

Урок №41-42

Тема уроку: Рух тіла в полі сили тяжіння. Вільне падіння.

Мета уроку:

- *освітня:* з'ясувати фізичну суть вільного падіння тіл, поглибити знання учнів про рівноприскорений рух;
- *розвивальна:* розвивати логічне та алгоритмічне мислення;
- *виховна:* виховувати культуру наукового мислення та впевненість у своїх здібностях та знаннях.

Характер реального руху тіла в полі тяжіння Землі є досить складним, і його описування виходить за межі шкільної програми. Тому прийємо низку спрощень:

1) систему відліку, пов'язану з точкою на поверхні Землі, вважатимемо інерціальною;

2) розглядатимемо переміщення тіл поблизу поверхні Землі, тобто на невеликій (порівняно з її радіусом) відстані. Тоді кривизною поверхні Землі та зміною прискорення вільного падіння можна знехтувати; інакше кажучи, Землю будемо вважати «пласкою», а прискорення вільного падіння — незмінним: $g = 9.8 \text{ м/с}^2$

3) опором повітря будемо нехтувати.

Вивчаємо рух тіла, кинутого вертикально

Спостерігаючи за рухом невеликих важких тіл, які кинуті вертикально вниз, вертикально вгору або падають без початкової швидкості, бачимо, що траєкторія руху таких тіл – відрізки прямої (див. рис.1, а). До того ж ми знаємо, що ці тіла рухаються з незмінним прискоренням.



Рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз, — це рівноприскорений прямолінійний рух із прискоренням, що дорівнює прискоренню вільного падіння

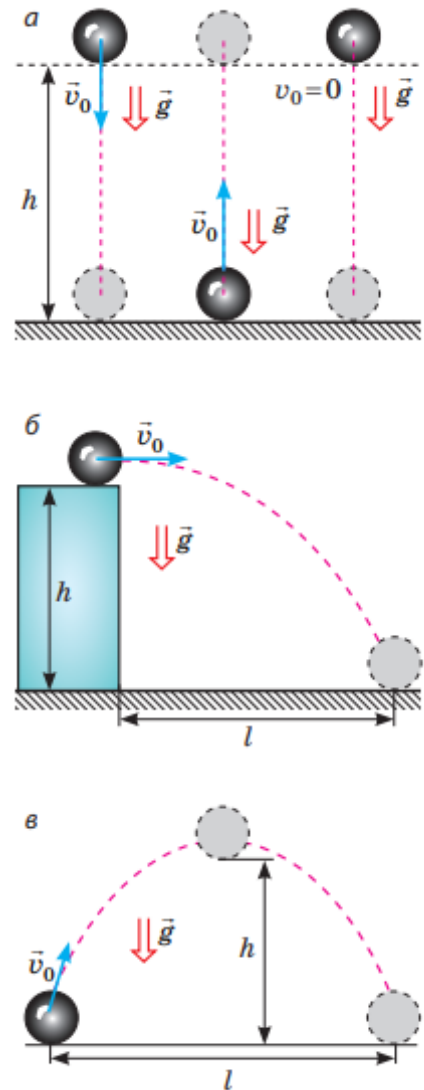


Рис. 1. Траєкторія руху тіла під дією сили тяжіння залежить від напрямку швидкості руху тіла: тіло, кинуте вертикально, рухається прямолінійною траєкторією (а); траєкторія руху тіла, кинутого горизонтально (б) або під кутом до горизонту (в), — парабола

Щоб математично описати рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз (вільне падіння тіла), скористаємося формулами залежності швидкості, переміщення та координати від часу для рівноприскореного прямолінійного руху.

Підійдемо до запису формул, які описують вільне падіння, «технічно».

1. Описуючи рух тіла по вертикалі, вектори швидкості, прискорення та переміщення традиційно проєктують на вісь ОУ, тому в рівняннях руху *замінімо* x на y .

2. Переміщення тіла по вертикалі зазвичай позначають символом h (висота), тому *замінімо* s на h .

3. Для всіх тіл, які рухаються тільки під дією сили тяжіння, прискорення дорівнює прискоренню вільного падіння, тому *замінімо* a на g .

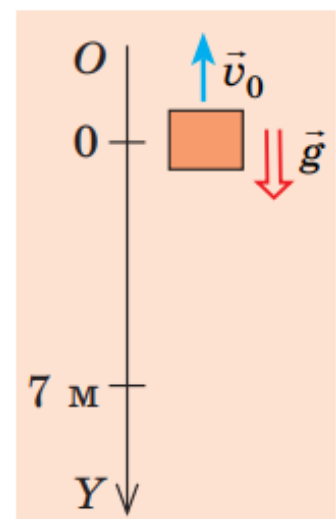
З огляду на зазначені заміни отримаємо рівняння, якими описують рух тіла, що вільно падає:

Назва формули	Рівноприскорений рух уздовж осі ОХ	Вільне падіння уздовж осі ОУ
Рівняння залежності проєкції швидкості від часу	$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Рівняння залежності проєкції переміщення від часу	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$s_y = h_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$
Формула, яка виражає геометричний зміст переміщення	$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$	$s_y = h_y = \frac{v_y + v_{0y}}{2} \cdot t$
Формула для розрахунку проєкції переміщення, якщо невідомий час руху тіла	$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_y = h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$
Рівняння координати	$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x}{2} t^2$	$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y}{2} t^2$

Задача 1. Повітряна куля рівномірно піднімається зі швидкістю 2 м/с. На висоті 7 м від поверхні землі з неї впало невелике важке тіло. Через який інтервал часу це тіло впаде на землю? Якою буде швидкість руху тіла в момент падіння? Падіння тіла вважайте вільним.

