

## Урок 05 Швидкість руху. Середня та миттєва швидкості

### Мета уроку:

**Навчальна.** Сформувати знання учнів про прямолінійний рух, швидкість як фізичну величину; ознайомити учнів із середньою шляховою швидкістю, середньою швидкістю переміщення та миттєвою швидкістю руху тіла.

**Розвивальна.** З метою розвитку мислення розвивати вміння систематизувати, встановлювати зв'язки нового з раніше вивченим.

**Виховна.** Виховувати зацікавленість у вивченні предмету.

**Тип уроку:** комбінований.

**Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

### Хід уроку

#### I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

1. Провести бесіду за матеріалом § 4

##### *Бесіда за питаннями*

1. Що вивчає механіка?
2. Якою є основна задача механіки?
3. Дайте означення механічного руху.
4. Наведіть приклади різних механічних рухів.
5. Назвіть складові системи відліку.
6. Які види систем координат ви знаєте?
7. У яких випадках тіло, що рухається, можна розглядати як матеріальну точку? Наведіть приклад.
8. Опишіть шлях і переміщення за планом характеристики фізичної величини (див. форзац підручника).
9. У чому полягає відносність механічного руху? Наведіть приклад.

2. Перевірити виконання вправи № 4: завдання 1 – 4.

#### II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

Назвіть декілька механічних рухів, з якими ви зустрілися зранку.

Чи вистачить вам знань, щоб описати всі із них?

Почнемо із найпростішого – це рівномірний прямолінійний рух.

#### III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

##### 1. Рівномірний прямолінійний рух

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

(Наприклад, рух автомобіля на прямолінійній ділянці дороги (без розгону та гальмування), усталене падіння кульки в рідині)

##### **Висновки (впливає з означення):**

- для опису цього руху достатньо скористатись одновимірною системою координат, адже траєкторія руху – пряма;

- відношення переміщення  $\vec{s}$  до інтервалу часу  $t$ , за який це переміщення відбулося, для такого руху є незмінною величиною, адже за рівні інтервали часу тіло здійснює однакові переміщення.

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

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

Напрямок вектора швидкості руху збігається з напрямком переміщення тіла.

Модуль і проекцію швидкості визначають за формулами:

$$v = \frac{s}{t} \quad v_x = \frac{s_x}{t}$$

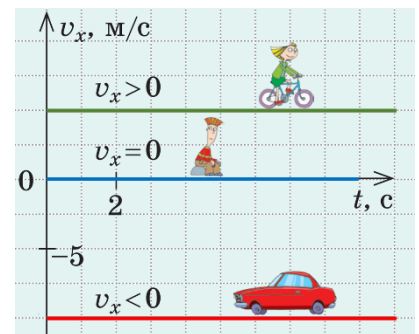
Одиниця швидкості руху в СІ – метр за секунду:

$$[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

### Проблемне питання

Графік проекції швидкості – відрізок прямої, паралельної осі часу, адже швидкість руху не змінюється з часом.

- З якою швидкістю рухається автомобіль? велосипед? хлопчик?

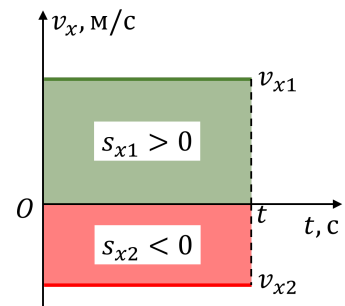


## 2. Переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху

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

Модуль і проекцію переміщення визначають за формулами:

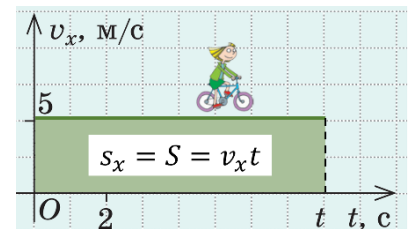
$$s = vt \quad s_x = v_x t$$



### Проблемне питання

Переміщення чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності  $v_x(t)$

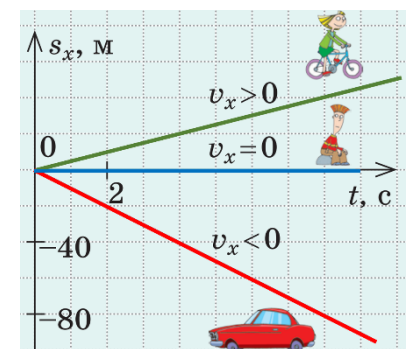
- Яким буде переміщення велосипеда за 8 с спостереження?



