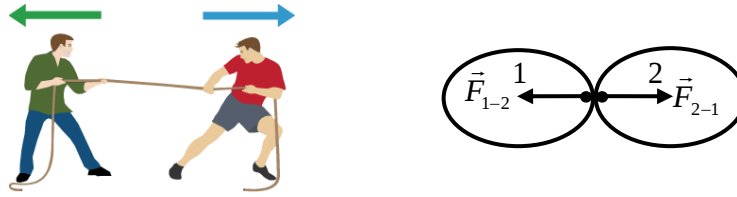
Сума сил, які діють на тіло, дорівнює добутку маси тіла на його прискорення

Одиниця сили у системі СІ:

$$[F] = [m] \cdot [a] \quad \Rightarrow \quad [F] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н} - \text{Ньютон}$$

III закон Ньютона

Розглянемо два тіла, тіло 1 та тіло 2, які взаємодіють одне з одним



Тоді:

$\vec{F}_{1-2}$ - сила, яка діє на тіло 1 з боку тіла 2

$\vec{F}_{2-1}$ - сила, яка діє на тіло 2 з боку тіла 1

Зв'язок між цими силами дає **III закон Ньютона**:

$$\begin{array}{c} \vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1} \\ \Downarrow \\ |\vec{F}_{1-2}| = |\vec{F}_{2-1}| \\ \vec{F}_{1-2} \uparrow \downarrow \vec{F}_{2-1} \end{array}$$

Сили, з якими взаємодіють два тіла, рівні за модулем, протилежні за напрямком та діють по одній прямій

Сили, з якими взаємодіють два тіла (наприклад $\vec{F}_{1-2}$ та $\vec{F}_{2-1}$), часто називають силами **дії** та **протидії**. Для цих сил виконується наступне:

- 1) сили дії та протидії завжди з'являються та зникають разом одночасно;
- 2) сили дії та протидії завжди є сили одного фізичного виду.

Контрольні питання

1. Як залежить прискорення від діючої сили?
2. Як залежить прискорення від маси тіла?
3. Запишіть формули, що пов'язують $\vec{a}$, $\vec{F}$, m .
4. Сформулюйте II закон Ньютона.
5. Яка одиниця сили в системі СІ?
6. Як називаються сили $\vec{F}_{1-2}$ та $\vec{F}_{2-1}$?
7. Сформулюйте III закон Ньютона.
8. Як називають сили, з якими взаємодіють два тіла?
9. Що виконується для сил дії та протидії?

Завдання

Завдання 1

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Сума сил, які діють на тіло, дорівнює

- а) відношенню маси тіла та його прискорення; б) сумі маси тіла та його прискорення;
в) добутку маси тіла та його прискорення; г) добутку маси тіла та його швидкості; д)
добутку прискорення тіла та його швидкості.

Завдання 2

Обрати вірний варіант закінчення вислову.

Прискорення $\vec{a}$

- а) прямопропорційно масі m ; б) оберненопропорційно силі $\vec{F}$; в) прямопропорційно швидкості $\vec{v}$; г) прямопропорційно силі $\vec{F}$; д) оберненопропорційно швидкості $\vec{v}$

Завдання 3

Обрати вірний варіант відповіді:

Одиниця сили дорівнює

- а) $\frac{кг \cdot м}{с}$; б) $\frac{кг \cdot м^2}{с}$; в) $\frac{кг^2 \cdot м}{с^2}$; г) $\frac{кг \cdot м}{с^2}$; д) $\frac{кг \cdot м^2}{с^2}$

Завдання 4

Встановити відповідність між пропущеними місцями та словами, які потрібно на них вставити, щоб утворився вірний вислів:

Сили, з якими ...(1)... два ...(2)..., рівні за ...(3)..., ...(4)... за ...(5)... та діють по одній ...(6)...

- а) напрямком; б) сила; в) взаємодіють; г) модулем; д) тіла; е) кривій; є) прямій;
ж) протилежні.

Завдання 5

Встановити відповідність між формулою її назвою:

- | | |
|---|----------------------|
| 1) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ | а) III закон Ньютона |
| 2) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ | б) I закон Ньютона |
| 3) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$ | в) рівнодіюча сил |
| | г) II закон Ньютона |

Завдання 6

Встановити відповідність між значеннями F ; m ; a у II законі Ньютона:

- | | |
|--|-------|
| 1) $m = 8 кг$; $a = 4 \frac{м}{с^2}$; $F = \dots H$ | а) 4 |
| 2) $F = 30 H$; $a = 0,6 \frac{м}{с^2}$; $m = \dots кг$ | б) 15 |
| 3) $F = 18 H$; $m = 4,5 кг$; $a = \dots \frac{м}{с^2}$ | в) 20 |
| 4) $m = 4 кг$; $a = 2,5 \frac{м}{с^2}$; $F = \dots H$ | г) 32 |
| 5) $F = 32 H$; $m = 1,6 кг$; $a = \dots \frac{м}{с^2}$ | д) 8 |
| 6) $F = 40 H$; $a = 2,5 \frac{м}{с^2}$; $m = \dots кг$ | е) 50 |
| | є) 5 |
| | ж) 10 |
| | з) 16 |

Вправа 8

Приклад:

Сила 12 Н надає тілу прискорення $0,5 \text{ м/с}^2$. Яка сила надасть цьому тілу прискорення $1,2 \text{ м/с}^2$?

