

ТЕМА 2. РІВНОПРИСКОРЕНИЙ ПРЯМОЛІНІЙНИЙ РУХ. РУХ ТІЛА ПО ВЕРТИКАЛІ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ТЯЖІННЯ

• Швидкість тіла в даний момент часу (або в даній точці траєкторії) називають миттєвою. При русі тіла проекція миттєвої швидкості на деяку вісь Ox дорівнює $v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = x'(t)$, де $x = x(t)$ — рівняння руху тіла вздовж осі Ox .

- Рівноприскореним називають рух, при якому за будь-які рівні проміжки часу швидкість тіла змінюється однаково.
- Прискоренням рівноприскореного руху \bar{a} називають відношення зміни швидкості тіла до інтервалу часу, за який ця зміна відбулася: $\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$. Напрямок вектора прискорення збігається з напрямом вектора зміни швидкості.

Миттєве значення проекції прискорення на вісь Ox дорівнює $a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = v_x'(t)$. При рівноприскореному прямолінійному русі $\bar{a} = const$. Одиницею вимірювання прискорення у СІ є $1 \frac{м}{с^2}$.

- Рівняння проекції швидкості при рівноприскореному русі вздовж осі Ox : $v_x = v_{0x} + a_x t$.
- Рівняння проекції переміщення на вісь Ox : $S_x = v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$. Співвідношення між переміщенням і швидкостями: $S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$; $S_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$.

- Рівняння рівноприскореного прямолінійного руху: $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$.
- При рівноприскореному прямолінійному русі без початкової швидкості справджується «закон непарних чисел»: шляхи, що проходить тіло за послідовні рівні інтервали часу, відносяться як послідовні непарні числа: $l_1 : l_2 : l_3 : \dots : l_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$.
- Графіки залежності кінематичних величин від часу при рівноприскореному прямолінійному русі вздовж осі Ox зображені на рис. 1: а) — графік проекції прискорення; б) — графік проекції швидкості; в) — графік проекції переміщення; г) — графік руху.

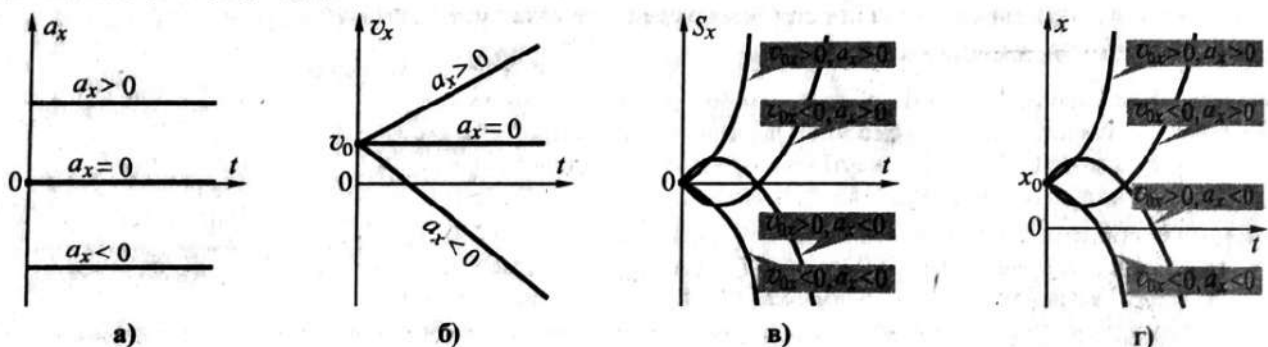


Рис. 1

• Шлях тіла при рівноприскореному русі вздовж осі Ox чисельно дорівнює площі фігури, обмеженої графіком проекції швидкості, віссю Ot і прямими $t = t_1$ та $t = t_2$ (див. рис. 2).

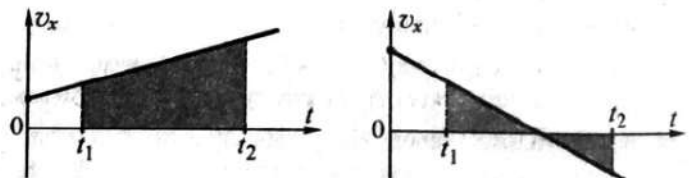


Рис. 2

• Падіння тіла за умов, коли опором повітря можна знехтувати, називають вільним падінням. Біля поверхні Землі всі тіла падають зі спрямованим вертикально вниз прискоренням, модуль якого $g \approx 9,8 \frac{м}{с^2}$. Це прискорення називають прискоренням вільного падіння¹.

При русі під дією лише сили тяжіння час підняття тіла на висоту h і час падіння з неї рівні. Модуль швидкості тіла на тій самій висоті є однаковим при піднятті і спуску.

¹ В усіх задачах цього розділу слід вважати, що $g = 10 \frac{м}{с^2}$.

Приклад 1. Рух двох автомобілів по прямолінійному шосе в СІ задано рівняннями $x_1 = 2t + 0,2t^2$ та $x_2 = 8t - 0,1t^2$. Визначте мінімальний проміжок часу, за який швидкості тіл стануть рівними.

А	Б	В	Г
5 с	10 с	15 с	20 с

$$x_1 = 2t + 0,2t^2$$

$$x_2 = 8t - 0,1t^2$$

$$v_{2x} = v_{1x}$$

$$t_{\min} = ?$$

I спосіб.

Рівняння швидкості тіл: $v_{1x} = x_1'(t) = 2 + 0,4t$; $v_{2x} = x_2'(t) = 8 - 0,2t$.

Оскільки $v_{2x} = v_{1x}$, то $2 + 0,4t = 8 - 0,2t$. Звідси $t = 10$ с.

II спосіб.

З рівнянь руху кожного тіла отримаємо: $x_{01} = 0$, $v_{01x} = 2$ м/с, $a_{1x} = 0,4$ м/с²;

$$x_{02} = 0$$
, $v_{02x} = 8$ м/с, $a_{2x} = -0,2$ м/с².

Запишемо рівняння швидкості: $v_{1x} = 2 + 0,4t$; $v_{2x} = 8 - 0,2t$. За умовою $v_{2x} = v_{1x}$, тому $2 + 0,4t = 8 - 0,2t$; $t = 10$ с.

Відповідь: Б.

Приклад 2. За останню секунду рівноприскореного руху без початкової швидкості тіло пройшло три чверті всього шляху. Скільки часу рухалося тіло?

$$l_2 = \frac{3}{4}l$$

$$\tau = 1$$
 с

$$v_0 = 0$$

$$t = ?$$

Шлях тіла за весь час руху: $l = \frac{at^2}{2}$.

Шлях тіла на першій ділянці: $l_1 = \frac{l}{4} = \frac{a(t-\tau)^2}{2}$. Звідси $\frac{at^2}{8} = \frac{a(t-\tau)^2}{2}$.

