

**НАТАЛЯ СОСНИЦЬКА, АЛЬОНА ДЯДЕНЧУК**

# **ФІЗИКА**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*Частина 1*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Сосницька Н. Л., Дяденчук А. Ф.

# ФІЗИКА

## КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*Частина 1*

*Рекомендовано Вченою радою  
факультету енергетики і комп'ютерних технологій  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного  
як навчальне видання для підготовки здобувачів ступеня вищої освіти  
«Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»*

Мелітополь  
2020

УДК 531/534; 536  
С 66

Дозвіл до впровадження та видання надано  
Вченою радою факультету енергетики і комп'ютерних технологій  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного  
(протокол № 3 від «10» листопада 2020 р.)

**Укладачі:**

**Сосницька Н. Л.**, д.п.н., професор, завідувач кафедри «Вища математика і фізика»,  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені  
Дмитра Моторного;  
**Дяденчук А. Ф.**, к.т.н., старший викладач кафедри «Вища математика і фізика»,  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені  
Дмитра Моторного.

**Рецензенти:**

**Шинькін Г. О.**, д.п.н., професор кафедри фізики та методики навчання фізики,  
Бердянський державний педагогічний університет;  
**Вовк О. Ю.**, к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки  
імені професора В. В. Овчарова, Таврійський державний  
агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

**Сосницька Н. Л., Дяденчук А. Ф.**

С 66 Фізика : конспект лекцій. Частина 1 – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – 92 с.

У конспекті лекцій з дисципліни «Фізика» зібрано, систематизовано та  
наочно викладено теоретичний матеріал з розділів «Механіка» і «Молекулярна  
фізика і термодинаміка» курсу загальної фізики, висвітлено основні положення,  
закони і теорії розділів. Розглянуто теоретичні відомості відповідно до вимог  
кредитно-модульної системи.

Конспект лекцій призначено для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

© Сосницька Н. Л., Дяденчук А. Ф.  
© Таврійський державний агротехнологічний  
університет імені Дмитра Моторного, 2020

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>ТЕМА 1. КІНЕМАТИКА ПОСТУПАЛЬНОГО ТА ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ</b> .....	8
1.1. Основні поняття та визначення механіки.....	8
1.2. Швидкість.....	11
1.3. Прискорення.....	12
1.4. Кінематика руху матеріальної точки по колу.....	13
Контрольні запитання при вивченні теми 1.....	14
Список літератури.....	15
<b>ТЕМА 2. ДИНАМІКА МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ТА ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА</b> .....	16
2.1. Закони Ньютона.....	16
2.1.1. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку.....	16
2.1.2. Другий та третій закони Ньютона.....	16
2.1.3. Основне рівняння динаміки.....	18
2.2. Види взаємодій.....	18
Контрольні запитання при вивченні теми 2.....	20
Список літератури.....	20
<b>ТЕМА 3. ЗАКони ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ</b> .....	21
3.1. Імпульс та закон збереження імпульсу.....	21
3.2. Центр мас механічної системи та закон його руху.....	23
3.3. Робота сили. Потужність. Енергія.....	24
3.3.1. Робота й потужність.....	24
3.3.2. Кінетична та потенціальна енергія тіла.....	25
3.3.3. Закон збереження енергії.....	26
3.4. Центральний удар двох куль.....	27
3.4.1. Центральний абсолютно пружний удар двох куль.....	27
3.4.2. Центральний не пружний удар двох куль.....	28
3.4.3. Частково пружний удар, коефіцієнт відновлення.....	28
Контрольні запитання при вивченні теми 3.....	29
Список літератури.....	29
<b>ТЕМА 4. ДИНАМІКА ОБЕРТОВОГО РУХУ</b> .....	30
4.1. Момент сили та момент імпульсу.....	30
4.2. Основний закон динаміки обертального руху. Закон збереження моменту імпульсу.....	31
4.3. Кінетична енергія тіла, що обертається.....	33
Контрольні запитання при вивченні теми 4.....	34
Список літератури.....	34
<b>ТЕМА 5. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ</b> .....	35
5.1. Гармонічні коливання. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Характеристики коливань.....	35
5.2. Приклади систем, що здійснюють гармонічні коливання.....	36

