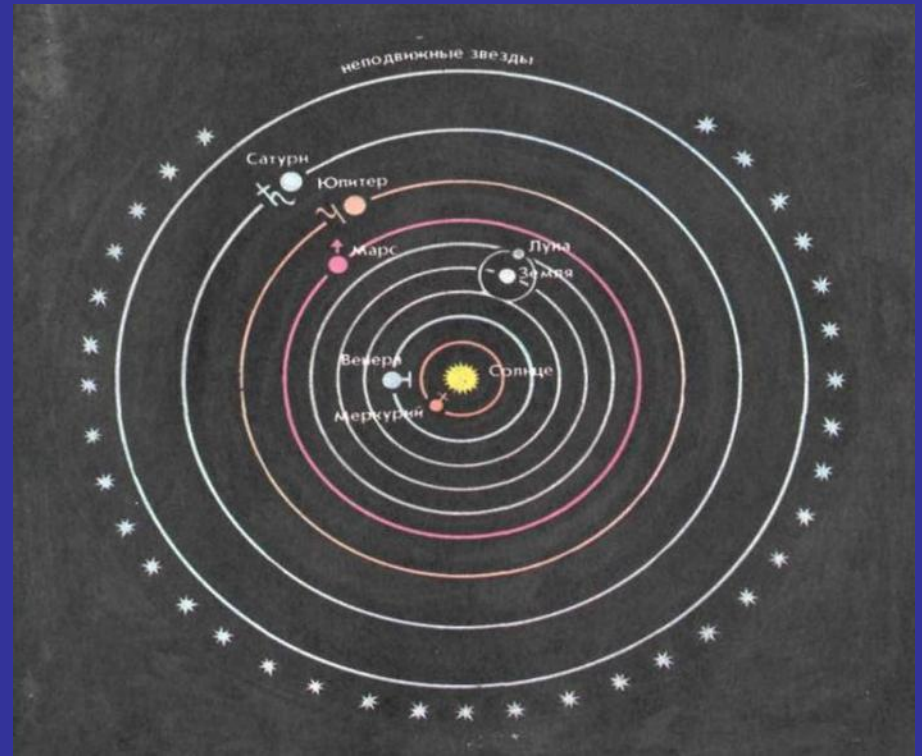


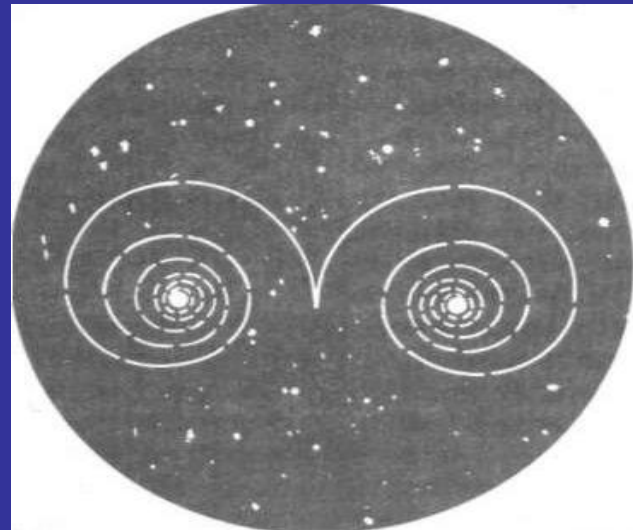
# ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

- Основные сведения
- В решении задач и проблем
- В заданиях ЕГЭ

...нам не стыдно  
признать, что весь  
подлунный мир и  
центр Земли  
движутся по  
Великому кругу  
между другими  
планетами,  
заканчивая свое  
обращение вокруг  
Солнца в один год...  
Н.Коперник

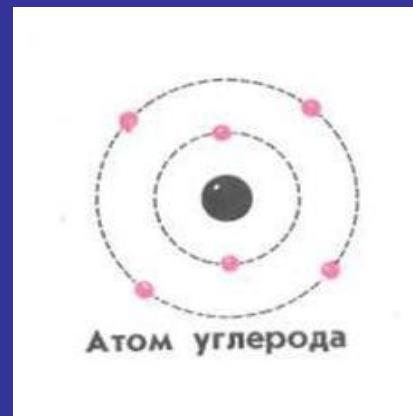


...путь заряженной  
частицы в  
однородном  
магнитном поле  
проходит по круговой  
орбите.  
Р.Фейнман



