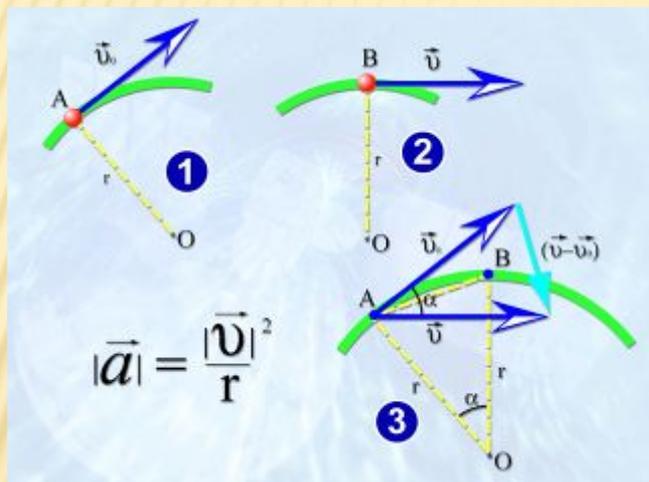


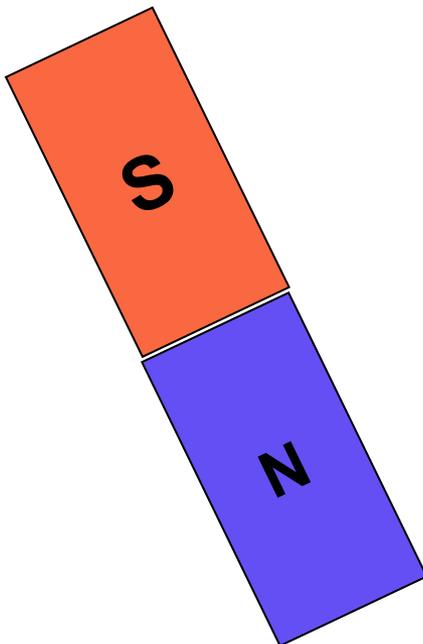
УРОК ФИЗИКИ В 10 КЛАССЕ

Движение по окружности



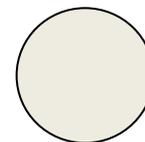
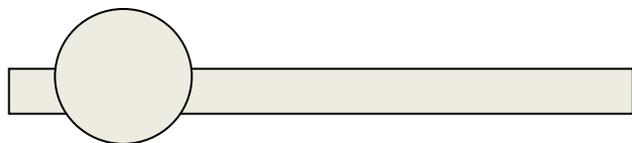
Стол (вид сверху)

Магнит



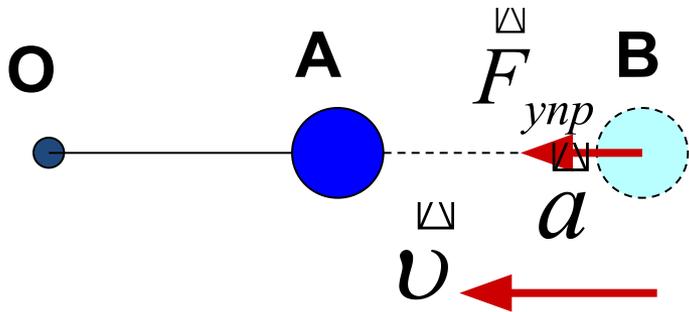
Шарик,
скатившийся с
желоба

Наклонный
желоб



Механическое движение

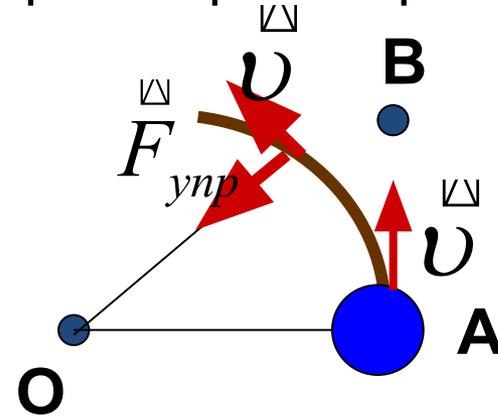
Прямолинейное
(Траектория – прямая)