5.3. Енергія гармонічних коливань.....	38
5.4. Додавання однаково направлених гармонічних коливань однакової частоти.....	39
5.5. Додавання взаємно перпендикулярних коливань.....	40
5.6. Згасаючі коливання.....	41
5.7. Вимушені коливання.....	43
Контрольні запитання при вивченні теми 5.....	45
Список літератури.....	45
<b>ТЕМА 6. ХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ.....</b>	<b>46</b>
6.1. Поняття хвилі, рівняння хвилі. Поздовжні і поперечні хвилі. Фронт хвилі і хвильові поверхні. Характеристики хвилі.....	46
6.2. Хвильове рівняння.....	47
6.3. Енергія пружної хвилі.....	49
6.4. Групова швидкість і дисперсія хвилі.....	50
6.5. Стоячі хвилі.....	51
Контрольні запитання при вивченні теми 6.....	52
Список літератури.....	53
<b>ТЕМА 7. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА.....</b>	<b>54</b>
7.1. Статистичний і термодинамічний методи дослідження.....	54
7.2. Ідеальний газ та його характеристики. Параметри стану.....	54
7.3. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів. Закони ідеального газу.....	57
Контрольні запитання при вивченні теми 7.....	59
Список літератури.....	60
<b>ТЕМА 8. СТАТИСТИЧНІ РОЗПОДІЛИ.....</b>	<b>61</b>
8.1. Закон Максвелла для розподілу молекул за швидкостями і енергіями теплового руху.....	61
8.2. Барометрична формула. Розподіл Больцмана.....	62
Контрольні запитання при вивченні теми 8.....	63
Список літератури.....	64
<b>ТЕМА 9. ЯВИЩА ПЕРЕНОСУ.....</b>	<b>65</b>
9.1. Кінематичні характеристики ідеального газу.....	65
9.2. Дифузія. Закон Фіка.....	66
9.3. Теплопровідність. Закон Фур'є.....	68
9.4. Внутрішнє тертя. Закон Ньютона.....	69
Контрольні запитання при вивченні теми 9.....	71
Список літератури.....	71
<b>ТЕМА 10. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ.....</b>	<b>72</b>
10.1. Термодинамічні стани та процеси.....	72
10.2. Основні поняття термодинаміки.....	73
10.3. Перший закон (початок) термодинаміки.....	74
10.4. Термодинамічний опис процесів в ідеальних газах.....	74
10.5. Теплосмість ідеального газу.....	75
10.6. Теплові двигуни та холодильні машини. Цикл Карно.....	76
10.7. Другий закон термодинаміки. Ентропія.....	78

10.8. Третій закон (початок) термодинаміки.....	80
Контрольні запитання при вивченні теми 10.....	80
Список літератури.....	80
<b>ТЕМА 11. РЕАЛЬНІ ГАЗИ. РІДИНИ.....</b>	<b>82</b>
11.1. Реальні гази.....	82
11.2. Рівняння Ван-дер-Ваальса.....	83
11.3. Рідина.....	85
11.3.1. Енергія та сила поверхневого натягу.....	85
11.3.2. Змочування.....	86
11.3.3. Тиск під скривленою поверхнею.....	87
11.4. Капілярні явища.....	87
11.5. Теплові процеси в рідині.....	88
Контрольні запитання при вивченні теми 11.....	89
Список літератури.....	89
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ТА ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>90</b>

## ВСТУП

Оточуючий нас світ, все існуюче біля нас та виявлене нами за допомогою відчуття уявляє собою матерію.

**Матерія** це філософська категорія для позначення об'єктивної реальності, яка ... відображається нашими відчуттями, існуючи незалежно від них.

**Невід'ємною властивістю матерії та способом її існування є рух.**

**Рух у широкому сенсі – це усілякі змінювання матерії – від простого переміщення до складних процесів мислення.**

**Види матерії:**

- **речовина** (атоми, молекули тощо, а також тіла, які складаються з цих частинок);

- **поле** (гравітаційне, електромагнітне, поля ядерних сил).

**Форми буття матерії:**

- **простір** – виражає порядок існування окремих об'єктів;

- **час** – виражає порядок зміни явищ.

Різноманітні форми руху матерії вивчаються різними науками, зокрема фізикою.

**Фізика** – наука про найбільш прості й найбільш загальні форми руху матерії та їх взаємні перетворення.

Форми руху матерії (механічна, тепла та ін.), які вивчаються фізикою, присутні в усіх вищих та більш складних формах руху матерії (хімічних, біологічних та ін.). Тому вони, будучи найбільш простими, є в той же час найбільш загальними формами руху матерії. Вищі та більш складні форми руху матерії – предмет вивчення інших наук (хімії, біології та ін.).

**Фізика тісно зв'язана з природничими науками.** Цей зв'язок фізики з іншими природничими науками, як зазначав академік С. Вавілов, призвів до інтеграції фізики з астрономією, геологією, хімією, біологією та іншими науками. Результатом цієї інтеграції є поява ряду нових суміжних дисциплін, таких, як астрофізика, біофізика та ін.

**Фізика тісно зв'язана з технікою,** причому цей зв'язок має двосторонній характер. Фізика виросла із потреб техніки (розвиток механіки у стародавніх греків, наприклад, був викликаний запитами будівельної та військової техніки того часу), і техніка, в свою чергу, визначає напрямки фізичних досліджень (наприклад, свого часу задача створення найбільш економічних теплових двигунів привела до бурного розвитку термодинаміки). З іншого боку, від розвитку фізики залежить технічний рівень виробництва. Фізика – база для створення нових галузей техніки (електронна техніка, ядерна техніка та ін.).

Бурний темп розвитку фізики та її зв'язок з технікою вказують на вагомий роль курсу фізики у закладах вищої технічної освіти: це фундаментальне підґрунтя для теоретичної підготовки інженера, без якого його успішна професійна діяльність неможлива.

Основним *методом дослідження* у фізиці є *експеримент* (дослід) – спостереження досліджуваного явища в точно контрольованих умовах, що

дозволяють стежити за ходом дослідження і відтворювати його кожного разу при повторенні цих умов.

Для пояснення фізичних явищ використовують *гіпотези* – наукові припущення, що висувуються для пояснення певного факту або явища і вимагають перевірки і доказу. Доведена гіпотеза перетворюється на наукову теорію або закон.

**Фізична теорія** – це система основних ідей, що узагальнюють дослідні дані і відображають об'єктивні закономірності природи.

## ТЕМА 1. КІНЕМАТИКА ПОСТУПАЛЬНОГО ТА ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

### План

- 1.1. Основні поняття та визначення механіки
- 1.2. Швидкість
- 1.3. Прискорення
- 1.4. Кінематика руху матеріальної точки по колу

Розділ фізики, що вивчає механічний рух матеріальних тіл і взаємодію цих тіл називається *механікою*. Розрізняють класичну та релятивістську механіку. *Класична механіка* вивчає найпростіші з фізичних явищ, а саме, механічний рух як зміну місцеположення тіл із часом та взаємодію тіл, що проявляються в макросвіті. У *релятивістській механіці* (механіці теорії відносності Ейнштейна) розглядається рух тіл із швидкостями, близькими за величиною до швидкості світла у вакуумі.

Класична механіка складається з трьох розділів: кінематики, динаміки і статички. *Кінематика* математично описує різні види механічного руху, не з'ясовуючи причин цього руху. *Динаміка* досліджує вплив взаємодії між тілами на їх механічний рух. *Статика* вивчає умови рівноваги тіл. Закони статички є окремим випадком законів динаміки.

**Пряма задача механіки:** знайти положення рухомого тіла у довільний момент часу за початковим положенням і силами, що діють на тіло в кожний момент часу.

**Обернена задача механіки:** знайти сили, що діють на тіло у довільний момент часу за початковим та кінцевим положенням тіла.

