

# ЛЕКЦІЯ 1

Предмет фізики

Структура вивчення фізики

Міжнародна система одиниць СІ

Механіка. Фізичні моделі механіки

Степені свободи руху

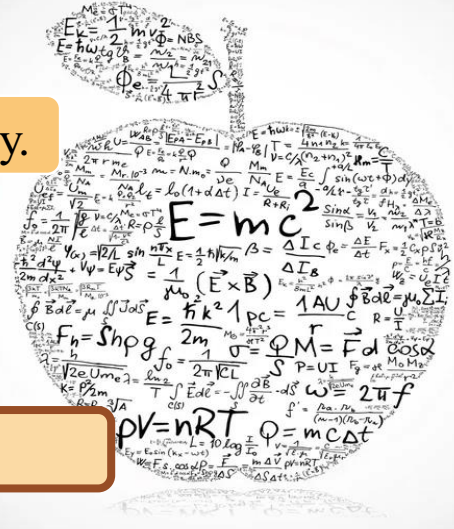
Системи відліку



# Предмет фізики

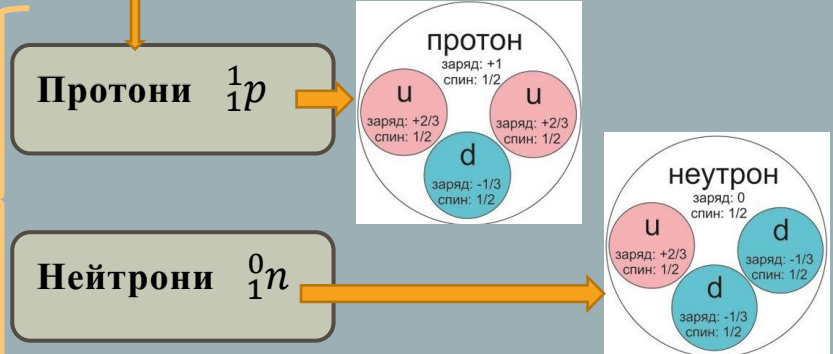
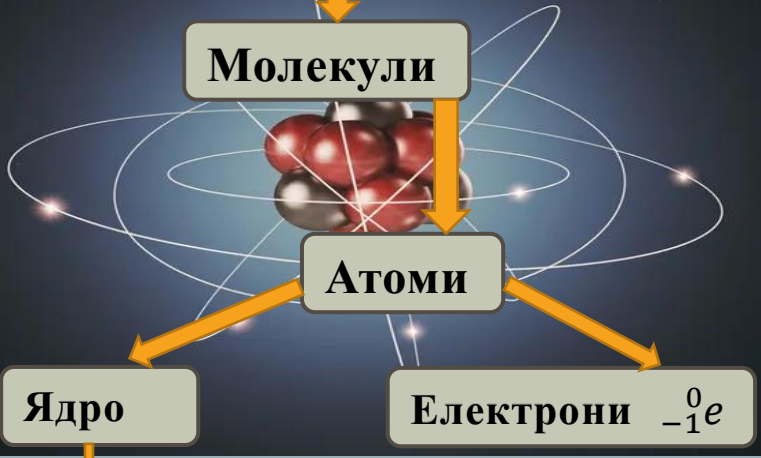
**Фізика** – це наука про найбільш загальні *форми руху матерії*, її перетворення, властивості та будову.

**Матерія** – це все, що нас оточує, відчувається нами та існує незалежно від нас.



## МАТЕРІЯ

### РЕЧОВИНА



## Взаємодія

### СИЛА

### ПОЛЕ

1. Гравітаційне поле  $\longrightarrow$   $m$  (маса),  $r \rightarrow \infty$

$$F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

2. Електромагнітне поле  $\longrightarrow$   $q$  (заряд),  $r \rightarrow \infty$