### Проблемне питання

Графік проекції переміщення – відрізок прямої, що проходить через початок координат, оскільки  $s_x \sim t$

- Яким буде переміщення автомобіля, велосипеда та хлопчика за 4 с спостереження?



### 3. Рівняння координати в разі рівномірного прямолінійного руху

$$x = x_0 + s_x \quad s_x = v_x t \quad \Rightarrow \quad x = x_0 + v_x t$$

$x_0$  – початкова координата;

$v_x$  – проекція швидкості руху тіла;

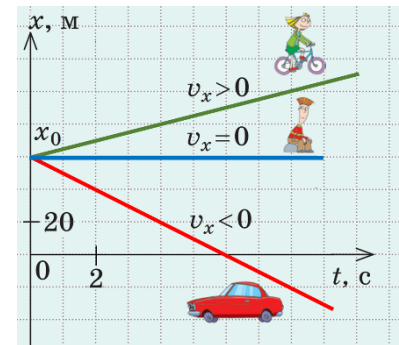
$t$  – час спостереження.

#### Проблемне питання

Графік координати – відрізок прямої, що починається в точці  $(t = 0; x = x_0)$ , де  $x_0$  – початкова координата.

- Визначте координату автомобіля через 8 с спостереження.

- На якій відстані один від одного перебуватимуть автомобіль і велосипед через 4 с спостереження?



### 4. Нерівномірний рух

Напевне, вам доводилося їхати автобусом або потягом із одного міста до іншого. Згадайте: транспортний засіб час від часу гальмує, зупиняється, потім знову набирає швидкість. Стрілка спідометра весь час коливається і тільки іноді завмирає на місці.

#### Проблемне питання

- Чи можна назвати такий рух рівномірним? (Звичайно, ні)
- А як називають такий рух?
- Як його описати?

Рівномірний прямолінійний рух трапляється досить рідко. У повсякденному житті ми зазвичай маємо справу з нерівномірним рухом.

**Нерівномірний рух – це рух, під час якого тіло за рівні проміжки часу проходить різний шлях.**

#### Проблемне питання

- Наведіть свої приклади нерівномірного руху в повсякденному житті.

(Нерівномірним є рух автобуса та інших транспортних засобів, рух тіл, що падають, рух спортсменів на біговій доріжці. А ще згадайте, наприклад, як котиться м'яч, як ви рухаетесь під час прогулянки, на уроках фізкультури.)

- Якщо швидкість автобуса в кожній точці є різною, як же її визначити? Як характеризувати такий рух?

Для характеристики нерівномірного руху використовують фізичні величини: *середня шляхова швидкість, середня векторна швидкість, миттєва швидкість.*

### 5. Середня швидкість руху тіла

*Середня шляхова швидкість:*



- Скалярна фізична величина
- Дорівнює відношенню всього шляху  $l$  до інтервалу часу  $t$ , за який цей шлях подолано
- $$v_{\text{сеп } l} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$$\frac{\text{Увесь шлях}}{\text{Увесь час спостереження}}$$

$l_1, l_2, \dots, l_n$  – ділянки шляху, пройдені за відповідні інтервали часу  
 $t_1, t_2, \dots, t_n$

- Не має напрямку

### Середня швидкість переміщення:

- Векторна фізична величина
- Дорівнює відношенню переміщення  $\vec{s}$  до інтервалу часу  $t$ , за який це переміщення здійснено

$$v_{\text{сеп } s} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \dots + \vec{s}_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad \frac{\text{Усе переміщення}}{\text{Увесь час спостереження}}$$

$\vec{s}_1, \vec{s}_2, \dots, \vec{s}_n$  – переміщення тіла за відповідні інтервали часу  $t_1, t_2, \dots, t_n$