Условие прямолинейного движения:

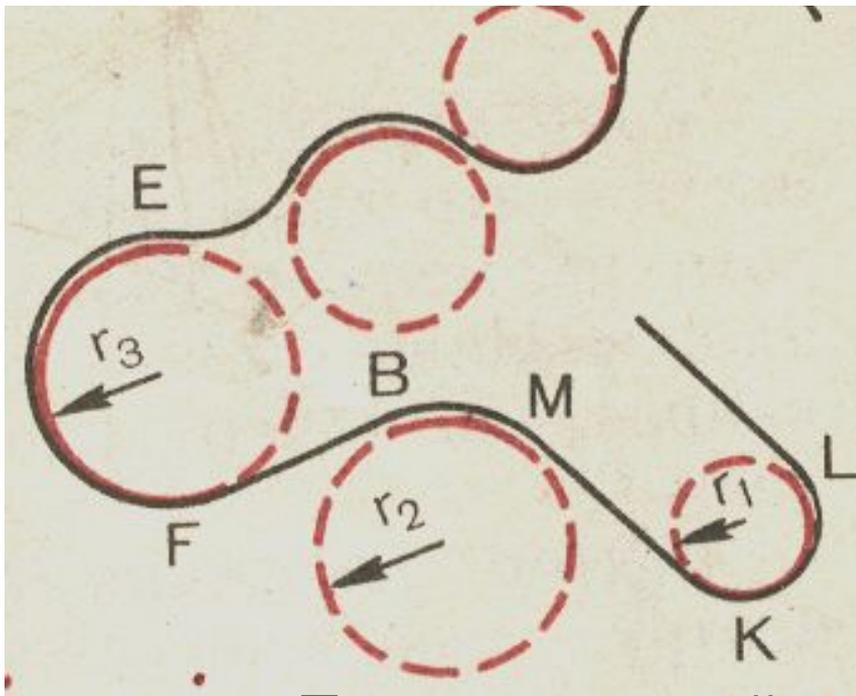
Скорость тела и действующая на тело сила направлена вдоль одной прямой.

Криволинейное
(Траектория – кривая)



Условие криволинейного движения:

Скорость и действующая на тело сила, должны быть направлены вдоль пересекающихся прямых.



Любую кривую можно всегда представить как совокупность дуг окружностей различных радиусов.

При криволинейном движении меняется:

- 1). Координаты X и Y .
- 2). Направление движение.
- 3). Направление и модуль скорости и ускорения.

Криволинейное движение – это всегда движение с ускорением, даже если по модулю скорость не меняется.

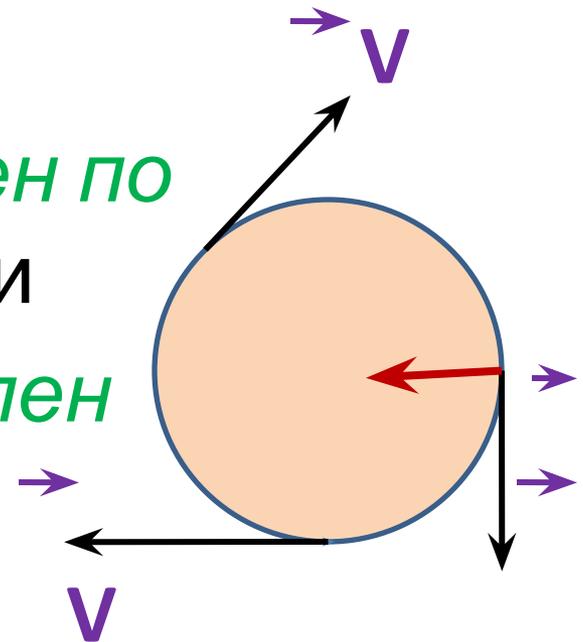
ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

- движение *криволинейное*, так как траекторией является окружность.
- движение *равномерное*, так как модуль скорости не меняется
- вектор скорости *направлен по касательной* к окружности
- вектор ускорения *направлен*