### 1.1. Основні поняття та визначення механіки

**Механічний рух** – процес переміщення одних тіл відносно інших в умовах дії на них нерівноважених сил.

Для опису реальних тіл, що рухаються, в механіці залежно від умов конкретної задачі користуються різними фізичними моделями, а саме: *матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, абсолютно пружне тіло, абсолютно непружне тіло.*

**Матеріальна точка (МТ)** – тіло, розмірами якого по відношенню до характерних відстаней у задачі можна знехтувати.

**Абсолютно тверде тіло (АТТ)** – тіло, зміною розмірів та форми (деформаціями) якого при умовах даної задачі можна знехтувати.

**Абсолютно пружне тіло** – тіло, деформації якого пропорційні діючим на нього зовнішнім силам і зникають, після припинення дії сил.

**Абсолютно непружне тіло** – тіло, деформації якого повністю зберігаються, після припинення дії на нього зовнішніх сил.

Положення тіла в просторі завжди вказується відносно інших тіл. Тіло, відносно якого розглядається рух, називається *тілом відліку*. Щоб визначити положення досліджуваного тіла, з тілом відліку жорстко пов'язують систему

координат, забезпечену годинником. Сукупність тіла відліку, пов'язаної з ним системи координат і годинника, що відлічує час, називається *системою відліку*.

Геометричне місце точок простору, через які послідовно проходить матеріальна точка під час руху, або уявна крива  $S(t)$ , яку описує точкове тіло під час руху (рис. 1.1) називається *траєкторією*.

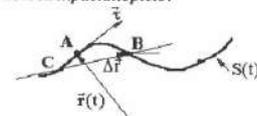


Рис. 1.1

**Початком відліку** називається тіло або сукупність взаємно нерухомих тіл відносно яких розглядається переміщення інших тіл. З початком відліку, як правило, зв'язується початок системи координат.

Вектор, що сполучає початкове і кінцеве положення точки, називається *переміщенням*. Вектор переміщення  $\Delta \vec{r}$  лежить на січній СВ (рис. 1.1).

**Шлях**, пройдений тілом  $dS(t)$ , при переміщенні з точки А у точку В – довжина ділянки траєкторії  $U AB$ , або відстань від точки А до точки В, виміряна вздовж траєкторії.

$$[S]=1 \text{ м.}$$

В залежності від виду траєкторії розрізняють **прямолінійний** (траєкторія є **прямою**) та **криволінійний** рух (траєкторія є **деякою, у загальному випадку, просторовою кривою**).

Криволінійний рух завжди можна розкласти на прості рухи: **поступальний** та **обертовий**.

**Поступальний рух** – це рух, під час якого пряма АВ, проведена через дві точки тіла (рис. 1.2), залишається паралельною самій собі. При цьому всі точки тіла описують однакові траєкторії, вони мають однакові переміщення, шляхи, швидкості та прискорення.

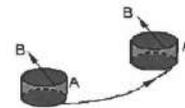


Рис. 1.2

**Обертовий рух** – це рух, під час якого кожна точка тіла рухається по колу, центри яких лежать на одній прямій. Вона називається *віссю обертання*. Вісь обертання перпендикулярна площині обертання точок і може проходити через тіло або знаходитися поза ним. При обертовому русі всі точки мають однакові кутові швидкості та кутові прискорення.

Звичайно положення тіла визначають за допомогою координат. Рух точки вважається повністю визначеним, якщо задані рівняння, що описують зміну координат точки з часом:

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad z = z(t).$$

Ці рівняння називаються **кінематичними рівняннями руху точки**.

Координати тіла можна задавати декількома способами.

1. Табличний спосіб.

При цьому способі для кожного моменту часу вказують значення координати тіла і представляють цю залежність у вигляді таблиці. Наприклад:

$t, c$	0	2	4	6	8	10	12	14
$x, m$	2	6	18	38	66	102	146	198

2. Графічний спосіб.

Залежність координат від часу дається у вигляді графіка. Наприклад, для рівномірного прямолінійного руху ця залежність має вигляд, представлений на рис. 1.3.

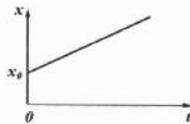


Рис. 1.3

3. Аналітичний спосіб.

Залежність координати від часу задається у вигляді формули.