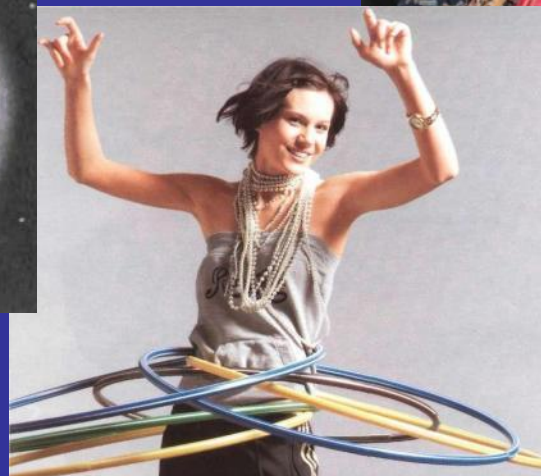
...внутри атома электроны движутся по замкнутым орбитам...

П.Ланжевен



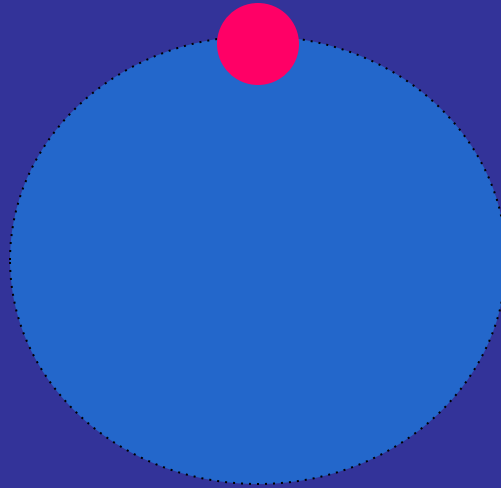
...все вертится, и кружится, и несется кувырком.

К.Чуковский



Движение по окружности помогает описать устройство окружающего мира и в самых больших, и в самых малых масштабах. Рассмотрим самый простой случай -

## ***равномерное движение по окружности.***

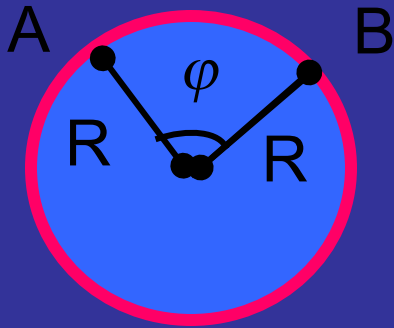


### **Задание № 1**

«Сконструировать» определение равномерного движения по окружности.

# характеристики равномерного движения по окружности

## 1. Угол поворота



$$\varphi = \frac{l}{R}$$

$$[\varphi] = \frac{\text{рад}}{c}$$

## 2. Угловая и линейная скорости

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

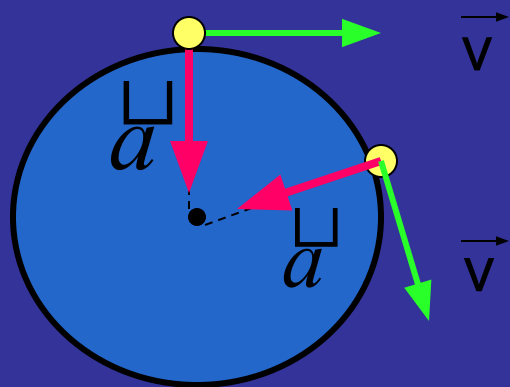
$$[\omega] = \frac{\text{рад}}{c}$$

$$v = \frac{l}{t}$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{c}$$

$$v = \omega R$$

## 4. Центробежное ускорение



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

$$[a] = \frac{M}{c^2}$$

## 5. Период и частота обращения

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

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

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

$$[\nu] = \frac{1}{c}$$

### Задание № 2

Дайте полное описание представленных характеристик .



