

## Задание 1

### Задача 1

Частица движется равноускоренно в координатной плоскости  $XU$  с начальной скоростью  $\vec{v}_0 = +A\vec{i} + B\vec{j}$  и ускорением  $\vec{a} = +C\vec{i} + D\vec{j}$ . Найти модули векторов скорости  $v$ , тангенциального  $a_\tau$  и нормального  $a_n$  ускорений, а также радиус кривизны траектории  $R$  в момент времени  $t$ .

Дано:

$$A=0 \text{ м/с}$$

$$B=2 \text{ м/с}$$

$$C=-5 \text{ м/с}^2$$

$$D=-1 \text{ м/с}^2$$

$$t=5 \text{ с}$$

#### **Решение:**

Закон изменения вектора скорости равноускоренного движения:

$$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Где  $v_0$ - начальная скорость частицы,  $a$ - ускорение частицы.

Следовательно:

$$\vec{v}_t = A\vec{i} + B\vec{j} + C\vec{i}t + D\vec{j}t = A + Ct\vec{i} + B + Dt\vec{j}$$

Тогда модуль скорости:

$$v = A + Ct^2 + B + Dt^2$$

Выполним числовую подстановку:

$$v = 0 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с}^2 \cdot (-5 \text{ с})^2 + 0 \text{ м/с} + (-1) \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с}^2 = 81 \text{ м/с}$$

$$\text{Тангенциальное ускорение частицы } a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Ct^2 + B + Dt^2) = 2Ct + 2Dt = 2(Ct + Dt) = 2(-5 \text{ м/с}^2 + (-1) \text{ м/с}^2) = -12 \text{ м/с}^2$$

Выполним числовую подстановку:

$$a_\tau = 0 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}^2 + 2 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}^2 - 12 \cdot 1 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = -1,34 \text{ м/с}^2$$

Нормальное ускорение частицы:

$$a_n = a^2 - a_\tau^2 = C^2 + D^2 - a_\tau^2$$

Выполним числовую подстановку:

$$a_n = 1 \text{ м/с}^2 + 2 \text{ м/с}^2 - (-1,34 \text{ м/с}^2)^2 = 1,79 \text{ м/с}^2$$

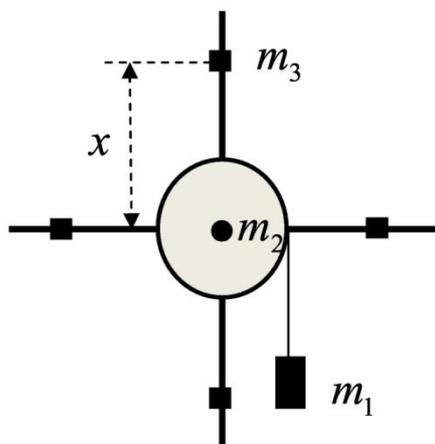
Как известно, нормальное ускорение связано с радиусом кривизны траектории:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n}$$

Выполним числовую подстановку:

$$R = \frac{81 \text{ м/с}}{1,79 \text{ м/с}^2} = 44,7 \text{ м}$$

## Задача 2



На однородный цилиндрический блок массой  $m_2$  и радиусом  $R$  намотана невесомая нить, к свободному концу которой прикреплен груз массой  $m_1$ . К блоку крестообразно прикреплены четыре одинаковых невесомых стержня, на которых закреплены одинаковые грузы массой  $m_3$  на расстоянии  $x$  от оси вращения. Грузы  $m_3$  можно считать материальными точками. Трением в блоке можно пренебречь. Найти зависимость ускорения  $a$  груза

$m_1$  от расстояния  $x$ . Построить график этой зависимости в интервале изменения  $x$  от  $R$  до  $3R$ .

Ускорение свободного падения  $g = 9.81 \text{ м с}^2$ .

| № вар. | $R \ m \ m \ m_{1, 2, 3}$  | № вар. | $R \ m \ m \ m_{1, 2, 3}$  |
|--------|--|--------|--|
| 1      | $R = 0.2 \text{ м} \ m_{1, 2} = 3 \text{ кг} \ m_3 = 1 \text{ кг}$ | 11     | $R = 0.3 \text{ м} \ m_{1, 2} = 3 \text{ кг} \ m_3 = 2 \text{ кг}$ |
| 2      | $R = 0.2 \text{ м} \ m_{1, 2} = 2 \text{ кг} \ m_3 = 3 \text{ кг}$ | 12     | $R = 0.1 \text{ м} \ m_{1, 2} = 3 \text{ кг} \ m_3 = 3 \text{ кг}$ |
| 3      | $R = 0.1 \text{ м} \ m_{1, 2} = 5 \text{ кг} \ m_3 = 3 \text{ кг}$ | 13     | $R = 0.2 \text{ м} \ m_{1, 2} = 2 \text{ кг} \ m_3 = 2 \text{ кг}$ |
| 4      | $R = 0.1 \text{ м} \ m_{1, 2} = 4 \text{ кг} \ m_3 = 3 \text{ кг}$ | 14     | $R = 0.3 \text{ м} \ m_{1, 2} = 5 \text{ кг} \ m_3 = 2 \text{ кг}$ |