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

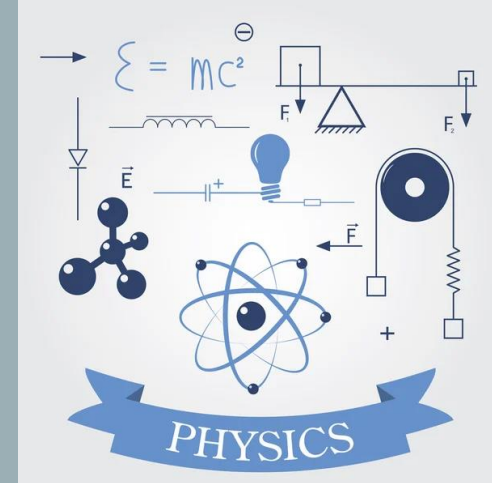
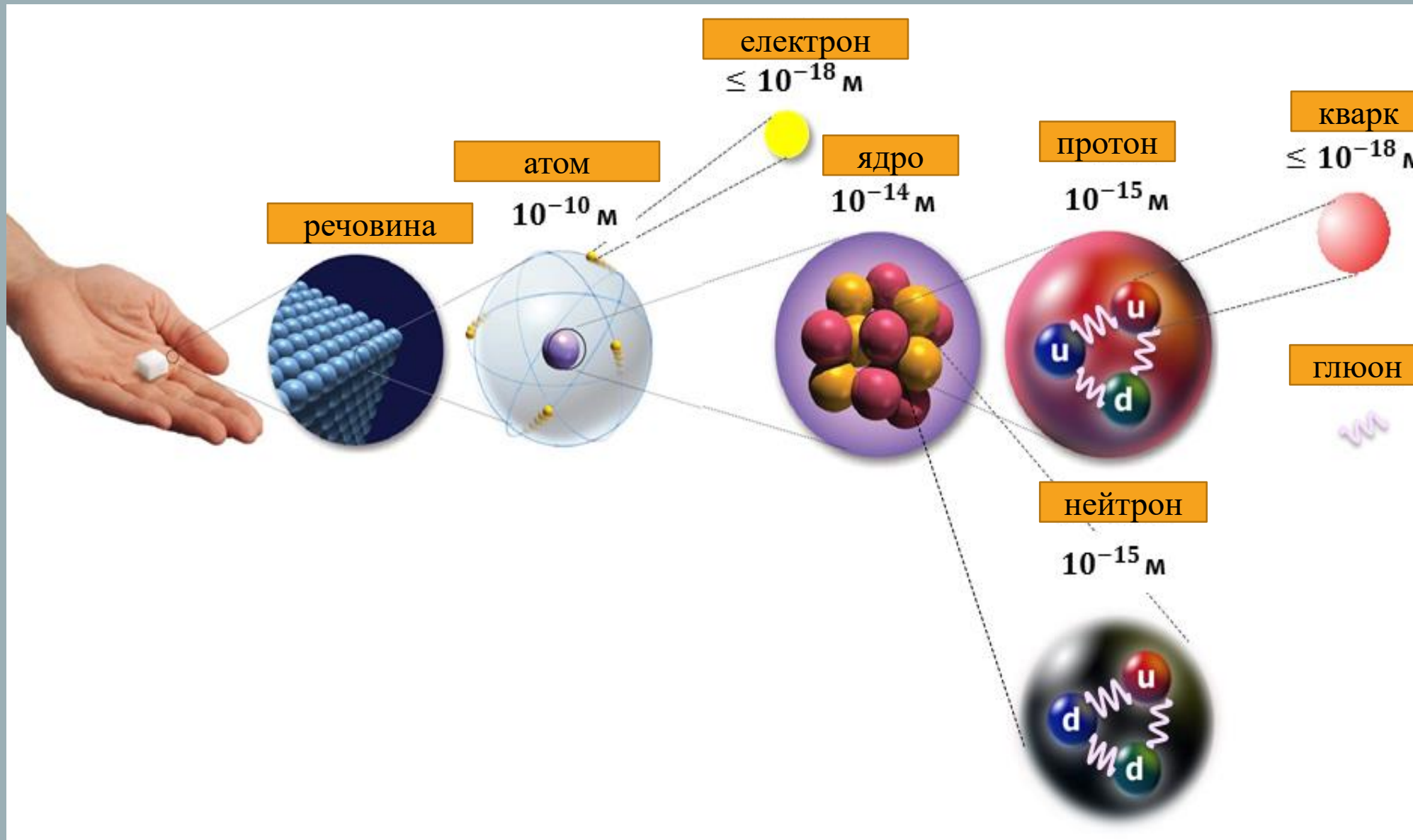
3. Ядерне поле  $\longrightarrow$   $r \rightarrow 10^{-15} \text{ м}$