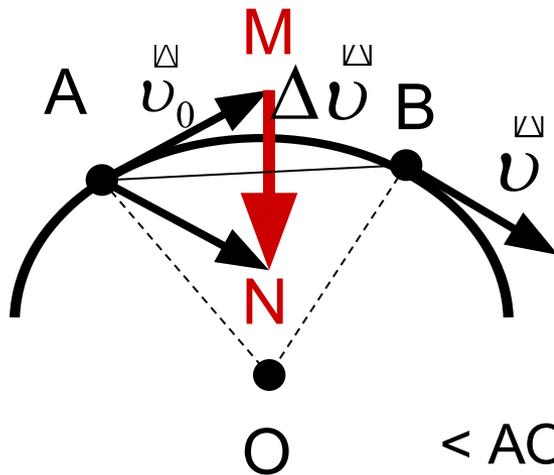
a

к центру окружности

v



Найдём модуль ускорения:



Рассмотрим $\triangle AOB$ и $\triangle AMN$

$\triangle AOB$ – равнобедренный, т.к. $OA=OB=R$

$\triangle AMN$ – равнобедренный, т.к. $v_0 = v$

$\angle AOB = \angle MAN$, т.к. они образованы взаимно \perp сторонами: $v_0 \perp OA$ $v \perp OB$

$\Rightarrow \triangle AOB$ подобен $\triangle AMN \Rightarrow \frac{\Delta v}{AB} = \frac{v}{R}$ но т.к. $AB = l = vt$

$$\frac{\Delta v}{vt} = \frac{v}{R} \quad \text{или} \quad \frac{\Delta v}{t} = \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$$

Т. к. $v = \text{const}$ и $R = \text{const}$ то $a = \text{const}$

Сила, под действием которой тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью в каждой точке направлена по радиусу к центру окружности – **сила центробежная**.

$$F_{ц} = ma = \frac{v^2 m}{R}$$

$$F_{ц} = \frac{v^2 m}{R}$$

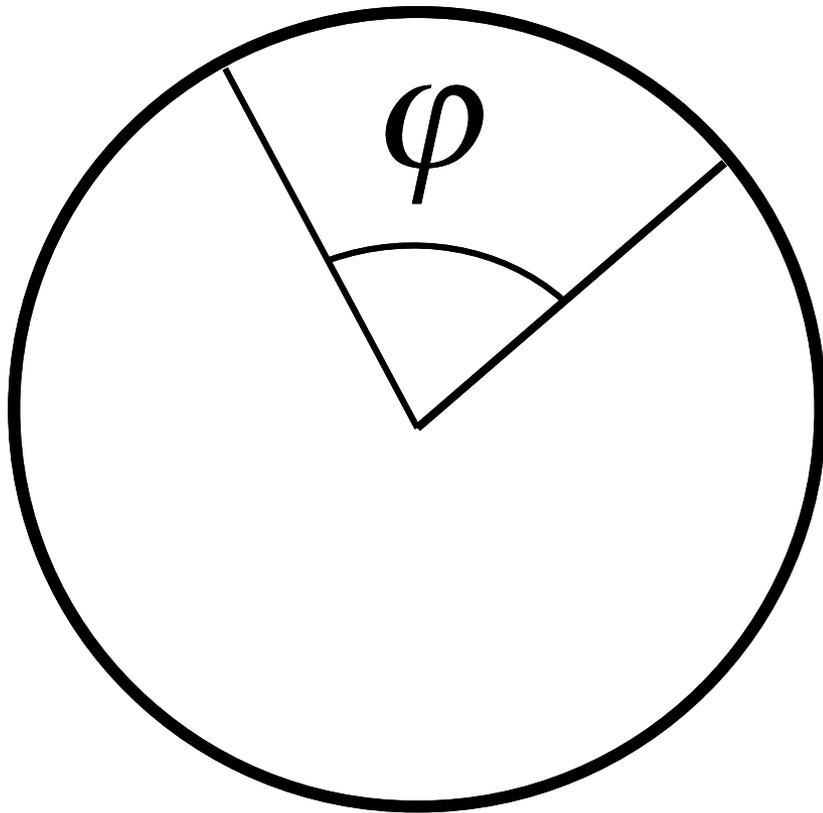
Центробежная
сила

ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Угловое перемещение φ
2. Период обращения T
3. Частота обращения ν
4. Линейная скорость v
5. Угловая скорость
(циклическая частота). ω
6. Центробежное
ускорение a