*Приклад:* для рівномірного прямолінійного руху координата залежить від часу:

$$x = x_0 \pm vt.$$

Якщо тіло рухається по площині, то можна описувати залежність координати у від координати x, тобто  $y = f(x)$ . При цьому координати у і x залежать від часу, тобто  $y = f(t)$ ,  $x = f(t)$ . Залежність  $y = f(x)$  називається рівнянням траєкторії.

4. Положення тіла в просторі можна задавати радіус-вектором  $\vec{r}$ .

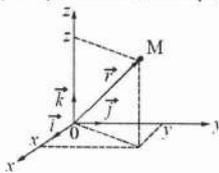


Рис. 1.4

**Радіус-вектор**  $\vec{r}$  – це вектор, проведений з початку координат в точку, де знаходиться тіло (рис. 1.4). Радіус-вектор можна розкласти на складові:

$$\vec{r} = ix + jy + kz,$$

де  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – одиничні вектори (орти).

## 1.2. Швидкість

Рух тіла в різні моменти часу може відрізнятися величиною та напрямом **переміщення**. Для визначення цих змін, вводиться поняття швидкості тіла.

Нехай у момент часу  $t$  тіло знаходилося в точці 1, положення якої задається радіус-вектором  $\vec{r}$ . За час  $\Delta t$  воно здійснило переміщення  $\Delta r$  і опинилося в точці 2 (рис. 1.5).

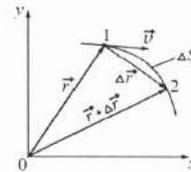


Рис. 1.5

Швидкість тіла визначається як границя відношення переміщення  $\Delta r$  до проміжку часу  $\Delta t$ , за який воно відбулося, за умови, що  $\Delta t$  прямує до нуля:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}.$$

**Швидкість** ( $V$ ) – векторна фізична величина, яка характеризує швидкість зміни положення тіла в просторі і дорівнює першій похідній радіус-вектора за часом.

$$[V] = 1 \text{ м/с.}$$

Вектор швидкості завжди спрямований за дотичною до траєкторії у напрямі руху. Модуль швидкості  $v$  визначається як похідна шляху за часом:

$$v = \frac{dS}{dt}.$$

Звідси випливає, що шлях  $dS$ , який пройдений за елементарно малий час  $dt$  визначатиметься таким чином:

$$dS = v(t)dt.$$

Шлях, який пройдений тілом за кінцевий проміжок часу від  $t_1$  до  $t_2$ , знаходиться інтегруванням:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t)dt.$$

Пройдений шлях чисельно дорівнює площі заштрихованої криволінійної трапеції (рис. 1.6).

*Якщо напрям вектора швидкості не змінюється, то рух називається прямолінійним.*

Якщо модуль швидкості не змінюється з часом, то рух називається рівномірним.

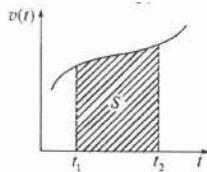


Рис. 1.6

При рівномірному русі швидкість тіла залишається сталою:

$$V = \frac{S}{t}.$$

Шлях, що пройдений тілом під час рівномірного руху, залежить від часу лінійно:

$$S = Vt.$$

Якщо тіло рухається нерівномірно, то величина, яка дорівнює відношенню пройденого шляху  $\Delta S$  до проміжку часу  $\Delta t$ , протягом якого шлях був пройдений, називається *середньою швидкістю* за цей проміжок часу:

$$\langle V \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

(Середні значення величин позначатимемо включенням цих величин в кутові дужки).

### 1.3. Прискорення

Для характеристики зміни швидкості за одиницю часу вводять поняття **прискорення**.

**Прискорення** (миттєве прискорення) – вектор, який є похідною від швидкості тіла по часу

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt},$$

$$[a] = 1 \text{ м/с}^2.$$

**Середнє прискорення** – вектор, який дорівнює відношенню приросту швидкості  $\Delta \vec{V}$  до часу  $\Delta t$ , за який цей приріст стався

$$\vec{a}_c = \frac{\Delta \vec{V}}{t}.$$

Важливим є необхідність *представити миттєве прискорення як суму двох складових*, одна з яких визначає зміну швидкості за величиною, а друга визначає поворот вектора швидкості.

