

# Занятие 6. 2019-09-09

## Двумерное движение с постоянным ускорением

### Обсуждение ДЗ

Разбираем вопросы по ДЗ, исправляем ошибки, дорешиваем задачи.

### Вопросы (устно)

**6.1.** Тело движется прямолинейно и равномерно вдоль оси  $Ox$ . Как найти проекцию его перемещения  $s_x$  за время  $t$ ?

(pr2828; I)

**6.2.** Какое движение называется равноускоренным?

(pr3082; I)

**6.3.** Сформулируйте закон для скорости при равноускоренном движении.

(pr3083; I)

**6.4.** Сформулируйте закон для перемещения при равноускоренном движении.

(pr3084; I)

**6.5.** Что такое свободное падение?

(pr3833; I)

**6.6.** Что такое ускорение свободного падения?

(pr3834; I)

### Задачи: базовый уровень

#### Горизонтальный бросок

**6.7.** Тело бросают горизонтально с начальной скоростью  $v_0 = 5 \text{ м/с}$  с края стола высотой  $H = 1 \text{ м}$ . Найти, на каком расстоянии от стола приземлится тело. Ускорение свободного падения  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ .

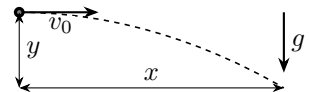
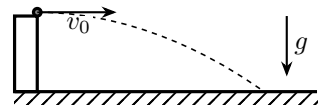
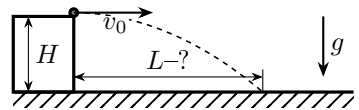
(pr51; II)

**6.8.** Тело бросают горизонтально с края стола. Если начальную скорость увеличить вдвое, как изменится время падения? А расстояние, пройденное по горизонтали до точки приземления?

(pr4225; II)

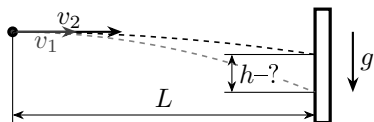
**6.9.** Камень бросают с обрыва в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $v_0$ . Найдите зависимость перемещения камня  $y$  по вертикали от перемещения  $x$  по горизонтали, если ускорение свободного падения равно  $g$ . Какой вид имеет эта зависимость? Что из себя представляет траектория камня?

(pr4227; II)



**6.10.** В мишень с расстояния  $L = 100$  м сделано два выстрела при горизонтальной наводке винтовки. Скорость первой пули  $v_1 = 800$  м/с, а второй  $v_2 = 850$  м/с (причём  $v_2 > v_1$ ). Определить расстояние между пробоинами в мишени. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr519; Русаков-1, 3.4; III)



### Бросок под углом: $x$ и $y$

**6.11.** Камень бросают с начальной скоростью  $v_0 = 20$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. На какой высоте камень окажется через время  $t = 1$  с после броска? Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr4270; I)

**6.12.** Камень бросают с начальной скоростью  $v_0 = 20$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. На какое расстояние по горизонтали камень сместится через время  $t = 1$  с после броска? Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr4271; I)

### Бросок под углом: наивысшая точка

**6.13.** Камень бросают с начальной скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Через какое время камень достигнет максимальной высоты? Ускорение свободного падения  $g$ .

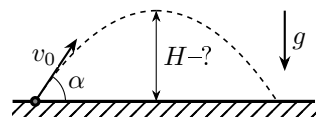
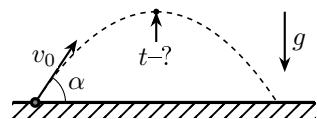
(pr4248; I)

**6.14.** Тело бросают с начальной скоростью  $v_0 = 14$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Найти максимальную высоту подъема. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr50; II)

**6.15.** Камень бросают под углом к горизонту. Если бросить со вдвое большей скоростью под тем же углом, то во сколько раз увеличится время подъема до наивысшей точки? А максимальная высота подъема?

(pr4250; II)



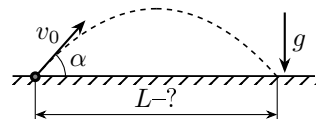
### Бросок под углом: дальность

**6.16.** Камень бросают с горизонтальной поверхности с начальной скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Через какое время камень приземлится на поверхность? Ускорение свободного падения  $g$ .

(pr4249; I)

**6.17.** Тело бросают с начальной скоростью  $v_0 = 11$  м/с под углом  $\alpha = 35^\circ$  к горизонту. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>. Найти расстояние от точки броска до точки приземления.

(pr550; III)



**6.18.** Камень бросают с горизонтальной плоскости под углом к горизонту. Если бросить со вдвое большей скоростью под тем же углом, то во сколько раз увеличится время полёта до приземления? А расстояние от точки броска до точки приземления?