- Напрямок збігається з напрямком переміщення:  $v_{\text{сеп}} \uparrow \vec{s}$

## 6. Миттєва швидкість руху тіла

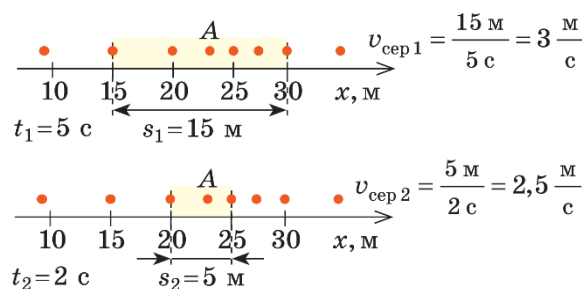
### Проблемне питання

- Яку швидкість показує спідометр автобуса?

### Миттєва швидкість:

- Векторна фізична величина
- Швидкість руху в даний момент часу, в даній точці; середня векторна швидкість, виміряна за нескінченно малий інтервал часу
- $$v = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \Delta \vec{s} \text{ – переміщення за дуже малий інтервал часу } \Delta t (\Delta t \rightarrow 0)$$
- Напрямок збігається з напрямком переміщення в даний момент часу:  

$$v \uparrow \Delta \vec{s}$$
- Чим менше інтервал часу, за який вимірюється середня швидкість руху, тим більше її значення наближається до значення миттєвої швидкості

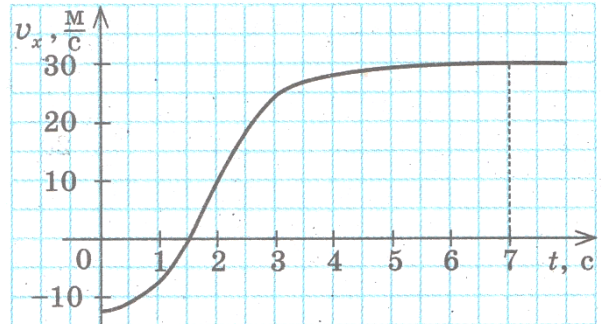


Час між послідовними положеннями тіла – 1 с

Під час прямолінійного рівномірного руху миттєва швидкість збігається з середньою швидкістю руху тіла та є незмінною.

В усіх інших випадках миттєва швидкість змінюється:

- за напрямком – під час криволінійного рівномірного руху;
- за значенням, інколи за напрямком (напрямок може змінюватися на протилежний) – під час прямолінійного нерівномірного руху;
- за напрямком і значенням водночас – під час криволінійного нерівномірного руху.



### Проблемне питання

- Якою буде миттєва швидкість тіла через 1 с після початку руху? через 1,5 с? через 4 с?

З рисунка видно:  $v_{x1} = -7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $v_{x2} = 0$ ;  $v_{x3} = 27,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

## ІV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАТЬ І ВМІНЬ

1. Потяг 10 хв рухається рівномірно прямолінійною ділянкою шляху завдовжки 5 км. Визначте швидкість руху потяга.

**Дано:**

$$t = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$$s = 5 \text{ км} = 5000 \text{ м}$$

$$v = ?$$

**Розв'язання**

$$v = \frac{s}{t} \quad [v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = \frac{5000}{600} = 8,3 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $v = 8,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

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)  $x = -2,5t^2$

Рівняння координати у випадку рівномірного прямолінійного руху має вигляд:

$$x = x_0 + v_x t$$

Тому рівняння а)  $x = 10 - 2,5t + 2t^2$  і д)  $x = -2,5t^2$  не є рівномірним прямолінійним рухом.

$$a) x = 10 - 2t \quad x_0 = 10 \text{ (м)} \quad v_x = -2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Напрямок руху тіла протилежний напрямку осі координат

$$б) x = 5t \quad x_0 = 0 \text{ (м)} \quad v_x = 5 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Напрямок руху тіла збігається з напрямком осі координат

$$г) x = -8 + 4t \quad x_0 = -8 \text{ (м)} \quad v_x = 4 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Напрямок руху тіла збігається з напрямком осі координат

3. Першу ділянку шляху – завдовжки 120 м – лижник пройшов за 2 хв, а другу ділянку – завдовжки 30 м – за 0,5 хв. Знайдіть середню шляхову швидкість руху лижника.

