

§ 7. РІВНОМІРНИЙ ПРЯМОЛІНІЙНИЙ РУХ

71 Механічні рухи є дуже різноманітними. Наприклад, уявіть свій ранок. Ви прокинулися, розплющили очі — ваші вій виконали механічний рух. Устали з ліжка — знову механічний рух. Відкрили водопровідний кран; плин води — це теж механічний рух. Спробуйте продовжити — і ви зрозумієте: щоб тільки перелічити всі механічні рухи, з якими ви зустрінетеся, наприклад, протягом години, вам години не вистачить! Тому зрозуміло, що описати відразу всі види рухів неможливо. Почнемо з найпростішого.

1 **Який рух називають рівномірним прямолінійним**
Найпростіший вид механічного руху — це рівномірний прямолінійний рух.

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

Прикладами рівномірного прямолінійного руху можуть бути рух автомобіля на прямолінійній ділянці дороги (без розгону та гальмування), усталене падіння кульки в рідині, політ парашутиста через деякий час після розкриття парашута.

З визначення рівномірного прямолінійного руху можна зробити такі висновки. По-перше, траєкторія такого руху — пряма лінія, тому для його опису досить скористатись одновимірною системою координат. Вісь координат, наприклад вісь OX , слід напрямити вздовж траєкторії руху тіла. При цьому вектор переміщення буде напрямлений або так само, як вісь координат, або протилежно їй (рис. 7.1). По-друге, за будь-які рівні проміжки часу тіло здійснює однакові переміщення, тому відношення переміщення \vec{s} до проміжку часу t , за який це переміщення відбулося, для цього руху є сталою величиною. Це відношення називають *швидкістю рівномірного прямолінійного руху тіла* і позначають символом \vec{v} .

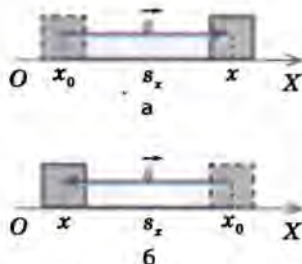


Рис. 7.1. Вибір осі координат у випадку рівномірного прямолінійного руху: а — напрямок вектора переміщення \vec{s} збігається з напрямком осі координат, тому $s_x = s$; б — вектор переміщення \vec{s} напрямлений протилежно осі координат, тому $s_x = -s$

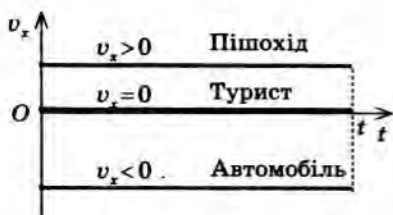


Рис. 7.2. Графік залежності $v_x(t)$ для прямолінійного рівномірного руху

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 вектора 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).

1 м/с дорівнює швидкості такого рівномірного прямолінійного руху, під час якого тіло за 1 с переміщується на відстань 1 м.

Прилад для вимірювання швидкості руху — *спідометр*.

Для описання руху зручно використовувати графіки.

На рис. 7.2 наведено графіки залежності проекцій швидкостей від часу — для автомобіля; пішохода, який рухається назустріч цьому автомобілю; туриста, що сидить нерухомо на узбіччі дороги (напрямок осі OX співпадає з напрямком руху пішохода). Віссю

абсцис служить вісь часу, вісью ординат — вісь проекції швидкості. У випадку рівномірного прямолінійного руху графік залежності проекції швидкості руху від часу — відрізок прямої, паралельної осі часу, оскільки під час такого руху швидкість тіла є постійною.

Як визначити переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху

Скориставшись формулою для визначення швидкості руху тіла $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$, 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: $s = vt$.

У випадку рівномірного прямолінійного руху проекція швидкості не змінюється з часом ($v_x = \text{const}$), а це означає, що проекція переміщення прямо пропорційна часу руху тіла. Тому подібно до всіх графіків, що відображають пряму пропорційність, у випадку рівномірного прямолінійного руху графік залежності проекції переміщення від часу — відрізок прямої, що проходить через початок координат (рис. 7.3).

Для встановлення геометричного змісту переміщення звернемося до графіка залежності проекції швидкості руху тіла від часу (рис. 7.4). Для рівномірного прямолінійного руху $s_x = v_x t$. З рис. 7.4 бачимо, що v_x відповідає висоті заштрихованого прямокутника, t — його довжині. Добуток висоти і довжини прямокутника — це його площа. Оскільки одна сторона заштрихованого прямокутника подана в секундах, а друга — у метрах на секунду, добуток буде в метрах.