φ - угловое перемещение

$[\varphi] - \text{рад}$



за один период

$$\varphi = 2\pi$$

Радян – угол между двумя радиусами, длина дуги между которыми равна радиусу.

Угловая скорость

Движение по окружности характеризуется также угловой скоростью.

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

За один период

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

$$\frac{V}{\omega} = R$$

$$[\omega] = \text{рад} / \text{с}$$

Период в случае равномерного кругового движения будет равен отношению длины окружности к скорости, с которой движется тело:

$$l = 2\pi R$$

$$T = \frac{2\pi R}{V}$$

Линейная
скорость



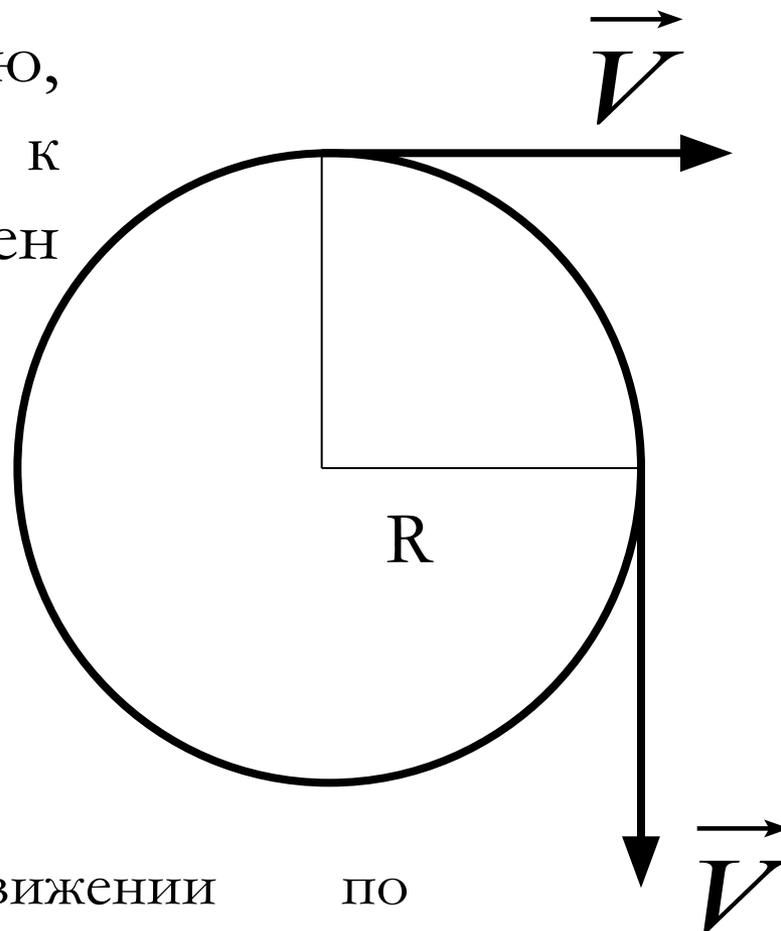
Линейная скорость показывает путь, пройденный телом за единицу времени.

$$[V] = \text{м} / \text{с}$$

Вектор линейной скорости не изменяется по модулю, направлен по касательной к окружности, перпендикулярен радиусу.

$$V = 2\pi R \nu = \frac{2\pi R}{T}$$

$$[V] = \text{м} / \text{с}$$



При равномерном движении по окружности неизменным остаётся лишь модуль линейной скорости, направление её, напротив, изменяется непрерывно.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