**Дано:**

$$l_1 = 120 \text{ м}$$

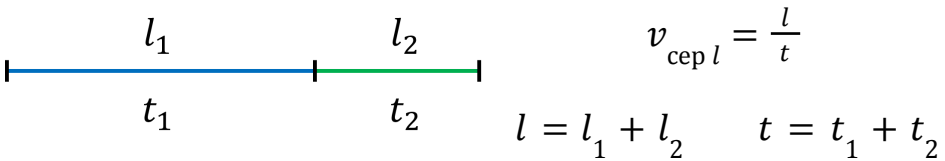
$$t_1 = 2 \text{ хв} = 120 \text{ с}$$

$$l_2 = 30 \text{ м}$$

$$t_2 = 0,5 \text{ хв} = 30 \text{ с}$$

$$v_{\text{сеп } l} = ?$$

**Розв'язання**



$$v_{\text{сеп } l} = \frac{l}{t}$$

$$l = l_1 + l_2 \quad t = t_1 + t_2$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} \quad [v_{\text{сеп } l}] = \frac{\text{м} + \text{м}}{\text{с} + \text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{120 + 30}{120 + 30} = 1 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $v_{\text{сеп } l} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

4. Першу половину часу польоту літак рухався зі швидкістю 600 км/год, а решту часу – зі швидкістю 800 км/год. Знайдіть середню шляхову швидкість руху літака.

**Дано:**

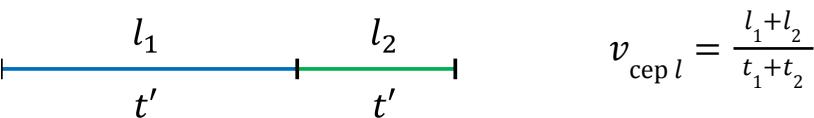
$$t_1 = t_2 = t'$$

$$v_1 = 600 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_2 = 800 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_{\text{сеп } l} = ?$$

**Розв'язання**



$$v_{\text{сеп } l} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2}$$

$$l_1 = v_1 t_1 = v_1 t'$$

$$l_2 = v_2 t_2 = v_2 t'$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{v_1 t' + v_2 t'}{2t'} = \frac{t'(v_1 + v_2)}{2t'} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$[v_{\text{сеп } l}] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} + \frac{\text{км}}{\text{год}}}{1} = \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{600+800}{2} = 700 \left( \frac{\text{км}}{\text{год}} \right)$$

**Відповідь:**  $v_{\text{сеп } l} = 700 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ .

5. Тіло рухається по дузі кола радіусом 4 м, описуючи при цьому траєкторію, яка являє собою половину дуги кола. Першу чверть кола тіло рухається зі швидкістю 2 м/с, а другу чверть – зі швидкістю 8 м/с. Визначте середню шляхову швидкість і середню векторну швидкість тіла за весь час руху.

**Дано:**

$$R = 4 \text{ м}$$

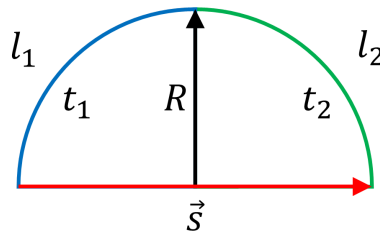
$$v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{сеп } l} = ?$$

$$v_{\text{сеп } s} = ?$$

**Розв'язання**



$$v_{\text{сеп } l} = \frac{l}{t}$$

Довжина кола:

$$L = 2\pi R$$

Тіло рухається по колу та проходить половину дуги кола:

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

$$t = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} \quad t_2 = \frac{l_2}{v_2}$$

$l_1$  та  $l_2$  – половина відстані, яку проходить тіло.

$$l_1 = l_2 = \frac{l}{2} = \frac{\pi R}{2}$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{\pi R}{\frac{\pi R}{2v_1} + \frac{\pi R}{2v_2}} = \frac{\pi R}{\frac{\pi R}{2} \cdot \left( \frac{v_2 + v_1}{v_1 v_2} \right)} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

$$\left[ v_{\text{сеп } l} \right] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 8}{2 + 8} = \frac{32}{10} = 3,2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