(pr4251; II)

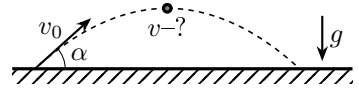
**6.19.** Тело бросают с начальной скоростью  $v_0 = 14 \text{ м/с}$  под углом к горизонту. Ускорение свободного падения  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ . При каком угле броска дальность полета будет максимальной? Найти эту дальность.

(pr549; IV)

### Бросок под углом: скорость в наивысшей точке

**6.20.** Тело брошено со скоростью  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 50^\circ$  к горизонту. Определить скорость тела в верхней точке траектории.

(pr518; Русаков-1, 3.3; I)



### Ответы

7.  $l = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 2.26 \text{ м}$

8. не изменится; увеличится вдвое

9.  $y = \frac{gx^2}{2v_0^2}$ ; квадратичная; дуга параболы

10.  $\Delta h = \frac{gL^2}{2} \left( \frac{1}{v_1^2} - \frac{1}{v_2^2} \right) \approx 9 \text{ мм}$

11.  $h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \approx 12 \text{ м}$

12.  $h = v_0 \cos \alpha t = 10 \text{ м}$

13.  $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

14.  $H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 7.5 \text{ м}$

15. в 2 раза; в 4 раза

16.  $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

17.  $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \approx 11.6 \text{ м}$

18. в 2 раза; в 4 раза

19.  $\alpha^* = 45^\circ$ ,  $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = 20 \text{ м}$

20.  $v = v_0 \cos \alpha \approx 12.9 \text{ м/с}$

### Задачи: продвинутый уровень

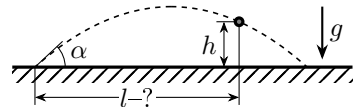
#### Бросок под углом: высота и дальность

**6.21.** Под каким углом  $\alpha$  к горизонту нужно направить струю воды, чтобы высота ее подъема была равна дальности?

(pr2037; Гельфгат, 1.43; IV)

**6.22.** Мяч, брошенный под углом  $\alpha = 55^\circ$  к горизонту, через время  $t = 2 \text{ с}$  попадает в точку, находящуюся на высоте  $h = 8 \text{ м}$ . Найти расстояние, которое пролетел мяч по горизонтали к этому моменту. Ускорение свободного падения  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ .

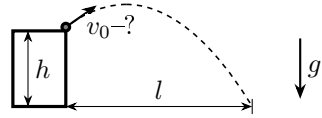
(pr545; Русаков-1, 3.44; III)



## Избавляемся от угла

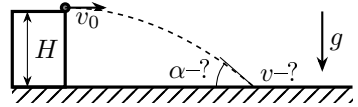
**6.23.** Спортсмен прыгает с вышки высотой  $h = 10$  м и входит в воду через время  $t = 2$  с на расстоянии  $l = 8$  м от вышки. С какой скоростью прыгнул спортсмен? Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr66; Козел, 1.9; III)



**6.24.** Тело бросают горизонтально с начальной скоростью  $v_0 = 5$  м/с с края стола высотой  $H = 1$  м. Найти направление и модуль скорости тела перед приземлением. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr548; III)



## Скорость

**6.25.** Тело бросили под углом  $\alpha = 75^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0 = 12$  м/с. Сколько пройдет времени до момента, когда скорость тела будет направлена вверх под углом  $\beta = 55^\circ$  к горизонту? Чему равна скорость тела в этот момент? Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr53; Савченко, 1.3.5; III)

**6.26.** Тело брошено под углом к горизонту со скоростью  $v_0 = 12$  м/с. Найти скорость тела на высоте  $h = 3$  м. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

(pr543; Русаков-1, 3.40; IV)

## Ответы

21.  $\alpha = \arctg 4 \approx 76^\circ$

22.  $l = \left( h + \frac{gt^2}{2} \right) \operatorname{ctg} \alpha \approx 19.3$  м

23.  $v_0 = \sqrt{\left( \frac{l}{t} \right)^2 + \left( \frac{gt}{2} - \frac{h}{t} \right)^2} \approx 6.25$  м/с

24.  $v_k = \sqrt{v_0^2 + 2gH} \approx 6.68$  м/с, угол с горизонталью  $\alpha = \arctg \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} \approx 42^\circ$

25.  $t = \frac{v_0(\sin \alpha - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta)}{g} \approx 0.73$  с,  $v = \frac{v_0 \cos \alpha}{\cos \beta} \approx 5.41$  м/с

26.  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} \approx 9.23$  м/с