Величина	Обоз н	Единиц а	Формула
Период - время совершения одного оборота	T	с	$T = \frac{t}{N}$ $T = \frac{1}{\nu}$
Частота - количество оборотов в единицу времени	ν	с^{-1}	$\nu = \frac{N}{t}$ $\nu = \frac{1}{T}$
Линейная скорость	V	м/с	$V = \frac{2\pi R}{T}$
Угловая скорость	ω	рад/с	$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$
Ускорение	a	м/с²	$a = \frac{V^2}{R}$ $a = \omega^2 R$

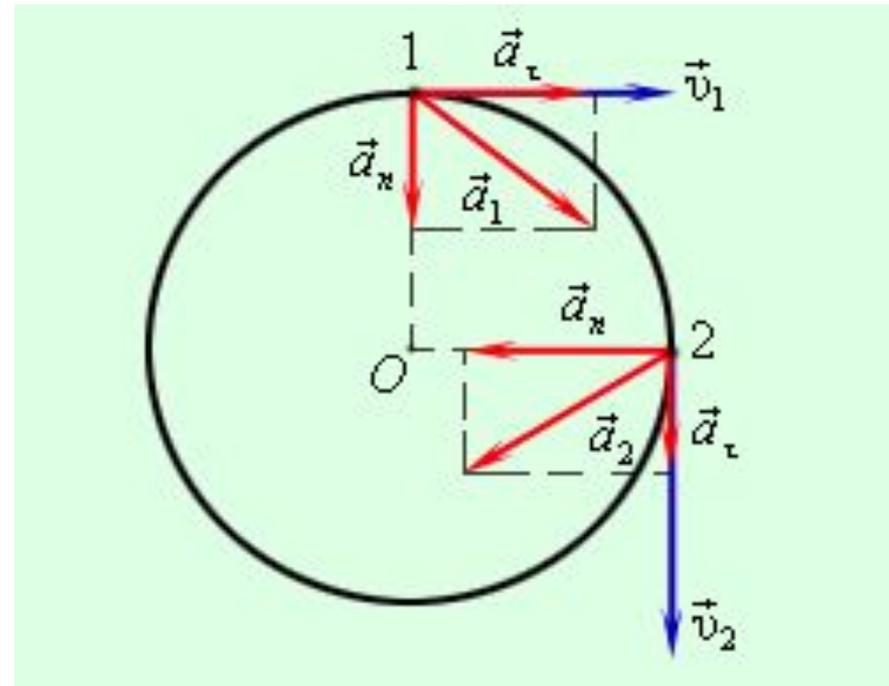
Если модуль скорости движения материальной точки при движении по окружности изменяется, то помимо центростремительного появляется тангенциальное (касательное) ускорение a_τ

Оно направлено по касательной к окружности и равно по модулю

$$a_\tau = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

Полное ускорение в этом случае будет равно

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$$



ВОПРОСЫ

- 1. Как направлен вектор скорости?
- 2. Как направлен вектор ускорения?
- 3. Какой угол между скоростью и ускорением?
- 4. По какой формуле рассчитывается ускорение?
- 5. Какие параметры описывают движение?
- 6. Что называется периодом?
- 7. Что называется частотой?
- 8. В каких единицах измеряется угловая скорость?
- 9. Чему равно перемещение тела за период?
- 10. Как изменится ускорение, если радиус увеличить в 2 раза?

Шар, вращающийся на нити длиной 80см, совершил за одну минуту 150 оборотов. Определить все параметры вращательного движения

Дано:

СИ

$$R=80\text{см}$$

$$=0,8\text{м}$$

$$t = 1\text{МИН}$$

$$=60\text{с}$$

$$N = 150$$

$$v, T, a, \nu, \omega - ?$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$V = \frac{2\pi R}{T}$$

$$a = \frac{V^2}{R}$$

Решение

$$T = 60:150 = 0,4\text{с}$$

$$\nu = 1:0,4 = 2,5\text{с}^{-1}$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,5 = 15,7\text{рад/с}$$

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8:0,4 = 12,56\text{м/с}$$

$$a = (12,56)^2:0,8 = 197\text{м/с}^2$$

Ответ:

Оцените зависимость частоты шагов бегущего волка v от частоты вращения колес троллейбуса ω , если длина шага волка l , а диаметр колеса троллейбуса d .

