

ВСП «ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ РАКЕТНО_КОСМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ»

ДНІПРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені О. Гончара

Практичні роботи з фізики

Розробив: Дено Н.П.

Розглянуто та схвалено
на засіданні циклової комісії

природничо-наукових дисциплін

Протокол № _____ від _____ 20 ____ р.

Голова комісії _____ О.В. Мірошник

Задача 1. Спортсмен стрибнув з восьмиметрової вишки, увійшовши у воду на глибину 2,5 м. З яким прискоренням і протягом якого часу він рухався у воді до зупинки? Прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Опором повітря знехтуйте.

Дано:

$$v_{01} = 0$$

$$h_1 = 8 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

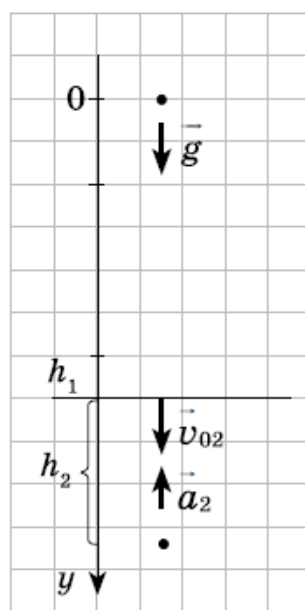
$$v_2 = 0$$

$$h_2 = 2,5 \text{ м}$$

$$a_2 = ?$$

$$t_2 = ?$$

Розв'язання



На першій ділянці рух спортсмена можна вважати вільним падінням, без початкової швидкості, отже, $h_1 = \frac{v_1^2}{2g}$, де v_1 — кінцева швидкість спортсмена на цій ділянці. Вона ж є початковою швидкістю для другої ділянки його руху і дорівнює: $v_1 = \sqrt{2gh_1} = v_{02}$.

На другій ділянці рух спортсмена є рівноприскореним з прискоренням $a_{2y} = -a_2$ до зупинки ($v_2 = 0$), після чого почнеться підйом.

Переміщення на цій ділянці буде (після проектування векторів): $h_2 = \frac{v_2^2 - v_{02}^2}{-2a_2} = \frac{-v_{02}^2}{-2a_2} = \frac{v_{02}^2}{2a_2}$, звідки $a_2 = \frac{v_{02}^2}{2h_2}$; після підстановки

виразу для v_{02} матимемо: $a_2 = \frac{2gh_1}{2h_2} = \frac{gh_1}{h_2}$.

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення шуканої величини:

$$[a_2] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad \{a_2\} = \frac{9,8 \cdot 8}{2,5} \approx 31; \quad a_2 \approx 31 \text{ м/с}^2.$$

За означенням прискорення $a_{2y} = \frac{v_{2y} - v_{02y}}{t_2}$, а після проектування векторів $-a_2 = \frac{-v_{02}}{t_2}$, звідки $t_2 = \frac{v_{02}}{a_2}$; після підстановки виразу для v_{02} маємо: $t_2 = \frac{\sqrt{2gh_1}}{a_2}$.

Перевіримо одиниці вимірювання й визначимо числове значення шуканої величини:

$$[t_2] = \frac{\sqrt{\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \text{с};$$

$$\{t_2\} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 8}}{31} \approx 0,4;$$

$$t_2 \approx 0,4 \text{ с.}$$

Відповідь: прискорення у воді $a_2 \approx 31 \text{ м/с}^2$; час руху у воді $t_2 \approx 0,4 \text{ с.}$

Задачі для самостійного рішення

Кульку кинули вертикально вгору зі швидкістю 25 м/с. На яку максимальну висоту відносно точки кидання вона підніметься?

М'яч кинули вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с. Скільки часу знадобиться для того, щоб м'яч подолав шлях 30 м?

З якою початковою швидкістю слід кинути м'яч вертикально вгору, щоб через 8 с він падав вниз із швидкістю 20 м/с?

