

Тема: Рух тіла під дією сили тяжіння

Урок у 9 класі

Закон всесвітнього тяжіння

- Між будь-якими двома тілами діють сили гравітаційного притягання, які прямо пропорційні добутку мас цих тіл і обернено пропорційні квадрату відстані між ними:

- $$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

- де $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}^2}$

Сила тяжіння $F_{\text{ТЯЖ}}$

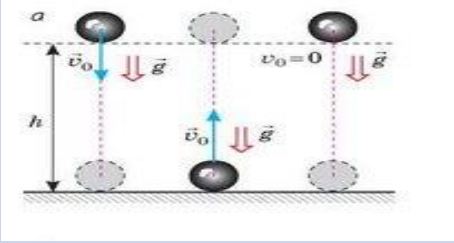
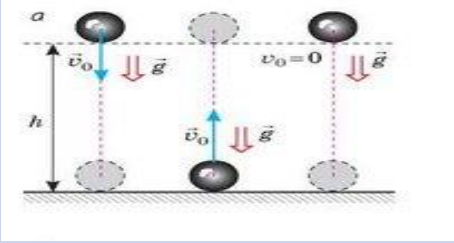
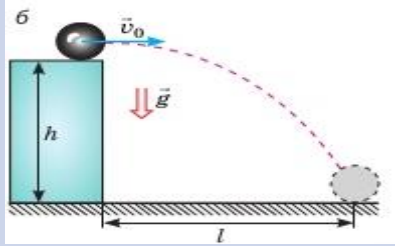
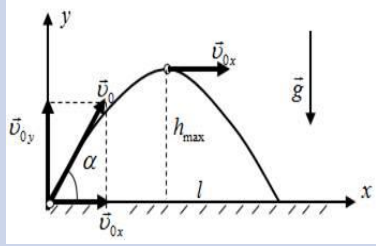
- Сила, з якою Земля (або інше астрономічне тіло) притягує до себе тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї

- $F_{\text{ТЯЖ}} = mg$

Рух тіла під дією сили тяжіння називають вільним падінням.

- $g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)}$

- $g \approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

	Рух тіла, кинутого вгору	Рух тіла, кинутого вниз	Рух тіла, кинутого горизонтально	Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту з початковою швидкістю
Траєкторія руху	Вертикальна пряма лінія (тіла рухаються під дією сили тяжіння) 	Вертикальна пряма лінія (тіла рухаються під дією сили тяжіння) 	Вітка параболи 	Парабола 
Характер руху	Вертикально вгору : рівносповільнений	Вертикально вниз : рівноприскорений	За відсутності опору середовища рух тіла можна розглядати як результат двох рухів: вздовж горизонталі вздовж вертикалі	- рівномірний - рівноприскорений
Формули, які описують рух	$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$ $h = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g}$	$h = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$ $h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$	Дальність польоту : $l = V_0 t$ Висота підйому: $h = \frac{gt^2}{2}$ Координати : $x = V_0 t;$ $y = \frac{gt^2}{2}$	Дальність польоту: $l = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ Висота підйому максимальна: $h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ Координати : $x = V_0 \cos \alpha t;$ $y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

Швидкість	У найвищій точці траєкторії $V=0$ $V=V_0 - gt$	Якщо тіло вільно падає, $V_0=0$ $V=V_0 + gt$	$V_x = V_0$; $V_y = gt$; $v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ $v = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2}$ Швидкість напрямлена по дотичній до траєкторії	$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$; $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$; $V_y = V_0 \sin \alpha - gt$; У верхній точці траєкторії : $V_y = 0$; $v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ $v = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha}$
Кут між дотичною до траєкторії та вертикаллю			$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_x}{V_y}$; $\cos \alpha = \frac{gt}{\sqrt{V_0^2 + g^2 t^2}}$	
Час руху				Повний час польоту: $t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$; Час підйому на максимальну висоту дорівнює часу падіння : $t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$;

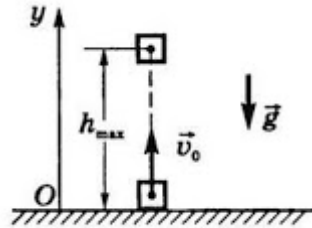
1. Стріла, випущена з лука вертикально вгору впала на землю через 6 с. Яка початкова швидкість стріли і максимальна висота підйому?