# запоминалки

1. Лениво тело не лежало,  
А по окружности бежало.  
дугой себя согнул  
окружности примкнул  
двум радиусам – братцам  
ним велел за руки браться.  
такой ответственной работы – Получен с  
красивый угол поворота.

2. Чтоб в скорость линейную  
Жизнь нам вдохнуть  
Разделим немедля  
На время мы путь.  
Если ж угол поворота  
Нам на время разделить,  
То вполне возможно будет  
Снова скорость получить  
Скорость не простую –  
Скорость угловую.

3. Знает каждый инженер:

$$v = \omega R$$

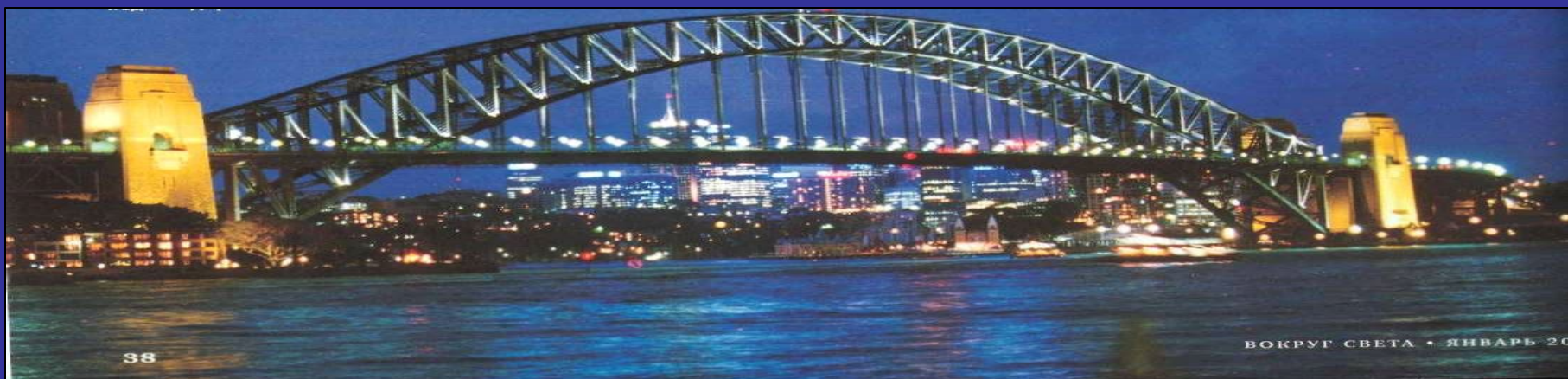
4. Согласно я со всеми  
Период – это время. Время  
оборота, Когда  
вращалось что-то.

5. Числом оборотов в секунду зовется  
Дели единицу на T и найдется. Второе  
название - частота Еще  
измеряется в герцах она.



# Домашнее задание

Придумай и реши задачу используя любую картинку



# вопросы для повторения

1. Какие примеры движения по окружности Вам известны?
2. Какое движение мы называем «равномерным движением по окружности»?
3. Опишите характеристики равномерного движения по окружности.

# **А так ли хорошо Вы знаете движение по окружности?**

**Кажущаяся простота движения по окружности бывает весьма обманчива.**

**Выполняя следующие задания будьте внимательны.**

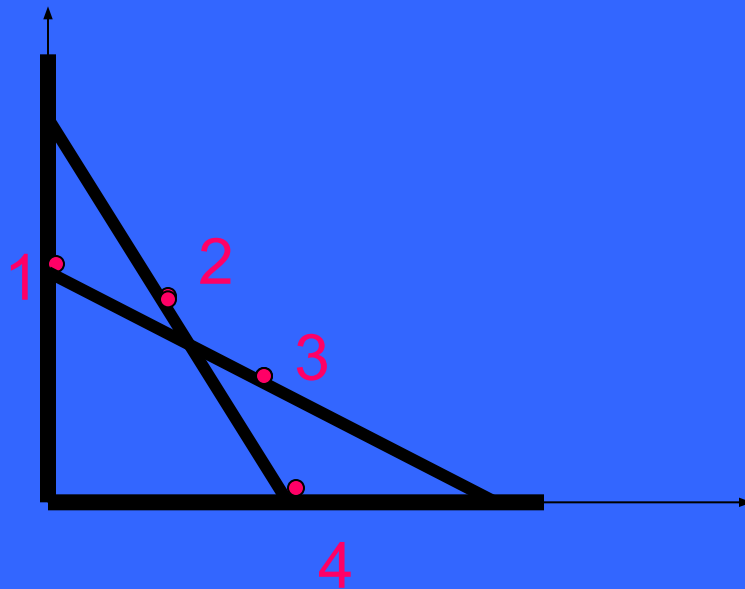
**Если при выполнении следующих заданий Вам понадобилась подсказка, то можете поставить себе 1 балл.**

