

МЕХАНІКА

Механічний рух – зміна з часом положення тіла або частин тіла у просторі відносно інших тіл.

Види механічного руху:

- **Поступальний рух** – це такий рух тіла, при якому всі точки тіла рухаються однаково;
- **Обертальний рух, або обертання** – це такий рух тіла, при якому всі точки тіла рухаються по колах, центри яких розташовані на одній прямій лінії – на осі обертання.

Механіка – наука про механічний рух матеріальних тіл і взаємодії, які відбуваються при цьому між тілами.

Механіка у своєму складі має кілька розділів, зокрема кінематику.

Тема 1. Основні поняття, визначення та величини кінематики.

Кінематика (від грец. kinematos – рух) – розділ механіки, що вивчає рух тіл і при цьому не розглядає причини, якими цей рух викликаний.

Траєкторія, шлях, переміщення.

Матеріальна точка – це фізична модель, що застосовується для спрощення опису руху тіла та відповідає тілу, розмірами якого в умовах даної задачі можна знехтувати.

Траєкторія – уявна лінія, в кожній точці якої послідовно перебувала матеріальна точка під час свого руху в просторі.

Шлях l – це фізична величина, що чисельно дорівнює довжині ділянки траєкторії, яка пройдена тілом за даний проміжок часу.

Переміщення $\vec{s}$ – це векторна величина, яку графічно представляють у вигляді напрямленого відрізка прямої, проведеного із початкового положення точки до її кінцевого положення.

Одиниця шляху та переміщення в СІ – **метр (м)**.

При розв'язанні задач розглядають проекцію переміщення на координатну вісь (осі).

Приклад 1. Машина проїхала $S = 3$ км прямою дорогою, яка плавно переходить в кільцеву радіуса $R = 2$ км. Знайти відношення пройденого машиною шляху до модуля її повного переміщення в момент її повного розвороту.

Відповідь: 1,856.

Рівномірний прямолінійний рух

Рівномірний прямолінійний рух – це такий механічний рух, під час якого тіло за будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення.

Швидкість $\vec{v}$ рівномірного прямолінійного руху – векторна фізична величина, яка дорівнює відношенню переміщення $\vec{s}$ тіла до часу t , за який це переміщення відбулося:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

З означення випливає, що напрямок вектору швидкості збігається з напрямком переміщення тіла, а модуль швидкості визначається за формулою:

$$v = \frac{s}{t}$$

Одиниця швидкості руху в СІ – метр на секунду (м/с).

Скориставшись формулою для визначення швидкості руху тіла, можна знайти переміщення тіла за будь-який проміжок часу:

$$\vec{s} = \vec{v}t$$

Цю формулу можна записати і для проекцій: $s_x = v_x t$,
і для модулів: $s = vt$.

Рівняння координати в разі рівномірного прямолінійного руху

$$x = x_0 + v_x t$$

Приклад 2. Літак протягом 30 хвилин рухався з постійною швидкістю 720 км/год. Який шлях здолав літак за цей час?

Відповідь: 360 км.

Приклад 3. За 2 хвилини 40 секунд автомобіль, який рухався рівномірно, подолав шлях 2,4 км. З якою швидкістю рухався автомобіль?

Відповідь: 54 км/год.

Приклад 4. Дистанцію 300 м легкоатлет пробіг зі швидкістю 27 км/год. Скільки часу тривав забіг?

Відповідь: 40 с.

Відносність руху.

Залежність траєкторії, шляху, переміщення та швидкості руху тіла від вибору системи відліку називають **відносністю руху**.

У процесі руху тіл зі швидкостями, які розглядаються у класичній механіці (тобто набагато меншими за швидкість світла), час не залежить від вибору системи відліку. Тобто *проміжок часу між двома даними подіями в усіх системах відліку має одне й те ж саме значення*. Це твердження є однією з найважливіших аксіом класичної механіки.

Закон додавання переміщень. Переміщення $\vec{s}$ тіла в нерухомій системі відліку дорівнює векторній сумі переміщення $\vec{s}_1$ тіла в рухомій системі відліку і переміщення $\vec{s}_2$ рухомої системи відліку відносно нерухомої:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$$

Поділивши обидві частини цього рівняння на час руху тіла, отримаємо рівняння $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

Отже, сформулюємо **закон додавання швидкостей**. Швидкість $\vec{v}$ руху тіла в нерухомій системі відліку дорівнює векторній сумі швидкості $\vec{v}_1$ руху тіла в рухомій системі відліку і швидкості $\vec{v}_2$ руху рухомої системи відліку відносно нерухомої:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.$$

Приклад 5. Автобус їде по шосе зі швидкістю 90 км/год. Його обганяє легковий автомобіль. На початку обгону автомобіль був за 40 м позаду автобуса, а після закінчення – на 50 м попереду. З якою швидкістю рухався автомобіль, якщо обгін тривав 12 с?

$v_1=90$ км/год, $s_2=40+50=90$ (м) – переміщення автомобіля відносно автобуса

$t_2=12$ с

$v_2=90/12=7,5$ (м/с) – швидкість автомобіля відносно автобуса

$v_2=7,5*3600/1000=27$ (км/год)

$v=v_1+v_2$ – швидкість автомобіля відносно шосе

$v=90+27=117$ (км/год)

Відповідь: 117 км/год.