Дано:

$$t=6\text{с}$$

$$g=10\text{м/с}^2$$

$$h - ? V_0 - ?$$



Розв'язання

Скористаємося рівнянням:

$$h = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}, \quad \text{де } t_1 - \text{ час підйому тіла;}$$

Кінцева швидкість при підйомі тіла $V=0$, тобто $V_0 - g t_1 = 0$, $V_0 = g t_1$.

Час підйому тіла дорівнює часу його падіння, тобто

$$2t_1 = 6\text{с}, \quad \text{отже,} \quad t_1 = 3\text{с}.$$

Знайдемо швидкість і максимальну висоту підйому:

$$V_0 = 3\text{с} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

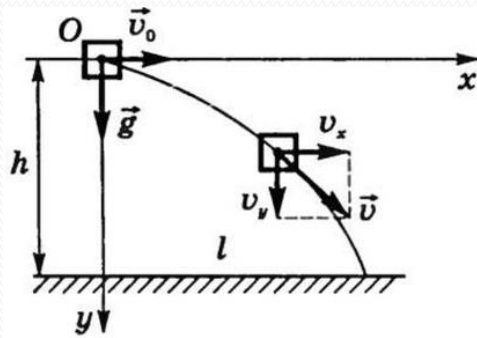
$$h = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3\text{с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} (3\text{с})^2 = 45\text{м}.$$

Відповідь: $V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $h = 45\text{м}$.

2. Хлопчик кинув горизонтально м'яч з вікна, що знаходиться на висоті 20 м. Скільки часу летів м'яч до землі і з якою швидкістю він був кинутий, якщо він впав на відстані 6 м від фундаменту?

Дано:

- $h=20\text{м}$
- $l=6\text{м}$
- $t=?$ $V_0=?$



Розв'язання

- $l = V_0 t$ (1);
- $h = \frac{gt^2}{2}$ (2);
- З рівняння (2) визначаємо: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$;
- $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20\text{м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 2\text{с}$;
- З рівняння (1) визначаємо: $V_0 = \frac{l}{t}$;
- $V_0 = \frac{6\text{м}}{2\text{с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- Відповідь: $t = 2\text{с}$, $V_0 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. Знайти висоту підйому і дальність польоту сигнальної ракети, випущеної зі швидкістю 40 км / с під кутом 60° до горизонту.

Дано:

- $V_0 = 40$ м/с
- $\alpha = 60^\circ$
- h -? l -?

Розв'язання

- $l = V_{0x}t$;
- $h = V_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$, де $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$, а $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$;

- $l = V_0 \cos \alpha t$ (1)

- $h = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$; (2)

-

Коли тіло падає $h=0$, тобто $V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, знайдемо звідси t :

- $t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$ - час польоту і підставимо в (1):

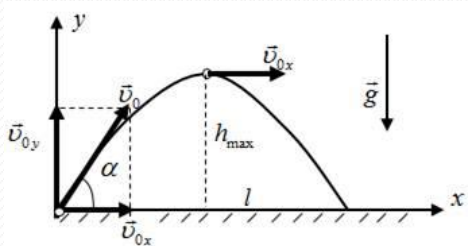
- $l = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$, знаючи, що $2 \cos \alpha \sin \alpha = \sin 2\alpha$, отримаємо: $l = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

- так як час підйому = часу падіння, $t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$, підставимо це у (2), тоді:

$$h = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g \left(\frac{V_0 \sin \alpha}{g} \right)^2}{2}; \quad h = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha - V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g};$$

- $h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$, $l = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ підставимо сюди дані отримаємо:

- Відповідь: $l \approx 140$ м, $h \approx 60$ м.



Домашнє завдання:

Вивчити параграф 34