**Если задание выполнено полностью самостоятельно – 2 балла.**

## № 1

Жесткий стержень скользит в вертикальной плоскости, опираясь своими концами на пол и стену. По какой траектории движется середина стержня?

Ответ:



## №2

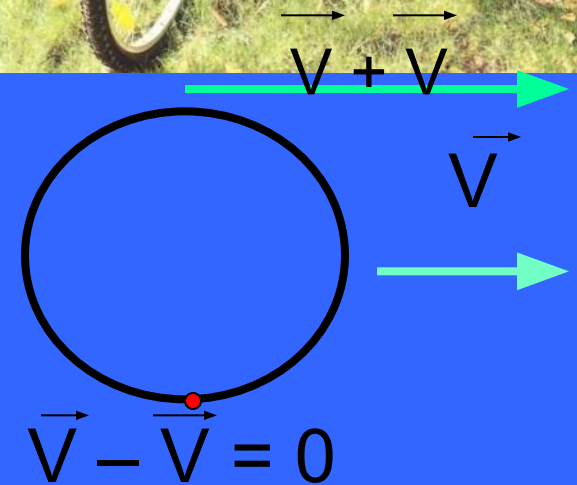
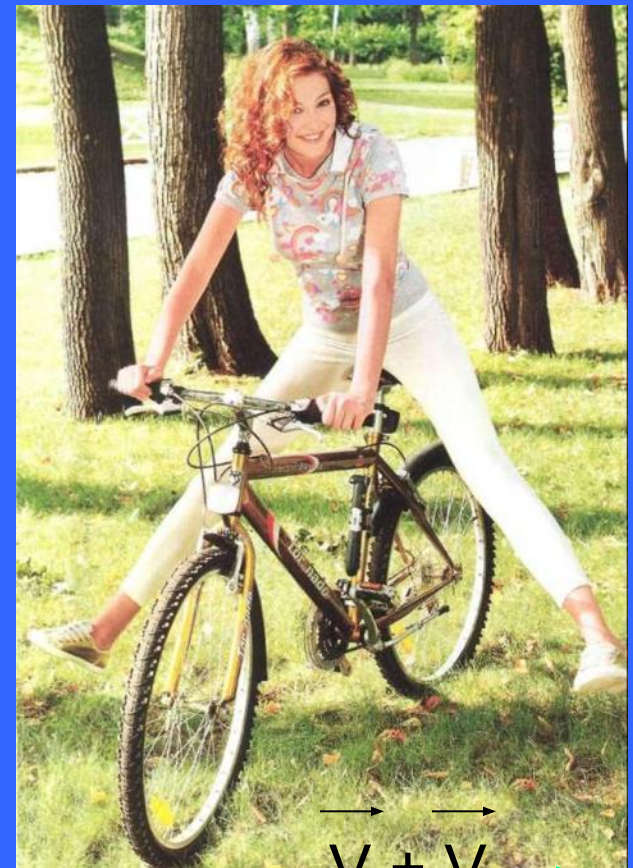
Почему верхние спицы катящегося колеса велосипеда иногда сливаются в одно целое, в то время как нижние видны раздельно ?

**Ответ :**

Колесо движется поступательно и каждая точка его одновременно вращается с той же скоростью :

$$v_B = 2v$$

$$v_H = 0 !$$



## № 3

Во сколько раз угловая скорость часовой стрелки больше угловой скорости суточного вращения Земли?



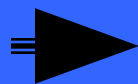
?