Аналіз фізичної проблеми

Виконаємо пояснювальний рисунок. Спрямуємо вісь ОУ вертикально вниз. Початок координат нехай збігається з положенням тіла в момент початку падіння. Тіло впало з кулі, що рівномірно піднімалася, тому в момент початку падіння швидкість руху тіла дорівнювала швидкості руху кулі й була напрямлена вертикально вгору.



Дано:
 $v_0 = 2$ м/с
 $h = 7$ м
 $g = 10$ м/с²

Знайти:
 t — ?
 v — ?

Пошук математичної моделі, розв'язання

Для обчислення часу падіння скористаємося рівнянням переміщення: $h_y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

Конкретизуємо рівняння (перейдемо від проекцій до модулів). Із рисунка бачимо: $h_y = h = 7$ м; $v_{0y} = -v_0 = -2$ м/с; $g_y = g = 10$ м/с². Підставимо ці дані в рівняння переміщення: $7 = -2t + 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 2t - 7 = 0$.

Розв'язавши одержане рівняння, визначимо t :

$$D = 4 + 4 \cdot 5 \cdot 7 = 144; t_1 = \frac{2+12}{10} = 1,4 \text{ (с)}; t_2 = \frac{2-12}{10} = -1 \text{ (с)} \text{ — сторонній корінь.}$$

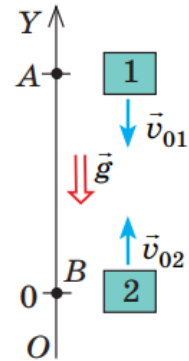
Швидкість руху в момент падіння визначимо за формулою $v_y = v_{0y} + g_y t$. Ураховуючи, що $v_{0y} = -v_0 = -2$ м/с; $g_y = g = 10$ м/с², маємо: $v_y = -2 + 10t$. Оскільки час падіння $t = 1,4$ с, то $v_y = -2 + 10 \cdot 1,4 = 12$ (м/с).

Відповідь: $t = 1,4$ с; $v = 12$ м/с.

Задача 2. Із точок А і В, розташованих на одній вертикалі на відстані 105 м одна від одної (див. рисунок), кидають два тіла з однаковою швидкістю 10 м/с. Тіло 1 кидають із точки А вертикально вниз, а через 1 с із точки В кидають вертикально вгору тіло 2. На якій відстані від точки А тіла зустрінуться?

Аналіз фізичної проблеми. Обидва тіла рухаються прямолінійно з прискоренням $\vec{a} = \vec{g}$. У момент зустрічі координати тіл будуть однакові: $y_1 = y_2$. Отже, для розв'язання задачі слід записати рівняння координати для кожного тіла.

Домовимось, що початок координат збігається з положенням тіла 2 ($y_{02} = 0$), тоді початкова координата тіла 1 — 105 м ($y_{01} = 105$ м). Час руху тіла 2 на 1 секунду менший від часу руху тіла 1, тобто $t_2 = t_1 - 1$ с.



Пошук математичної моделі, розв'язання. Запишемо рівняння координати в загальному вигляді та конкретизуємо його для кожного тіла:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2.$$

Тіло 1

$y_{01} = 105$ м; $v_{01y} = -v_{01} = -10$ м/с;
 $g_y = -g = -10$ м/с² (початкова швидкість і прискорення напрямлені протилежно напрямку осі ОУ). Отже:

$$y_1 = 105 - 10t_1 - 5t_1^2.$$

Тіло 2

$y_{02} = 0$; $v_{02y} = v_{02} = 10$ м/с; $g_y = -g = -10$ м/с² (швидкість напрямлена в напрямку осі ОУ, прискорення — протилежно напрямку осі ОУ). Отже:

$$y_2 = 0 + 10t_2 - 5t_2^2.$$

Зважаючи на те що $y_1 = y_2$, а $t_2 = t_1 - 1$, маємо:

$$105 - 10t_1 - 5t_1^2 = 10(t_1 - 1) - 5(t_1 - 1)^2.$$

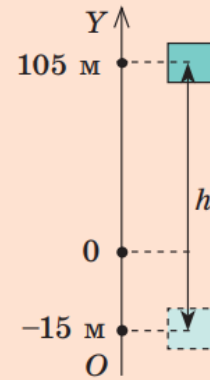
? Доведіть, що після розкриття дужок і зведення подібних доданків отримаємо рівняння $30t_1 = 120$.

Отже, $t_1 = 4$ с — час зустрічі. Через 4 с тіло 1 опиниться в точці з координатою

$$y_1 = 105 - 10 \cdot 4 - 5 \cdot 4^2 = -15 \text{ (м)}.$$

Таким чином, тіла зустрінуться на відстані $h = 105 + 15 = 120$ (м) від точки А (див. рисунок).

Відповідь: $h = 120$ м.



I. Узагальнення та систематизація знань

1. Які спрощення ми приймаємо, розв'язуючи задачі на рух тіл під дією сили тяжіння?
2. Запишіть рівняння руху тіла під дією сили тяжіння в загальному вигляді.
3. Якою є траєкторія руху тіла, кинутого вертикально? горизонтально?

II. Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? *Рух тіла в полі сили тяжіння. Вільне падіння*.

III. Оголошення домашнього завдання.

Запишіть домашнє завдання: опрацювати конспект і с.72-74, виконати задачі:

1. Тіло падає без початкової швидкості. Яка швидкість його руху після 1,5 с падіння?
2. Скільки часу триває падіння тіла без початкової швидкості з висоти 33,8 м?
3. Підкинутий угору камінь упав на землю через 3,8 с. визначте початкову швидкість його руху. Якої висоти він досяг? З якою швидкістю впав на землю?

Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку