

Основна задача механіки. Абетка кінематики

Мотоцикліст рухається зі швидкістю 60 км/год.

Скільки часу потрібно мотоциклісту для зупинки?

Яку найменшу відстань має подолати мотоцикліст до зупинки?

Від чого це залежить?

На ці та багато інших подібних запитань відповідає розділ фізики, який називають «Механіка».

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Механіка

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

Основна задача механіки – визначити положення тіла у просторі в будь-який момент часу.

Механіка містить такі розділи:

Кінематика – це розділ механіки, що вивчає рух тіл і при цьому не розглядає причин, якими цей рух викликаний. (Як рухається тіло?)

Динаміка – розділ механіки, в якому вивчаються причини виникнення механічного руху. (Чому рухається тіло?)

Механічний рух

Механічний рух – це зміна з часом положення тіла (або частин тіла) в просторі відносно інших тіл.

Найпростіші види механічного руху



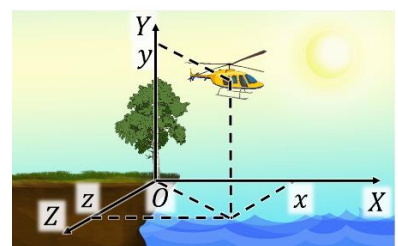
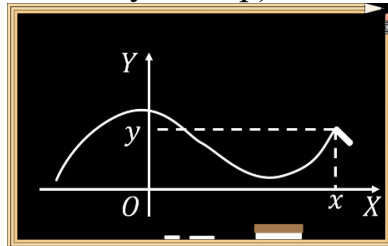
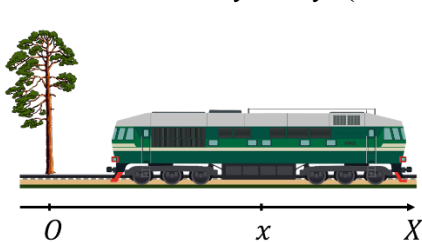
- Відносно яких тіл рухаються зображені на рисунку тіла?
- Відносно яких тіл вони перебувають у стані спокою?
- Чому механічний рух називають відносним?



Тіло відліку – це тіло, відносно якого розглядають рух усіх інших тіл, про які йдеться в певній задачі.

- Що ще потрібно знати для визначення положення тіла в просторі в даний момент часу?

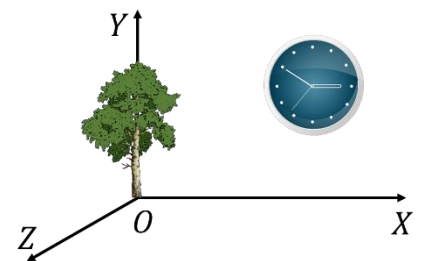
Щоб визначити положення тіла в просторі в даний момент часу, з тілом відліку пов'язують *систему координат* (одновимірна, двовимірна або тривимірна) і *прилад для відліку часу* (годинник, секундомір).



Система відліку – це тіло відліку, пов'язані з ним система координат і прилад для відліку часу.

- Чи важливо знати розмір астероїда, щоб обрахувати його період обертання навколо Сонця?

Матеріальна точка – це фізична модель тіла, розмірами якого в умовах задачі можна знехтувати.



- У якому випадку тіла, зображені попередніх рисунках, можна вважати матеріальними точками?

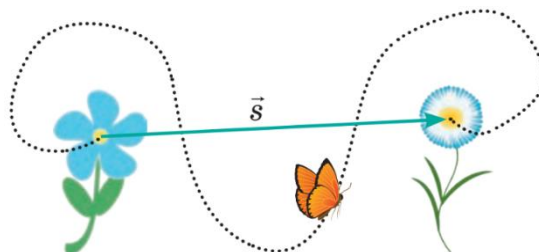


Траєкторія руху – це уявна лінія, в кожній точці якої послідовно перебувала матеріальна точка під час руху.