• Сильна взаємодія:  $\frac{1}{1}p - \frac{1}{1}p$ ;  $\frac{1}{1}p - \frac{0}{1}n$ ;  $\frac{0}{1}n - \frac{0}{1}n$

4. Слабке поле  $\longrightarrow$   $r \rightarrow 10^{-18} \text{ м}$

• Слабка взаємодія: між кварками

# Просторовий розподіл речовини



# Standard Model of Elementary Particles

		Fermions			Bosons
mass →		2.4 MeV/c <sup>2</sup>	1.27 GeV/c <sup>2</sup>	171.2 GeV/c <sup>2</sup>	0
charge →		$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name →		<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>γ</b> photon
	Quarks	4.8 MeV/c <sup>2</sup> $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>d</b> down	104 MeV/c <sup>2</sup> $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>s</b> strange	4.2 GeV/c <sup>2</sup> $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>b</b> bottom	0 0 1 <b>g</b> gluon
		<2.2 eV/c <sup>2</sup> 0 $\frac{1}{2}$ <b>ν<sub>e</sub></b> muon neutrino	<0.17 MeV/c <sup>2</sup> 0 $\frac{1}{2}$ <b>ν<sub>μ</sub></b> muon neutrino	<15.5 MeV/c <sup>2</sup> 0 $\frac{1}{2}$ <b>ν<sub>τ</sub></b> muon neutrino	91.2 GeV/c <sup>2</sup> 0 1 <b>Z</b> Z boson
	Leptons	0.511 MeV/c <sup>2</sup> -1 $\frac{1}{2}$ <b>e</b> electron	105.7 MeV/c <sup>2</sup> -1 $\frac{1}{2}$ <b>μ</b> muon	1.777 GeV/c <sup>2</sup> -1 $\frac{1}{2}$ <b>τ</b> tau	80.4 GeV/c <sup>2</sup> ±1 1 <b>W<sup>±</sup></b> W boson
Three Generations of Matter (Fermions) →		I	II	III	

25781154  
Conceptw | Dreamstime.com

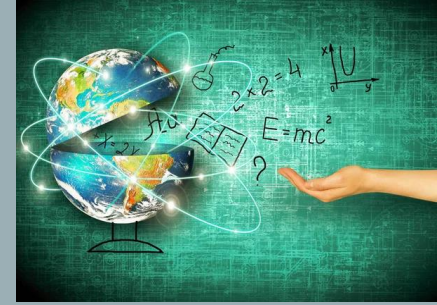


Download from  
**Dreamstime.com**  
This watermarked comp image is for previewing purposes only.



# Основна властивість матерії

*Рух* – це будь яка *зміна* матерії.