У випадку рівномірного прямолінійного руху проекція переміщення тіла чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності проекції швидкості руху від часу. У цьому полягає геометричний зміст переміщення.

Рівняння координати в разі рівномірного прямолінійного руху

Для розв'язання основної задачі механіки — визначення положення (координати) тіла в будь-який момент часу — скористаємося рівнянням координати: $x = x_0 + s_x$. Оскільки $s_x = v_x t$, то

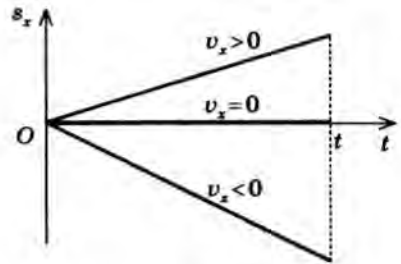


Рис. 7.3. Графік залежності $s_x(t)$ для рівномірного прямолінійного руху

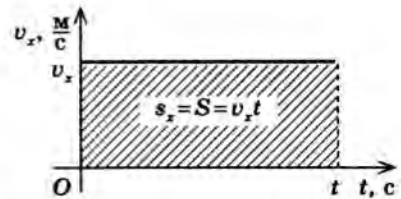


Рис. 7.4. Переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності $v_x(t)$

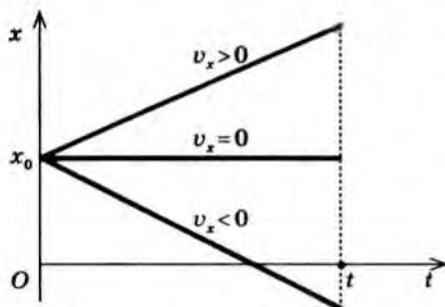


Рис. 7.5. Графік залежності $x(t)$ для прямолінійного рівномірного руху

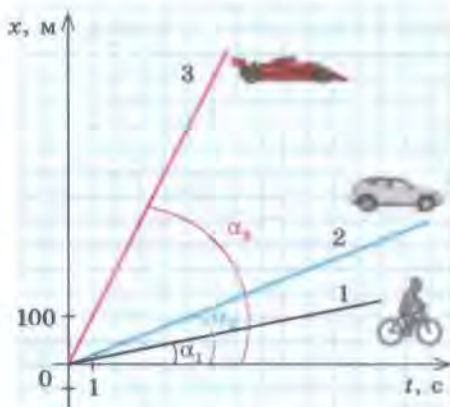


Рис. 7.6. Графіки руху велосипеда, автомобіля й боїда, що рухаються в одному напрямку зі швидкостями 10 м/с, 20 м/с і 100 м/с відповідно; $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$. У момент початку відліку часу всі три тіла перебували в точці початку координат ($x_0 = 0$ м).

Дано:

$$v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 50 \text{ м/с}$$

$$l = 1500 \text{ м}$$

t — ?

x — ?

Аналіз фізичної проблеми, розв'язання. Виконаємо пояснювальний рисунок (рис. 1), на якому зазначимо вісь координат, положення катерів у момент початку спостереження й напрямки швидкостей їхнього руху (напрямок осі нехай збігається з напрямком руху катера 1, початок координат нехай буде в точці, де перебував катер 1 у момент початку спостереження).

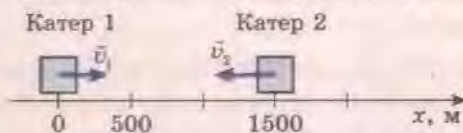


Рис. 1

для рівномірного прямолінійного руху рівняння координати має вигляд:

$$x = x_0 + v_x t.$$

Таким чином, за допомогою цієї формули, знаючи початкове положення тіла (x_0), його швидкість і напрямок руху (проекцію швидкості v_x), можна визначити положення тіла в будь-який заданий момент часу, тобто розв'язати основну задачу механіки для даного виду руху.

Залежність координати тіла від часу його руху можна задати й у вигляді графіка (рис. 7.5). Такий графік так само повно описує рух тіла, як і рівняння координати. Справді, якщо дано графік руху тіла, то можна визначити початкове положення x_0 тіла, його координату x у будь-який момент часу та швидкість

руху ($v_x = \frac{x - x_0}{t}$). Зверніть увагу: чим більший кут α між віссю абсцис (віссю часу) і графіком, тим більшою є швидкість руху тіла (рис. 7.6).

4 Учимся розв'язувати задачі

Задача. Два катери, які розташовані на відстані 1500 м один від одного, почали рух назустріч один одному з постійними швидкостями 25 і 50 м/с. Визначте час і місце зустрічі катерів. Побудуйте графіки координати та швидкості руху для кожного катера.

Запишемо рівняння координати для рівномірного прямолінійного руху: $x = x_0 + v_x t$. Скориставшись рис. 1, конкретизуємо це рівняння для кожного катера:

$$x_{01} = 0, \quad v_{1x} = v_1 = 25 \text{ м/с, звідси } x_1 = 25t \text{ (м);}$$

$$x_{02} = 1500 \text{ м, } v_{2x} = -v_2 = -50 \text{ м/с, звідси } x_2 = 1500 - 50t \text{ (м).}$$

На момент зустрічі координати катерів будуть однаковими ($x_1 = x_2$), тому маємо рівняння: $25t = 1500 - 50t$. Розв'язавши його, обчислимо час зустрічі катерів: $50t + 25t = 1500$; $75t = 1500$; $t = 20 \text{ с.}$

Обчислимо координату катера 1 в момент зустрічі: $x_1 = 25t = 25 \cdot 20 = 500 \text{ (м).}$

Аналіз результатів. Оскільки катер 1 рухається повільніше за катер 2, то в момент зустрічі положення катера 1 у точці з координатою $x_1 = 500 \text{ м}$ є реальним.

Відповідь: катери зустрінуться через 20 с у точці, розташованій на відстані 500 м від початкового положення катера 1.

Знаючи рівняння координати для кожного катера: $x_1 = 25t \text{ (м), } x_2 = 1500 - 50t \text{ (м),}$ — побудуємо графіки координат. Ці графіки являють собою відрізки прямої, тому для побудови кожного графіка досить задати дві точки (зазвичай одна з них відповідає моменту початку відліку часу, а другу обирають довільно).

Відклавши по осі абсцис (осі t) час руху катерів, а по осі ординат (осі x) відповідні координати, побудуємо обидва графіки (рис. 2). Графіки перетнулися в точці $t = 20 \text{ с, } x = 500 \text{ м}$, що збігається з розв'язком, отриманим аналітично.

У даному випадку графік проекції швидкості являє собою відрізок прямої, паралельної осі часу. Знаючи, що $v_{1x} = 25 \text{ м/с,}$ а $v_{2x} = -50 \text{ м/с,}$ побудуємо відповідні графіки (рис. 3).

$t, \text{ с}$	$x_1, \text{ м}$
0	0
40	1000

$t, \text{ с}$	$x_2, \text{ м}$
0	1500
10	1000

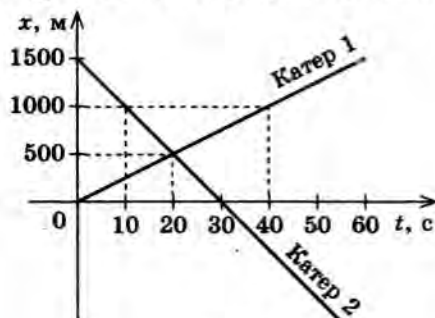


Рис. 2

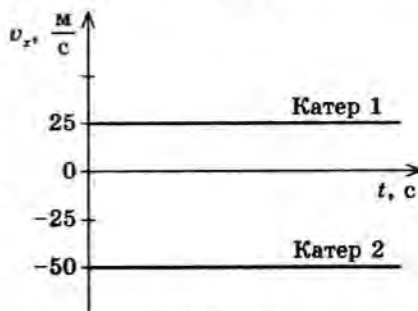


Рис. 3

Підбиваємо підсумки

Рівномірний прямолінійний рух — це 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: $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$.

Одиниця швидкості руху в СІ — метр за секунду (м/с).

1 м/с дорівнює швидкості такого рівномірного прямолінійного руху, у ході якого тіло за 1 с переміщується на відстань 1 м.

У випадку рівномірного прямолінійного руху графік залежності $v_x(t)$ являє собою відрізок прямої, паралельної осі часу.

Переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху можна обчислити за формулою $\vec{s} = \vec{v}t$, або в проекціях: $s_x = v_x t$. Проекція переміщення тіла чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності проекції швидкості руху від часу. У цьому полягає геометричний зміст переміщення.

Графік залежності $s_x(t)$ у випадку рівномірного прямолінійного руху — відрізок прямої, яка проходить через початок координат.