Тоді $3t^2 - 8t\tau + 4\tau^2 = 0$. Оскільки $\tau = 1$ с, то отримаємо квадратне рівняння

$$3t^2 - 8t + 4 = 0, \text{ розв'язками якого є } t_1 = \frac{4+2}{3} = 2 \text{ (с)} \text{ та } t_2 = \frac{2}{3} \text{ (с)} < 1 \text{ с} \text{ — не має фізичного змісту.}$$

Відповідь: 2 с.

Приклад 3. Плавець стрибнув із п'ятиметрової вишки і занурився у воду на глибину 2 м. Початкова швидкість спортсмена дорівнює 0. Скільки часу і з яким прискоренням він рухався у воді? Опором повітря знехтуйте. Рух у воді вважайте рівноприскореним.

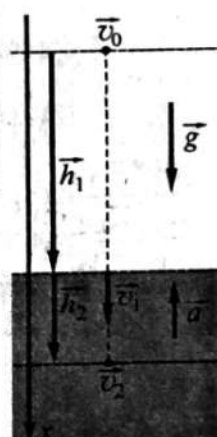
$$h_1 = 5$$
 м

$$h_2 = 2$$
 м

$$v_0 = 0$$

$$t_2 = ?$$

$$a = ?$$



У повітрі тіло вільно падає без початкової швидкості.

$h_1 = \frac{v_1^2}{2g}$, де v_1 — швидкість плавця перед зануренням у воду.

$$\text{Звідси } v_1 = \sqrt{2gh_1}.$$

Рух у воді рівносповільнений до зупинки: $h_2 = \frac{v_1^2}{2a}$.

$$\text{Звідси } a = \frac{v_1^2}{2h_2} = \frac{2gh_1}{2h_2} = g \frac{h_1}{h_2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

З рівняння проекції швидкості на другій ділянці $0 = v_1 - at_2$ отримаємо:

$$t_2 = \frac{v_1}{a} = \frac{\sqrt{2gh_1}}{a} = 0,4 \text{ с.}$$

Відповідь: 25 м/с²; 0,4 с.

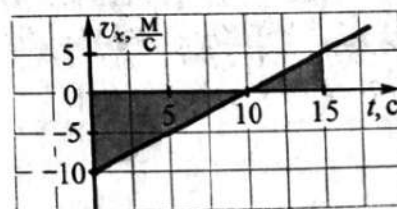
Приклад 4. За графіком проекції швидкості визначте середню шляхову швидкість та середню швидкість переміщення за перші 15 с руху при русі вздовж осі Ox .

Розв'язання

$$1) \text{ Проекція прискорення: } a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{0 \text{ м/с} + 10 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$2) \text{ Проекція швидкості тіла при } t = 15 \text{ с: } v_x = v_{0x} + a_x t = -10 + 1 \cdot 15 = 5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

$$3) \text{ Проекція переміщення тіла при } t = 15 \text{ с: } S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} = -10 \cdot 15 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 15^2 = -37,5 \text{ (м).}$$



4) Шлях за перші 15 с руху — сума площ заштрихованих трикутників: $l = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 5 = 62,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$.

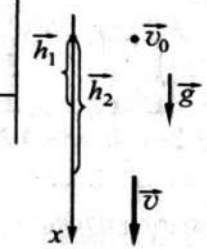
5) Середня шляхова швидкість: $v_{\text{шл}} = \frac{l}{t} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

6) Середня швидкість переміщення: $v_{\text{пр}} = \frac{S_x}{t} = -2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Відповідь: 4,2 м/с; -2,5 м/с.

Приклад 5. Який шлях пролетить камінець, що вільно падає, за восьму секунду падіння?

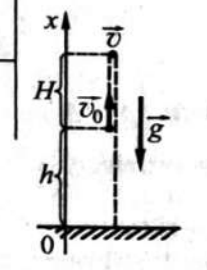
$t_1 = 7 \text{ с}$
 $t_2 = 8 \text{ с}$
 $v_0 = 0$
 $h = ?$



При вільному падінні без початкової швидкості $h = \frac{gt^2}{2}$. За $t_1 = 7 \text{ с}$ руху:
 $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$. За $t_2 = 8 \text{ с}$ руху: $h_2 = \frac{gt_2^2}{2}$. За восьму секунду руху:
 $h = h_2 - h_1 = \frac{g}{2}(t_2^2 - t_1^2) = 75 \text{ м}$.
 Відповідь: 75 м.

Приклад 6. З балкона, що розташований на висоті 20 м, зі швидкістю 20 м/с вертикально вгору кинули камінь. За який час камінь упаде на землю?

$h = 20 \text{ м}$
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$
 $t = ?$



I спосіб.
 Запишемо рівняння проекції швидкості для часу підняття каменя t_1 на максимальну висоту: $0 = v_0 - gt_1$. Звідси $t_1 = \frac{v_0}{g}$.
 Висота, на яку камінь підніметься над балконом, дорівнює $H = \frac{v_0^2}{2g}$.
 Оскільки камінь упродовж часу t_2 падає без початкової швидкості з висоти $H+h$, то час падіння

дорівнює $t_2 = \sqrt{\frac{2(H+h)}{g}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + 2gh}{g^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g}$.

Загальний час руху каменя $t = t_1 + t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} \approx 4,83 \text{ (с)}$.

II спосіб.

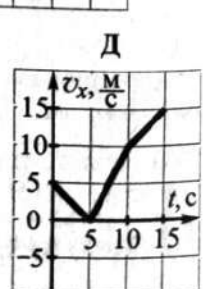
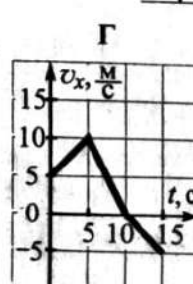
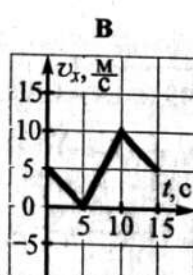
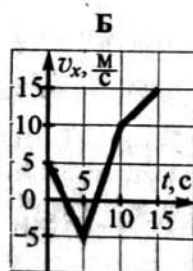
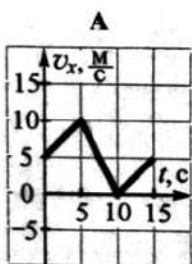
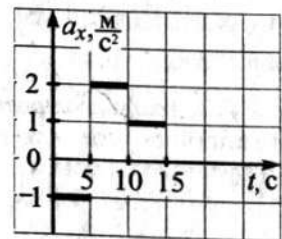
Запишемо рівняння проекції переміщення для всього часу руху каменя t : $-h = v_0 t - gt^2/2$.