## Форми руху матерії

### Фізичні форми руху

- Механічні
- Електромагнітні
- Оптичні
- Теплові
- Ядерні
- Квантові

### Хімічні форми руху

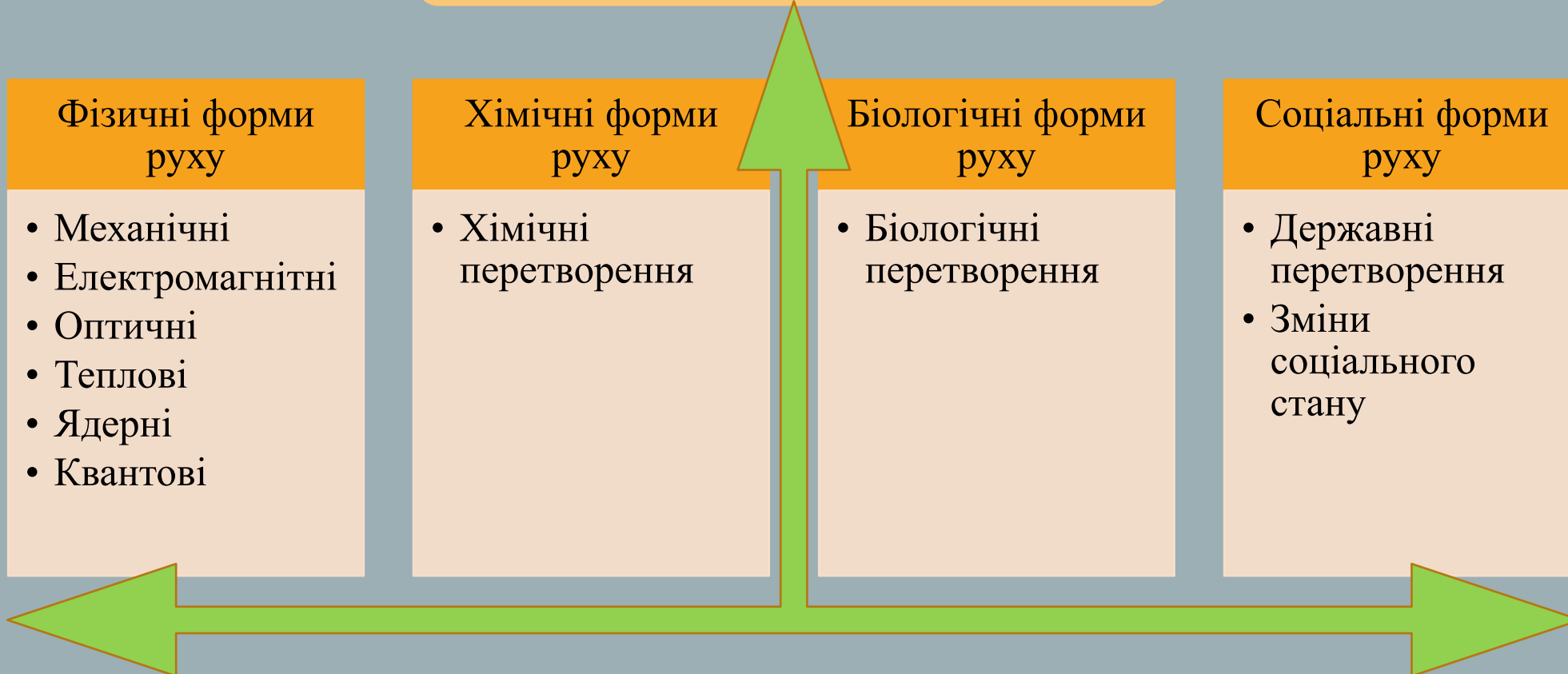
- Хімічні перетворення

### Біологічні форми руху

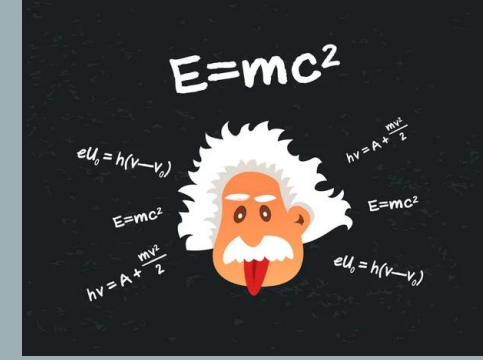
- Біологічні перетворення

### Соціальні форми руху

- Державні перетворення
- Зміни соціального стану



# Структура вивчення фізики



## Осінній семестр

### Модуль 1

#### Механіка

- Кінематика
- Динаміка
- Статика
- Енергія та робота
- Всесвітнє тяжіння
- Елементи механіки суцільних середовищ