Рівняння координати для рівномірного прямолінійного руху має вигляд: $x = x_0 + v_x t$. Графік координати являє собою відрізок прямої, початок якого розташований на осі ординат у точці x_0 .

Контрольні запитання

1. Який рух називають рівномірним прямолінійним? 2. Дайте характеристику швидкості рівномірного прямолінійного руху. 3. Що являє собою графік залежності $v_x(t)$ у випадку рівномірного прямолінійного руху? 4. Як обчислити переміщення тіла, якщо відомі швидкість та час руху тіла? 5. Що являє собою графік залежності $s_x(t)$ у випадку рівномірного прямолінійного руху? 6. Яким є геометричний зміст переміщення? 7. Запишіть рівняння координати для рівномірного прямолінійного руху. 8. Що являє собою графік залежності $x(t)$ для рівномірного прямолінійного руху? 9. Як кут нахилу графіка координати рівномірного прямолінійного руху залежить від швидкості руху тіла?

Вправа № 5

1. Потяг 10 хв рухається рівномірно прямолінійною ділянкою шляху завдовжки 5 км. Визначте швидкість руху потяга. Що зазначено в завданні — шлях чи переміщення?
2. Які з наведених нижче формул описують рівномірний прямолінійний рух? Для кожного випадку рівномірного прямолінійного руху визначте проекцію швидкості, початкову координату та напрямок руху тіла: а) $x = 10 - 2t$; б) $x = 5t$; в) $x = 10 - 2,5t + 2t^2$; г) $x = -8 + 4t$; д) $x = -2,5t^2$.
3. Тіло рухається в напрямку, протилежному напрямку осі Ox , з постійною швидкістю 18 км/год. Початкова координата тіла дорівнює 30 м. Запишіть рівняння координати. Знайдіть координату тіла та модуль його переміщення через 10 с після початку спостереження.

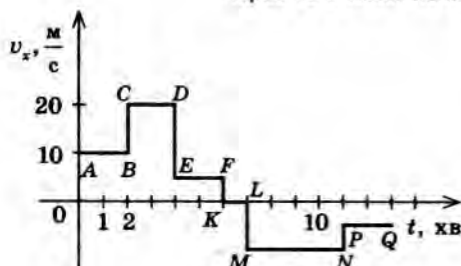


Рис. 1

4. На рис. 1 наведено графік руху автомобіля з різною швидкістю в різні проміжки часу. Скориставшись графіком, визначте: за який проміжок часу швидкість руху автомобіля була найбільшою; найменшою; коли автомобіль зупинився; скільки часу він перебував у стані спокою; коли напрямок його руху збігався з напрямком осі Ox ; коли автомобіль рухався в напрямку, протилежному напрямку осі Ox . Визначте модуль переміщення тіла за перші 10 хв руху та за весь час руху.

5. За поданими на рис. 2 графіками запишіть рівняння залежності $x(t)$.
6. Уздовж осі OX рухаються два тіла. Рівняння залежності їхніх координат від часу мають вигляд: $x_1 = -4 + t$; $x_2 = 10 - 2t$. Опишіть рухи цих тіл. Знайдіть час і місце їхньої зустрічі. Побудуйте графіки залежності $x(t)$ та $v_x(t)$ для кожного тіла.
7. Скориставшись рис. 3, запишіть рівняння руху кожного транспортного засобу. Визначте час і місце зустрічі вантажного автомобіля і велосипеда, легкового автомобіля і велосипеда, а також те, де й коли легковий автомобіль обжене вантажний.

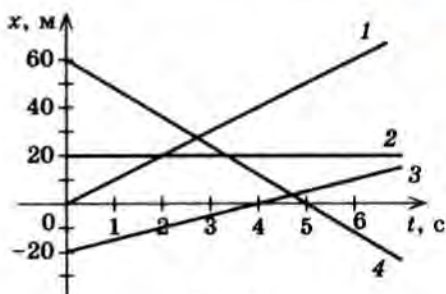


Рис. 2

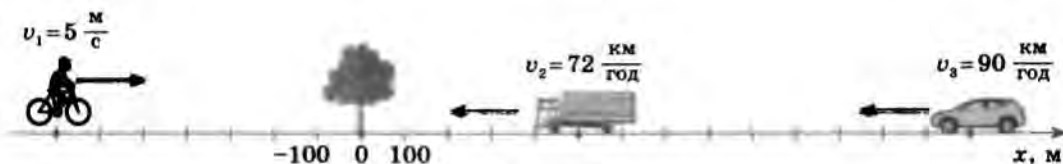


Рис. 3