

## РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА

*Кінематика — один з розділів механіки. Закони кінематики базуються на знаннях про механічні явища та характеристики механічного руху — траєкторію, шлях, швидкість тощо. Вивчення розділу приведе вас до узагальнення знань про механічний рух на основі математичного опису.*

### § 3. Механічний рух. Система відліку

*Основні знання параграфа: механічний рух та його види, основна задача механіки, матеріальна точка, характеристики механічного руху, система відліку, відносність механічного руху.*

Ви вже знаєте, що явища в природі відбуваються у просторі і часі. Усі тіла у будь-який момент часу займають певне положення в просторі відносно інших тіл. Якщо із плином часу положення тіла відносно інших тіл змінюється, то тіло перебуває у *механічному русі*. Якщо із плином часу положення тіла відносно інших тіл не змінюється, то тіло перебуває у *спокої*.

Тіла можуть здійснювати найрізноманітніші механічні рухи: рухатися по прямолінійних чи криволінійних траєкторіях, швидше або повільніше й т. д.

*Механічним рухом тіла називають зміну з часом його положення в просторі відносно інших тіл.*

Щоб дослідити рух тіла, треба дізнатися як змінюється його положення відносно інших тіл з плином часу. Якщо це відомо, можна визначити положення тіла в будь-який момент часу, зробивши певні обчислення. Це і є *основна задача механіки — визначити положення тіла в будь-який момент часу*. Так, астрономи, користуючись законами механіки, можуть обчислювати положення небесних тіл відносно одне одного, передбачаючи з великою точністю такі небесні явища, як затемнення Сонця або Місяця. Наприклад, астрономи очікують наступну появу комети Галлея в 2061 році.

Щоб розв'язати основну задачу механіки, потрібно знайти математичний опис руху, тобто змодельовати зв'язки між величинами, які характеризують механічний рух. Розділ механіки, який вивчає ці величини та зв'язки між ними, називається *кінематикою* (з грецької «рух»). Сили, що спричинюють механічний рух, в кінематиці не розглядаються.

*Матеріальна точка.* Кожне тіло має певні розміри. Тому різні точки тіла перебувають у різних місцях простору. Як же визначити положення тіла? Чи завжди потрібно враховувати положення всіх його точок?

Зверніться до *мал. 1.6*. Чи потрібно визначити положення кожної точки автомобіля, автобуса? Адже всі точки цих тіл (за виключенням точок на колесах) змінюють свої координати з часом однаково.

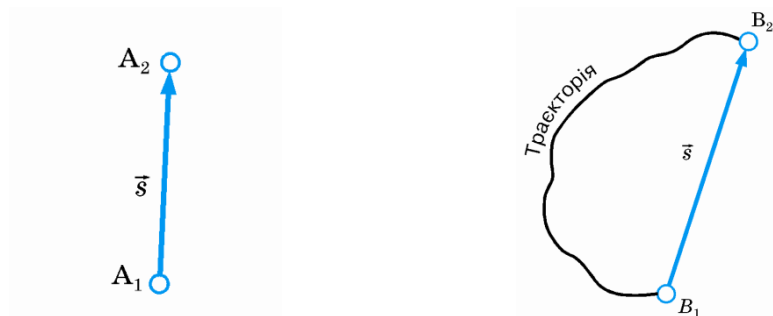
Немає потреби описувати рух кожної точки тіла й тоді, коли *розміри тіла малі порівняно з відстанню, яку воно проходить*. Наприклад, корабель або літак малі порівняно з протяжністю їхнього рейсу, тому їх можна вважати точкою, описуючи їхній рух.

Так само роблять астрономи, описуючи рухи небесних тіл. Планети, зорі, Сонце, звичайно, не малі тіла. Але радіус Землі приблизно у 24000 раз менший, ніж відстань від Землі до Сонця. Тому можна вважати Землю точкою, що рухається навколо іншої точки — центра Сонця.

Надалі, характеризуючи рух тіла, матимемо на увазі рух якої-небудь однієї його точки.

Тіло, розмірами якого за даних умов руху можна знехтувати, називають матеріальною точкою. Тобто матеріальна точка — це модель тіла, яка не має розмірів і яка визначає координатами положення реального тіла в просторі.

