# Решение задач на тему «Движение под углом к горизонту»

Авторы работы: Ершова А. Талдыкина А.



#### Условия задачи

Тело брошено со скоростью V под углом @ к горизонту. Определить:

- 1) Траекторию движения тела
- 2) Время полёта
- 3) Дальность полёта
- 4) Максимальную высоту подъёма Н
- 5) Скорость тела на высоте h<H
- 6) Нормальное и тангенсальное ускорения в начальной точке траектории и в наивысшей точке подъёма
- 7) Радиусы кривизны в этих точках

#### Дано:

V, @

#### Найти:

- 1)Уравнения движения
- 2) **t**
- 3) /
- 4) *H* max
- 5) **V**
- 6) a, a t
- 7) R

#### Решение:

1.Рассмотрим движение в плоскости ху.В начальный момент движения тело находиться в начале координат, т.е. в точке О.



#### Решение

Движение тела вдоль оси х равномерное (a<sub>x</sub>=0);V<sub>0x</sub> = V<sub>0</sub>cos@, причем V<sub>x</sub>=V<sub>0x</sub>=const. Уравнение движения вдоль оси х имеет вид:

$$x = x_{0x}t = v_{0x}t\cos @$$

Движение по оси у равнопеременное с ускорением a<sub>y</sub> = -g = const и начальной скоростью V<sub>oy</sub> = V₀sin@; V<sub>y</sub> = V<sub>oy</sub> – gt.

Уравнение движения вдоль оси у имеет вид:

$$y = V_{oy}t - gt^2/2 = V_0tsin@ - gt^2/2$$

Найти траекторию движения — это значит найти аналитическое уравнение кривой, по которой движется тело в пространстве. Т. к. =  $x/V0\cos@$ , то  $y = xtg@ - gx^2/2V0^2\cos^2@$ .

2. Найдём t ,приравняв y = V₀tsin@ - gt^2/2 к 0: t(V₀sin@ - gt/2) = 0

$$t_1=0$$
  $t_2 = (2V0/g)\sin@$ 

Действительно, тело на земле оказывается дважды - в начале и в конце полёта.

3) Т. к. вдоль оси х движение равномерное и известно время движения, то

$$x_{max} = I = V_{0x}t = (V_0 \cos@2V_0 \sin@)/g = V_0^2 \sin2@/g$$

4) Н<sub>мах</sub> можно найти через время подъёма t<sub>под.</sub> Т. к. в точке Н<sub>мах</sub> V<sub>у</sub>=0, то

$$0 = V_{0y} - gt_{nog}$$
  
 $t_{nog} = (V_0/g)sin@$ 

#### Таким образом,

$$Y_{\text{max}} = H_{\text{max}} = V_{0y}t_{\text{под}} - V_{0y}t_{\text{под}}^2 / 2 = V_{0y}^2 / 2 = V_{0y}^2$$

5) Для определения скорости на высоте h необходимо знать время, когда тело находиться на этой высоте, t₁

$$V_{x} = V_{0x}, V_{y} = V_{0y} - gt_{h}$$

$$y = h = V_{0y}t_{h} - gt_{h}^{2}/2$$

$$(t_{h})_{1,2} = V_{0y}+/-\sqrt{V_{0y}^{2}-2gh}$$

$$g$$

Скорость в первой точке при that

$$V_{x1} = V_0 \cos @$$
 $V_{y1} = (V_0^2 \sin^2 @ - 2gh)$ 

Модуль скорости равен  $|V_h|_1 = |V_0^2 - 2gh|_1$ тангенс угла наклона скорости к оси х:  $tgB_1=V_{y1}/V_{x1}=\sqrt{V_0^2\sin^2(\omega)-2gh}$ V<sub>0</sub>cos@ Скорость во второй точке при tha  $V_{x2} = V_0 \cos(\alpha)$  $V_{y2} = -\sqrt{V_0^2 \sin^2 2} - 2gh$ Модуль скорости равен  $V_{h|2} = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$ , тангенс угла наклона скорости к оси х:  $tgB_1=V_{y1}/V_{x1}=-\sqrt{V_0^2sin^2@-2gh}$  $V_0 \cos(\alpha)$ 

$$a_0 = -g\cos @$$

$$a_{0t} = -gsin@$$

В точке А

$$a_A = -g$$

$$a_{tA} = 0$$

7)Нормальное ускорение определяется по формуле

$$a = V^2/R$$

$$R = V^2/a$$

где R – радиус кривизны в данной точке, т. е. радиус окружности, часть дуги которой совпадает с траекторией в данной точке.

В точке О

$$V = V_0, |a| = g\cos@$$

$$R_0 = V_0^2/g\cos@$$

В точке А

$$V_y = 0$$
,  $a = g$ ,  $V_A = V_{0x} = V_0 \cos @$ 

$$R_A = (V_0^2\cos@)/g$$

# Приложение

Ознакомившись с основными действиями пи решении задач по теме «Движение под углом к горизонту», Вы можете проверить приобретенные знания. С этой целью Вам предлагается следующая задача:

### Условия задачи

Тело брошено горизонтально со скоростью 20м/с.Определить смещение тела от точки бросания, S, при котором скорость будет направлена под углом 45' к горизонту.

Если у Вас возникли трудности при решении задачи, Вы можете воспользоваться следующими подсказками:

- 1)Кратко изложенные этапы решения;
- 2)Необходимые формулы;
- 3)Ответ.

# Этапы решения

- 1.Выбрать оси координат.
- 2.Записать уравнения движения тела.
- 3.Определить момент времени t, когда скорость будет направлена под углом 45' к горизонту.
- 4.Подставить t в уравнение движения и найти координаты тела.
- 5. Найти искомое перемещение.

# Формулы

$$1.x = V_0 t$$

$$2.y = gt^2/2$$

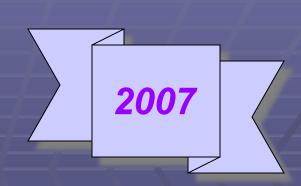
$$3.V_y/V_x = tg@$$

$$4.gt = V_0$$

$$\underline{5}.S = \sqrt{x^2 + y^2}$$

# Ответ

<u>S</u> = 45 м.



# Спасибо за внимание!!!