Дано:

Решение

d

$$V_{\text{волка}} = V_{\text{трол}};$$

l

$$V_{\text{волка}} = \frac{S}{t}; S - \text{пройденный путь};$$

$\frac{V_{\text{волка}}}{V_{\text{трол}}} - ?$

$V_{\text{трол}}$

N – число шагов

$$N = \frac{S}{l};$$

$$v = \frac{N}{t} = \frac{S}{lt} = \frac{V_{\text{волка}}}{l};$$

$$V_{\text{трол}} \cdot \pi d = v_{\text{волка}} \cdot l;$$

$$V_{\text{волка}} = v_{\text{волка}} \cdot l;$$

$$V_{\text{волка}} = \frac{V_{\text{трол}} \cdot \pi d}{l}$$

$$V_{\text{трол}} = 2\pi Rv = \pi d v_{\text{трол}};$$



С какой линейной скоростью должна скакать лошадь, чтобы один круг по арене диаметром 13 м она проскакала за 9,8 секунды?

Дано :

$$T = 9,8c$$

$$d = 13m$$

$V - ?$

$$V = \frac{2\pi \frac{d}{2}}{T};$$

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{13}{2}}{9,8} = 4,17m/c$$

Ответ : $V = 4,17m/c$



Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Найти отношение скоростей концов стрелок.

Дано:

$$R_c$$

$$R_m = 3R_c$$

$$T_c = 60$$

$$T_m = 3600$$

$$\frac{V_c}{V_m} = ?$$

Решение

:

$$\frac{V_c}{V_m} = \frac{2\pi R_c \cdot T_m}{T_c \cdot 2\pi R_m} = \frac{R_c \cdot 3600}{60 \cdot 3R_c} = 20$$

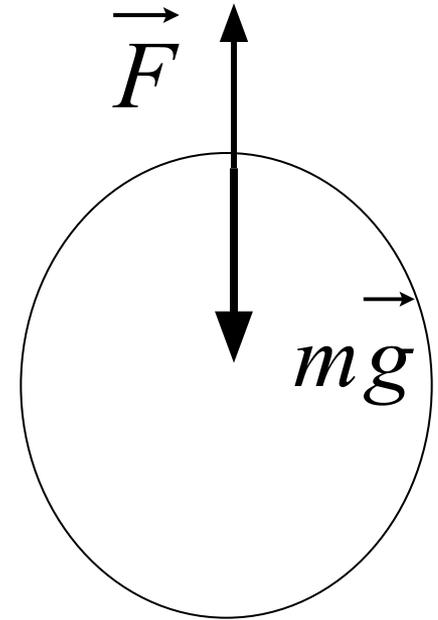
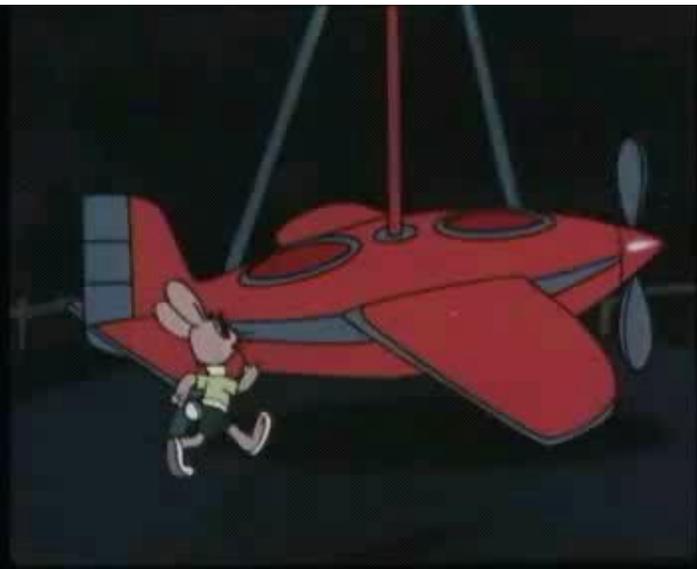
Ответ: $\frac{V_c}{V_m} = 20$

С какой минимальной скоростью должен двигаться самолет аттракциона, чтобы центробежная сила еще удерживала зайца в кабине? Самолет движется по окружности радиусом 10 м.

Дано :

$$R = 10 \text{ м}$$

V - ?



$$m\vec{g} = \vec{F};$$

$$mg = ma;$$

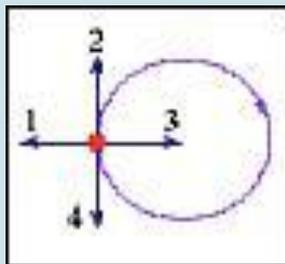
$$mg = \frac{mv^2}{R};$$

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 10} \approx 10 \text{ м/с}$$

ВЫПОЛНИТЬ ТЕСТ

ВАРИАНТ 1

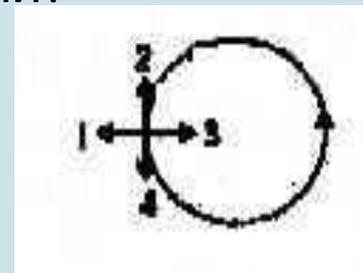
1. Тело движется равномерно по окружности в направлении часовой стрелки. Как направлен вектор ускорения при таком движении?



- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

ВАРИАНТ 2

1. Тело движется равномерно по окружности в направлении против часовой стрелки. Как направлен вектор ускорения при таком движении?



- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

2. Автомобиль движется на повороте по круговой траектории радиусом 50 м с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Каково ускорение автомобиля?

- а) 1 м/с^2
- б) 2 м/с^2
- в) 5 м/с^2
- г) 0

2. Скорость крайних точек точильного круга радиусом 10 см равна 60 м/с. Чему равно их центростремительное ускорение?

- а) 6 м/с^2 ;
- б) 360 м/с^2 ;
- в) 3600 м/с^2 ;
- г) 36000 м/с^2 .

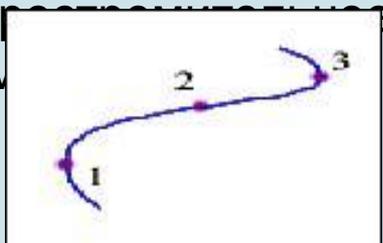
ВАРИАНТ 1

3. Тело движется по окружности радиусом 10 м. Период его вращения равен 20с. Чему равна скорость тела?
а) 2 м/с ; б) 3,1 м/с; в) 6,2 м/с; г) 200 м/с

4. Тело движется по окружности радиусом 5м со скоростью 20 м/с. Чему равна частота вращения? -1
а) 200 с ; б) 4 с ; в) 0,25 с ; г) 0,64 с

5. Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью по траектории. В какой из указанных точек траектории центростремительное ускорение минимально?

- а) 1;
б) 2;
в) 3
г) во всех точках одинаково.

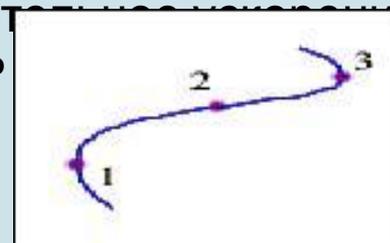
**ВАРИАНТ 2**

3. Тело движется по окружности радиусом 5м. Период его вращения равен 10 с. Чему равна скорость тела?
а) 2 м/с ; б) 3,1 м/с; в) 6,2 м/с; г) 50 м/с

4. Тело движется по окружности радиусом 3м со скоростью 12 м/с. Чему равна частота вращения? -1
а) 200 с ; б) 4 с ; в) 0,25 с ; г) 0,64 с

5. Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью по траектории. В какой из указанных точек траектории центростремительное ускорение максимально?

- а) 1;
б) 2;
в) 3
г) во всех точках одинаково.



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

§ 19 – 21

Выучить формулы и определения