*Переміщення, траєкторія.* Тіло завжди рухається у певному напрямі. І щоб знайти нове положення тіла, треба знати напрям відрізка прямої, що сполучає початкове й кінцеве положення тіла. Цей напрямлений відрізок прямої є переміщенням тіла. Кінець відрізка, що зображає переміщення, для наочності позначають стрілкою. Направлений відрізок, що сполучає початкове положення тіла  $A_1$  і наступне положення тіла  $A_2$  (мал. 1.4.), є графічним зображенням переміщення. Переміщення позначається  $\vec{s}(ec)$  — це величина векторна.



Мал. 1.4. Траєкторія — пряма лінія — Мал. 1.5. Переміщення і траєкторія в криволінійному русі

Переміщенням тіла (матеріальної точки) називають напрямлений відрізок прямої, що сполучає початкове положення тіла і його наступне положення.

Переміщення тіла треба відрізняти від його траєкторії — лінії, уздовж якої рухається тіло. Траєкторія руху тіла може і не збігатися з переміщенням, як це бачимо, наприклад, з малюнка 1.2., де зображено траєкторію, вздовж якої тіло перемітилося з  $B_1$  у  $B_2$ , і здійснене тілом переміщення  $\vec{s}$ .

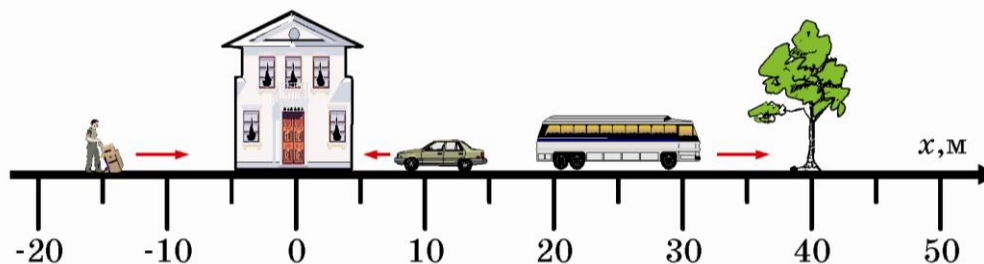
Шлях — це довжина траєкторії, яку описує матеріальна точка за певний інтервал часу. Шлях не завжди співпадає з переміщенням (мал. 1.5.).

Прямолінійний і криволінійний механічні рухи. За формою траєкторії механічні рухи бувають прямолінійними (мал. 1.4.) і криволінійними (мал. 1.5.). Траєкторіями таких рухів відповідно є пряма лінія та довільна крива.

Як же визначити положення тіла в просторі? Тіло відліку можна вибрати довільно. Ним може бути будинок, в якому живемо, вагон поїзда, в якому їдемо, і т. д. Тілами відліку можуть бути Земля, Сонце, зорі.

Зверніться до мал. 1.6., знайдіть на ньому тіло відліку, відносно якого показано положення об'єктів. Чому для одних тіл відстань від нього виражена додатнім числом, для інших — від'ємним? Очевидно, тіла перебувають

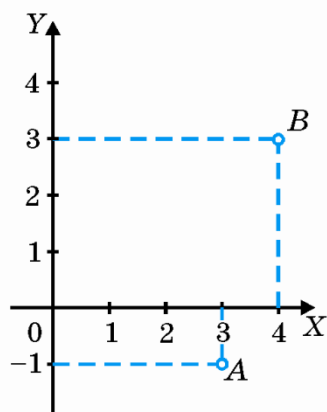
відносно тіла відліку (будинку) в протилежних напрямках. Вкажіть рухомі і нерухомі відносно тіла відліку тіла.



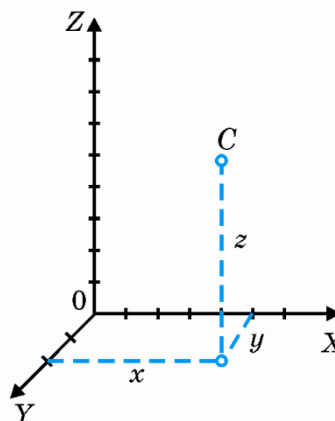
Мал. 1.6. Розташування об'єктів відносно тіла відліку

Якщо тіло відліку вибрано, то з ним пов'язують початок системи координат і через цю точку проводять осі координат. Положення будь-якої точки в просторі визначають її координатами. На мал. 1.6. показана система координат з початком у т. О, яка пов'язана з будинком. В цій системі координата легкового автомобіля (передніх коліс) —  $x_1 = 10$ , автобуса —  $x_2 = 20$  м, дерева  $x_3 = 40$  м, людини  $x_4 = -15$  м.