Задача. Тіло, яке кинули під кутом до горизонту, досягло максимальної висоти $h=10$ м, а в горизонтальному напрямку пролетіло 20 м до моменту падіння. Під яким кутом і з якою початковою швидкістю кинули тіло? Вважайте, що $g=10$ м/с².

Дано:

$$h=10 \text{ м}$$

$$l=20 \text{ м}$$

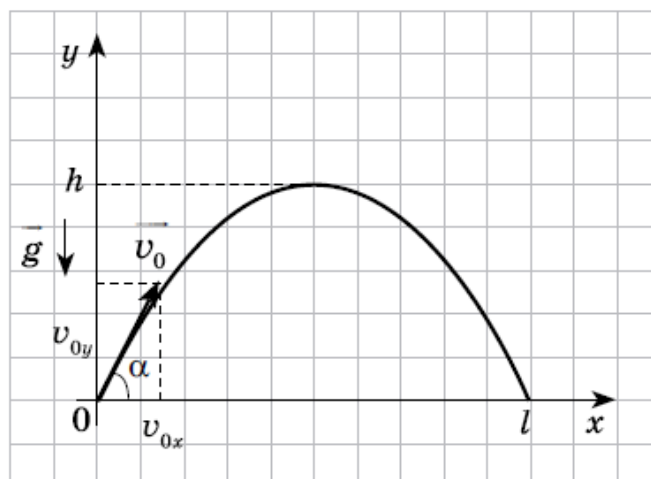
$$g=10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha \text{ — ?}$$

$$v_0 \text{ — ?}$$

Розв'язання

Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, є складним: рівномірним по осі OX та вільним падінням по осі OY (див. рисунок).



Максимальну висоту при цьому можна визначити за формулою

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \quad (1)$$

а дальність польоту — за формулою

$$l = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}. \quad (2)$$

Розділимо рівняння (1) на рівняння (2), отримаємо $\frac{h}{l} = \frac{\tan \alpha}{4}$, звідки $\tan \alpha = \frac{4h}{l}$.

Виконаємо розрахунки: $\tan \alpha = \frac{4 \cdot 10 \text{ м}}{20 \text{ м}} = 2$, тоді $\alpha = \arctg 2$, тобто $\alpha \approx 63^\circ$.

З рівняння (1) знайдемо: $v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \alpha}$.

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення швидкості кидання тіла:

$$[v_0] = \frac{\sqrt{\text{м} \cdot \text{м}}}{\text{с}^2} = \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$\{v_0\} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}}{\sin 63^\circ} \approx 22,4 ;$$

$$v_0 \approx 22,4 \text{ м/с.}$$

Відповідь: тіло кинули з початковою швидкістю $v_0 \approx 22,4 \text{ м/с}$ під кутом $\alpha \approx 63^\circ$ до горизонту.

Задачі для самостійного рішення

З башти, висота якої 40 м, з початковою швидкістю 15 м/с кинули вгору тіло під кутом 30° до горизонту. Через який час і на якій відстані від башти тіло впаде на поверхню землі?

Задача. Матеріальна точка рівномірно обертається по колу радіусом 10 м, здійснюючи повний оберт за 2 с. Визначте її обертову частоту, лінійну та кутову швидкості, доцентрове прискорення. Як зміниться доцентрове прискорення, якщо радіус траєкторії збільшити в N разів?

Дано:
 $R_1 = 10 \text{ м}$
 $T = 2 \text{ с}$
 $R_2 = NR_1$

n — ?
 ω — ?
 v — ?
 $a_{\text{доц}}$ — ?
 $\frac{a_2}{a_1}$ — ?

Розв'язання

Обертову частоту можна знайти через період

$$n = \frac{1}{T}, \text{ тобто } n = \frac{1}{2 \text{ с}} = 0,5 \text{ об/с.}$$

Кутову швидкість даної точки знайдемо за формулою $\omega = 2\pi n$, отже, $\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \text{ с}^{-1}$, тобто $\omega = 3,14 \text{ рад/с}$.

