

# ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ ПОЭМА

---



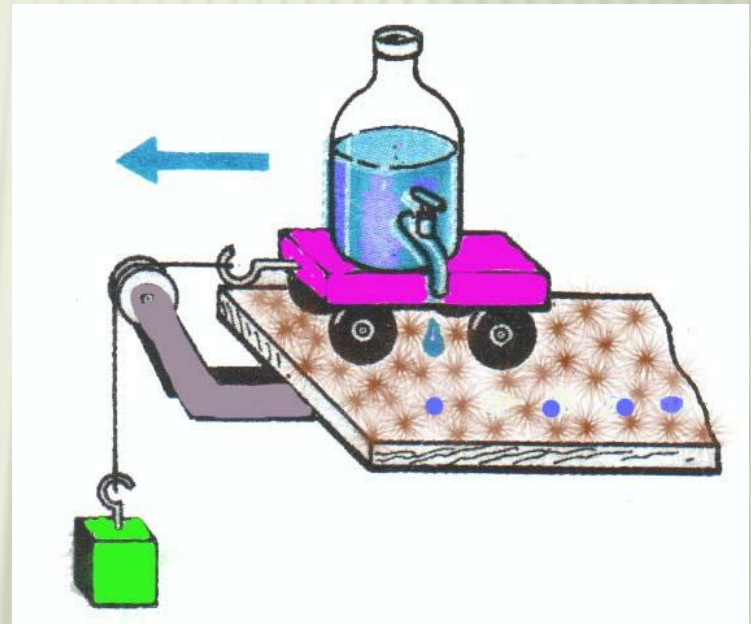
*Несутся искусство,  
любовь и история –  
по параболической  
траектории!*

*А. Вознесенский*

# РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

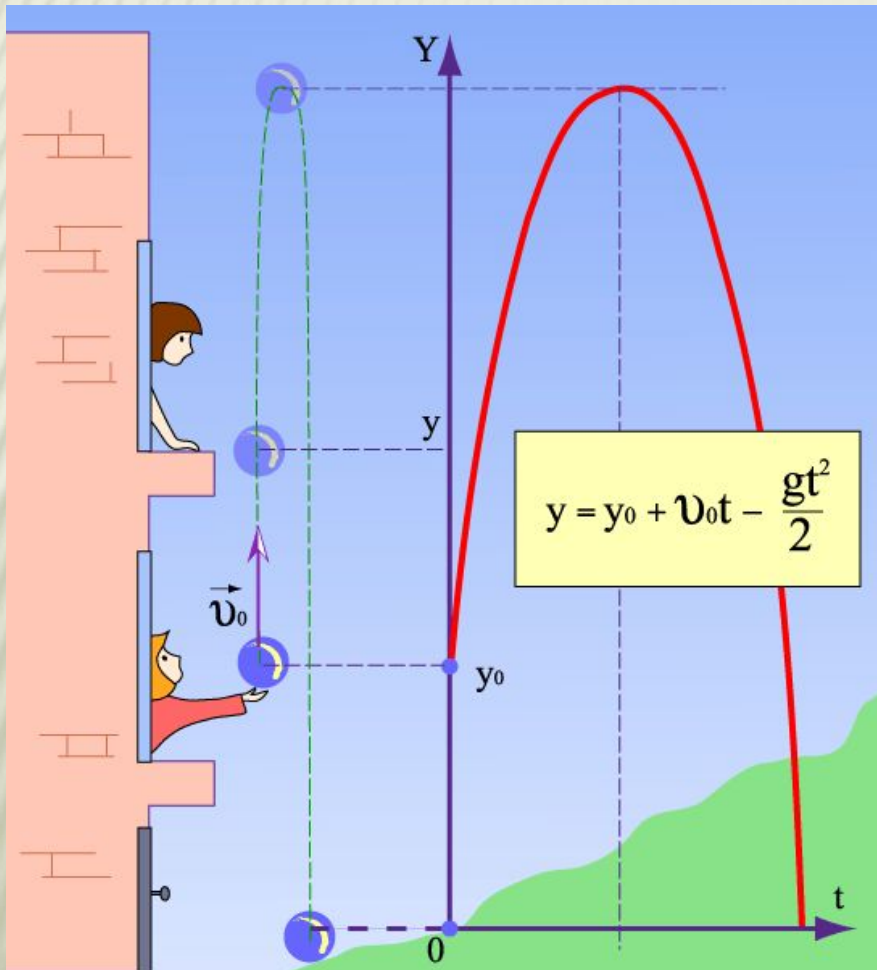
- Движение с постоянным ускорением
- Уравнение движения

$$X = X_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$$



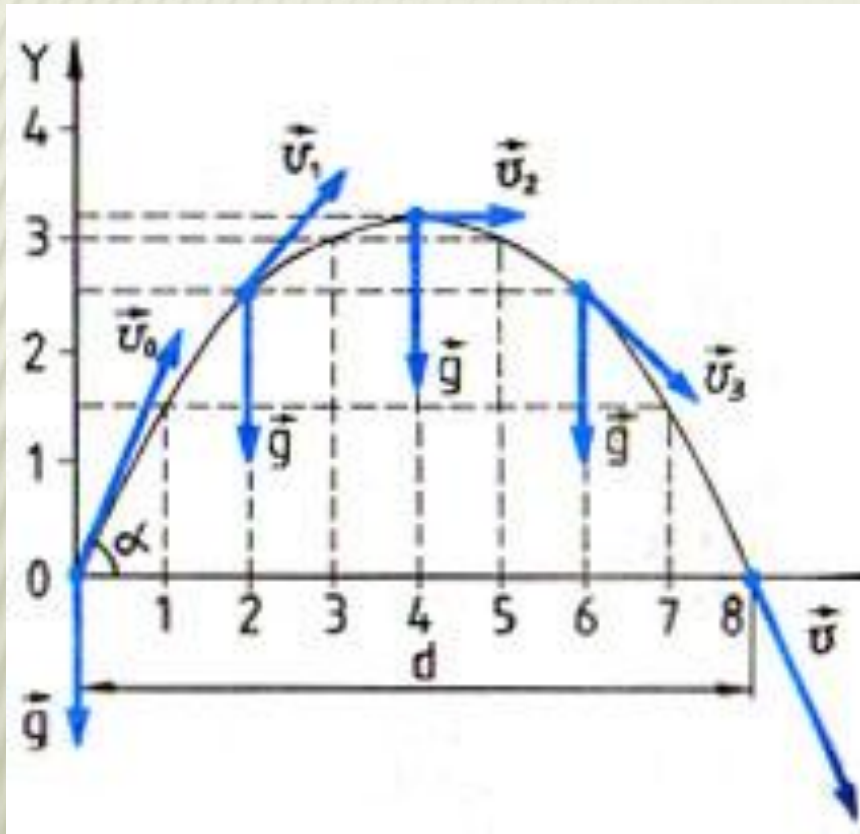
Старт

# СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ



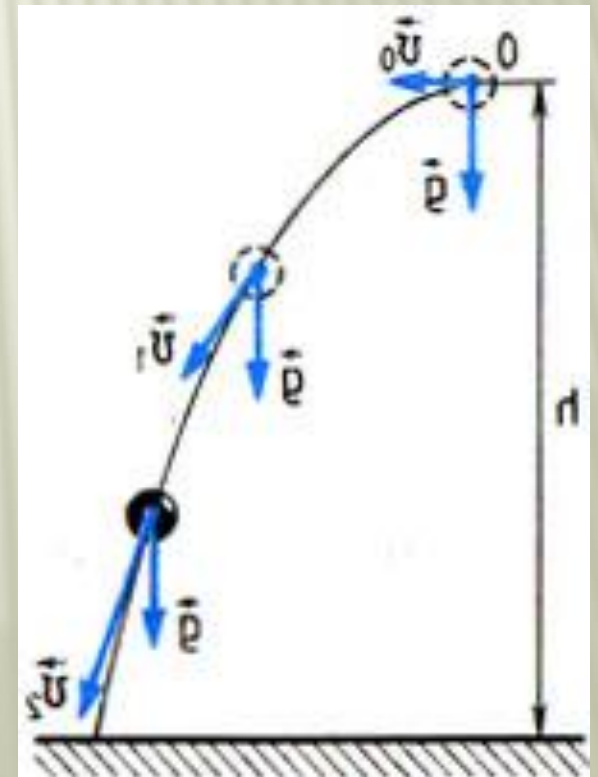
- Свободное падение – это движение под действием силы тяжести
- Ускорение свободного падения направлено вертикально вниз и остается постоянным

На рисунках показаны траектории движения, векторы начальной и мгновенной скоростей тела, брошенного под углом к горизонту, и тела, начальная скорость которого направлена горизонтально.

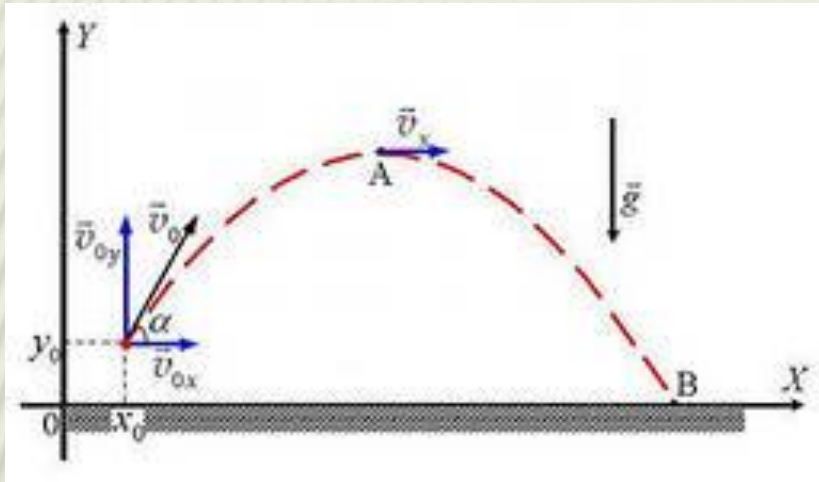


*парабола*

*ветвь параболы, вершина которой находится в точке бросания*



# ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ



$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

$$g_x = 0$$

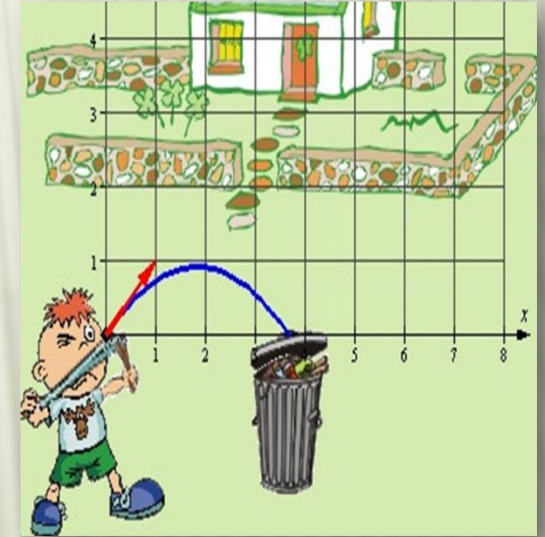
$$g_y = -g$$

$$y = y_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x = x_0 + V_{0x} \cdot t$$