### Модуль 2

#### Електрика та магнетизм

- Електростатика
- Електродинаміка
- Магнітостатика
- Електромагнітні явища

#### Молекулярна фізика та термодинаміка

- Молекулярна фізика
- Термодинаміка

## Весняний семестр

### Модуль 3

#### Коливальні та хвильові процеси

- Механічні та електромагнітні колювання
- Механічні та електромагнітні хвилі

#### Оптика

- Геометрична оптика
- Хвильова оптика

### Модуль 4

#### Квантова фізика

- Квантова оптика

#### Атомна та ядерна фізика

- Теорія атома
- Основи електроніки
- Ядро та ядерні процеси

# Міжнародна система одиниць СІ

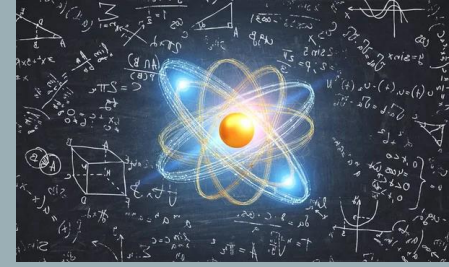
## ОСНОВНІ ОДИНИЦІ ВИМІРУ

Фізична величина	Одиниця вимірювання	Позначення	
		українське	міжнародне
Довжина	метр	м	m
Маса	кілограм	кг	kg
Час	секунда	с	s
Сила електричного струму	ампер	А	A
Термодинамічна температура	кельвін	К	K
Кількість речовини	моль	моль	mol
Сила світла	кандела	кд	cd

## ПОХІДНІ ОДИНИЦІ, ЩО МАЮТЬ ВЛАСНІ НАЗВИ

Фізична величина	Одиниця вимірювання	Позначення		Вираження
		українське	міжнародне	
Плоский кут	радіан	рад	rad	$1 = \text{м/м}$
Просторовий кут	стерадіан	ср	sr	$1 = \text{м}^2/\text{м}^2$
Частота	герц	Гц	Hz	$\text{с}^{-1}$
Сила	ньютон	Н	N	$\text{м}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Тиск	паскаль	Па	Pa	$\text{Н}/\text{м}^2 = \text{м}^{-1}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Енергія, робота	джоуль	Дж	J	$\text{Н}\cdot\text{м} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Потужність, потік енергії	ват	Вт	W	$\text{Дж}/\text{с} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}$
Електричний заряд	кулон	Кл	C	$\text{А}\cdot\text{с} = \text{с}\cdot\text{А}$
Напруга, електричний потенціал	вольт	В	V	$\text{Вт}/\text{А} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-1}$
Електрична ємність	фарад	Ф	F	$\text{Кл}/\text{В} = \text{м}^{-2}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^4\cdot\text{А}^2$
Електричний опір	ом	Ом	$\Omega$	$\text{В}/\text{А} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-2}$
Електрична провідність	сіменс	См	S	$\text{А}/\text{В} = \text{м}^{-2}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^3\cdot\text{А}^2$
Потік магнітної індукції	вебер	Вб	Wb	$\text{В}\cdot\text{с} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$
Магнітна індукція	тесла	Тл	T	$\text{Вб}/\text{м}^2 = \text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$
Індуктивність	генрі	Гн	H	$\text{Вб}/\text{А} = \text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-2}$
Термодинамічна температура	градус Цельсія	°С	°C	К
Світловий потік	люмен	лм	lm	$\text{кд}\cdot\text{ср} = \text{кд}$
Освітленість	люкс	лк	lx	$\text{лм}/\text{м}^2 = \text{кд}\cdot\text{м}^{-2}$
Радіоактивність	бекерель	Бк	Bq	$\text{с}^{-1}$
Поглинута доза іонізуючого випромінювання	грей	Гр	Gy	$\text{Дж}/\text{кг} = \text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$
Ефективна доза іонізуючого випромінювання	зіверт	Зв	Sv	$\text{Дж}/\text{кг} = \text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$
Активність каталізатора	катал	кат	kat	$\text{с}^{-1}\cdot\text{моль}$

# Модуль 1. Механіка



**Механіка** – це розділ фізики, що вивчає закономірності механічного руху і взаємодії тіл.

Під механічною дією розуміють таку взаємодію з боку інших тіл, яка призводить до *зміни стану механічного руху* тіла або до його *деформації*.

## Класична механіка Галілея-Ньютона

- Механіка макроскопічних тіл, що рухаються з малими швидкостями (порівняно зі швидкістю світла у вакуумі  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).

$$\bullet v \ll c$$

## Релятивістська механіка Ейнштейна

- Досліджується рух тіл із швидкістю, що наближається до швидкості світла.
- Ґрунтується на спеціальній теорії відносності

$$\bullet v \approx c$$

## Квантова механіка

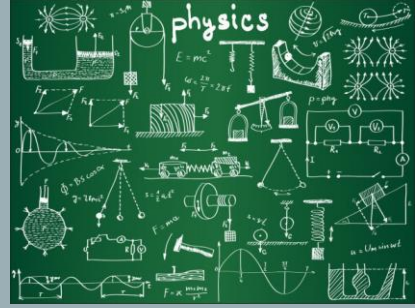
- Механіка мікросвіту – атомів, молекул, електронів тощо

Механіка складає з таких розділів:

- **Кінематика** - вивчає рух тіл поза причинами, що цей рух зумовлюють.
- **Динаміка** - досліджує закони руху тіл і причини, які спричиняють чи змінюють цей рух.
- **Статика** - вивчає закони рівноваги системи тіл. (Якщо відомі закони руху тіл, то з них можна вивести і закони рівноваги, тому закони статички окремо від законів динаміки у фізиці не розглядаються).
- **Енергія та робота** - досліджує перетворення в механічних системах.
- **Гравітаційне поле** - досліджує закони руху та взаємодії тіл у потенціальних полях .
- **Елементи механіки суцільних середовищ** - досліджує закони руху рідин та газів, і закони руху твердих тіл у них.



## Фізичні моделі механіки



Основним принципом сучасної фізики є принцип моделювання.

*Модель* – це абстрактний об'єкт, що має основні властивості реального об'єкту (матеріальна точка, точковий заряд, ідеальна рідина, абсолютно чорне тіло тощо).

*Моделювання* – це процес заміни опису реального об'єкту (як правило надзвичайно складного) набагато простішим описом адекватної моделі, що дає змогу значно спростити процес його фізичного аналізу.

Для описання механічного руху та розв'язання основної задачі кінематики вводять такі основні фізичні моделі та поняття:

- *матеріальна точка (MT)* – це тіло, що має масу, але розмірами якого в умовах даної задачі можна знехтувати;



- *абсолютно тверде тіло (АТТ)* – тіло, деформацією якого за даних умов можна знехтувати;

- *суцільне середовище* – тверді тіла, рідини та газу, молекулярною будовою яких нехтують за даних умов.

## Степені свободи руху

**Кількість ступенів свободи ( $i$ )** - це число незалежних величин, які потрібно задати для того, щоб однозначно визначити положення тіла в просторі.

Якщо диск, не обертаючись, може ковзати уздовж нерухомої (рис. 1.1, *a*), то в даній системі відліку він, очевидно, характеризується лише **одним ступенем свободи** – положення диска однозначно визначається, скажімо, координатою  $x$  його центра, що відраховується уздовж осі.

$$i = 1$$

Якщо диск, окрім того, може й обертатися (рис. 1.1, *б*), він набуває ще одного ступеня свободи – до координати  $x$  додається кут повороту диска навколо осі.

$$i = 2$$

Якщо вісь з диском затиснута в рамці, яка може повертатися навколо вертикальної осі (рис. 1.1, *в*), то число ступенів свободи дорівнює трьом – до координати  $x$  додаються ще два кути повороту рамки