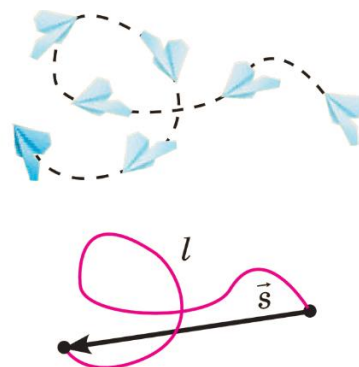
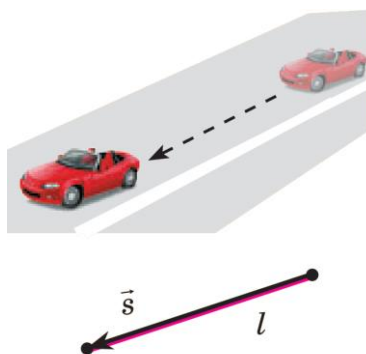
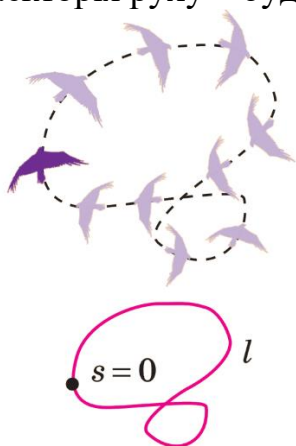
Шлях – це фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії або довжині її певної ділянки. (скалярна фізична величина)
 $[l] = \text{м}$



Переміщення $\vec{s}$ – це вектор, що з'єднує початкове та кінцеве положення матеріальної точки.
 $[s] = \text{м}$



- Чи може переміщення бути нульовим? (Траєкторія руху – замкнена лінія ($l \neq 0, s = 0$))
- У якому випадку модуль переміщення дорівнює пройденому шляху? (Траєкторія руху – пряма лінія ($l = s$))
- Яким буде пройдений шлях порівняно з модулем переміщення, якщо траєкторія руху – будь-яка крива? (Траєкторія руху – крива лінія ($l > s$))

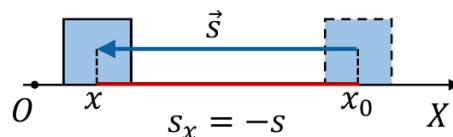
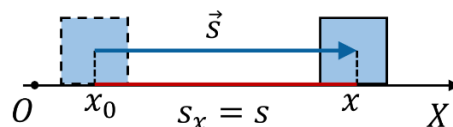
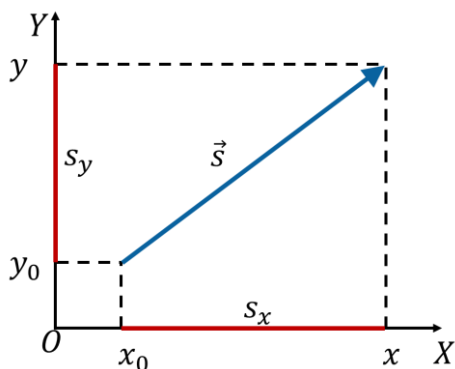


У будь-який момент часу координати тіла можна визначити за формулами:

$$x = x_0 + s_x \quad y = y_0 + s_y$$

Якщо напрямок переміщення збігається з напрямком осі координат, то $s_x = s$

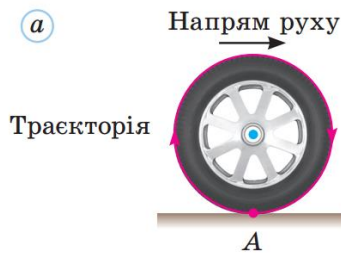
Якщо напрямок переміщення протилежний напрямку осі координат, то $s_x = -s$



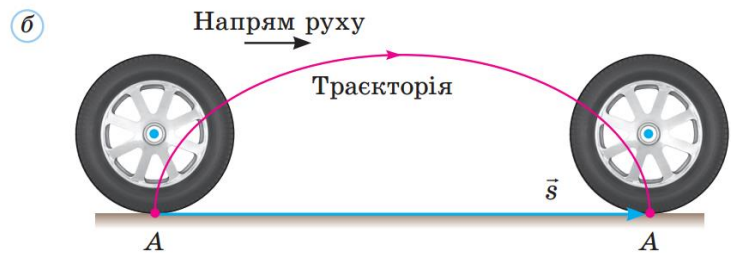
Відносність механічного руху

Відносність механічного руху:

Траєкторія, шлях, переміщення, а отже, швидкість руху тіла залежать від вибору системи відліку.