Отримаємо квадратне рівняння $\frac{gt^2}{2} - v_0 t - h = 0$, з якого час руху каменя $t' = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} \approx 4,83 \text{ (с)}$. Другий

корінь $t'' = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} < 0$ не має фізичного змісту.

Відповідь: 4,83 с.

Приклад 7 (ЗНО-2007). Для прямолінійного руху за графіком залежності проекції прискорення тіла від часу визначте графік залежності проекції швидкості цього тіла від часу. $v_{0x} = 5 \text{ м/с}$.



Розв'язання

Визначимо кінцеву швидкість тіла через кожні 5 с.

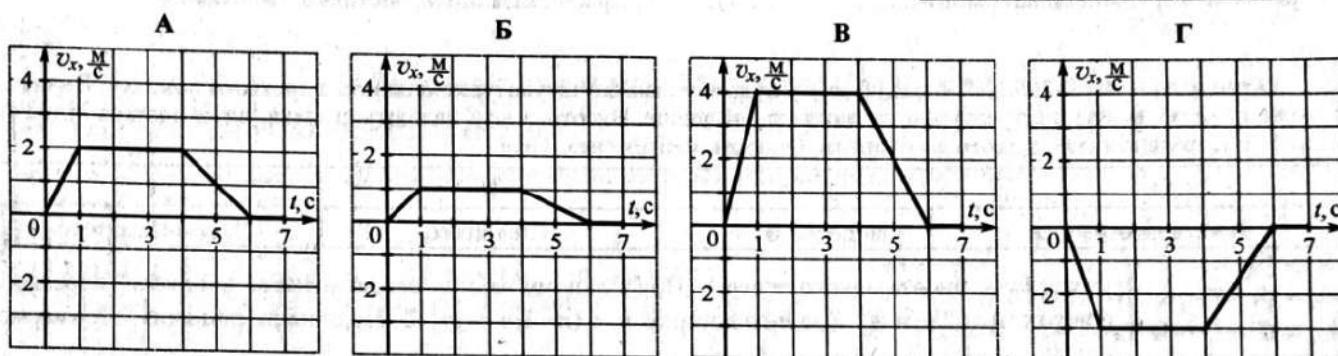
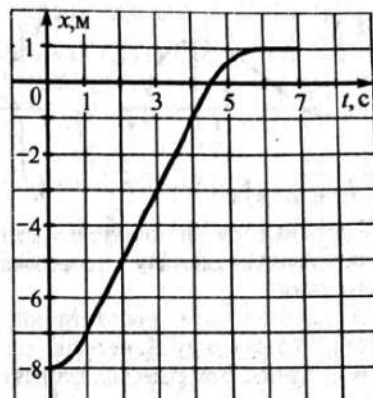
I ділянка: $v_{x1} = v_{0x} + a_{x1}t_1 = 5 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 0 \text{ м/с}$. Відповіді А, Б, Г є неправильними.

II ділянка: $v_{x2} = v_{x1} + a_{x2}t_2 = 0 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 10 \text{ м/с}$.

III ділянка: $v_{x3} = v_{x2} + a_{x3}t_3 = 10 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 15 \text{ м/с}$. Відповідь В неправильна.

Отже, правильною є відповідь Д.

Приклад 8 (ЗНО-2009). За поданим графіком залежності координати тіла від часу визначте можливий графік залежності проекції швидкості цього тіла від часу.



Розв'язання

На другій ділянці з моменту часу $t_1 = 1 \text{ с}$ до моменту $t_2 = 4 \text{ с}$ тіло рухається рівномірно. Визначимо проекцію швидкості на цій ділянці: $v_{x2} = \frac{x - x_0}{t_2 - t_1} = \frac{-1 \text{ м} - (-7) \text{ м}}{3 \text{ с}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Тому правильним є графік швидкості, зображений на рисунку А.

Приклад 9 (пробне ЗНО-2010). На рисунку зображено графік залежності швидкості руху жука від часу. Визначте шлях, що проповз жук за 9 с.

- А 34 см.
- Б 45 см.
- В 50 см.
- Г 72 см.

Розв'язання

Шлях жука чисельно дорівнює площі фігури, що міститься під графіком проекції швидкості.

I ділянка: рух рівномірний, $l_1 = v_{x1} \cdot t_1 = 5 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ см}$.

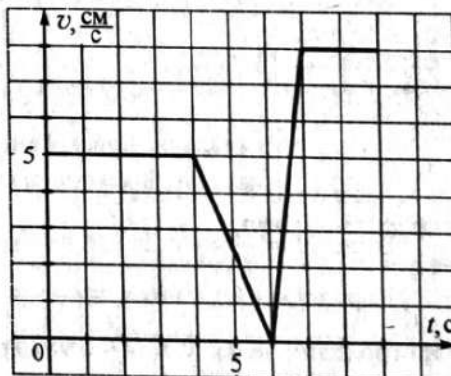
II ділянка: рух рівносповільнений, $l_2 = \frac{v_{x1} + v_{x2}}{2} \cdot t_2 = \frac{5 \text{ см} + 0 \text{ см}}{2} \cdot 2 \text{ с} = 5 \text{ см}$.

III ділянка: рух рівноприскорений, $l_3 = \frac{v_{x2} + v_{x3}}{2} \cdot t_3 = \frac{0 \text{ см} + 8 \text{ см}}{2} \cdot 1 \text{ с} = 4 \text{ см}$.

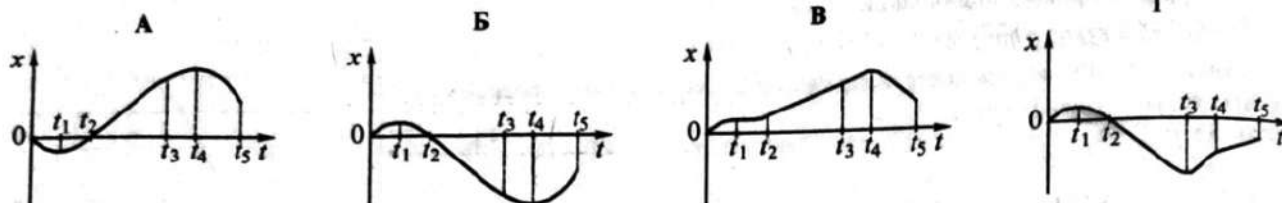
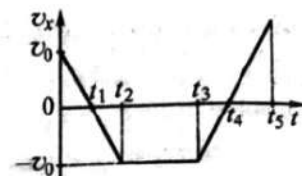
IV ділянка: рух рівномірний, $l_4 = v_{x3} \cdot t_4 = 8 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 16 \text{ см}$.

Загальний шлях $l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 45 \text{ (см)}$.

Відповідь: Б.