Якщо тіло може рухатися в межах деякої площини (наприклад, човен на озері), то через вибрану на площині точку (початок координат) проводять дві взаємно перпендикулярні осі  $OX$  і  $OY$  (мал. 1.7.). Положення точки на площині визначається двома координатами  $x$  і  $y$ . Наприклад, для точки  $A$  координати такі:  $x = 3$ ,  $y = -1$ , координати точки  $B$ :  $x = 4$ ,  $y = 3$ .



Мал. 1.7. Прямокутна система координат на площині



Мал. 1.8. Координати точки в просторі

Нарешті, якщо тіло (точка) можуть рухатись не вздовж певної прямої і не в певній площині, а в просторі (наприклад, гвинтокрил у повітрі), то через вибрану на тілі відліку точку (початок координат) проводять три взаємно перпендикулярні осі координат:  $OX$ ,  $OY$  і  $OZ$  (мал. 1.8). Відповідно до цього положення точки в просторі визначається трьома координатами:  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Отже, положення точки на лінії, площині і в просторі визначається відповідно одним, двома або трьома числами — координатами. Простір, у якому ми живемо, є тривимірним простором.

*Система відліку.* Тіло відліку і система координат, пов'язана з ним, дають змогу задати положення тіла в просторі. Але під час руху тіла (точки) його положення змінюється з часом. Отже, потрібен ще прилад для вимірювання часу (годинник), пов'язаний з тілом відліку. Разом вони утворюють систему відліку.

*Тіло відліку, система координат, пов'язана з ним разом із приладом для вимірювання часу утворюють систему відліку.* Механічний рух розглядають відносно обраної системи відліку.

*Для визначення положення тіла в просторі в будь-який момент часу необхідно вибрати систему відліку та знати початкове положення тіла і умови його руху. У різних системах відліку шлях, переміщення, траєкторія для одного і того ж рухомого тіла можуть бути різними. Наприклад, два спостерігачі — один на березі річки, другий на плоту, який пливе за течією, спостерігають за човном, що також пливе за течією. В системі відліку, пов'язаній зі спостерігачем на березі, човен здійснює переміщення, проходить певний шлях, рухається по певній траєкторії. В системі відліку, пов'язаній зі спостерігачем на плоту, човен не рухається. Отже, рух і спокій відносні. У різних системах відліку швидкість одного і того ж тіла, його траєкторія, пройдений шлях, переміщення можуть бути різними. У цьому полягає відносність механічного руху.*

**Основна задача механіки — визначати положення тіла в будь-який момент часу.**

**Тіло, розмірами якого за даних умов руху можна знехтувати, називають матеріальною точкою.**

**Тіло відліку, система координат, пов'язана з ним разом із приладом для вимірювання часу утворюють систему відліку.**

**Для визначення положення тіла в просторі використовують такі характеристики механічного руху як переміщення, шлях, траєкторія.**

**За формою траєкторії механічні рухи бувають прямолінійними і криволінійними.**

*Перевір себе*

1. Що таке механічний рух? Які характеристики його ви знаєте? 2. В чому полягає основна задача механіки? 3. Що таке матеріальна точка? 4. Для чого вводиться поняття матеріальної точки? 5. Що таке траєкторія? Шлях? Переміщення? Чим вони відрізняються? 6. Що таке система відліку? 7. Чому координати тіл (мал. 1.6) можуть бути додатні і від'ємні?

*Поміркуй*

8. Якими величинами визначається положення тіла (точки) у просторі? Скільки таких величин? 9. Чи може зміна координати бути від'ємною величиною? 10. В чому полягає відносність механічного руху? 10. Поясніть доцільність ідеалізації об'єктів у кінематиці. 11. Як розв'язання основної задачі механіки пов'язане з однорідністю часу і простору?