$$i = 3$$

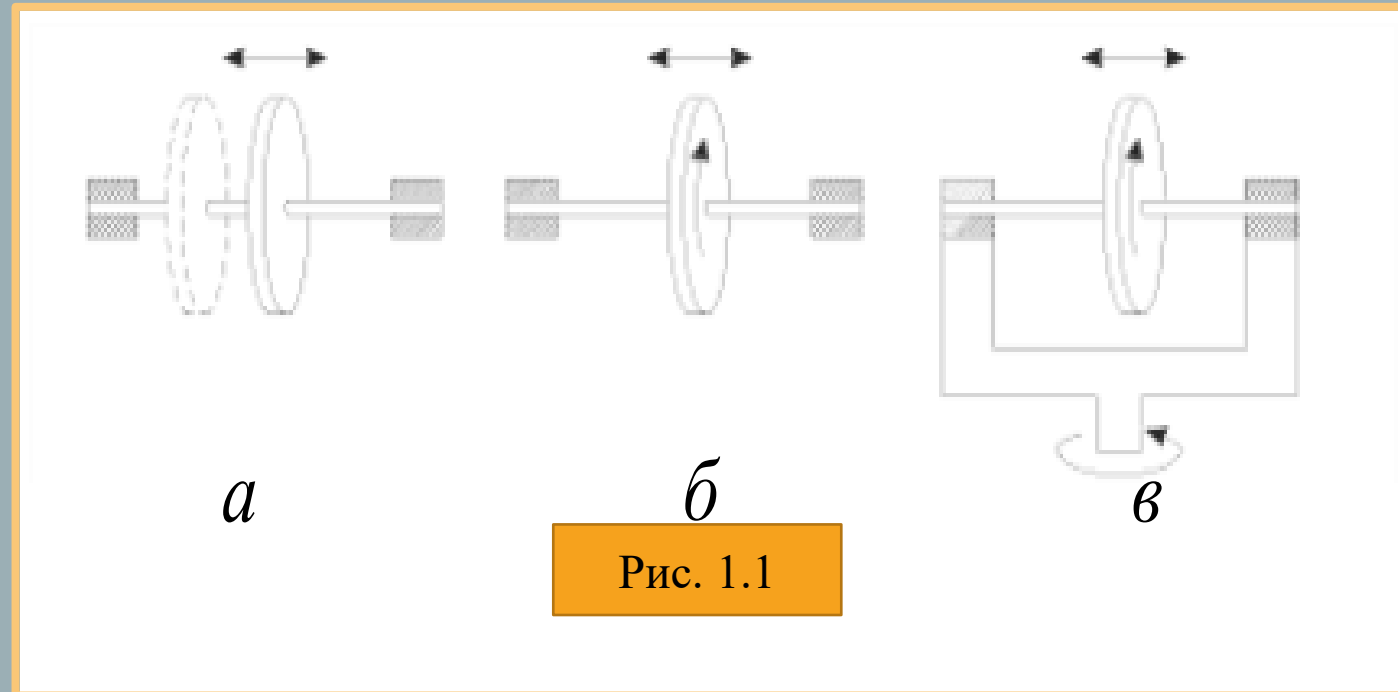


Рис. 1.1

## Ступені свободи руху

Найпростіша механічна система – матеріальна точка – в тривимірному просторі має три ступені свободи, тому що її стан повністю описується трьома просторовими координатами.

Прикладом тіла із трьома ступенями свободи може бути молекула одноатомного газу (рис.1.2, *a*) (He, Ne, Ar).

$$i(\text{пост}) = 3$$

Система з двох матеріальних точок, **жорстко пов'язаних** між собою, може додатково обертатися навколо двох взаємно ортогональних осей.

Отже, до трьох ступенів свободи, що характеризують координати центра мас, потрібно додати ще два ступені свободи, що характеризують **обертання** (рис. 1.2, *б*).

Таким чином, двоатомні молекули газів ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ) мають кількість ступенів свободи  $i(\text{пост}+\text{оберт})= 5$ .

Три- і багатоатомні молекули газів мають кількість ступенів свободи  $i = 6$  (рис.1.2, *в*).

**Абсолютно тверде тіло також** має шість ступенів свободи, тому що для повного опису положення такого тіла досить задати три координати центра мас і три кути, що описують орієнтацію.