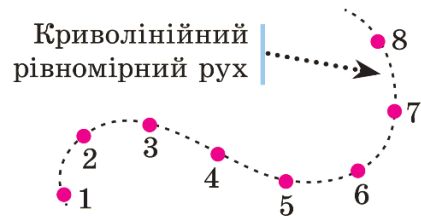
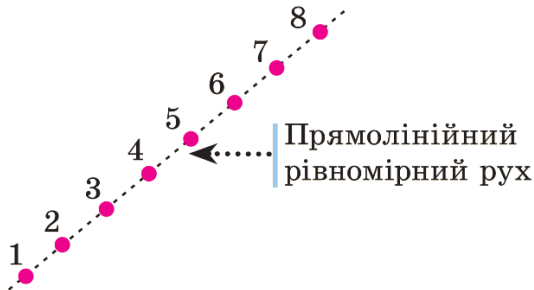
Система відліку «Автомобіль»:
 $l = 2\pi R, s = 0$



Система відліку «Земля»:
 $l > 2\pi R, s = 2\pi R$

Види механічного руху

Рівномірний рух – рух, під час якого матеріальна точка за будь-які рівні інтервали часу долає однаковий шлях.



Нерівномірний рух – рух, під час якого матеріальна точка за рівні інтервали часу долає різний шлях.



РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВПРАВ

1. Чи можна вважати Землю матеріальною точкою, розраховуючи:

- відстань від Землі до Сонця;
- шлях, пройдений Землею по орбіті навколо Сонця за місяць;
- довжину екватора;
- швидкість руху точки екватора під час добового обертання Землі навколо осі;
- швидкість руху Землі по орбіті навколо Сонця?

Відповіді:

а) Так. Радіус Землі набагато менший ніж відстань від Землі до Сонця, тому при розрахунку відстані Землю можна вважати матеріальною точкою.

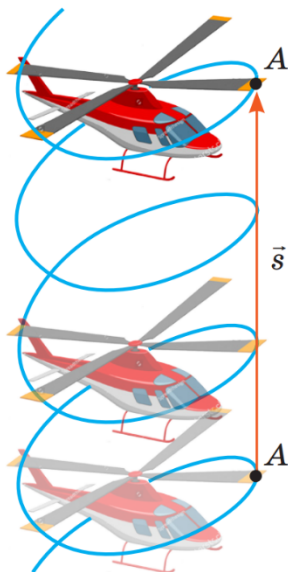
б) Так. Цей шлях набагато більший за радіус Землі, тому Землю можна вважати матеріальною точкою.

в) Ні. Довжина екватора Землі однозначно пов'язана з її радіусом, тому Землю в такому завданні матеріальною точкою вважати не можна.

г) Ні. Землю в цьому завданні матеріальною точкою вважати не можна. Розрахунок швидкості руху точки екватора Землі пов'язаний з урахуванням обертання Землі навколо власної осі, таке обертання не можна врахувати, якщо вважати Землю матеріальною точкою.

д) Так. У цій задачі важливий лише поступальний рух Землі по орбіті навколо Сонця, оскільки радіус орбіти Землі та відстань її до Сонця набагато більші за радіус Землі, то Землю можна вважати матеріальною точкою.

2. Вертоліт підіймається вертикально. Зобразіть траєкторію руху точки, розташованої на лопаті гвинта, відносно пілота; відносно Землі.



Система відліку «Гелікоптер»:

- траєкторія руху точки A — коло;
- шлях l — три довжини кола:
 $l = 3 \cdot 2\pi R$;
- модуль переміщення $s = 0$.



Система відліку «Земля»:

- траєкторія руху точки A — гвинтова лінія;
- шлях l — довжина гвинтової лінії;
- модуль переміщення s — висота, на яку піднявся гелікоптер: $s = h$.

3. Футболіст пробігає за матч близько 10 км. Що означає це число — шлях чи модуль переміщення? Яким може виявитися мінімальний модуль переміщення футболіста за матч?

10 км це шлях. Мінімальний модуль переміщення дорівнює 0, якщо футболіст закінчить матч у тій самій точці поля, у якій його розпочав.

4. З яким тілом потрібно пов'язати СВ, щоб ваші шлях і переміщення в будь-який момент часу дорівнювали нулю?

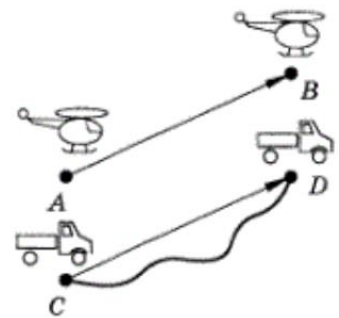
Щоб шлях і переміщення в будь-який момент часу дорівнювали нулю, потрібно пов'язати СВ з тим тілом яке саме й рухається, тобто із самим собою.

5. Порівняйте шляхи і переміщення вертольота та автомобіля, траєкторії руху яких зображено на рисунку.

Шлях пройдений автомобілем, більший за шлях пройдений вертольотом, а от переміщення обох є однаковим.