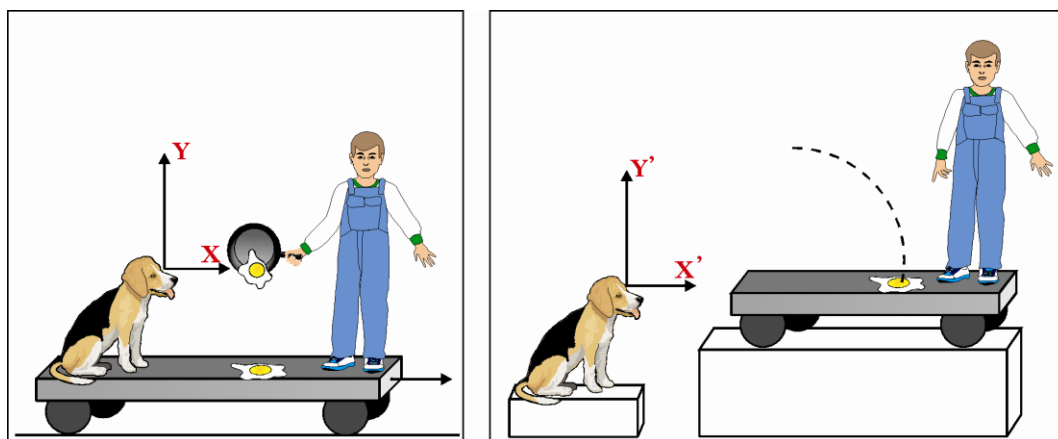
**Подискутуйте**

1. Чи пов'язана основна задача механіки із загальними закономірностями природи? З уявленнями про простір і час? Спробуйте обґрунтувати відповідь. 2.

У яких з наведених нижче випадків тіла можна вважати матеріальними точками: 1. На верстаті виготовляють спортивний диск. Той самий «диск» після кидка спортсмена пролітає відстань — 55 м. 3. Ковзаняр проходить дистанцію змагань. Фігурист виконує вправи довільної програми. 4. За рухом космічного корабля стежать з Центру управління польотом на Землі. За тим самим кораблем спостерігає космонавт, який здійснює стикування з ним у космосі. 5. Земля обертається навколо своєї осі. Земля рухається по орбіті навколо Сонця (Радіус орбіти Землі 150 000 000 км).

*Оберіть проект*

*Виконайте серію малюнків на тему «Відносність механічного руху» за зразком на мал. 1.9.*



**Мал. 1.9. Відносність руху**

#### **§ 4. Рівномірний прямолінійний рух**

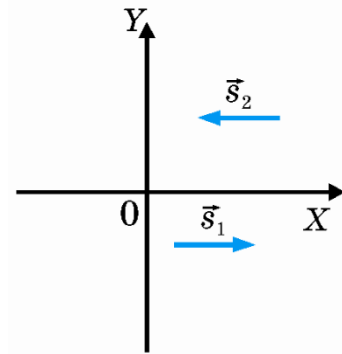
*Основні знання параграфа: рівномірний прямолінійний рух, швидкість руху, залежність координати тіла від часу.*

Розглянемо найпростіший вид руху — *рівномірний прямолінійний рух*.

Якщо траєкторією тіла (матеріальної точки) є пряма лінія, то такий рух називають прямолінійним. Прикладом може бути рух автомобіля на прямолінійній ділянці шляху (відсутні повороти тощо). *Прямолінійним рівномірним рухом називається рух, при якому тіло (матеріальна точка) за будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення.*

Якщо координатну вісь, наприклад  $X$ , спрямувати уздовж тієї прямої, по якій рухається тіло, то такий рух можна описати зміною однієї координати  $x$  (решта координат змінюватися не будуть).

При такому виборі координатної осі  $X$  вектор переміщення може бути спрямований або так само, як і координатна вісь, або протилежно їй. У першому випадку проекція  $s_x$  вектора  $\vec{s}$  додатна і дорівнює модулю вектора:  $s_{1x} = s_1$ . У другому випадку вона від'ємна і дорівнює  $s_{2x} = -s_2$ .



Мал. 1.10. Напрямок векторів переміщення

**Швидкість.** Спробуємо знайти переміщення тіла за деякий інтервал часу  $t$ . Для цього треба знати переміщення тіла за одиницю часу. Якщо за  $t$  одиниць часу здійснено переміщення  $\vec{s}$ , то відношення  $\frac{\vec{s}}{t}$  дорівнює переміщенню тіла за

одиницю часу. Це відношення є *швидкістю* руху тіла і позначається буквою  $v$ :  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ .

*Швидкістю рівномірного прямолінійного руху називають сталу векторну величину, що дорівнює відношенню переміщення тіла за будь-який інтервал часу до значення цього інтервалу.*

Знаючи швидкість  $\vec{v}$ , можна знайти також переміщення за інтервал часу  $t$ :

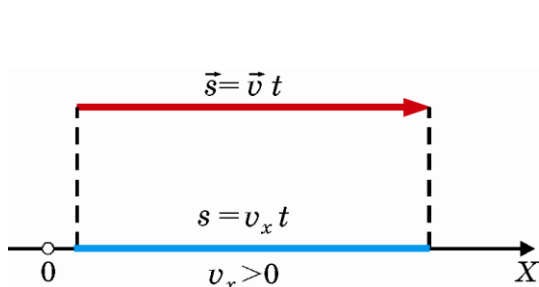
$$\vec{s} = \vec{v}t.$$

Вектор швидкості спрямований так само, як і вектор переміщення. Напрямок вектора швидкості є напрямом руху тіла.

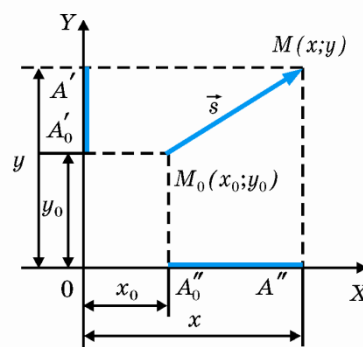
Для визначення переміщення і швидкості використовують формули, до яких входять проекції векторів на координатні осі або вісь. Проекції векторів є скалярними величинами. Формула у скалярній формі записується наступним чином:

$$s_x = v_x t.$$

Тепер розглянемо вектор переміщення і його проекції на осі  $X, Y$  (мал. 1.11.). З малюнка видно, що  $s_x = x - x_0$ ;  $s_x = v_x t$ ;  $v_x t = x - x_0$ ;  $x = x_0 + v_x t$ .



Мал. 1.11. Проекція переміщення і швидкості на вісь  $X$



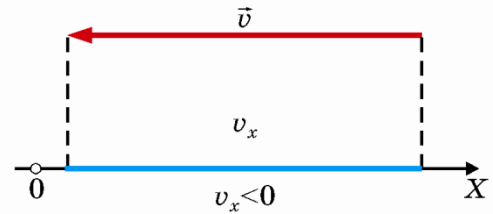
Мал. 1.12. Проекція переміщення на осі  $X, Y$

Отже, ми знайшли, як координата тіла залежить від часу у випадку рівномірного прямолінійного руху. А це і є розв'язок основної задачі механіки для цього випадку.

Останню формулу можна використати для того, щоб обчислити проекцію швидкості  $v_x$  тіла, якщо відома проекція  $s_x$  переміщення:

$$v_x = \frac{x - x_0}{t}$$

З формули видно, що проекція швидкості на координатну вісь дорівнює зміні координати за одиницю часу. Це означає, що швидкість показує, наскільки швидко змінюються координати тіла під час його руху. Проекція швидкості може бути як додатною, так і від'ємною (мал. 1.13). При цьому слід пам'ятати, що автомобільні спідометри (прилади для вимірювання швидкості), що встановлюються в автомобілях, показують тільки модуль швидкості.



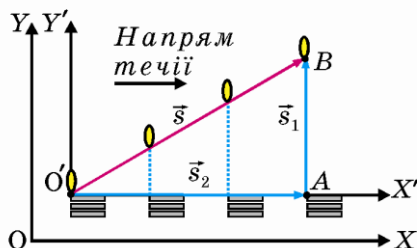
Мал. 1.13. Проекція швидкості від'ємна

Таким чином, для розв'язування основної задачі механіки необхідно знати вектор швидкості або його проекцію.

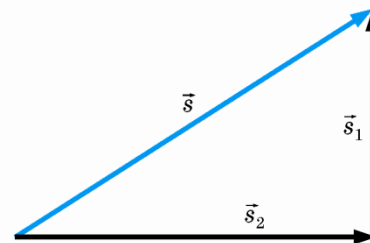
**Закон додавання швидкостей.** Розглянемо в різних системах відліку рух човна, що перепливає річку перпендикулярно до напрямку швидкості течії. Візьмемо до уваги, що за човном стежать два спостерігачі: один на березі  $O$ , другий на плоту  $O'$ .