Приклад 10 (ЗНО-2009). За поданим графіком залежності проекції швидкості тіла від часу знайдіть відповідний графік залежності координати тіла від часу. Початкова координата тіла $x_0 = 0$.



Розв'язання

I ділянка: рух рівносповільнений, проекція прискорення на вісь Ox від'ємна, графіком руху є парабола, вітки якої напрямлені донизу, координата максимальна в момент часу t_1 . Графік руху, показаний на рисунку А, неправильний.

II ділянка: рух рівномірний, проекція швидкості від'ємна, координата тіла зменшується. Графік руху, показаний на рисунку В, неправильний.

III ділянка: рух рівноприскорений, проекція прискорення на вісь Ox додатна, графіком руху є парабола, вітки якої напрямлені вгору, координата мінімальна в момент часу t_4 . Графік, показаний на рисунку Г, неправильний.

Відповідь: Б.

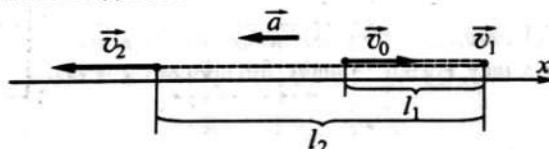
Приклад 11 (ЗНО-2008). Під час ремонту будинку шматки штукатурки падають з третього поверху. Визначте, з якого поверху шматки штукатурки падають удвічі довше. Висота, з якої падають шматки, визначається кількістю нижніх поверхів під тим, з якого вони впали. Опором повітря знехтуйте.

А	Б	В	Г
Із четвертого	Із шостого	З дев'ятого	Із дванадцятого

$h_1 = 2h_0$ $h_2 = (n-1) \cdot h_0$ $v_0 = 0$ $t_2 = 2t_1$ $n = ?$	<p>Нехай h_0 — висота одного поверху. При вільному падінні без початкової швидкості з третього поверху $h_1 = 2h_0 = gt_1^2/2$, з n-го поверху $h_2 = (n-1)h_0 = gt_2^2/2$. Поділивши рівняння, отримаємо:</p> $\frac{n-1}{2} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 = 4.$ <p>Звідси $n = 9$ — з дев'ятого поверху. Відповідь: В.</p>
---	--

Приклад 12 (пробне ЗНО-2009). Визначте, який шлях (у метрах) пройшло тіло за 10 с під час рівноприскореного руху, якщо його початкова швидкість становить 20 м/с, а прискорення, що дорівнює за модулем 5 м/с^2 , напрямлене протилежно до початкової швидкості.

$t = 10 \text{ с}$
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$
 $a = 5 \text{ м/с}^2$
 $l = ?$



Оскільки прискорення напрямлене протилежно до початкової швидкості, то тіло спочатку гальмує. З'ясуємо, в який момент часу тіло зупиниться ($v = 0$): $0 = v_0 - at_1$.

Звідси $t_1 = \frac{v_0}{a} = 4 \text{ с}$. За цей час тіло проходить шлях $l_1 = \frac{v_0^2}{2a} = 40 \text{ (м)}$.

Упродовж наступних $t_2 = t - t_0 = 6 \text{ с}$ тіло рухається рівноприскорено без початкової швидкості у протилежний бік і проходить шлях $l_2 = \frac{at_2^2}{2} = 90 \text{ (м)}$. Увесь шлях тіла дорівнює $l = l_1 + l_2 = 130 \text{ (м)}$.

Відповідь: 130 м.

Приклад 13 (ЗНО-2014). Тіло рухається вздовж осі Ox так, що його координата змінюється з часом за законом $x = -8 + 8t - 2t^2$ (усі одиниці подано в системі СІ). 1. У який момент часу від початку відліку тіло опиниться в початку координат ($x = 0$)? 2. Яку швидкість матиме тіло під час проходження точки з координатою $x = 0$?

Розв'язання

Підставимо $x = 0$ у рівняння руху $0 = -8 + 8t - 2t^2$ і, розв'язавши дане квадратне рівняння, визначимо момент часу, коли тіло проходить точку з координатою $x = 0$: $-2 \cdot (t-2)^2 = 0$, звідси $t = 2 \text{ с}$.

Запишемо рівняння проекції швидкості даного рівноприскореного руху, врахувавши що $v_{0x} = 8 \text{ м/с}$, $a_x = -4 \text{ м/с}^2$:

$v_x = 8 - 4t$. Якщо $t = 2 \text{ с}$, то $v_x = 0$.

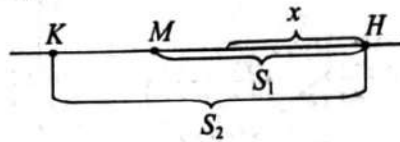
Відповідь: 2 с, 0 м/с.

Приклад 14 (пробне ЗНО-2015). У момент, коли кіт (K) помітив мишеня (M) (див. рис.), воно перебувало на відстані 3 м від нори (H) і бігло до неї рівномірно зі швидкістю 0,5 м/с. Наздоганяючи мишеня, кіт почав бігти з постійним прискоренням 2 м/с^2 . Уважайте, що кіт і мишеня рухаються по одній прямій, а відстань від kota до нори становить 4,5 м.



1. На якій відстані (м) від нори кіт упіймає мишеня?
2. Скільки часу (с) знадобиться коту для цього?

$$\begin{aligned} S_1 &= 3 \text{ м} \\ S_2 &= 4,5 \text{ м} \\ v &= 0,5 \text{ м/с} \\ a &= 2 \text{ м/с}^2 \\ v_0 &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} x &= ? \\ t &= ? \end{aligned}$$

Мишеня, рухаючись рівномірно, до зустрічі з котом пробігає шлях $S_1 - x = vt$. За цей самий час кіт, рухаючись рівноприскорено зі стану спокою, проходить шлях $S_2 - x = \frac{at^2}{2}$. Віднімемо рівняння: $S_2 - S_1 = \frac{at^2}{2} - vt$.