|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| 5  | $R= 0.3m, m_1 = 3кг, m_2 = 1кг, m_3 = 1кг$ | 15 | $R= 0.2m, m_1 = 5кг, m_2 = 4кг, m_3 = 3кг$   |
| 6  | $R= 0.2m, m_1 = 2кг, m_2 = 2кг, m_3 = 1кг$ | 16 | $R= 0.1m, m_1 = 10кг, m_2 = 2кг, m_3 = 3кг$  |
| 7  | $R= 0.1m, m_1 = 5кг, m_2 = 5кг, m_3 = 1кг$ | 17 | $R= 0.5m, m_1 = 1кг, m_2 = 1кг, m_3 = 1кг$   |
| 8  | $R= 0.2m, m_1 = 3кг, m_2 = 1кг, m_3 = 1кг$ | 18 | $R= 0.1m, m_1 = 7кг, m_2 = 5кг, m_3 = 1кг$   |
| 9  | $R= 0.1m, m_1 = 4кг, m_2 = 1кг, m_3 = 2кг$ | 19 | $R= 0.1m, m_1 = 6кг, m_2 = 4кг, m_3 = 2кг$   |
| 10 | $R= 0.2m, m_1 = 5кг, m_2 = 5кг, m_3 = 2кг$ | 20 | $R= 0.2m, m_1 = 10кг, m_2 = 10кг, m_3 = 3кг$ |

### Задача 3

Шар массой  $m_1$ , летящий со скоростью  $v_1$ , сталкивается с неподвижным шаром массой  $m_2$ . После удара шары разлетаются под углом  $\alpha$  друг к другу. Удар абсолютно упругий, столкновение происходит в горизонтальной плоскости. Найти скорости шаров  $u_1$  и  $u_2$  после удара.

|           |                         |           |                         |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| №<br>вар. | $m_1, v_1, m_2, \alpha$ | №<br>вар. | $m_1, v_1, m_2, \alpha$ |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|

|   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| 1 | $m_1=100г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=150г, \alpha=120^\circ$ | 11 | $m_1=150г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=100г, \alpha=60^\circ$ |
|---|---|----|--|

Шар массой  $m_1$ , летящий со скоростью  $v_1$ , сталкивается с неподвижным шаром массой  $m_2$ . После удара шары разлетаются под углом  $\alpha$  друг к другу. Удар абсолютно упругий, столкновение происходит в горизонтальной плоскости. Найти скорости шаров  $u_1$  и  $u_2$  после удара.

| № вар. | $m_1, v_1, m_2, \alpha$   | № вар. | $m_1, v_1, m_2, \alpha$  |
|--------|---|--------|--|
| 2      | $m_1=120г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=180г, \alpha=135^\circ$ | 12     | $m_1=180г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=120г, \alpha=45^\circ$ |
| 3      | $m_1=100г, v_1=20 \text{ м, с}$<br>$m_2=250г, \alpha=120^\circ$ | 13     | $m_1=250г, v_1=20 \text{ м, с}$<br>$m_2=100г, \alpha=60^\circ$ |
| 4      | $m_1=150г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=250г, \alpha=135^\circ$ | 14     | $m_1=250г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=150г, \alpha=45^\circ$ |
| 5      | $m_1=175г, v_1=15 \text{ м, с}$<br>$m_2=350г, \alpha=100^\circ$ | 15     | $m_1=350г, v_1=15 \text{ м, с}$<br>$m_2=175г, \alpha=80^\circ$ |
| 6      | $m_1=110г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=130г, \alpha=150^\circ$ | 16     | $m_1=130г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=110г, \alpha=30^\circ$ |
| 7      | $m_1=200г, v_1=20 \text{ м, с}$<br>$m_2=350г, \alpha=120^\circ$ | 17     | $m_1=350г, v_1=20 \text{ м, с}$<br>$m_2=200г, \alpha=60^\circ$ |
| 8      | $m_1=100г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=180г, \alpha=125^\circ$ | 18     | $m_1=180г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=100г, \alpha=55^\circ$ |
| 9      | $m_1=120г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=200г, \alpha=100^\circ$ | 19     | $m_1=200г, v_1=10 \text{ м, с}$<br>$m_2=120г, \alpha=80^\circ$ |

|    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 10 | $m_1 = 100 \text{ g}, v_1 = 15 \text{ m/s}$<br>$m_2 = 300 \text{ g}, \alpha = 120^\circ$ | 20 | $m_1 = 300 \text{ g}, v_1 = 15 \text{ m/s}$<br>$m_2 = 100 \text{ g}, \alpha = 60^\circ$ |
|----|--|----|---|