З малюнків 1.14 і 1.15 видно, що переміщення  $\vec{s}$  човна відносно нерухомої системи відліку зв'язане з переміщеннями  $\vec{s}_1$  і  $\vec{s}_2$  формулою:

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



Мал. 1.14. Переміщення тіла відносно нерухомої і рухомої систем відліку



Мал. 1.15. Додавання переміщень

Швидкість  $\vec{v}$  човна відносно нерухомої системи координат можна знайти, поділивши переміщення  $\vec{s}$  на час  $t$ :

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t},$$

тобто

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

де  $\vec{v}_1 = \frac{\vec{s}_1}{t}$  — швидкість човна відносно плоту,  $\vec{v}_2 = \frac{\vec{s}_2}{t}$  — швидкість плоту відносно берега або швидкість течії.

Формула швидкості човна відносно нерухомої системи координат є формулою додавання швидкостей.

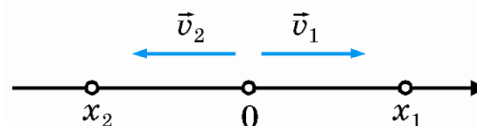
Швидкість тіла відносно нерухомої системи координат дорівнює геометричній сумі швидкості тіла відносно рухомої системи координат і

швидкості рухомої системи відносно нерухомої. У цьому полягає закон додавання швидкостей.

Переміщення і швидкість тіла відносно різних систем відліку відрізняються. Різними є й траєкторії руху ( $AB$  — відносно рухомої системи і  $O'B$  — відносно нерухомої). У цьому й полягає відносність механічного руху.

### Приклади розв'язування задач

Задача 1. Дорогою назустріч один одному рухаються два автомобілі: один — із швидкістю 60 км/год, другий — 90 км/год. Біля заправної станції автомобілі зустрілися й після цього продовжували свій рух. Визначити положення кожного автомобіля через 30 хв після зустрічі та відстань між ними в цей момент.



Мал. 1.16. До задачі 1

Дано:

$$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_2 = 90 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$t = 0,5 \text{ год}$$

Розв'язання:

За початок координат візьмемо заправну станцію, а час відлічуватимемо від моменту зустрічі автомобілів.

Координатну вісь  $X$  спрямуємо за напрямом руху першого автомобіля. Тоді координати автомобілів через 0,5 год після зустрічі можна визначити за формулами:  $x_1 = x_{01} + v_{1x}t$ , і  $x_2 = x_{02} + v_{2x}t$ .

$x_1$  — ?  $x_2$  — ?  $l$  — ?

Початкові координати  $x_{01}$  і  $x_{02}$  обох автомобілів дорівнюють нулю. Тому

$$x_1 = v_{1x}t \quad \text{і} \quad x_2 = v_{2x}t.$$

Проекція  $v_{1x}$  швидкості першого автомобіля додатна, бо вектор швидкості напрямлений так само, як вісь  $X$ :  $v_{1x} = 60 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Проекція  $v_{2x}$  від'ємна і дорівнює

$$v_{2x} = -90 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

$$\text{Отже, } x_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot 0,5 \text{ год} = 30 \text{ км}; \quad x_2 = -90 \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot 0,5 \text{ год} = -45 \text{ км};$$

Відстань  $l$  між автомобілями дорівнює різниці їх координат:  $l = x_1 - x_2 = 30 \text{ км} - (-45 \text{ км}) = 75 \text{ км}$ .

Відповідь:  $l = 75 \text{ км}$ .

**Прямолінійним рівномірним рухом називається рух, при якому тіло за будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення.**

**Швидкістю рівномірного прямолінійного руху називають сталу векторну величину, що дорівнює відношенню переміщення тіла за будь-який інтервал часу до значення цього інтервалу.**

Для розв'язання основної задачі механіки необхідно знати вектор швидкості (або його проекцію) і початкове положення тіла.

Швидкість тіла відносно нерухомої системи координат дорівнює геометричній сумі швидкості тіла відносно рухомої системи координат і швидкості рухомої системи відносно нерухомої.



### *Перевір себе*

1. Який рух називається рівномірним прямолінійним? 2. Що називають швидкістю рівномірного руху? Запишіть формули швидкості і переміщення. 3. В чому полягає закон додавання швидкостей? 4. Як змінюються координати рухомого тіла з часом? 5. Як у прикладі з човном рухаються вода і берег відносно човна?

### **Поміркуй**

6. Спостереження за рухом футболіста показали, що протягом матчу він пробіг 10 км. Що це за величина: переміщення чи пройдений шлях? 7. Штурман, визначаючи вранці положення корабля, виявив, що корабель перебуває в точці, на 200 км на північ від пункту, де він був напередодні увечері. Що виражає це число: довжину переміщення чи пройдений шлях? 8. Покази спідометра автомобіля збільшилися на 200 км. Що показує спідометр: пройдений шлях чи довжину переміщення? 9. Автомобіль рухається на схід із швидкістю  $50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Другий автомобіль рухається з швидкістю  $50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$  на північ. Чи можна сказати, що обидва автомобілі рухаються з однаковими швидкостями? 10. Чи можна, знаючи початкове положення тіла й довжину пройденого ним шляху, визначити кінцеве положення тіла?

### **Вправа 1.**

1. Двигун літака надає йому відносно повітря швидкості  $900 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . З якою швидкістю рухається літак відносно Землі при попутному вітрі, швидкість якого  $50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ ; при зустрічному вітрі такої самої швидкості?

2. Автомобіль рухається в західному напрямі з швидкістю  $80 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Другий автомобіль рухається йому назустріч з такою самою швидкістю. У певний момент часу відстань між автомобілями дорівнює 10 км. Скільки часу мине до моменту зустрічі автомобілів?

*Відповідь:* 1.  $950 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ ;  $850 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . 2. 225 с.

## **§ 5. Графіки рівномірного прямолінійного руху**

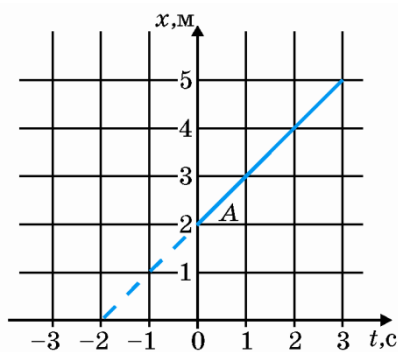
*Основні знання параграфа: графік координати тіла при рівномірному русі, графік швидкості тіла.*

Рівняння  $x = x_0 + v_x t$  показує зміну координати тіла з плином часу під час рівномірного прямолінійного руху. Для опису руху тіла можна також використати графік.

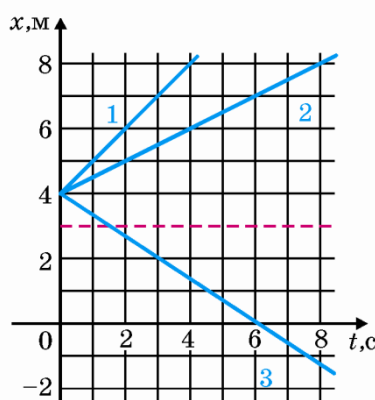
*Графік координати.* Вздовж горизонтальної осі (осі абсцис) будемо відкладати в певному масштабі час, що минув з початку відліку часу. По вертикальній осі (осі ординат) відмічатимемо значення координати тіла (також у певному масштабі). Отриманий графік покаже зміну координати тіла з часом.

Якщо тіло (матеріальна точка) рухається рівномірно по прямій, уздовж якої спрямовано вісь координат  $X$ , то під час руху змінюється тільки координата  $x$ .

Припустимо, що у момент часу  $t_0 = 0$  тіло перебувало в точці з координатами  $x_0 = 2$  м, у моменти часу  $t_1 = 1$  с і  $t_2 = 2$  с — у точках  $x_1 = 3$  м,  $x_2 = 4$  м і т. д.



Мал. 1.17. Графік залежності координати точки (тіла) від часу



Мал. 1.18. Графіки руху точки (тіла) з різними швидкостями

Відклавши по осі абсцис час і по осі ординат координати тіла (мал. 1.17), отримаємо графік залежності координати тіла від часу. Цей графік називають *графіком руху*. У випадку прямолінійного руху цей графік є прямою лінією, а координата *лінійно* залежить від часу.

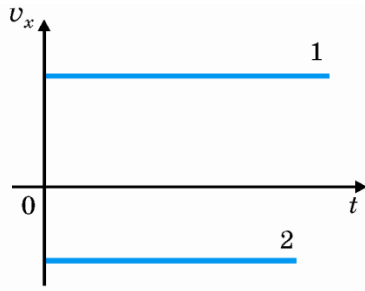
За графіком руху можна визначити координату тіла у будь-який момент часу, як і за формулою зміни координати тіла.

За графіками руху можна робити висновки про швидкість руху тіла. Чим більший кут між лінією і віссю часу, тим більша швидкість руху. На *малюнку 1.18* показано кілька графіків рухів з різними швидкостями. Графіки 1, 2 показують, що тіла рухаються вздовж осі  $X$  у додатному напрямі цієї осі. Тіло, графіком якого є пряма 3, рухається в напрямі, протилежному напрямку осі  $X$ .

