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 швидкість 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

І. 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.

ІІ. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ 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.

ІІІ. 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 (випливає 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.

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

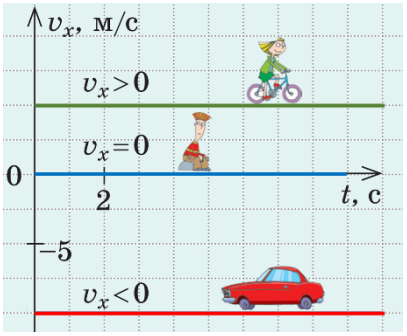
Напрямок вектора швидкості руху збігається з напрямком переміщення тіла.

Модуль і проекцію швидкості визначають за формулами:

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

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.

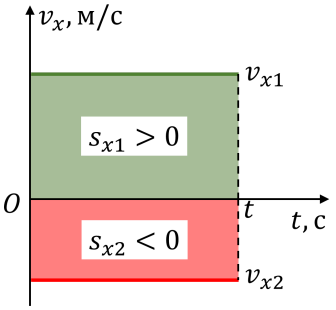
• З якою швидкістю рухається автомобіль? велосипед? хлопчик?

2. Переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху

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

Модуль і проекцію переміщення визначають за формулами:

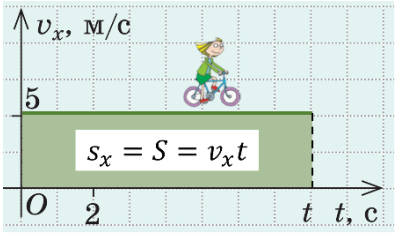
$$s = vt \qquad s_x = v_x t$$



Проблемне питання

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

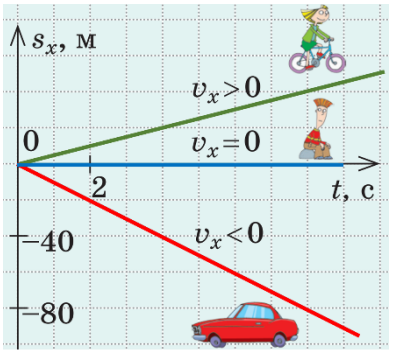
• Яким буде переміщення велосипеда за 8 с спостереження?



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

$$x = x_0 + s_x \qquad s_x = v_x t \qquad => \qquad x = x_0 + v_x t$$

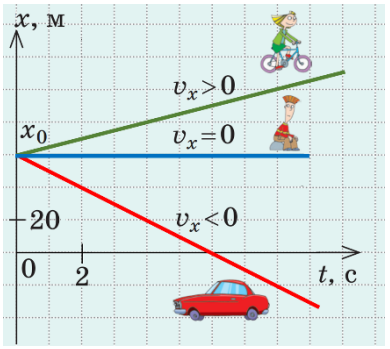
x_0 – початкова координата;

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 рухаєтесь 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
- $v_{\text{сер } l} = \frac{l}{t} = \frac{l_1+l_2+...+l_n}{t_1+t_2+...+t_n}$

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

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

- Не має напрямку

Середня швидкість переміщення:

- Векторна фізична величина
- Дорівнює відношенню переміщення $\vec{s}$ до інтервалу часу t, за який це переміщення здійснено
- $\vec{v}_{\text{сер } s} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1+\vec{s}_2+...+\vec{s}_n}{t_1+t_2+...+t_n}$ $\quad \frac{\text{Усе переміщення}}{\text{Увесь час спостереження}}$

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

- Напрямок збігається з напрямком переміщення: $\vec{v}_{\text{сер}} \uparrow\uparrow \vec{s}$

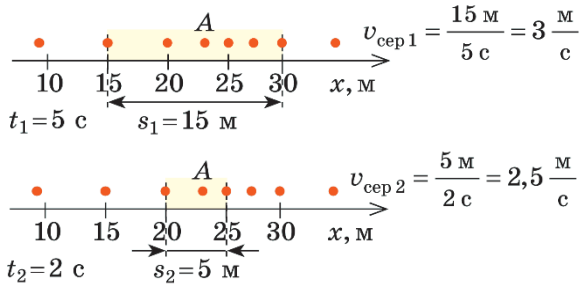
6. Миттєва швидкість руху тіла

Проблемне питання

• Яку швидкість показує спідометр автобуса?

Миттєва швидкість:

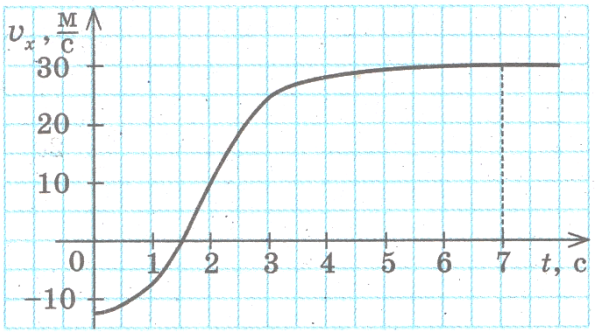
- Векторна фізична величина
- Швидкість руху в даний момент часу, в даній точці; середня векторна швидкість, виміряна за нескінченно малий інтервал часу
- $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$ $\quad \Delta\vec{s}$ – переміщення за дуже малий інтервал часу Δt ($\Delta t \to 0$)
- Напрямок збігається з напрямком переміщення в даний момент часу: $\vec{v} \uparrow\uparrow \Delta\vec{s}$
- 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: $v_{x1} = -7,5\frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_{x2} = 0$; $v_{x3} = 27,5\frac{\text{м}}{\text{с}}$

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

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

Дано:	***Розв'язання***
$t = 10$ хв $= 600$ с $s = 5$ км $= 5000$ м	$v = \frac{s}{t}$ $\quad [v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v = \frac{5000}{600} = 8,3\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$
$v - ?$	***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 мас 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.