**Ответ:**

Период обращения часовой стрелки  $T_1 = 12$  ч, а суточного вращения Земли –  $T_2 = 24$  ч. Угловая скорость определяется как

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



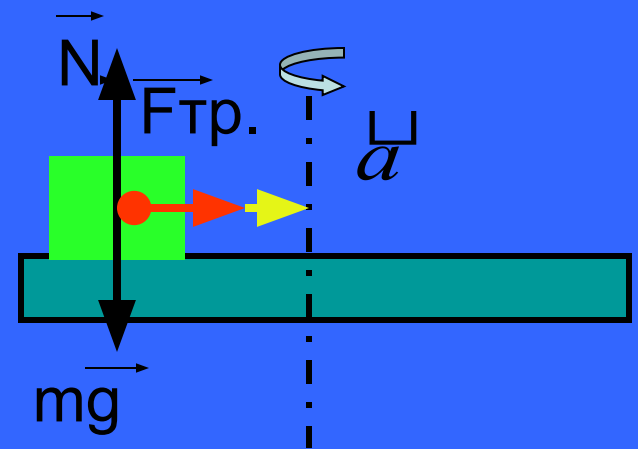
В 2 раза.

## №4

На круглой горизонтальной платформе находится небольшое тело. Куда направлена сила трения действующая на это тело при раскручивании платформы вокруг вертикальной оси до его соскальзывания?

**Ответ:**

Тело движется по окружности . Его центростремительное ускорение определяется силой трения :

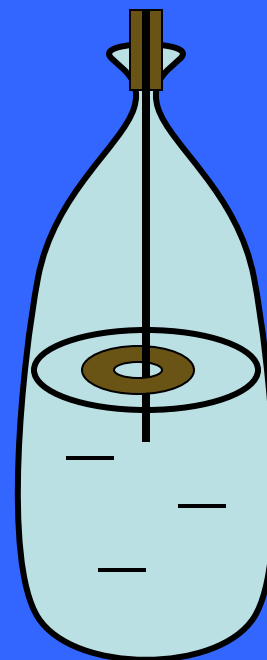


## № 5 ( опыт )

Наполните бутылку наполовину водой и опустите на воду пробочный поплавок с отверстием посередине. Затем в это отверстие свободно проденьте спицу, а другой ее конец закрепите в закрывающей бутылку пробке ( при этом нижний конец спицы должен быть немного погружен в воду ). Попробуйте снять поплавок со спицы, не открывая бутылку.

**Ответ :**

**Свободная поверхность жидкости во вращающемся сосуде принимает вид параболоида вращения. Уровень жидкости под спицей опустится и пробка снимется.**