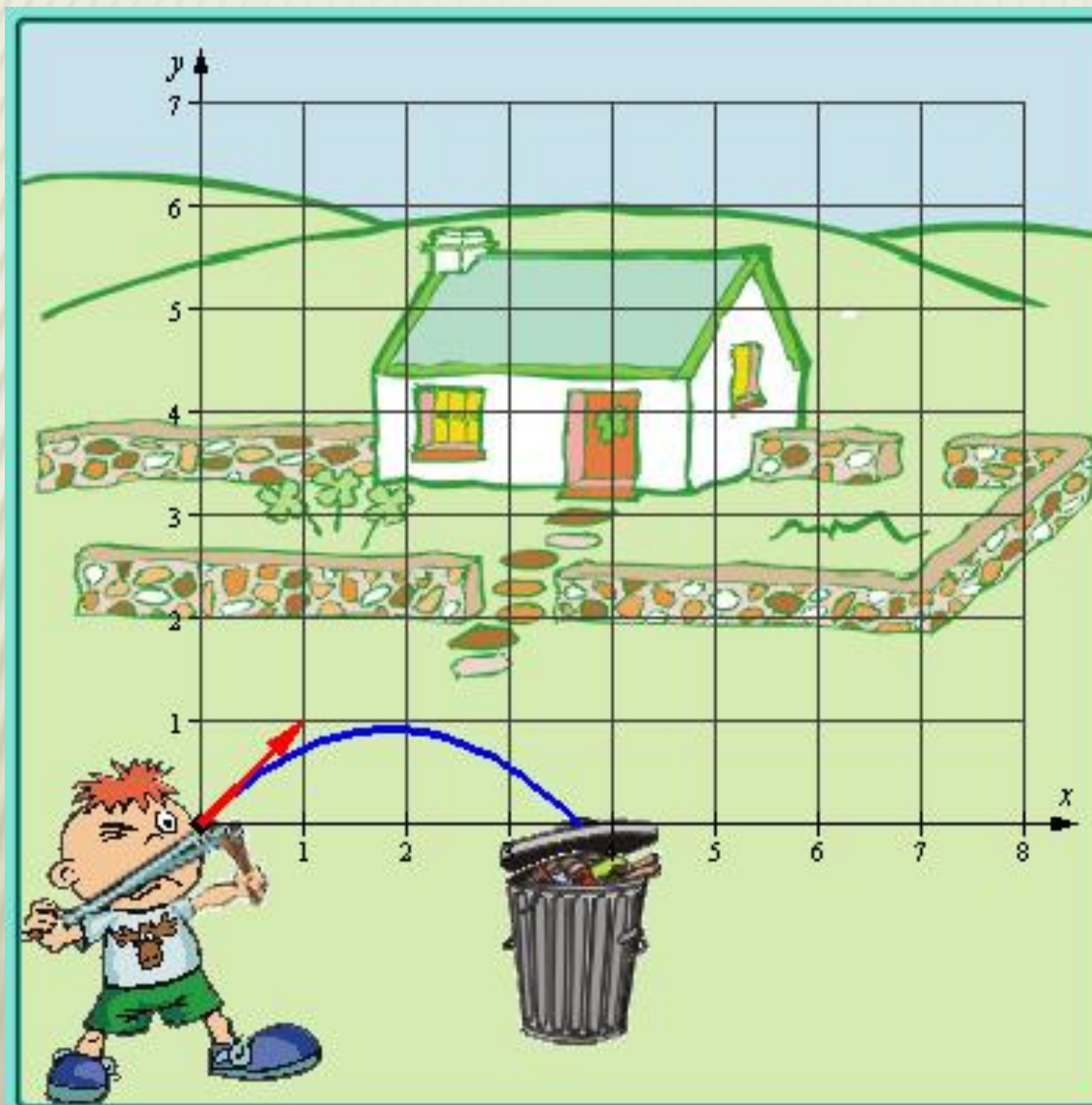
$$V_x = V_{0x}$$

$$V_y = V_{0y} - g \cdot t$$



Старт

# МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ПО ПАРАБОЛЕ



Демонстрация

Определить дальность

Дано:

Начальная скорость

$v = 6.0$  м/с

Угол выстрела

$\alpha = 45$  °

Найти:

Дальность полета

$L = 3.66$  м

Решение:

$$\begin{aligned}x &= v \cdot \cos \alpha \cdot t \\y &= v \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot t^2 \\y &= x \cdot \operatorname{tg} \alpha + x^2 \cdot \frac{g}{v^2 \cdot \cos^2 \alpha}\end{aligned}$$

$$L = \frac{v^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

Принимая  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ ,

$$L \approx 3.66 \text{ м}$$

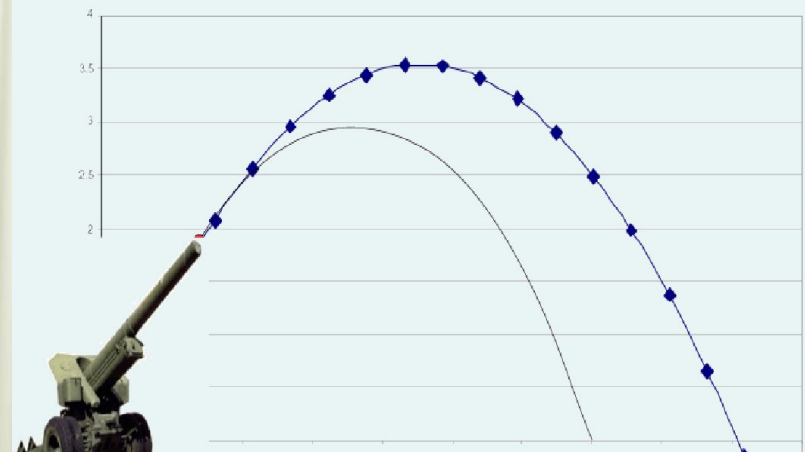
Старт

Следующая

# ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ

- Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

Баллистическая траектория снаряда в отсутствии сопротивления воздуха при стрельбе под разным углом к горизонту.



# МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА, ВРЕМЯ И ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА

---

$$h = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$l = x = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V_y = V_{0y} + a_y \cdot t$$

$$t = \frac{V_y - V_{0y}}{a_y} = \frac{-V_{0y} - V_{0y}}{-g}$$

$$t = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$





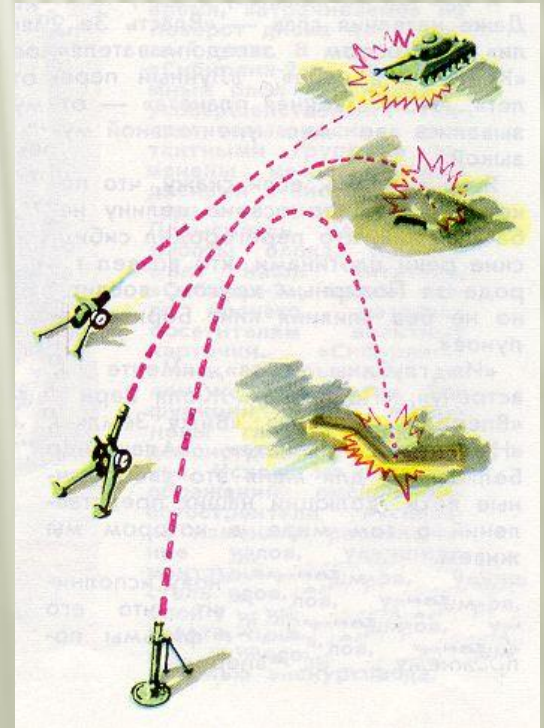
# УРАВНЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ

Пусть

$$\begin{aligned} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} y &= V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ x &= V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \end{aligned} \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cdot \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$y = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{V_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$Y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛИСТИКИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ

- В НАШЕМ РЕГИОНЕ СУЩЕСТВУЕТ ЛАВИННАЯ ОПАСНОСТЬ (СХОД ЛАВИН). ПРИ ВЫСОКОЙ ОПАСНОСТИ ВЫЗЫВАЮТ ИСКУССТВЕННЫЙ СХОД ЛАВИНЫ, РАССТРЕЛИВАЯ ЕЕ ИЗ ПУШЕК. РАССЧИТАЕМ УГОЛ СТРЕЛЬБЫ ПО ЛАВИНЕ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ВЫСОТЕ 800 М И РАССТОЯНИИ ОТ МЕСТА ВЫСТРЕЛА 1000 М ПРИ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ СНАРЯДА 720 М/С

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

⇒

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{2V_0^2}$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{2V_0^2}{gx} \cdot \operatorname{tg} \alpha + 1 + \frac{2V_0^2 y}{gx^2} = 0$$

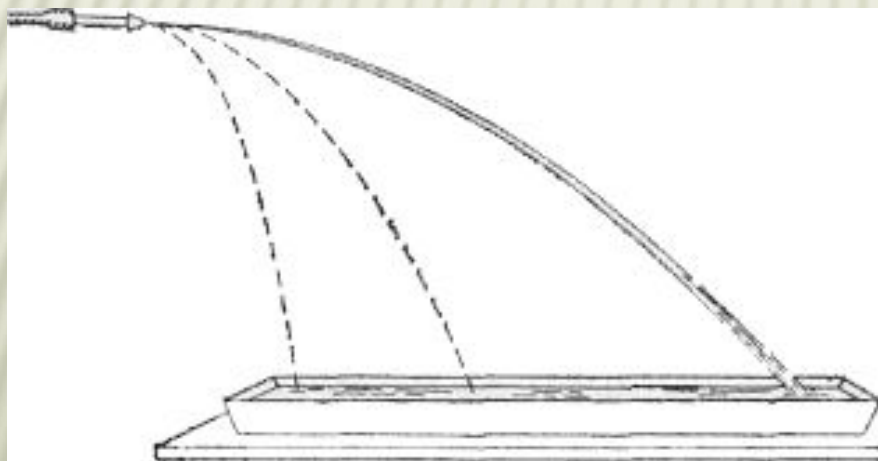
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{720^2}{10^4} \pm \sqrt{51,84^2 - 1 - \frac{2 \cdot 720 \cdot 800}{10^7}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 1,12 \Rightarrow \alpha = 48,2^\circ$$

Старт

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

На практике часто приходится иметь дело с движением тел, у которых начальная скорость направлена под углом к горизонту. Например, так движутся артиллерийский снаряд и пуля, струя воды из шланга, спортсмен во время прыжка в длину, ядро, которое толкает спортсмен.



**Струя имеет форму параболы, тем более вытянутой, чем больше начальная скорость воды**

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

---

- Найдите с какой скоростью вытекает вода из шланга душа (снимите лейку с душа, включите воду и направьте струю воды вдоль стены под углом к горизонту, используя угол линейки или транспортир. Измерьте максимальную высоту и дальность полета. Используя полученные цифры, найдите скорость вытекания воды из шланга

# ТВОРЧЕСКОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- Для любителей художественной литературы – сделать сообщение «Примеры криволинейного движения в художественной литературе».