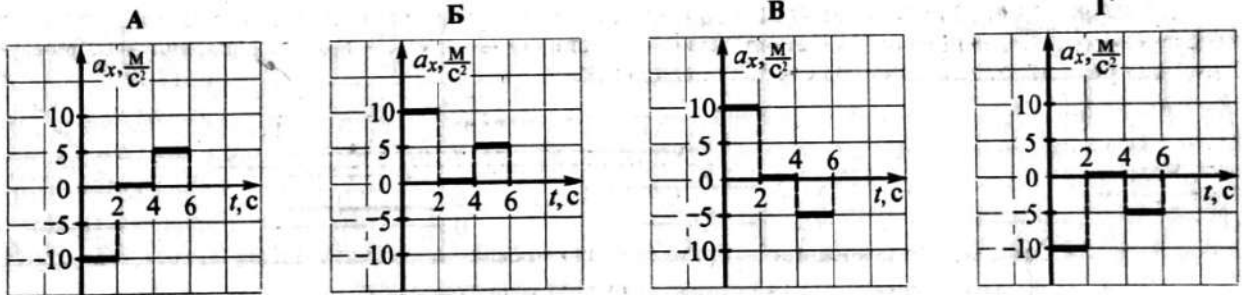
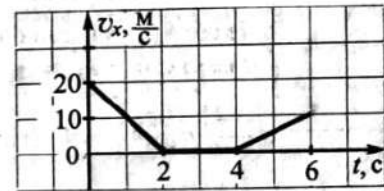
Підставивши числові значення величин, отримаємо квадратне рівняння $t^2 - 0,5t - 1,5 = 0$, розв'язками якого є $t_1 = 1,5 \text{ с}$ та $t_2 = -1 \text{ с}$ (не має змісту). Тоді $x = S_1 - vt = 2,25 \text{ м}$.
Відповідь: 1. 2,25 м; 2. 1,5 с.

Завдання для самостійного розв'язування

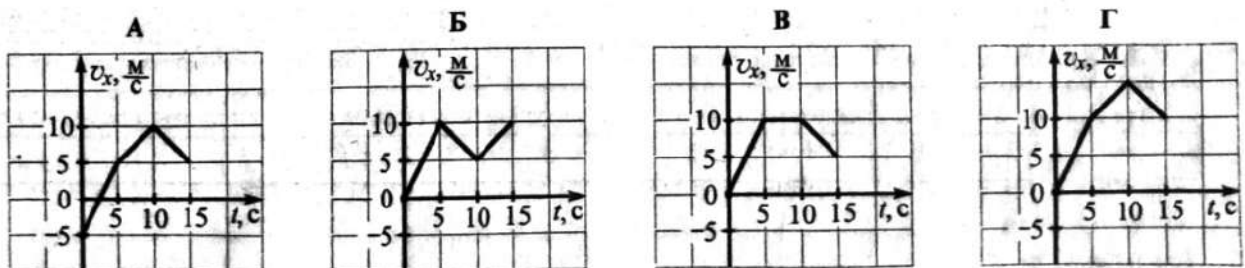
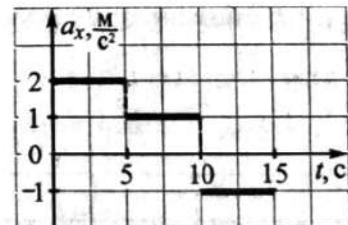
Завдання з вибором однієї правильної відповіді

Завдання 2.1 – 2.23 мають чотири варіанти відповіді, серед яких лише один правильний. Виберіть правильний, на Вашу думку, варіант відповіді.

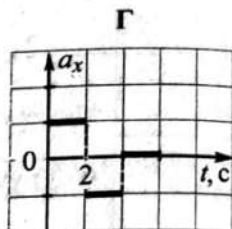
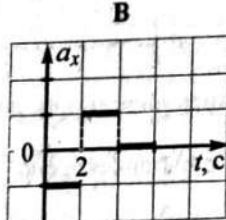
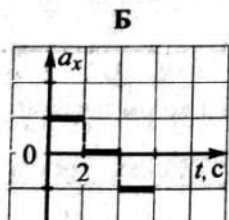
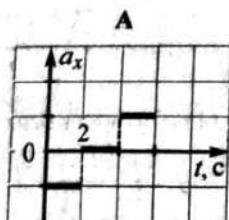
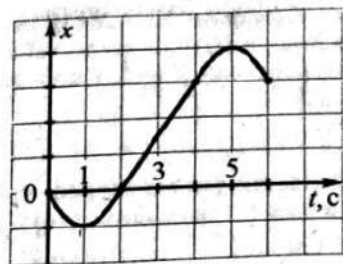
- 2.1. Укажіть графік проекції прискорення, що відповідає вказаному на рисунку графіку проекції швидкості.



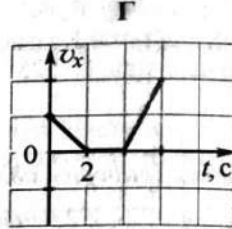
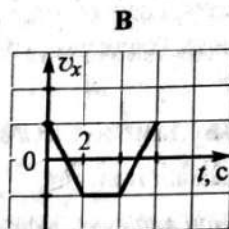
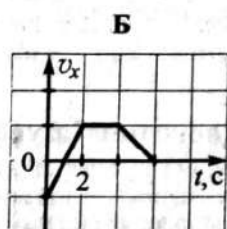
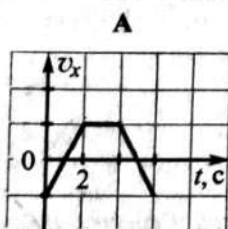
- 2.2. Укажіть графік проекції швидкості, який відповідає вказаному на рисунку графіку проекції прискорення для руху без початкової швидкості ($v_{0x} = 0$).



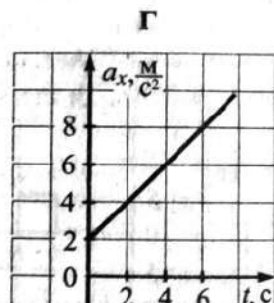
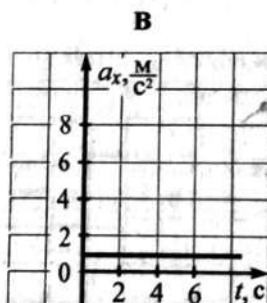
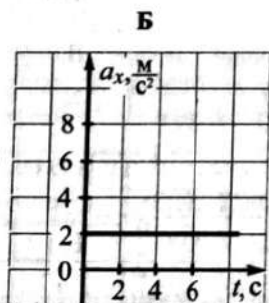
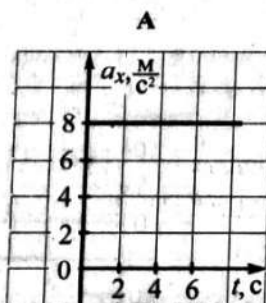
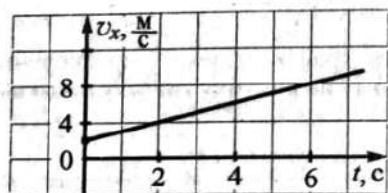
2.3. Укажіть графік проекції прискорення, який відповідає вказаному на рисунку графікові руху.



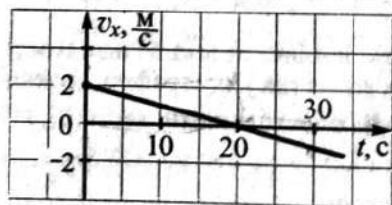
2.4. Укажіть графік проекції швидкості, який відповідає графікові руху, заданому в задачі 2.3.