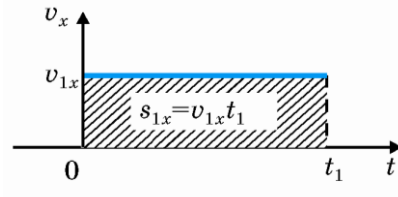
*Графік швидкості.* Для характеристики руху використовують також графіки швидкості. Такі графіки будують, відкладаючи вздовж осі абсцис час, а вздовж осі ординат — проекцію швидкості тіла. Ці графіки показують зміну швидкості з плином часу.

У випадку рівномірного прямолінійного руху графіком швидкості є пряма, паралельна осі часу (мал. 1.19). Графік 1 відбиває швидкість руху тіла, яке рухається в додатному напрямі осі  $X$ . Графік 2 зображає рух тіла в протилежному напрямі, проекція швидкості від'ємна.

За графіком швидкості також можна знайти проекцію переміщення тіла за певний інтервал часу. Вона чисельно дорівнює площі заштрихованого прямокутника (мал. 1.20). У даному випадку одна із сторін у вибраному масштабі дорівнює часу  $t$ , а друга — проекції швидкості  $v_x$ . У той же час, площа прямокутника дорівнює добутку двох суміжних його сторін. Тобто добуток  $v_x t$  дорівнює проекції переміщення тіла.



Мал. 1.19. Графіки швидкості при рівномірному прямолінійному переміщенні русі тіл



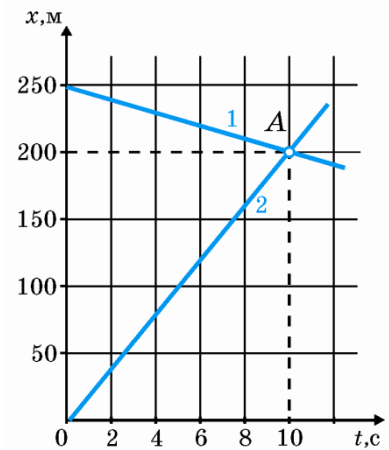
Мал. 1.20. До визначення проекції за графіком швидкості

### Приклад розв'язування задач

Задача 1. На мал. 1.21 зображено графіки руху автомобіля 1 і велосипедиста 2. Визначте за допомогою графіків місце й час їх зустрічі.

*Розв'язання.*

Графік 1 показує, що автомобіль рухається рівномірно вздовж осі  $X$  із швидкістю  $20 \frac{м}{с}$ , а з графіка 2 бачимо, що велосипедист їде назустріч йому із швидкістю  $-5 \frac{м}{с}$ . У початковий момент часу ( $t = 0$ ) автомобіліст і велосипедист були на відстані 250 м один від одного. Графіки перетинаються в точці А; у цій точці й зустрінуться автомобіль і велосипедист. Зустріч відбулася через 10 с від початку відліку часу на відстані 200 м від початкового положення автомобіля і 50 м від початкового положення велосипедиста.



Мал. 1.21. До Задачі 1

**Рівномірний прямолінійний рух можна описати за допомогою формул, графіків. Між координатою і часом при рівномірному русі тіла існує лінійна залежність. Графіком залежності координати тіла від часу є пряма лінія.**

*Перевір себе*

1. Якими способами можна описати рівномірний прямолінійний рух? 2. Який із способів опису рівномірного прямолінійного руху вам здається найбільш ефективним? 3. Що собою являє графік координати у випадку рівномірного прямолінійного руху? 4. Що собою являє графік швидкості рівномірного прямолінійного руху? 5. Як за графіком швидкості рівномірного прямолінійного руху можна визначити проекцію переміщення тіла?

*Поміркуй*

6. Якому рухові відповідає графік, зображений пунктиром на мал. 1.18? 7. Чим відрізняються рухи, що відповідають графікам 2 і 3 на мал. 1.18? 3. Яким рухам відповідають графіки 1 і 2 (див. мал. 1.19)?

**Вправа 2.** 1. Користуючись графіками 2 і 3 (див. мал. 1.18), знайдіть відстань між рухомими тілами в момент часу  $t = 3$  с. 2. За графіком, поданим на мал. 1.17, визначте напрям швидкості тіла. Чому дорівнює модуль швидкості?