# Результаты

Если Вы набрали 9 -10 баллов –

Вы **ОТЛИЧНИК!**

Если у Вас 7 – 8 баллов – Вы

**ХОРОШИСТ!**

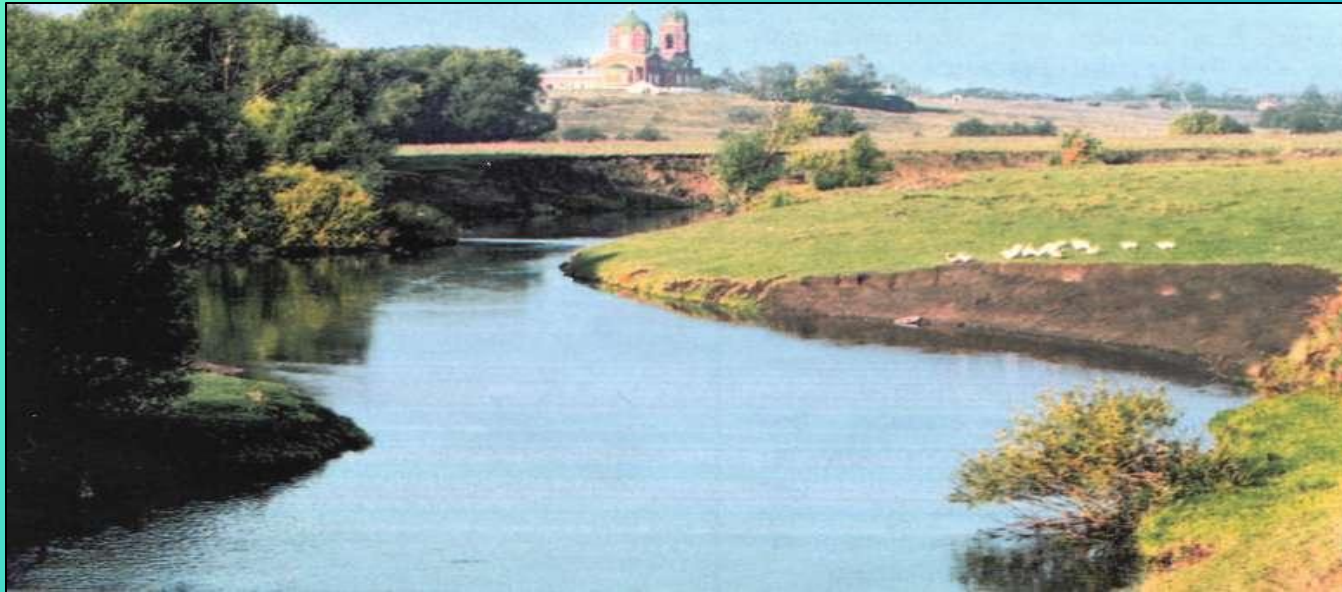
Если 5 – 6 баллов – Ваши знания

**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫ!**

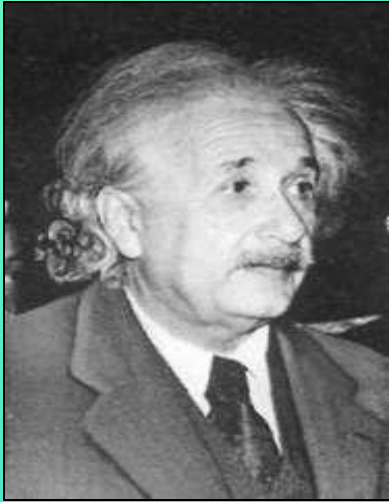
Если  $< 5$  или результат Вас не устраивает, выберите и решите любые задачи из раздела ЕГЭ на необходимое для Вас количество баллов.



# Любопытно , что ...



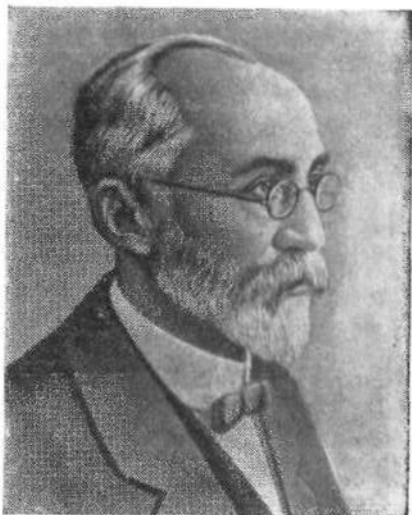
...при движении тела во вращающейся системе отсчета кроме центробежной силы инерции возникает еще одна сила инерции – сила Кориолиса, которая как бы толкает тело вбок. Действие этой силы приведет к подмыванию правых берегов рек в северном полушарии и левых в южном , к отклонению падающих тел от вертикали.



**... объяснить , почему чайники собираются в центре стакана при помешивании чая ложечкой , оказалось не шуточным делом. Так основоположник квантовой механики Э. Шредингер не сумел найти разумного ответа. В этом он признался основателю теории относительности А. Эйнштейну, впоследствии посвятившему верному объяснению этого опыта отдельную научную публикацию.**



**...геостационарный спутник, висящий над одной точкой земной поверхности, можно запустить лишь в экваториальной плоскости. Высота его орбиты примерно 36 тысяч км, при этом обеспечивает связь между наземными пунктами, лежащими до  $81^\circ$  северной и южной широт.**