2.5. Укажіть графік проекції прискорення, який відповідає вказаному на рисунку графіку проекції швидкості.



2.6. За графіком проекції швидкості визначте шлях та проекцію переміщення за 30 с руху.

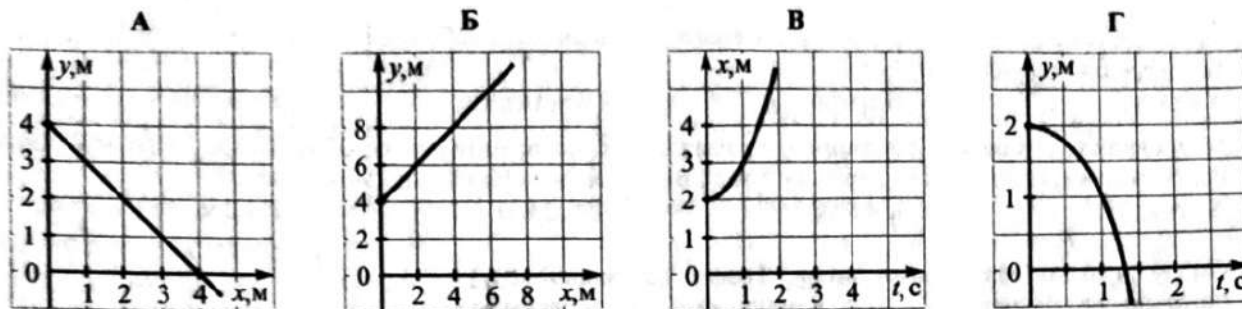


А	Б	В	Г
15 м; 25 м	20 м; 5 м	25 м; -15 м	25 м; 15 м

2.7. Рух тіла в площині Oxy в СІ описується рівняннями $x = 4 - t^2$; $y = 1 + t^2$. Запишіть рівняння траєкторії.

А	Б	В	Г
$x = 4 - t^2$	$y = 5 - x$	$y = 1 + t^2$	$y = 5 + x$

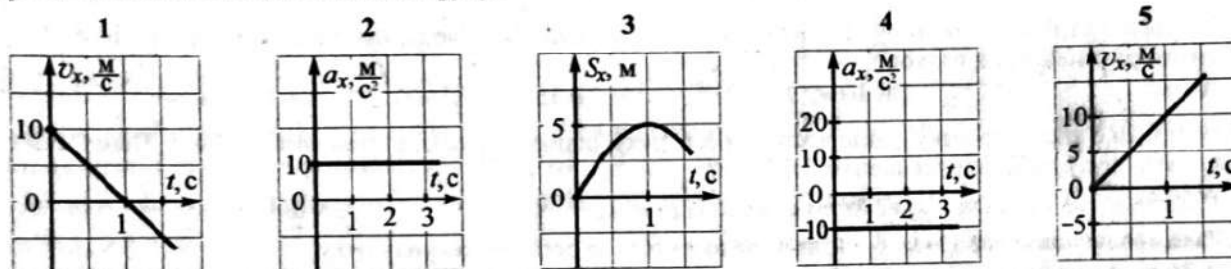
2.8. Рух тіла в площині Oxy описується в СІ рівняннями $x = 2 + t^2$; $y = 2 - t^2$. На якому рисунку показано графік траєкторії?



2.9. Рух автобуса описується в СІ рівнянням $x_1 = 600 - 10t$, а рух легкового автомобіля — рівнянням $x_2 = t^2$. Визначте час та координату зустрічі тіл.

А	Б	В	Г
5 с; 550 м	10 с; 500 м	20 с; 400 м	20 с; 500 м

2.10². Камінь кинули вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с. Вісь Ox напрямлена вгору. На яких рисунках зображені кінематичні величини цього руху?



А	Б	В	Г
1; 2; 3	1; 3; 4	2; 3; 5	3; 4; 5

2.11. Частинка здійснює прямолінійний нерівномірний рух. Виберіть правильну відповідь: графік руху може ...

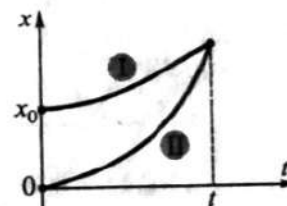
- А мати форму параболи;
- Б бути вертикальною прямою;
- В бути горизонтальною прямою;
- Г бути замкнутою лінією.

2.12. Частинка починає рухатись прямолінійно зі стану спокою, проходячи щосекунди шлях на 1 м більший, ніж за попередню секунду. Цей рух є рівноприскореним, якщо за першу секунду частинка проходить ...

А	Б	В	Г
0,25 м	0,5 м	1 м	1,5 м

2.13. На рисунку зображено графіки руху двох тіл. Точка перетину графіків означає, що в момент часу t :

- А швидкості обох тіл однакові;
- Б прискорення тіл однакові;
- В відстань між тілами дорівнює x_0 ;
- Г тіла зіткнулись.



2.14 (пробне ЗНО-2014). У довгій, вертикально встановленій трубці, з якої відкачали повітря, на однаковій висоті знаходяться дробинка, корок і пташине перо. Яке з цих тіл першим досягне дна трубки, вільно падаючи з однакової висоти?

А	Б	В	Г
Дробинка	усі три тіла одночасно	пташине перо	корок

² В усіх задачах на рух по вертикалі опором повітря слід знехтувати і вважати, що $g = 10 \frac{м}{с^2}$.

- 2.15. Тіло, вільно падаючи без початкової швидкості з висоти h , набуває в момент удару об землю швидкості v . Визначте швидкість тіла на висоті $h/2$.
 А $v/2$; Б $v/\sqrt{2}$; В $v/3$; Г $v/\sqrt{3}$.
- 2.16. За яку секунду від початку рівноприскореного руху шлях автомобіля в $7/5$ разів більший за шлях, пройдений за попередню секунду?
 А Другу; Б третю; В четверту; Г п'яту.
- 2.17. Мотоцикліст, рухаючись рівномірно, проїхав за 4 с по прямому шосе 32 м. Після цього він гальмував з прискоренням, модуль якого дорівнює 5 м/с^2 . Визначте гальмівний шлях мотоцикліста.
 А 6,4 м; Б 4,6 м; В 12,8 м; Г 3,2 м.

- 2.18. Стрілу пушено вертикально вгору. Графік залежності $v_x(t)$ показано на рисунку. У який момент часу стріла досягне максимальної висоти? Яка максимальна висота підняття?