За означенням середня векторна швидкість – це відношенню переміщення до інтервалу часу, за який це переміщення здійснено:

$$v_{\text{сеп } s} = \frac{s}{t}$$

Якщо тіло проходить половину дуги кола, то його переміщення дорівнює діаметру кола:

$$s = 2R$$

$$t_1 = \frac{\pi R}{2v_1} \quad t_2 = \frac{\pi R}{2v_2}$$

$$v_{\text{сеп } s} = \frac{2R}{\frac{\pi R}{2v_1} + \frac{\pi R}{2v_2}} = \frac{2R}{\frac{\pi R}{2} \cdot \left( \frac{v_2 + v_1}{v_1 v_2} \right)} = \frac{4v_1 v_2}{\pi(v_1 + v_2)}$$

$$[v_{\text{сеп } s}] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{сеп } s} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 8}{3,14 \cdot (2+8)} = \frac{64}{31,4} \approx 2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $v_{\text{сеп } l} = 3,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $v_{\text{сеп } s} \approx 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

6. Тіло рухається в напрямку, протилежному напрямку осі  $OX$ , з постійною швидкістю  $18 \text{ км/год}$ . Початкова координата тіла дорівнює  $30 \text{ м}$ . Запишіть рівняння координати. Знайдіть координату тіла та модуль його переміщення через  $10 \text{ с}$  після початку спостереження.

**Дано:**

$$v_x = -18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$= -5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$x_0 = 30 \text{ м}$$

$$t_1 = 10 \text{ с}$$

$$x(t) - ?$$

$$x_1 - ?$$

$$s_1 - ?$$

**Розв'язання**

Рівняння координати у випадку рівномірного прямолінійного руху має вигляд:

$$x = x_0 + v_x t$$

Підставляємо значення координати та швидкості:

$$x = 30 - 5t$$

Для того, щоб знайти координату тіла через  $10 \text{ с}$ , час підставимо в рівняння руху:

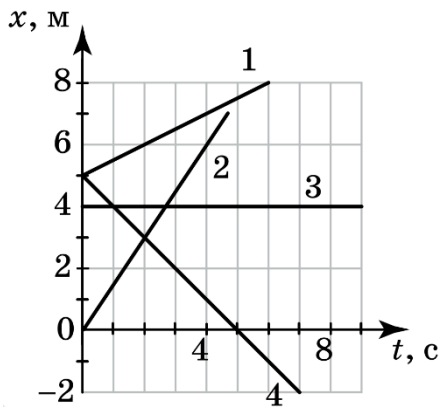
$$x_1 = 30 - 5 \cdot 10 = -20 \text{ (м)}$$

Переміщення знайдемо за формулою:

$$s_x = x - x_0 \quad s_{x1} = -20 - 30 = -50 \text{ (м)}$$

**Відповідь:**  $x = 30 - 5t$ ;  $x_1 = -20 \text{ м}$ ;  $s_1 = 50 \text{ м}$ .

7. За поданими на рисунку графіками запишіть рівняння залежності  $x(t)$ .



Рівняння координати у випадку рівномірного прямолінійного руху має вигляд:  $x = x_0 + v_x t$

Проекцію швидкості визначають за формулою:

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

$$x_{01} = 5 \text{ м}; x_1 = 8 \text{ м}; t_1 = 6 \text{ с}; v_{x1} = \frac{8-5}{6} = 0,5 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$x_1 = 5 + 0,5t$$

$$x_{02} = 0; x_2 = 6 \text{ м}; t_2 = 4 \text{ с}; v_{x2} = \frac{6-0}{6} = 1 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad x_2 = t$$

$$x_{03} = 5 \text{ м}; x_3 = 0; t_3 = 5 \text{ с}; v_{x3} = \frac{0-5}{5} = -1 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad x_3 = 5 - t$$

8. 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.

**Дано:**

$$x_1 = -4 + t$$

$$x_2 = 10 - 2t$$

$x$  — ?

$t$  — ?