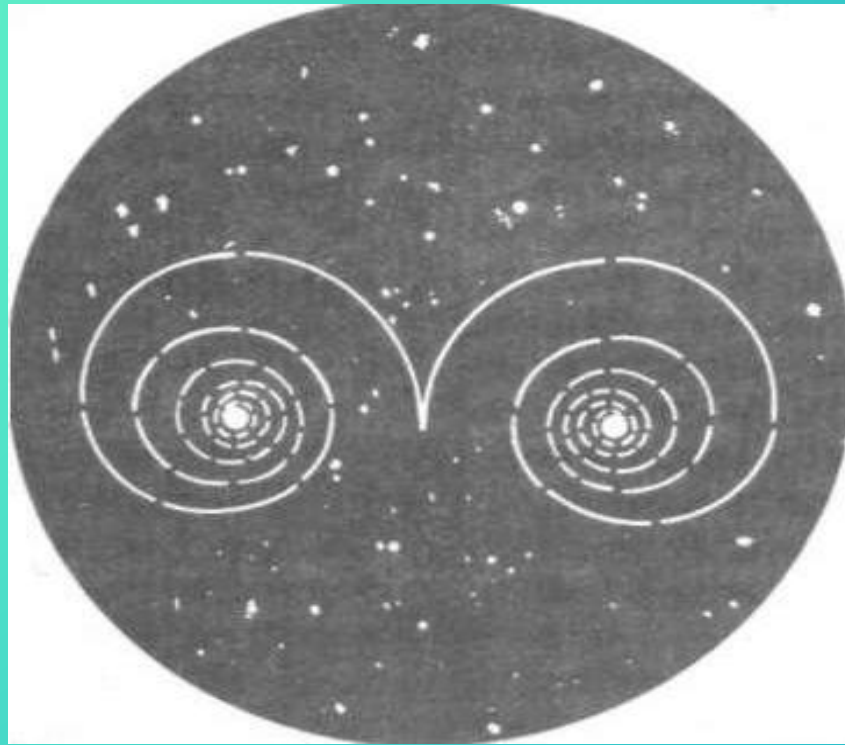
Г. Лоренц

$$F = q v B \sin \alpha$$



Дж. Максвелл

**... выражение для силы, действующей на движущийся заряд в магнитном поле, впервые было установлено Дж. Максвеллом. Однако эта сила носит имя Х. Лоренца, принявшего определяющее ее соотношение за один из основных законов микроскопической электродинамики.**



**...впервые искривлять траектории разгоняемых заряженных частиц с помощью магнитного поля предложил в 1928 г Л. Сциллард. Развитие этого принципа привело к появлению различных ускорителей, а также накопительных колец, в которых «хранятся» даже такие экзотические частицы как позитроны и электроны.**

# Движение по окружности в заданиях ЕГЭ

## А 1

К боковой поверхности цилиндра , вращающегося вокруг своей оси, прижимают второй цилиндр с осью, параллельной оси первого , и радиусом , вдвое превосходящим радиус первого. При совместном вращении двух цилиндров без проскальзывания у них совпадают :

1. периоды вращения
2. частоты вращения
3. линейные скорости
4. центростремительные ускорения

## A 2

**Вектор ускорения при равномерном движении точки по окружности :**

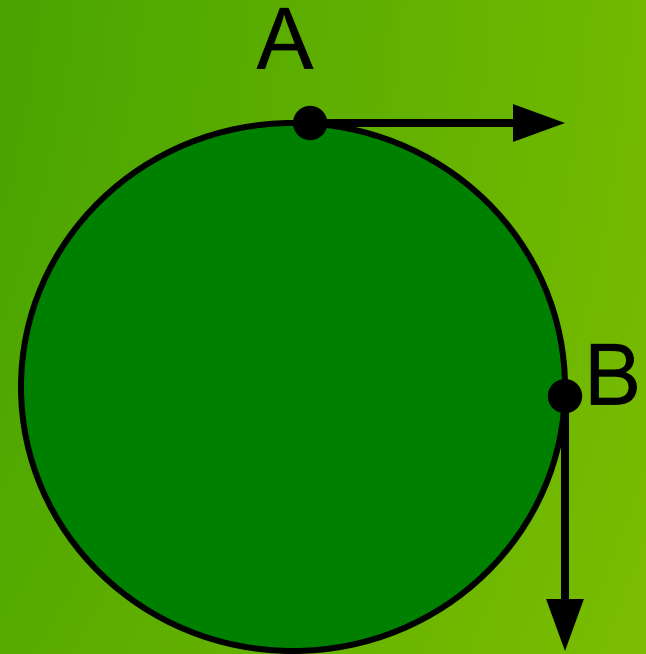
- 1. Постоянен по модулю и направлению**
- 2. равен нулю**
- 3. Постоянен по модулю, но непрерывно меняет направление**
- 4. постоянен по направлению, но непрерывно изменяется по модулю**