- А 4 с; 160 м; Б 8 с; 160 м; В 8 с; 80 м; Г 4 с; 80 м.
- 2.19. Рух тіла описується рівнянням $x = 4t - t^2$. У який момент часу тіло зупиниться?
 А 2 с; Б 4 с; В 0 с; Г 8 с.
- 2.20. М'яч кинули вертикально вгору. Який шлях він пролетить за останню секунду підняття?
 А 1 м; Б 2,5 м; В 10 м; Г 5 м.
- 2.21. З балкона вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с кидають камінець, який падає на землю через 3 с. На якій висоті розташований балкон?
 А 5 м; Б 10 м; В 15 м; Г 20 м.
- 2.22. Через 10 с після початку рівноприскореного руху швидкість поїзда становить $0,5 \text{ м/с}$. Через який час від початку руху поїзд набуде швидкості 2 м/с ?
 А 50 с; Б 40 с; В 30 с; Г 20 с.
- 2.23. Тіло вільно падає впродовж 6 с. Визначте шлях тіла за останню секунду руху.
 А 25 м; Б 45 м; В 55 м; Г 50 м.

Завдання на встановлення відповідності

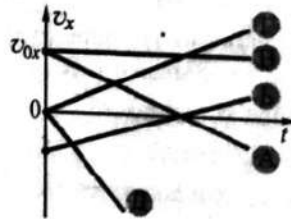
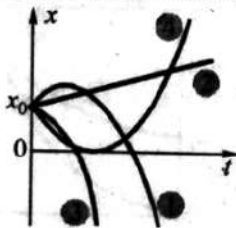
У завданнях 2.24 – 2.36 до кожного із чотирьох рядків інформації, позначених цифрами, виберіть один правильний, на Вашу думку, варіант, позначений буквою.

- 2.24. Установіть відповідність між рівнянням руху тіла та рівнянням проекції швидкості.

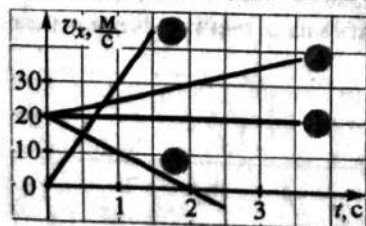
- 1 $x = 2 + 4t - t^2$
 2 $x = 2 + 4t$
 3 $x = 2 - 4t + t^2$
 4 $x = 2 - 4t - t^2$

- А $v_x = -4 - 2t$
 Б $v_x = 4$
 В $v_x = -4 + 2t$
 Г $v_x = 4 - 2t$
 Д $v_x = 2 - 2t$

- 2.25. Установіть відповідність між графіком руху та графіком проекції швидкості.

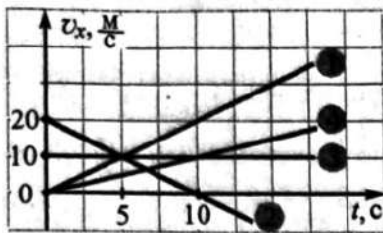


- 2.26. Установіть відповідність між графіком проекції швидкості та значенням проекції прискорення.



- А 5 м/с^2
 Б -10 м/с^2
 В 0
 Г -5 м/с^2
 Д 30 м/с^2

2.27. Установіть відповідність між графіком проекції швидкості та рівнянням проекції швидкості.



- А $v_x = t$
- Б $v_x = 20 + 2t$
- В $v_x = 10$
- Г $v_x = 20 - 2t$
- Д $v_x = 2t$

2.28. Установіть відповідність між описом руху тіла в площині Oxy та рівняннями цього руху (або траєкторії).

- 1 Рівномірний рух уздовж осі Ox
- 2 Рух по параболі в площині Oxy
- 3 Рівноприскорений рух уздовж осі Oy
- 4 Тіло нерухоме

- А $x = 4 - 2t; y = 0$
- Б $x = 0; y = 2$
- В $y = 2x^2 - 3$
- Г $x = 0; y = 2 + 4t - t^2$
- Д $x = 4 - 2t + t^2; y = 0$

2.29. Літак, рухаючись рівноприскорено, через 20 с після старту набув швидкості 180 км/год. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

- 1 Прискорення літака
- 2 Шлях літака за 20 с руху
- 3 Швидкість літака через 10 с руху
- 4 Час, за який літак подолає 125 м

- А 10
- Б 2,5
- В 25
- Г 1000
- Д 500

2.30. Швидкість поїзда зменшилась від 54 км/год до 32,4 км/год на шляху 720 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

- 1 Модуль прискорення поїзда
- 2 Час гальмування
- 3 Швидкість поїзда у момент, коли він проїхав 625 м
- 4 Швидкість поїзда через 30 с після початку гальмування

- А 10
- Б 30
- В 60
- Г 12
- Д 0,1

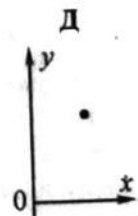
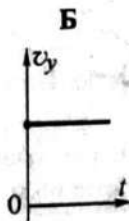
2.31. Автомобіль, початкова швидкість якого 72 км/год, почав гальмувати з прискоренням, модуль якого дорівнює $0,5 \text{ м/с}^2$. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

- 1 Шлях автомобіля до зупинки
- 2 Час гальмування
- 3 Швидкість через 30 с від початку гальмування
- 4 Середня шляхова швидкість за 20 с руху

- А 400
- Б 5
- В 200
- Г 40
- Д 15

2.32. Установіть відповідність між описом руху тіла в площині Oxy та графіком цього руху

- 1 Рівномірний рух уздовж осі Oy
- 2 Тіло нерухоме
- 3 Рівноприскорений рух уздовж осі Ox
- 4 Прямолінійний рух



2.33. Тіло падає без початкової швидкості впродовж 5 с. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

- 1 Висота, з якої падало тіло
- 2 Швидкість, якої набуло тіло, пройшовши 5 м
- 3 Швидкість у момент удару об землю
- 4 Шлях за останню секунду падіння

- А 50
- Б 100
- В 125
- Г 45
- Д 10

2.34. Молот, яким забивають палі, в момент удару має швидкість 6 м/с. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

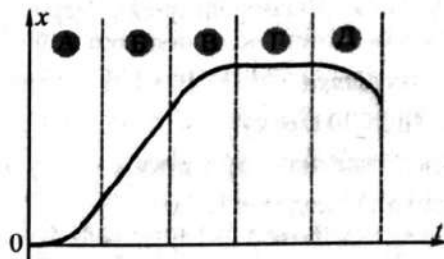
- | | |
|------------------------------------|--------|
| 1 Час падіння | А 0,6 |
| 2 Висота, з якої падав молот | Б 1,25 |
| 3 Середня швидкість за час падіння | В 3 |
| 4 Шлях за перші 0,5 секунди руху | Г 9 |
| | Д 1,8 |

2.35. Камінь, кинутий вертикально вгору, піднявся на висоту 45 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

- | | |
|---|------|
| 1 Час підняття | А 20 |
| 2 Початкова швидкість | Б 25 |
| 3 Шлях за першу секунду руху | В 3 |
| 4 Шлях каменя за останню секунду підняття | Г 30 |
| | Д 5 |

2.36. Установіть відповідність між описом руху тіла та відповідною йому ділянкою графіка.

