

## Кінематика прямолінійного рівнозмінного руху.

### Переміщення під час рівноприскореного руху.

Рівняння залежності вектору переміщення від часу має вигляд:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

Рівняння залежності проекції переміщення від часу:

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Оскільки величини  $v_{0x}$  і  $a_x$  не залежать від часу руху, то залежність  $s_x(t)$  є квадратичною.

Можна отримати іншу формулу для обчислення переміщення, до якої не входить змінна  $t$  – час руху:

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

### Координата тіла при рівноприскореному русі.

Для будь-якого виду руху проекція переміщення і координата пов'язані співвідношенням  $x = x_0 + s_x$ . Для рівноприскореного руху  $s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ . Отже, рівняння координати для рівноприскореного прямолінійного руху:

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Знаючи початкове положення тіла  $x_0$  (положення в момент часу  $t=0$ ), початкову швидкість  $\vec{v}_0$  тіла, його прискорення  $\vec{a}$  і скориставшись останньою формулою, можна визначити положення тіла в будь-який момент часу, тобто розв'язати основну задачу механіки для рівноприскореного прямолінійного руху.

Зазначимо також, що залежність  $x(t)$  є квадратичною.

**Приклад 1.** Залежність координати від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням  $x = 2 + 4t - 1,5t^2$ . Чому дорівнює проекція початкової швидкості руху тіла та проекція прискорення?

$$v_{0x}=4, a_x/2=-1,5, a_x=-3$$

**Приклад 2.** Залежність координати від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням  $x = 3 - 2t + 2t^2$ . Якою буде залежність проекції швидкості цього тіла від часу?

$$v_x=v_{0x}+a_x t, v_{0x} = -2, a_x/2=2, a_x=4. \quad v_x=-2+4t.$$

**Приклад 3.** Залежність координати від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням  $x = -4 + 2t + t^2$ . Визначте модуль переміщення тіла за перші три секунди руху.

$$|s_x| = |x_2 - x_1| = |x(3) - x(0)|$$

$$x(3)=-4+2*3+3^2=-4+6+9=11$$

$$x(0)=-4$$

$$|s_x| = |11 - (-4)| = 15$$

**Приклад 4.** Хлопчик підкидав камінець вертикально вгору і помітив, що якщо початкову швидкість камінця підвищити у 2 рази, то максимальна висота підйому камінця зросте у... Опором повітря знехтувати.

$$h_{\max} = s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-v_0^2}{2(-g)} = \frac{v_0^2}{2g}$$

**Відповідь:** в 4 рази

**Приклад 5.** Тіло вільно падає без початкової швидкості з висоти 80 м. Який час триватиме політ?

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2},$$

$$h = \frac{gt^2}{2}, t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 80}{10}} = 4 \text{ (с)}$$

**Відповідь:** 4 с.

**Приклад 6.** Автомобіль, який рухається по дорозі з постійною швидкістю 72 км/год, на ділянці довжиною 300 м прискорився до 144 км/год. Визначте прискорення автомобіля на цій ділянці. Вважайте рух автомобіля на цій ділянці рівноприскореним.

$$v_0 = 72 \text{ км/год} = 20 \text{ м/с}, v = 144 \text{ км/год} = 40 \text{ м/с}, s = 300 \text{ м}$$

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}, a = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2s} = \frac{40^2 - 20^2}{2 \cdot 300} = \frac{1200}{600} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

**Відповідь:** 2 м/с<sup>2</sup>.

**Приклад 7.** З висоти 45 м падає тіло. Визначте (в мілісекундах) час, за який тіло пролетить останній метр польоту. Вважайте, що  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Опором повітря знехтуйте.

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}, s = \frac{gt^2}{2}$$

$$1) S_1 = 44, 44 = 10t^2/2 = 5t^2, t_1 = 2,96647$$

$$2) S_2 = 45, 45 = 10t^2/2 = 5t^2, t_2 = 3$$

$$t = t_2 - t_1 = 0,03353 \text{ (с)} = 34 \text{ мс}$$

**Відповідь:** 34 мс.

Завдання прикладів 8 – 10 див. на наступній сторінці.

**Приклад 8. № 14.**

**Відповідь: А.**

**Приклад 9. № 15.**

**Відповідь: В.**

**Приклад 10. № 18.**

**Відповідь: А.**

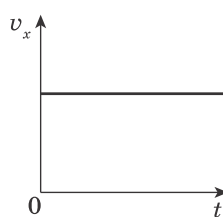
12. Ракета-носій стартує вгору з космодрому з прискоренням  $45 \text{ м/с}^2$ . Через який час вона перебуватиме на висоті  $45 \text{ км}$ ?