Лінійну швидкість доцільно визначити так:

$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

$$\text{Таким чином, } v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 31,4 \text{ м/с.}$$

Для визначення доцентрового прискорення використаємо формулу $a_{\text{доц}} = \frac{v^2}{R}$.

Перевіримо одиниці та визначимо числове значення шуканої величини:

$$[a_{\text{доц}}] = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad \{a_{\text{доц}}\} = \frac{31,4^2}{10} \approx 98,6; \quad a_{\text{доц}} = 98,6 \text{ м/с}^2.$$

Оскільки в умові нічого не сказано про зміну лінійної та / або кутової швидкості, то коректно відповісти на запитання про зміну доцентрового прискорення при зміні радіусу траєкторії не видається можливим. Однак ми можемо розглянути два випадки.

1) Якщо при зміні радіусу траєкторії не змінилася лінійна швидкість руху, то $\frac{a_2}{a_1} = \frac{v^2 R_1}{R_2 v^2} = \frac{R_1}{NR_1}$, отже, $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{N}$, тобто доцентрове прискорення зменшиться в N разів.

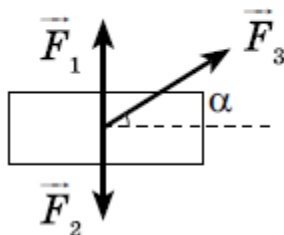
2) Якщо ж при зміні радіусу траєкторії незмінною залишиться кутова швидкість, то, виражаючи доцентрове прискорення через кутову швидкість ($a_{\text{доц}} = \omega^2 R$), матимемо: $\frac{a_2}{a_1} = \frac{\omega^2 R_2}{\omega^2 R_1} = \frac{NR_1}{R_1}$, отже, $\frac{a_2}{a_1} = N$, тобто в цьому випадку доцентрове прискорення зросте в N разів.

Задачі для самостійного рішення

Знайдіть максимальну швидкість, з якою може обертатися шліфувальний круг діаметром 30 см, якщо допустима обертова частота для нього становить 1800 об/хв.

У скільки разів зміниться швидкість руху супутника по орбіті, якщо радіус його орбіти збільшиться у 3 рази, а період обертання — у 6 разів?

Сили $F_1 = 15$ Н, $F_2 = 10$ Н і $F_3 = 20$ Н діють на тіло так, як зображено на рисунку. Знайдіть рівнодійну цих сил та її проекції на координатні осі, якщо $\alpha = 30^\circ$.



Побудуйте графік швидкості руху потяга масою 100 т, який, маючи швидкість 18 км/год, починає розганятися під дією сили тяги 150 кН.

Чому дорівнює сила, що діє на тіло масою 200 кг, якщо залежність його переміщення від часу визначається рівнянням $s_x = 5t + 1,25t^2$?

Візок масою 15 кг гальмує, рухаючись рівноприскорено під дією сили 9 Н. Запишіть рівняння його руху, якщо відомо, що початкова координата візка $x_0 = 16$ м, а початкова швидкість $v_x = 8$ м/с.

Задача 1. Порівняйте число молекул: у 22,4 г кисню та у 30,8 г вуглекислого газу.

Дано:	СІ	Розв'язання
$m_{O_2} = 22,4 \text{ г}$	$m_{O_2} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$	За допомогою періодичної таблиці хімічних елементів Менделєєва визначимо відносні атомні маси Оксигену і Карбону: $A_r(O) = 16 \text{ а. о. м.}$; $A_r(C) = 12 \text{ а. о. м.}$
$m_{CO_2} = 30,8 \text{ г}$	$m_{CO_2} = 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$	
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$		
$\frac{N_{CO_2}}{N_{O_2}} = ?$		

Потім обчислимо відносні молекулярні маси кисню й вуглекислого газу:

$$M_r(O_2) = 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ (а. о. м.)};$$

$$M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 \cdot A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ (а. о. м.)}.$$

Молярна маса кисню й вуглекислого газу відповідно дорівнюють: $M(O_2) = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$; $M(CO_2) = 44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.

Число молекул у речовині визначимо за формулою $N = \nu N_A$, де $\nu = \frac{m}{M}$. Отже, $N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A$.

Таким чином, відношення числа молекул кисню й вуглекислого газу визначається за виразом

$$\frac{N_{CO_2}}{N_{O_2}} = \frac{m_{CO_2} M_{O_2}}{m_{O_2} M_{CO_2}}.$$

Перевіримо одиниці:

$$\left[\frac{N_{CO_2}}{N_{O_2}} \right] = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}}{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}} = 1.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\left\{ \frac{N_{CO_2}}{N_{O_2}} \right\} = \frac{30,8 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{22,4 \cdot 10^{-3} \cdot 44 \cdot 10^{-3}} = 1; \quad N_{CO_2} = N_{O_2}.$$

Відповідь: число молекул однакове.

Задачі для самостійного рішення

Визначте відносну молекулярну масу: а) вуглекислого газу (CO_2); б) метану (CH_4); в) води (H_2O); г) діоксиду кремнію (SiO_2); д) водню (H_2).

У посудині міститься $1,505 \cdot 10^{22}$ молекул водню. Яка кількість речовини, виражена в молях, перебуває в цій посудині?

Задача 2. Колба, наповнена деяким двоатомним газом, зазнала дії ультрафіолетового випромінювання, внаслідок чого частина молекул цього газу дисоціювала. При цьому в колбі установився тиск 93 кПа. Знайдіть тиск газу до опромінення, якщо температура до перший доданок (взятий у дужки) визначає число молекул у газі, а другий доданок — число атомів. Підставимо формулу (2) газу в колбі не змінилася. Відношення молекул газу, які дисоціювали під дією ультрафіолету, до початкового числа молекул дорівнює 0,12.

Дано:
 $p_1 = 93 \text{ кПа}$
 $\frac{\Delta N}{N_0} = 0,12$

 $p_0 = ?$

СІ
 $p_1 = 93 \cdot 10^3 \text{ Па}$

Розв'язання

Скористаємося формулою, яка зв'язує тиск і температуру газу: $p = nkT$. Оскільки $n = \frac{N}{V}$, то $\frac{p_1}{N_1} = \frac{kT_1}{V}$ і $\frac{p_0}{N_0} = \frac{kT_0}{V}$.

За умовою температура газу в колбі не змінилася, тобто $T_0 = T_1$.

Таким чином, $\frac{p_1}{N_1} = \frac{p_0}{N_0}$, звідси

$$p_0 = \frac{p_1 N_0}{N_1}. \quad (1)$$

Число частинок газу після впливу на нього ультрафіолетового випромінювання збільшується внаслідок розпадання двоатомних молекул на атоми. У цьому випадку кожна молекула розпадається на два атоми. Тоді число частинок після впливу на газ ультрафіолету обчислюється за формулою

$$N_1 = (N_0 - \Delta N) + 2\Delta N, \quad (2)$$

у формулу (1) й отримаємо:
$$p_0 = \frac{p_1 N_0}{(N_0 + \Delta N)} = p_1 \frac{1}{1 + \frac{\Delta N}{N_0}}.$$

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення шуканої величини:

$$[p_0] = \text{Па}; \{p_0\} = 93 \cdot 10^3 \frac{1}{1 + 0,12} \approx 83 \cdot 10^3; p_0 = 83 \text{ кПа}.$$

Відповідь: тиск газу $p_0 = 83 \text{ кПа}$.

Задачі для самостійного рішення

Атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт. ст., а тиск газу в балоні — 5 МПа. У скільки разів тиск у балоні вищий від атмосферного?

Як змінилася температура ідеального газу, якщо середня кінетична енергія його молекул зменшилася в 1,2 разу? Початкова температура газу 127 °С.

Приклад розв'язання задачі.

Задача 1. Пружну кулю, що заповнена газом та має радіус 10 см за зовнішнього тиску 10^5 Па , поміщено під дзвін повітряного насоса. Яким має стати зовнішній тиск, щоб радіус кулі збільшився на 0,5 см? Тиск, який створюється оболонкою, $p = ar^2$, де $a = 1,66 \cdot 10^7 \frac{\text{Па}}{\text{м}^2}$ і r — радіус кулі. Температуру газу вважати постійною.

Дано:

$$p_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$a = 1,66 \cdot 10^7 \frac{\text{Па}}{\text{м}^2}$$

$$R_1 = 10 \text{ см}$$

$$\Delta R = 0,5 \text{ см}$$

$$p_2 = ?$$

СИ

$$p_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$a = 1,66 \cdot 10^7 \frac{\text{Па}}{\text{м}^2}$$

$$R_1 = 0,1 \text{ м}$$

$$\Delta R = 0,005 \text{ м}$$

Розв'язання

Якщо тиск газу всередині кулі дорівнює сумі зовнішнього тиску й тиску, який спричиняє на газ оболонка, то розмір кулі не змінюватиметься.

Якщо тиск усередині кулі перевищує сумарний тиск оболонки кулі та зовнішнього тиску, то куля збільшуватиметься в розмірах. У протилежному випадку розміри кулі зменшуватимуться.

Отже, початковий тиск газу всередині кулі $p_{\text{всер. к}_1} = p_1 + aR_1^2$; у випадку збільшення радіуса кулі до величини R_2 , тиск становитиме $p_{\text{всер. к}_2} = p + aR_2^2$, де p — зовнішній тиск.

Оскільки за умовою маса газу всередині кулі та його температура не змінюються, то тиск газу і його об'єм пов'язані законом Бойля — Маріотта: $p_{\text{всер. к}_1} V_1 = p_{\text{всер. к}_2} V_2$. Тут об'єми газу всередині кулі до й після збільшення її радіуса відповідно дорівнюють $V_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3$ і $V_2 = \frac{4}{3}\pi R_2^3$. Таким чином, зовнішній тиск, за якого радіус кулі збільшиться до величини R_2 , визначимо за формулою

$$p = (p_1 + aR_1^2) \frac{R_1^3}{R_2^3} - aR_2^2. \quad (1)$$

Шуканий тиск відповідає умові

$$R_2 = R_1 + \Delta R. \quad (2)$$

Підставимо у формулу (1) формулу (2) й отримаємо:

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{R_1^3}{(R_1 + \Delta R)^3} + \frac{a}{(R_1 + \Delta R)^3} (R_1^5 - (R_1 + \Delta R)^5).$$

$$\text{Перевіримо одиниці: } [p_2] = \text{Па} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} + \frac{\text{Па}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^5 = \text{Па}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{p_2\} = 10^5 \cdot \left(\frac{10}{10,5} \right)^3 + \frac{1,66 \cdot 10^7}{(10,5)^3 \cdot 10^{-6}} (10^5 - 10,5^5) \cdot 10^{-10} \approx 0,47 \cdot 10^5;$$

$$p_2 \approx 47 \text{ кПа.}$$

Відповідь: зовнішній тиск $p_2 \approx 47 \text{ кПа}$.

Задачі для самостійного рішення

У циліндрі під поршнем перебуває повітря об'ємом 5,0 л за тиску 1,04 МПа. Знайдіть об'єм повітря за тиску 1,00 МПа, якщо температура повітря не змінилася.