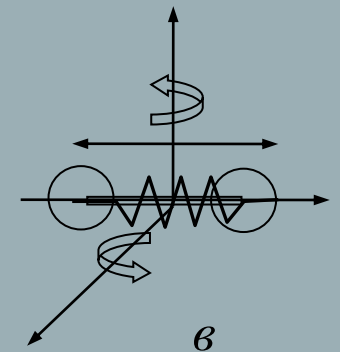
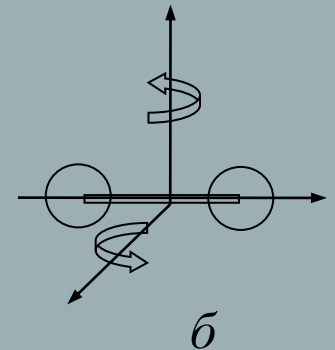
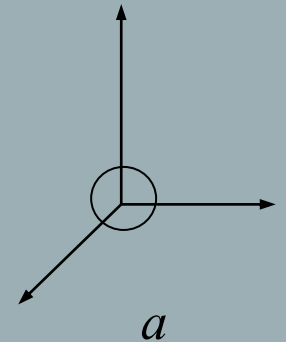


Рис. 1.2.

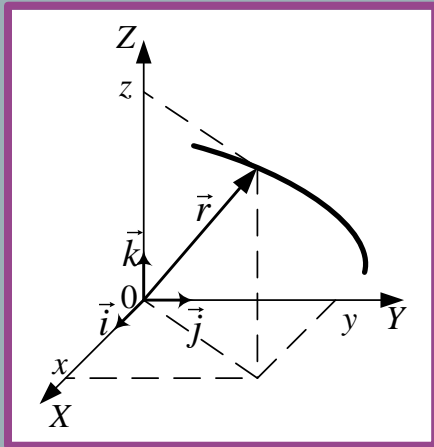
# Системи відліку

**Система відліку** – це тіло відліку, пов'язана з ним система координат та спосіб задання часу (наприклад, годинник).

## Системи координат

**Декартова** прямокутна система координат (тривимірна)

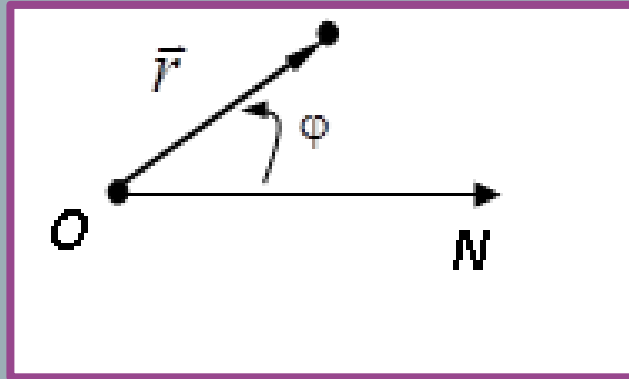
Містить: три взаємно перпендикулярні промені (осі), які виходять із загального центру (точка 0)



Положення точки в просторі визначають *радіус-вектором*  $r$  або трьома координатами  $x, y, z$ .

**Полярна** система координат (на площині)

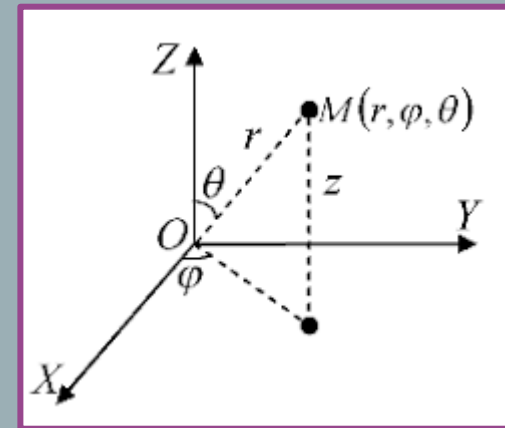
Містить : полюс (точка 0) та полярну вісь (0N), яка виходить з цієї точки



Положення точки в просторі визначають *радіус-вектором* та кутом між полярною віссю та радіус-вектором ( $r; \varphi$ )

**Сферична** система координат (тривимірна)

Містить : три взаємно перпендикулярні промені (осі), які виходять із загального центру (точка 0)



Положення точки в просторі визначають *радіус-вектором* та кутами ( $r; \varphi; \Theta$ ), які називають широта і довгота.



**Декарт Рене** (1596-1650) – французький філософ, фізик, математик та фізіолог.

Лекція закінчена

Дякую за увагу