Складава вектора прискорення, що обумовлена зміною вектора лінійної швидкості тільки за величиною, називається **тангенціальним (дотичним)**. Тангенціальне прискорення направлено по дотичній до траєкторії руху і при довільному криволінійному русі вираховується за формулою

$$a_t = \frac{dV}{dt}.$$

При рівнозмінному русі величина його визначається за формулою

$$a_t = \frac{V - V_0}{t},$$

де  $a_t$  – тангенціальне прискорення;  $V_0$  – швидкість у момент часу  $t = 0$ ;  $V$  – швидкість в момент часу  $t$ .

Складава вектора прискорення, що обумовлена зміною вектора лінійної швидкості за напрямком, називається **нормальним** прискоренням. Пряма, що називається нормаллю, в кожній точці траєкторії перпендикулярна до дотичної. Нормальне прискорення завжди направлено до центра кола, що вписане в даній точці траєкторії. Тому таке прискорення називають ще **доцентровим**. Величина нормального прискорення визначається за формулою

$$a_n = \frac{V^2}{r} = \omega^2 r.$$

Разом тангенціальне і нормальне прискорення складають повне прискорення при криволінійному русі

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n.$$

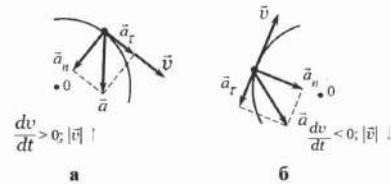


Рис. 1.7

Оскільки  $\vec{a}_t$  і  $\vec{a}_n$  направлені під прямим кутом одне до одного (рис. 1.7), то величина повного прискорення дорівнюватиме

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}.$$

### 1.4. Кінематика руху матеріальної точки по колу

**Обертливим** називається рух, при якому всі точки тіла рухаються по колах, центри яких містяться на одній прямій, яка називається віссю обертання, а площини кіл перпендикулярні до осі обертання. Однаковою характеристикою для всіх точок тіла, що обертається є **кут повороту**  $\varphi$ .

Розглянемо рух точки, що обертається навколо осі (рис. 1.8). Рухаючись по траєкторії, точка пройде шлях  $\Delta S$ , а також повернеться на деякий кут. За аналогією зі шляхом  $\Delta S$  вводять кутовий шлях (кут повороту)  $\Delta \varphi$ . Він дорівнює куту, на який повертається тіло за час  $\Delta t$ .

Кутовий шлях  $\Delta \varphi$ , як і лінійний шлях  $\Delta S$ , – скалярна величина. Вектор переміщення визначається як  $\Delta \vec{r}$ .

**Кутова швидкість** характеризує стрімкість зміни вектора кутового переміщення. Існує середня кутова та істинна кутова швидкості.

*Середня кутова швидкість* визначається як

$$\bar{\omega}_{\text{сєр}} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t},$$

$$[\bar{\omega}_{\text{сєр}}] = 1 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}.$$

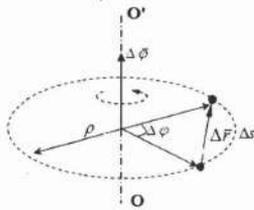


Рис. 1.8

Вектор кутової швидкості спрямований так само, як і вектор кутового переміщення, тобто вздовж осі обертання за правилом правого гвинта.

*Істинна кутова швидкість* дорівнює першій похідній від кута повороту за часом

$$\bar{\omega} = \frac{d\varphi}{dt}.$$

При рівномірному русі кутова швидкість стала. У цьому разі обертальний рух можна характеризувати також періодом обертання та частотою обертання.

**Період обертання**  $T$  – час, за який тіло здійснює повний оберт навколо осі обертання. За час, що дорівнює періоду, тіло здійснить один повний оберт, тобто повернеться на кут  $\varphi = 2\pi$ . Тоді  $2\pi = \omega T$ , або  $\omega = 2\pi/T$ .

**Частота обертання**  $n$  – кількість обертів тіла навколо осі обертання за одиницю часу:  $n = 1/T = \omega/2\pi$ , або  $\omega = 2\pi n$ .