Приклад 6. Автобус їде по дорозі на північ зі швидкістю 54 км/год. Його наздоганяє вантажівка зі швидкістю 72 км/год. З якою швидкістю і в якому напрямі відносно вантажівки рухається автобус?

Відповідь: 18 км/год, на південь.

Приклад 7. Пасажир «Столичного експресу» помітив, що зустрічний вантажний потяг пройшов повз нього за 6 с. Якою є довжина потяга, якщо швидкість «Столичного експресу» дорівнює 144 км/год, а вантажного потягу – 54 км/год?

$$v=v_1+v_2=144+54=198 \text{ (км/год)} = 198*1000/3600= 55 \text{ (м/с)}$$

$$l=s=v*t=55*6=330 \text{ (м)}$$

Відповідь: 330 м.

Приклад 8. Людина в човні намагається переправитися через річку таким чином, щоб витратити на це найменший час. Визначте, на скільки річка знесе човен під час переправи, якщо ширина річки 400 м, швидкість течії 0,8 м/с, швидкість човна відносно води 4 м/с.

$$v_{\text{ч}}=4 \text{ м/с}, v_{\text{т}}=0,8 \text{ м/с}$$

$$t=l/v=400/4=100 \text{ (с)}$$

$$s=t*v_{\text{т}}=100*0,8=80 \text{ (м)}$$

Відповідь: 80 м.

Нерівномірний рух. Середня та миттєва швидкість.

Середня векторна швидкість $\vec{v}_{\text{сер.}s}$ – це векторна фізична величина, яка характеризує нерівномірний рух і дорівнює відношенню переміщення $\vec{s}$ до проміжку часу t , за який це переміщення здійснене:

$$\vec{v}_{\text{сер.}s} = \frac{\vec{s}}{t}$$

Приклад 9. Довільно рухаючись вздовж сторін квадрата, тіло перейшло із вершини 1 у вершину 4 за 5 с. Сторона квадрата 15 м. Знайти модуль вектора середньої швидкості переміщення.

Відповідь: 3 м/с.

Середня шляхова швидкість $v_{\text{сер}}$ – це фізична величина, що дорівнює відношенню всього шляху l до проміжку часу t , за який цей шлях пройдено:

$$v_{\text{сер.}} = \frac{l}{t}$$

Оскільки шлях не завжди дорівнює модулю переміщення, то і модуль середньої векторної швидкості не завжди дорівнює середній шляховій швидкості.

Миттєва швидкість – це векторна фізична величина, яка дорівнює середній векторній швидкості, виміряній за нескінченно малий проміжок часу:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Якщо відомий закон переміщення тіла $S(t)$ як функція від часу, то миттєва швидкість може бути знайдена, як похідна від функції $S(t)$:

$$v(t) = S'(t) = \frac{dS}{dt}$$

Приклад 10. Турист пройшов уздовж шосе 8 км за 2 години, а потім ще 1 км протягом години по багnistій місцевості. Обчисліть середню швидкість туриста на всьому шляху.

$$s=s_1+s_2=8+1=9 \text{ (км)}$$

$$t=t_1+t_2=2+1=3 \text{ (год)}$$

$$v_{\text{сеп}}=s/t=9/3=3 \text{ (км/год)}$$

Відповідь: 3 км/год.

Приклад 11. Потяг їхав 2 години зі швидкістю 65 км/год, а потім проїхав ще 80 км за одну годину. Обчисліть середню швидкість потяга на всьому шляху.

$$t_1=2 \text{ год}, v_1=65 \text{ км/год}$$

$$s_2=80 \text{ км}, t_2=1 \text{ год}$$

$$s_1=v_1 \cdot t_1=65 \cdot 2=130 \text{ (км)}$$

$$s=130+80=210 \text{ (км)}$$

$$t=2+1=3 \text{ (год)}$$

$$v_{\text{сер}}=210/3=70 \text{ (км/год)}$$

Відповідь: 70 км/год.

Приклад 12. Потяг $3/4$ всього шляху проїхав зі швидкістю 81 км/год, а $1/4$ шляху – зі швидкістю 135 км/год. Визначте середню швидкість потяга на всьому шляху.

S – весь шлях, тоді $S_1=3/4*S$, $S_2=1/4*S$

$$t_1=S_1/v_1=\frac{3/4S}{81}=\frac{3S}{81*4}=\frac{S}{27*4}=\frac{S}{108}$$

$$t_2=S_2/v_2=\frac{1/4S}{135}=\frac{S}{135*4}=\frac{S}{540}$$

$$t=t_1+t_2=\frac{S}{108}+\frac{S}{540}=\frac{5S+S}{540}=\frac{6S}{540}=\frac{S}{90}$$

$$v_{\text{ср}}=S/t=\frac{S}{S/90}=\frac{90S}{S}=90 \text{ (км/год)}$$

Відповідь: 90 км/год.

Домашнє завдання: 1.3, 1.4; 1.5, 1.6; 1.7, 1.8; 1.9, 1.10.