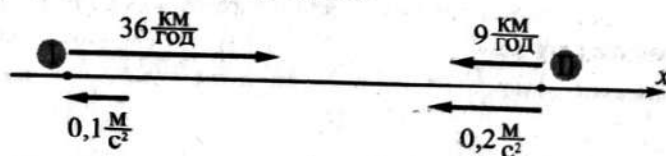
- Рівномірний рух у напрямку осі Ox
- Спокій
- Рівноприскорений рух у напрямку осі Ox , за якого модуль швидкості зростає
- Рівноприскорений рух у напрямку, протилежному до осі Ox



Завдання відкритої форми з короткою відповіддю

Розв'яжіть завдання 2.37 – 2.64. Обчислення доцільно здійснювати за кінцевою формулою розв'язання задачі в загальному вигляді.

- 2.37. За 4 с автобус проїхав 80 м, при цьому швидкість його збільшилася втричі. З яким прискоренням рухався автобус?
- 2.38. Два автомобілі починають рух з одного пункту в одному напрямку. Другий вирушає на 20 с пізніше першого. Обидва авто рухаються з однаковим прискоренням, які дорівнюють $0,4 \text{ м/с}^2$. Через який час від початку руху першого автомобіля віддаль між ними становитиме 240 м?
- 2.39. Рухаючись рівноприскорено зі стану спокою, тіло за п'яту секунду руху пройшло 18 м. Який шлях воно пройшло за другу секунду?
- 2.40. Поїзд гальмує зі сталим прискоренням. У скільки разів шлях поїзда за останню секунду руху відрізняється від шляху за передостанню секунду?
- 2.41. Схема руху двох велосипедистів у початковий момент часу показана на рисунку. До зустрічі велосипедисти долають рівні шляхи. Через який час вони зустрінуться?



- 2.42. Тіло рухається прямолінійно і рівноприскорено з початковою швидкістю. Його переміщення за п'ятнадцять секунд на 15 м більше, ніж за десять. Визначте прискорення тіла.
- 2.43. Певну ділянку шляху спортивний автомобіль проїхав із середньою швидкістю 60 м/с. На розгін і гальмування він витратив 1 хв, а решту часу їхав рівномірно зі швидкістю 65 м/с. Визначте час рівномірного руху автомобіля.
- 2.44. Від поїзда, що рухається рівномірно і прямолінійно, від'єднують останній вагон. Поїзд продовжує рухатись з тією самою швидкістю. Вагон гальмує зі сталим прискоренням. Визначте відношення шляхів, які долають поїзд і вагон, до моменту зупинки вагона.
- 2.45. У момент, коли рушив поїзд, хлопчик, який стояв навпроти першого вагона, почав рівномірно бігти в напрямку руху поїзда зі швидкістю 3,5 м/с. Уважаючи рух поїзда рівноприскореним, визначте швидкість поїзда в той момент, коли перший вагон наздожене хлопчика.

- 2.46. Тіло починає рух з точки A спочатку рівноприскорено впродовж 10 с, а потім з тим самим за модулем прискоренням рівносповільнено. Через який час від початку руху тіло повернеться в точку A ?
- 2.47. Перший вагон поїзда пройшов повз спостерігача, що стояв на платформі, за 1 с, другий — за 1,5 с. Довжина вагона дорівнює 12 м. Визначте прискорення поїзда.
- 2.48. Кулька, що рівноприскорено рухається вгору похилим жолобом, проходить послідовно два рівні відрізки завдовжки 60 см і продовжує рухатись далі. Перший відрізок кулька проходить за 1 с, другий — за 3 с. Визначте швидкість кульки наприкінці першого відрізка.
- 2.49. Похилим жолобом знизу догори пустили кульку. На відстані 40 см від початкового положення кулька побувала двічі: через 1 с і через 2 с від початку руху. Визначте мінімальну довжину жолоба.
- 2.50. Дошка, розділена на 4 рівні відрізки, починає зісковзувати з похилої площини. Перший відрізок пройшов повз точку, де перебував передній край дошки, за 1 с. За який час повз цю точку пройде останній відрізок?
- 2.51*. Пасажир запізнився на поїзд. Коли він вийшов на платформу, з ним порівнявся передостанній вагон, який промчав повз пасажирів за 5 с, а останній — за 4 с. На скільки секунд запізнився пасажир, якщо рух поїзда рівноприскорений?
- 2.52. Тіло, що вільно падало, за останню секунду свого падіння пролетіло 75 м. Визначте висоту, з якої падало тіло.
- 2.53. За останню секунду вільного падіння тіло пройшло половину всього шляху. Визначте тривалість падіння.
- 2.54. Камінь кинули вертикально вгору. На висоті 10 м він побував двічі з інтервалом часу 1 с. Визначте початкову швидкість каменя.
- 2.55. Гелікоптер починає підніматися із землі вертикально вгору з прискоренням 2 м/с^2 . Через 5 с від початку підняття з нього випадає предмет. Через який час він упаде на землю?
- 2.56. Тіло кидають вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с . У які моменти часу модуль швидкості тіла буде удвічі меншим?
- 2.57. Камінь починає вільно падати з висоти 45 м. У ту саму мить з висоти 60 м вертикально вниз кидають м'яч. Якої початкової швидкості слід надати м'ячу, щоб обидва тіла впали на землю одночасно?
- 2.58. З даху будинку одна за одною відриваються дві краплі. Через 3 с після відриву першої краплі відстань між ними була 25 м. Визначте проміжок часу між відривом двох крапель.
- 2.59. Камінь кинули вертикально вгору зі швидкістю 8 м/с . Коли він досягнув найвищої точки, з початкового положення кинули інший камінь зі швидкістю 16 м/с . На якій висоті зустрінуться обидва тіла?
- 2.60. М'яч, який кинули вертикально вгору з точки на висоті h , за час польоту пролетів шлях $3h$. Скільки часу тривав політ м'яча?
- 2.61. За останню секунду вільного падіння тіло пройшло $2/3$ усього шляху. З якої висоти падало тіло?
- 2.62. З однієї точки з інтервалом 2 с вертикально вгору кидають два тіла з однаковою початковою швидкістю 20 м/с . Через який час після кидання першого тіла вони зустрінуться?
- 2.63. Через 10 с рівноприскореного руху з певною початковою швидкістю кулька набула швидкості 10 м/с . Яку відстань пройде кулька за 20 с цього руху?
- 2.64. Запізнившись на поїзд, пасажир помітив, що п'ятий вагон проїхав повз нього за 10 с. За який час повз пасажирів пройде шістнадцятий вагон, якщо поїзд рухається зі сталим прискоренням?