Кутове прискорення характеризує стрімкість зміни кутової швидкості.

*Середнє кутове прискорення*  $\bar{\varepsilon}_{\text{сєр}} = \Delta\bar{\omega}/\Delta t$ . *Істинне кутове прискорення*

$$\bar{\varepsilon} = \frac{d\bar{\omega}}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

Кінематика обертального руху твердого тіла зводиться до кінематики матеріальної точки, яка обертається.

#### Контрольні запитання при вивченні теми 1

1. Дайте визначення кінематичного рівняння руху матеріальної точки та вкажіть способи його задання.
2. Дайте визначення траєкторії, шляху, переміщення.

3. Дайте визначення швидкості точки (середньої і миттєвої). Як визначити величину та напрямок швидкості?

4. Дайте визначення прискорення точки (дотичного, нормального і повного). Як визначити їх величину та напрямок?

5. Дайте визначення числа ступенів вільності. Яке число ступенів вільності має абсолютно тверде тіло?

6. Дайте визначення поступального та обертального руху.

7. Дайте визначення кінематичних характеристик обертального руху: елементарного кута повороту, кутової швидкості та кутового прискорення.

8. Укажіть зв'язок між лінійними та кутовими характеристиками руху.

#### Список літератури

1. Волков О. Ф., Лумпієва Т. П. Курс фізики: У 2-х т. Т. 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Донецьк: ДонНТУ, 2009. 224 с.
2. Лопатинський І. С., Зачек І. Р., Романишин Б. М. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.
3. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / за ред. Кучерука І. М. К.: Техніка, 1999. Том 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. 536 с.
4. Чолпан П. П. Фізика: Підручник. К.: Вища школа, 2003. 567 с.

## РЕКОМЕНДОВАНА ТА ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В. В., Сукач Г. О., Кідалов В. В. Фізика : підручник для вищих навчальних закладів. Донецьк : Юго-Восток, 2012. 487 с.
2. Волков О. Ф., Лумпієва Т. П. Курс фізики: У 2-х т. Т. 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Донецьк : ДонНТУ, 2009. 224 с.
3. Воробьев А. А., Иванов В. П., Кондратьев В. Г., Чертов А. Г. Физика : Методические указания и контрольные задачи для студентов-заочников инженерно-технических специальностей вузов (включая сельскохозяйственные вузы). М. : Высшая школа, 1987. 208 с.
4. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. В 3-х т. Т. 1. Механика. Основы термодинамики, физики реальных газов, жидкостей и твердых тел. К. : Днепро, 1994. 344 с.
5. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / за ред. Кучерука І. М. К. : Техніка, 1999. Том 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. 536 с.
6. Лопатинський І. Є., Зачек І. Р., Романишин Б. М. Фізика. Підручник. Львів : Афіша, 2005. 394 с.
7. Лумпієва Т. П., Русакова Н. М., Волков О. Ф. Практикум з фізики. Розв'язання задач. Частина 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2014. 248 с.
8. Новоселецький М. Ю., Нечипорук Б. Д., Лико Д. В., Лико С. М. Фізика. Підручник для екологів та біологів. Рівне : РДГУ, 2017.
9. Савельев И. В. Курс общей физики: уч. пособ. в 3-х томах. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. М. : Наука. Гл.ред. физ-мат. лит., 1987. 432 с.
10. Трофимова Т. И. Курс физики : уч. пособ. для вузов. М. : Высшая школа, 1988. 478 с.
11. Чолпан П. П. Фізика : Підручник. К. : Вища школа, 2003. 567 с.

**СОСНИЦЬКА Н. Л., ДЯДЕНЧУК А. Ф.**

# **ФІЗИКА**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*Частина 1*

Підписано до друку 25.11.2020 р. Формат 60x90/16. Умовн. друк. арк. 5,75.

Папір SAVE. Гарнітура Таймс 10. Друк різогр. Зам. № 240. Наклад 50 пр.

Надруковано ФОП Силаєва О.В.

Свідоцтво №2 101 017 0000 003490 від 25.11.2020 р.

72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. Університетська, 44/7.

Тел. (0619) 46-50-20.