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

Напрямок руху тіла протилежний напрямку осі координат

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

Напрямок руху тіла збігається з напрямком осі координат

г) $x = -8 + 4t$ $\quad x_0 = -8$ (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:

$l_1 = 120$ м

$t_1 = 2$ хв $= 120$ с

$l_2 = 30$ м

$t_2 = 0,5$ хв $= 30$ с

$v_{\text{сер}\,l} - ?$

Розв'язання



$$v_{\text{сер}\,l} = \frac{l}{t} \qquad l = l_1 + l_2 \qquad t = t_1 + t_2$$

$$v_{\text{сер}\,l} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} \qquad \left[v_{\text{сер}\,l}\right] = \frac{\text{м}+\text{м}}{\text{с}+\text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

Відповідь: $v_{\text{сер}\,l} = 1\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

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:

$t_1 = t_2 = t'$

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

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

$v_{\text{сер}\,l} - ?$

Розв'язання



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

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

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

$$v_{\text{сер}\,l} = \frac{v_1 t' + v_2 t'}{2t'} = \frac{t'\left(v_1 + v_2\right)}{2t'} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$\left[v_{\text{сер}\,l}\right] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} + \frac{\text{км}}{\text{год}}}{1} = \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

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

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

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:

$R = 4$ м

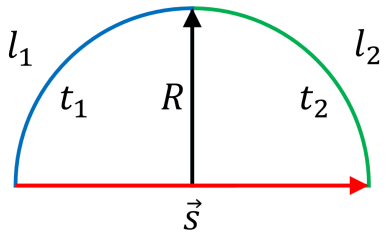
$v_1 = 2\frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_2 = 8\frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_{\text{сер } l} - ?$

$v_{\text{сер } s} - ?$

Розв'язання



$$v_{\text{сер } l} = \frac{l}{t}$$

Довжина кола:

$$L = 2\pi R$$

Тіло рухається по колу та проходить половину дуги кола:

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

$$t = t_1 + t_2$$

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

l_1 та l_2 – половина відстані, яку проходить тіло.

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

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

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

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

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

$$v_{\text{сер } s} = \frac{s}{t}$$

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

$$s = 2R$$

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

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

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

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

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

6. 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.

Дано:

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

$= -5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$x_0 = 30$ м

$t_1 = 10$ 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 с, час підставимо в рівняння руху:

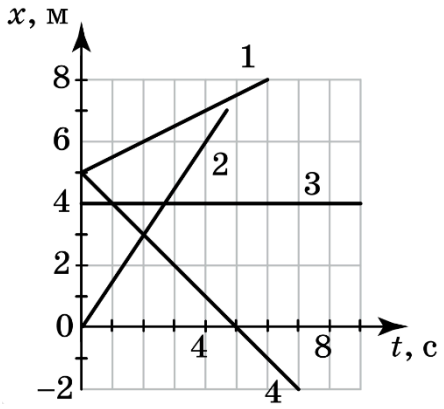
$$x_1 = 30 - 5 \cdot 10 = -20 \text{ (м)}$$

Переміщення знайдемо за формулою:

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

Відповідь: $x = 30 - 5t$; $x_1 = -20$ м; $s_1 = 50$ м.

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



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

Проекцію швидкості визначають за формулою:

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

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

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

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

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

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:

$$x_1 = -4 + 4,7 = 0,7 \text{ (м)}$$

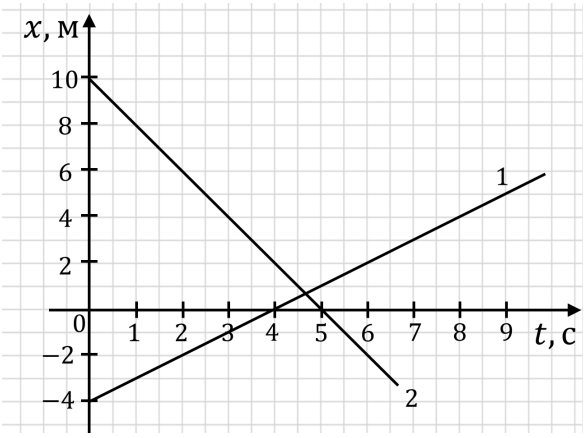
$$x = x_1 = 0,7 \text{ м}$$

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

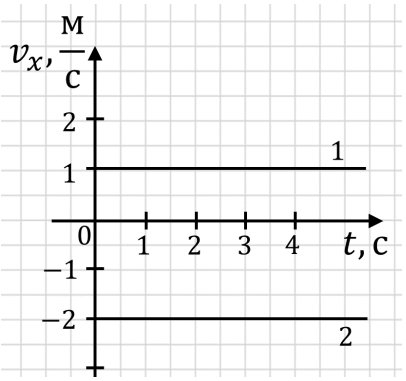
Графіки залежності $x(t)$:

$x_1 = -4 + t$	
t, с	x_1, м
0	-4
4	0

$x_2 = 10 - 2t$	
t, с	x_2, м
0	10
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:

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

$l_2 = 300$ м

$t_2 = 1$ хв $= 60$ с

t – ?

$v_{\text{сер}\,l}$ – ?

Розв'язання



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

За умовою задачі:

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

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

$$t = \frac{l_2}{2v_1} + t_2 \qquad [t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} + \text{с} = \text{с} + \text{с} = \text{с}$$

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

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

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

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

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)