А $31,6 \text{ с}$	Б $44,7 \text{ с}$	В $1000 \text{ с}$	Г $2025 \text{ с}$
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

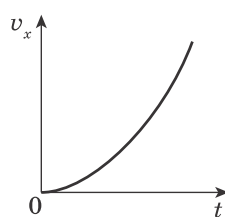
13. Під час екстреного гальмування автомобіль пройшов відстань до повної зупинки  $100 \text{ м}$ . З яким прискоренням рухався автомобіль під час гальмування, якщо його початкова швидкість становила  $72 \text{ км/год}$ ?

А $0,05 \text{ м/с}^2$	Б $1 \text{ м/с}^2$	В $2 \text{ м/с}^2$	Г $4 \text{ м/с}^2$
------------------------	---------------------	---------------------	---------------------

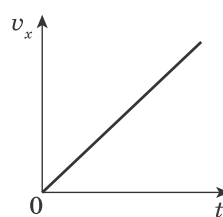
14. Тіло рухається прямолінійно. Установіть, який із графіків залежності проекції швидкості тіла від часу відповідає рівномірному руху.



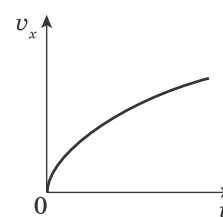
1



2



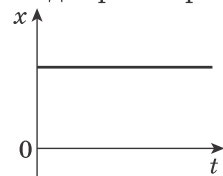
3



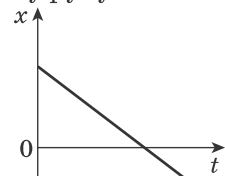
4

А 1	Б 2	В 3	Г 4
-----	-----	-----	-----

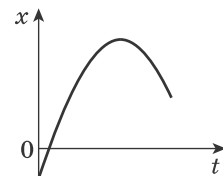
15. Тіло рухається прямолінійно. Установіть, який із графіків залежності координати тіла від часу відповідає рівноприскореному руху.



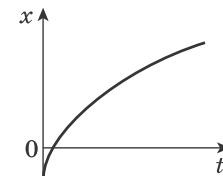
1



2



3



4

А 1	Б 2	В 3	Г 4
-----	-----	-----	-----

16. Залежність проекції швидкості від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням  $v_x = -2 + t$ . Чому дорівнює проекція прискорення тіла?

А $1 \text{ м/с}^2$	Б $-2 \text{ м/с}^2$	В $-1 \text{ м/с}^2$	Г $32 \text{ м/с}^2$
---------------------	----------------------	----------------------	----------------------

17. Залежність координати від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням  $x = 2 + 4t - 1,5t^2$ . Чому дорівнює проекція початкової швидкості руху тіла?

А $2 \text{ м/с}$	Б $4 \text{ м/с}$	В $-1,5 \text{ м/с}$	Г $3 \text{ м/с}$
-------------------	-------------------	----------------------	-------------------

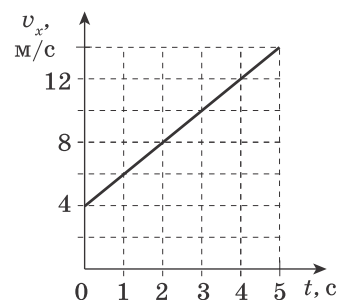
18. Залежність проекції швидкості руху тіла від часу задана графіком (див. рисунок). Якою буде залежність проекції переміщення цього тіла від часу?

А  $s_x = 4t + t^2$

В  $s_x = 4 + 3t$

Б  $s_x = 4t + 2t^2$

Г  $s_x = 4t + 1,5t^2$



**Приклад 11 (№ 6 у збірнику).** Тіло рухається вздовж осі Х з прискоренням  $1 \text{ м/с}^2$ . Початкові умови:  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ ,  $x_0 = -22 \text{ м}$ . Чому дорівнює координата тіла через 2 с після початку руху?

$$x = -22 + 10t + \frac{t^2}{2},$$

$$x = -22 + 10 \cdot 2 + \frac{2^2}{2} = -22 + 20 + 2 = 0.$$

**Відповідь:**  $x=0$ .

**Приклад 12 (№ 8 у збірнику).** Тіло рухається вздовж осі Х з прискоренням  $1 \text{ м/с}^2$ . Знайти початкову швидкість, якщо початкова координата  $x_0 = -22 \text{ м}$ , і тіло опинилося в точці  $x=0$  через 2 с після початку руху.

$$x = -22 + v_{0x}t + \frac{t^2}{2},$$

$$0 = -22 + v_{0x} \cdot 2 + \frac{2^2}{2},$$

$$-2v_{0x} = -22 + 2 = -20,$$

$$v_{0x} = 10 \text{ м/с}.$$

**Відповідь:**  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ .

**Домашнє завдання:** №№ 5, 7, 9, 27, 38; 40, 43, 44.