Ідеальний газ за $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ й за тиску 10^5 Па займає об'єм, що становить 1 м^3 . Побудуйте ізотерму цього газу, яка відповідає температурі $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, у координатах: а) p, V ; б) p, T ; в) V, T . На всіх графіках позначте точку, що відповідає стану газу, описаному в умові.

Об'єм посудини 3 л , об'єм циліндра розріджувального насоса 200 см^3 . Після 60 повних ходів поршня у посудині встановився тиск $6,7\text{ кПа}$. Яким був початковий тиск газу в посудині, якщо температура газу не змінювалася?

Газ, який за температури 300 К і тиску 5 МПа займав об'єм 3 л , піддали ізобаричному розширенню до $5,1\text{ л}$, а потім нагріли за постійного об'єму так, що його тиск зріс до $7,5\text{ МПа}$. Визначте температуру газу в кінцевому стані.

Рішення задач з тем : рівномірний рух тіл, відносність руху, рівнозмінний рух тіл

Приклад розв'язування задач

Задача. З Харкова на захід вирушив велосипедист зі швидкістю 20 км/год, а через 3 год у тому самому напрямку виїхав автомобіль зі швидкістю 80 км/год. Через який час після виїзду велосипедиста і на якій відстані від Харкова автомобіліст наздожене велосипедиста?

Дано:

$$v_1 = 20 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

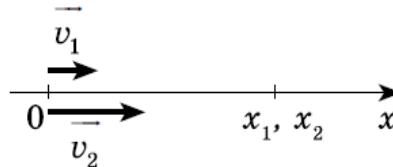
$$\tau = 3 \text{ год}$$

$$t = ?$$

$$x = ?$$

Розв'язання

У системі відліку «земля» початок координат пов'яжемо з м. Харків, звідки вирушили обидва тіла, а початок відліку часу — з початком руху велосипедиста.



Згідно з умовою автомобіль рухався на час τ менше, ніж велосипедист. Таким чином, рівняння їх руху матимуть вигляд:

$$\begin{cases} x_1 = v_1 t, \\ x_2 = v_2 (t - \tau). \end{cases}$$

У той момент, коли автомобіліст наздожене велосипедиста, вони перебуватимуть в одній точці ($x_1 = x_2$).

Маємо систему рівнянь, ліві частини яких рівні, а отже, й праві частини рівні, тобто

$$v_1 t = v_2 (t - \tau).$$

Розв'яжемо рівняння відносно t :

$$t = \frac{v_2 \tau}{v_2 - v_1}.$$

Перевіримо одиниці і визначимо числове значення шуканої величини:

$$[t] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год}}{\frac{\text{км}}{\text{год}} - \frac{\text{км}}{\text{год}}} = \text{год};$$

$$\{t\} = \frac{80 \cdot 3}{80 - 20} = 4; \quad t = 4 \text{ год.}$$

Відстань, на якій автомобіліст наздожене велосипедиста, дорівнює їхній спільній координаті. Знайдемо її як координату велосипедиста:

$$x = x_1 = v_1 t ;$$

$$[x] = \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год} = \text{км} ;$$

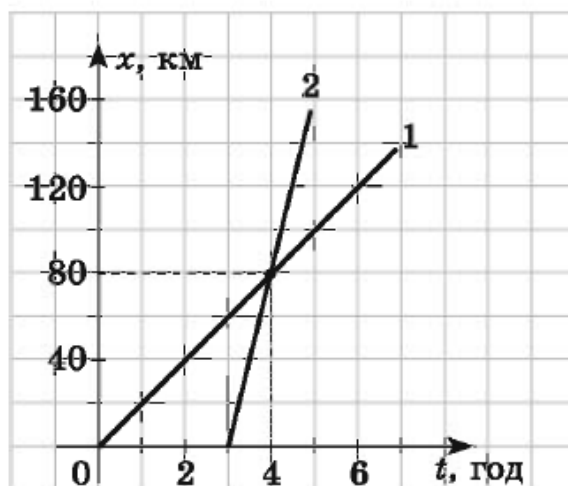
$$\{x\} = 20 \cdot 4 = 80 .$$

Отже, $x = 80$ км.