Дано:

$$F_1 = 12 \text{ Н}$$

$$a_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 1,2 \text{ м/с}^2$$

$$F_2 = ?$$

Розв'язання

Запишемо II закон Ньютона для обох цих випадків:

$$F_1 = ma_1; F_2 = ma_2$$

Поділимо першу рівність на другу, отримаємо:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 a_2}{a_1}$$

$$\text{Підставимо числові значення, отримаємо: } F_2 = \frac{12 \cdot 1,2}{0,5} = 28,8 (\text{Н})$$

Самостійно розв'яжіть наступні задачі:

1. Сила F надає тілу масой 8 кг прискорення 4 м/с^2 . Яке прискорення надасть ця сила тілу масой 20 кг?
2. Сила 30 Н надає тілу прискорення $0,6 \text{ м/с}^2$. Яке прискорення надасть цьому тілу сила 75 Н?
3. Сила 4 Н надає тілу прискорення $0,5 \text{ м/с}^2$. Яка сила надасть цьому тілу прискорення $2,5 \text{ м/с}^2$?
4. Сила F надає тілу масой 5 кг прискорення 2 м/с^2 . Тілу якої маси ця сила надасть прискорення $2,5 \text{ м/с}^2$?
5. Сила 45 Н надає тілу прискорення $2,4 \text{ м/с}^2$. Яке прискорення надасть цьому тілу сила 30 Н?
6. Сила 8 Н надає тілу прискорення $0,6 \text{ м/с}^2$. Яка сила надасть цьому тілу прискорення $2,1 \text{ м/с}^2$?
7. Сила F надає тілу масой 15 кг прискорення 3 м/с^2 . Яке прискорення надасть ця сила тілу масой 9 кг?
8. Сила 18 Н надає тілу масой 4,5 кг прискорення a . Тілу якої маси сила 24 Н надасть таке ж саме прискорення a ?
9. Сила 32 Н надає тілу масой 1,6 кг прискорення a . Яка сила надасть тілу масой 2,4 кг таке ж саме прискорення a ?
10. Сила F надає тілу масой 2,4 кг прискорення $0,3 \text{ м/с}^2$. Тілу якої маси ця сила надасть прискорення $1,2 \text{ м/с}^2$?
11. Сила 3,6 Н надає тілу масой 0,8 кг прискорення a . Тілу якої маси сила 2,7 Н надасть таке ж саме прискорення a ?
12. Сила 48 Н надає тілу масой 32 кг прискорення a . Яка сила надасть тілу масой 12 кг таке ж саме прискорення a ?

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у тексті «Основні поняття динаміки», «Закони Ньютона», «Вправа 8»

Конструкції	Моделі
Що компенсується <i>Н.в.</i> + компенсується	Сили компенсуються.
Що урівноважується <i>Н.в.</i> + урівноважується	Сили урівноважуються.

Що зберігає що <i>Н.в. + зберігає + 3.в.(O⁴)</i>	Тіло зберігає свою швидкість.
На що діє що <i>3.в.(O⁴) + діє + Н.в.</i>	На тіло діють інші тіла. На тіло діє сила.
Що взаємодіє як (що з чим) <i>Н.в. + взаємодіють Н.в. + з О.в.(O⁵)</i>	Тіла взаємодіють одне з одним.
Що намагається зберегти що <i>Н.в. + намагається зберегти + 3.в.(O⁴)</i>	Тіло намагається зберегти швидкість.
Здатність зберігати що <i>зберігати + 3.в.(O⁴)</i>	Здатність зберігати швидкість.
Сформулювати що Сформулюйте + <i>3.в.(O⁴)</i>	Сформулювати I закон Ньютона. Сформулюйте II закон Ньютона.
Для чого виконується що <i>Для Р.в.(O²) + виконується + Н.в.</i>	Для сил дії та протидії виконується наступне...
Що з'являється як <i>Н.в. + з'являються + <i>adverb</i></i>	Сили дії та протидії з'являються одночасно.
Що зникає як <i>Н.в. + зникає + <i>adverb</i></i>	Сили дії та протидії зникають одночасно.
Що надає що чому <i>Н.в. + надає + 3.в.(O⁴) + Д.в. (O³)</i>	Сила надає прискорення тілу. Сила надасть прискорення тілу.(майб. час).
Поділити що на що Поділіть + <i>3.в.(O⁴) + на 3.в.(O⁴)</i>	Поділимо першу рівність на другу.(майб. час). Поділіть першу рівність на другу.
Підставити що куди Підставте + <i>3.в.(O⁴) + у 3.в.(O⁴)</i>	Підставимо числові значення у формулу. (майб. час). Підставте числові значення у формулу.

Список основних дієслів уроку:

компенсуватися I (НДВ)
урівноважуватися I – урівноважитися II
зберігати I – зберегти (що?) I
діяти I – подіяти (на що?) I
взаємодіяти (з чим?) I (НДВ)
намагатися I зберігати I – зберегти (що?) I
здатність зберігати I – зберегти (що?) I
формулювати I – сформулювати (що?) I
виконуватися I – виконатися (для чого?) I
з'являтися I – з'явитися II
зникати I – зникнути I
надавати I – надати (що? чому?) I
ділити II – поділити (що? на що?) II
підставляти I – підставити (що? куди?) II