Вертоліт летить з точки A в B по прямолінійній траєкторії, тому його шлях і переміщення рівні за значенням один одному та є рівними довжині відрізка AB . Автомобіль їде з точки A в B по криволінійній траєкторії, тому модуль його переміщення дорівнює довжині відрізка CD і менший за пройдений шлях, який дорівнює довжині кривої CD . Переміщення вертольота і автомобіля рівні, оскільки рівні довжини відрізків AB і CD .



6. Що ми оплачуємо в таксі, в літаку – шлях чи переміщення?

При поїздки в таксі ми оплачуємо шлях, а на літаку переміщення. У таксі лічильник вимірює пройдений автомобілем шлях, і оплата пропорційна показанням лічильника. Траєкторія руху автомобіля далека від прямолінійної, і пройдений ним шлях більший за переміщення. Літак летить практично по прямій, і можна вважати, що шлях дорівнює переміщенню – в даному разі ми оплачуємо переміщення.

7. М'яч упав з висоти 3 м, відскочив від підлоги та був пійманий на висоті 1 м. Визначте шлях і переміщення м'яча.

Дано:

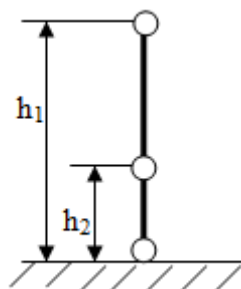
$$h_1 = 3 \text{ м}$$

$$h_2 = 1 \text{ м}$$

$$l - ?$$

$$s - ?$$

Розв'язання



Шлях – це фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії або довжині її певної ділянки.

$$l = h_1 + h_2 \quad l = 3 + 1 = 4 \text{ (м)}$$

Переміщення – це вектор, що з'єднує початкове та кінцеве положення матеріальної точки.

$$s = h_1 - h_2 \quad s = 3 - 1 = 2 \text{ (м)}$$

Відповідь: $l = 4 \text{ м}$, $s = 2 \text{ м}$.

8. Автомобіль рухається на повороті дороги, який являє собою половину дуги кола радіусом 20 м. Визначте шлях і модуль переміщення автомобіля за час повороту.

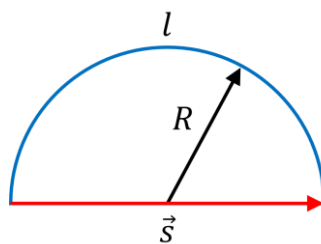
Дано:

$$R = 20 \text{ м}$$

$$l - ?$$

$$s - ?$$

Розв'язання



Довжина кола:

$$L = 2\pi R$$

Шлях пройдений автомобілем:

$$l = \frac{1}{2}L = \pi R$$

$$l = \pi \cdot 20 \approx 62,8 \text{ (м)}$$

Переміщення автомобіля:

$$s = 2R$$

$$s = 2 \cdot 20 = 40 \text{ м}$$

Відповідь: $l = 68,8$ м, $s = 40$ м.

9. Тіло здійснило переміщення з точки A з координатами $x_0 = 2$ м і $y_0 = 1$ м у точку B з координатами $x = -2$ м і $y = 4$ м. Накресліть вектор переміщення. Визначте проекції вектора переміщення на координатні осі OX і OY та його модуль.

Дано:

$$x_0 = 2 \text{ м}$$

$$y_0 = 1 \text{ м}$$

$$x = -2 \text{ м}$$

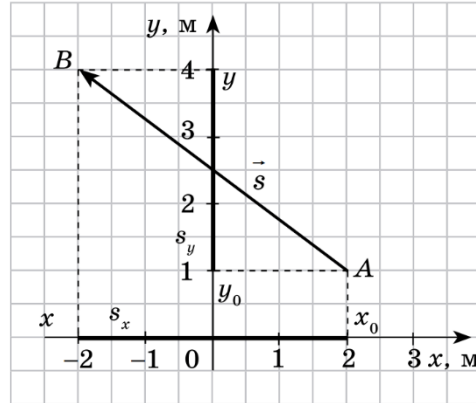
$$y = 4 \text{ м}$$

$$s_x = ?$$

$$s_y = ?$$

$$s = ?$$

Розв'язання



$$OX: s_x = x - x_0$$

$$OY: s_y = y - y_0$$

$$s_x = -2 - 2 = -4 \text{ (м)}$$

$$s_y = 4 - 1 = 3 \text{ (м)}$$

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

$$s = \sqrt{(-4)^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ (м)}$$

Відповідь: $s_x = -4$ м, $s_y = 3$ м, $s = 5$ м.