Для графічного розв'язання задачі запишемо рівняння руху велосипедиста й автомобіля:

$$x_1 = 20t, \quad x_2 = 80(t-3).$$

Побудуємо їхні графіки. Точка перетину графіків визначатиме координату місця, де автомобіль наздожене велосипедиста, і час, коли це станеться (див. рисунок).



Відповідь: автомобіль наздожене велосипедиста через $t = 4$ год після виїзду велосипедиста на відстані $x = 80$ км від Харкова.

Задача 1. Вагон завширшки 2,4 м, який рухався рівномірно прямолінійно зі швидкістю 54 км/год, було пробито кулею, яка летіла перпендикулярно до напрямку руху вагона. Отвори від кулі у стінках вагона зміщені один відносно іншого на 6 см. Визначте швидкість руху кулі.

Дано:

$$d = 2,4 \text{ м}$$

$$v = 54 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$l = 6 \text{ см}$$

u — ?

СИ

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Розв'язання

Задача пов'язана з відносністю руху вагона та кулі.

Час руху кулі, який ми вважаємо рівномірним прямолінійним (знехтуємо зміною швидкості кулі під час її взаємодії зі стінками вагона),

у вагоні: $t_1 = \frac{d}{u}$, де u — швидкість руху кулі; час переміщення вагона на відстань l (саме цим переміщенням зумовлено зміщення

вхідного та вихідного отворів кулі): $t_2 = \frac{l}{v}$, де v — швидкість руху вагона.

Оскільки $t_1 = t_2$, то $\frac{d}{u} = \frac{l}{v}$, звідки $u = \frac{dv}{l}$.

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення шуканої величини:

$$[u] = \frac{\frac{\text{м} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{м}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$\{u\} = \frac{2,4 \cdot 15}{6 \cdot 10^{-2}} = 600;$$

$$u = 600 \text{ м/с}.$$

Відповідь: швидкість кулі 600 м/с.

Задача 1. Координата тіла, яке рухається вздовж осі OX , змінюється відповідно до рівняння $x = 8 + 5t - 1,25t^2$. Визначте параметри руху, охарактеризуйте його та побудуйте графік залежності $v_x(t)$.

Дано:

$$x = 8 + 5t - 1,25t^2$$

$$x_0 = ?$$

$$v_{0x} = ?$$

$$a_x = ?$$

$$v_x(t) = ?$$

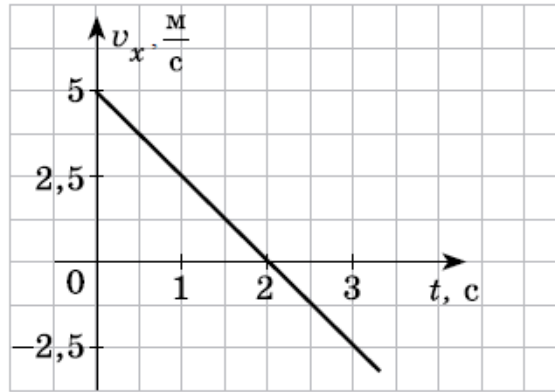
Розв'язання

Наведене рівняння відповідає рівнянню рівноприскореного прямолінійного руху, яке має загальний вигляд: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$. Вважаючи, що всі величини дано в СІ, бачимо, що $x_0 = 8 \text{ м}$, $v_{0x} = 5 \text{ м/с}$, $a_x = -2,5 \text{ м/с}^2$.

Формула миттєвої швидкості під час рівномірного прямолінійного руху має вигляд: $v_x = v_{0x} + a_x t$, отже, у нашому випадку $v_x = 5 - 2,5t$.

Складемо таблицю та побудуємо графік швидкості (див. рисунок).