$x(t)$  — ?

$v_x(t)$  — ?

**Розв'язання**

На момент зустрічі координати тіл будуть однаковими:

$$x_1 = x_2$$

$$-4 + t = 10 - 2t$$

$$3t = 14$$

$$t \approx 4,7 \text{ (с)}$$

Обчислимо координату тіла 1 в момент зустрічі:

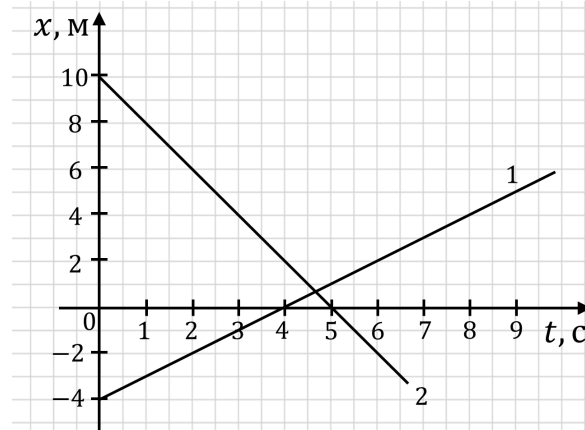
$$x_1 = -4 + 4,7 = 0,7 \text{ (м)}$$

$$x = x_1 = 0,7 \text{ м}$$

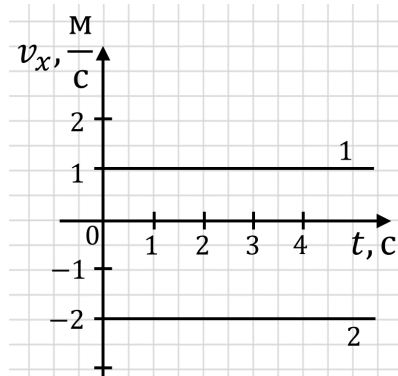
**Відповідь:**  $t \approx 4,7 \text{ с}$ ;  $x = 0,7 \text{ м}$ .

Графіки залежності  $x(t)$ :

$x_1 = -4 + t$		$x_2 = 10 - 2t$	
$t, \text{ c}$	$x_1, \text{ м}$	$t, \text{ c}$	$x_2, \text{ м}$
0	-4	0	10
4	0	5	0



Графіки залежності  $v_x(t)$ :



9. Відомо, що третину шляху скейтбордист рухався зі швидкістю 36 км/год, а 300 м, які залишилися, він подолав за 1 хв. Визначте, скільки часу рухався скейтбордист, обчисліть середню шляхову швидкість його руху.

**Дано:**

$$v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l_2 = 300 \text{ м}$$

$$t_2 = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$t - ?$

$v_{\text{сеп}l} - ?$

**Розв'язання**



$$v_{\text{сеп}l} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2}$$

За умовою задачі:

$$l_1 = \frac{l_2}{2}$$

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{l_2}{2v_1}$$

$$t = \frac{l_2}{2v_1} + t_2$$

$$[t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} + \text{с} = \text{с} + \text{с} = \text{с}$$

$$t = \frac{300}{2 \cdot 10} + 60 = 75 \text{ (с)}$$

$$v_{\text{сеп } l} = \frac{\frac{l_2}{2} + l_2}{t} = \frac{3l_2}{2t}$$

$$\left[ v_{\text{сеп } l} \right] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v_{\text{сеп } l} = \frac{3 \cdot 300}{2 \cdot 75} = 6 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $t = 75 \text{ с}; v_{\text{сеп } l} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

## V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

### *Бесіда за питаннями*

1. Який рух називають рівномірним прямолінійним?
2. Дайте характеристику швидкості рівномірного прямолінійного руху.
3. Як визначити переміщення та координату тіла, що рухається рівномірно прямолінійно?
4. Який вигляд мають графіки залежності  $v_x(t)$ ;  $s_x(t)$ ;  $x(t)$  у випадку прямолінійного рівномірного руху?
5. Дайте означення середньої векторної швидкості руху, середньої шляхової швидкості руху, миттєвої швидкості руху.

## VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 5 пункт 1-2, Вправа № 5 (3-4)