$t, \text{ с}$	0	2
$v_x, \text{ м/с}$	5	0



За параметрами руху тіла та графіком швидкості робимо висновок: тіло рухається в напрямку координатної осі OX ($v_{0x} > 0$) рівноприскорено ($a_x < 0$); через 2 с після початку спостереження тіло зупиняється, після чого рухається рівноприскорено ($|v_x|$ лінійно зростає) проти координатної осі ($v_x < 0$).

Задача 2. За 50 м до в'їзду на міст мотоцикліст, який до того рухався зі швидкістю 54 км/год, почав гальмувати. Гальмівне прискорення за модулем дорівнювало 2 м/с². Чи порушив водій правила, якщо перед в'їздом на міст є знак обмеження швидкості 10 км/год?

Дано:

$$v_0 = 54 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$s = 50 \text{ м}$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = 10 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

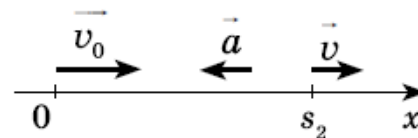
$$s_{\text{гальм}} \text{ — ?}$$

СІ

$$v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v \approx 2,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розв'язання



Щоб відповісти на запитання, поставлене у задачі, можна, наприклад, знайти гальмівний шлях мотоцикліста.

Рух за умовою рівноприскорений, переміщення мотоцикліста може бути знайдене за формулою $s_{x \text{ гальм}} = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$ або, враховуючи,

що $v_{0x} = v_0$, $a_x = -a$, $v_x = v$, $s_x = s$, отримаємо:

$$s_{\text{гальм}} = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}.$$

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення гальмівного шляху:

$$[s_{\text{гальм}}] = \frac{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \text{м} ; \{s_{\text{гальм}}\} = \frac{15^2 - 2,8^2}{2 \cdot 2} \approx 54 ; s_{\text{гальм}} \approx 54 \text{ м.}$$

Бачимо, що необхідний гальмівний шлях більший за відстань, яка залишилася до мосту.

Відповідь: мотоцикліст порушив правила руху.

Задачі для самостійного рішення

Реактивний літак здійснює посадку на аеродром, маючи швидкість 324 км/год. Скільки часу пройде до його зупинки, якщо літак рухається з прискоренням 9 м/с²?

За 5 с швидкість руху мотоцикліста збільшилась від 36 км/год до 54 км/год. З яким прискоренням він рухався? Запишіть формулу залежності швидкості від часу і побудуйте відповідний графік, якщо мотоцикліст рухався рівноприскорено.

Рівняння руху двох тіл мають вигляд: $x_1 = 8t + 0,5t^2$, $x_2 = -4t + 2t^2$. Визначте місце і час їхньої зустрічі. Якою буде відстань між тілами через 4 с після початку руху? Розв'яжіть задачу аналітично і графічно.

Пасажирський потяг, швидкість руху якого 108 км/год, і товарний, який рухається зі швидкістю 54 км/год, їдуть по паралельних коліях в одному напрямку. За який час відбудеться обгін, якщо довжина потягів дорівнює відповідно 120 м і 180 м?

Річкою за течією, швидкість якої 3 м/с, пливе пароплав, швидкість руху якого відносно берега 36 км/год. Визначте швидкість руху пароплава відносно води. За який час пароплав пройде відносно берега 70 м?

Рівняння руху автомобіля має вигляд: $x = -500 + 20t$. Охарактеризуйте рух, укажіть його параметри, побудуйте графік руху.

Рівняння руху лижника має вигляд: $x = -10 + 5t$. Охарактеризуйте рух, укажіть його параметри та визначте: а) координату лижника через 4 с від початку спостереження; б) координату лижника за 2 с до початку спостереження; в) проміжок часу від початку спостереження, через який лижник буде на відстані 20 м від початку координат. Розв'яжіть задачу аналітично та графічно.