### А 3

При равномерном движении по окружности модуль вектора изменения скорости при перемещении из точки А в В равен :

1. 0    2.  $v\sqrt{2}$     3.  $2v$     4.  $v$



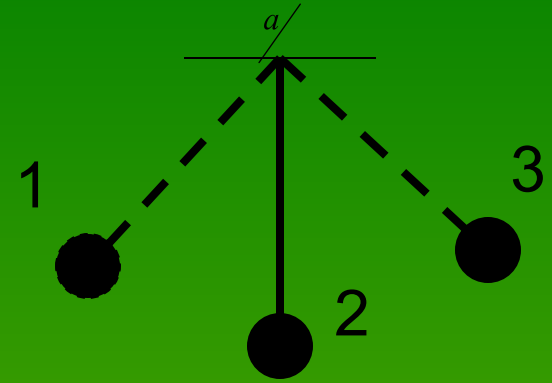
### А 4

Период обращения тела, движущегося равномерно по окружности, увеличился в 2 раза. Частота обращения

1. Возросла в 2 раза                      2. уменьшилась в 2 раза  
3. Возросла в 4 раза                      4. уменьшилась в 4 раза

## A 5

Груз на нити совершает свободные колебания между точками 1 и 3. В каком положении равнодействующая сил, действующих на груз, равна нулю?



## A 6

Два спутника движутся по разным круговым орбитам вокруг Земли. Скорость первого в 2 раза больше, а радиус орбиты в 4 раза меньше, чем второго. Чему равно отношение

$$\frac{a_1}{a_2}$$

1. 1

2. 2

3. 4

4. 16

## A 7

Период обращения Земли вокруг Солнца равен одному году, радиус орбиты Земли равен 150 млн. км.

Скорость движения Земли по орбите равна примерно :

1. 30 м/с      2. 30 км/с      3. 150 км/с      4. 1800 км/с

## B 1

Рассчитайте центростремительное ускорение льва, спящего на экваторе . В системе отсчета, две оси координат которой лежат в плоскости экватора и направлены на неподвижные звезды . А начало ординат совпадает с центром Земли. Ответ округлите до двух значащих цифр.

## В 2

Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью  $72 \text{ км/ч}$  по выпуклому мосту, имеющему форму окружности. При каком значении радиуса этой окружности водитель испытает состояние невесомости в верхней точке моста?

## В 3

Материальная точка движется с постоянной скоростью по окружности радиусом  $R$ . Как изменятся перечисленные в первом столбце физические величины, если скорость точки увеличить?

Физические величины	Их изменения
А. угловая скорость	1. увеличится
В. центростремительное ускорение	2. уменьшится
С. период обращения	3. не изменится

## **С 1**

Нить маятника длиной  $1 \text{ м}$ , к которой подвешен груз массой  $0,1 \text{ кг}$  отклонена на некоторый угол от вертикали и отпущена. Сила натяжения нити в момент прохождения маятником положения равновесия равна  $2 \text{ Н}$ . Чему равен угол отклонения ?

## **С 2**

Масса планеты составляет  $0,2$  массы Земли, диаметр планеты втрое меньше, чем диаметр Земли. Чему равно отношение периодов обращения искусственных спутников планеты и Земли, движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте ?

# ОТВЕТЫ

<b>A 1</b>	<b>A 2</b>	<b>A 3</b>	<b>A 4</b>	<b>A 5</b>	<b>A 6</b>	<b>A 7</b>
3	3	2	2	4	4	2

<b>B 1</b>	0	,	0	3	4
<b>B 2</b>	4	0			
<b>B 3</b>	1	2	2		

# C 1

На основании второго закона Ньютона ускорение при прохождении положения равновесия равно центростремительному ускорению

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{T - mg}{m}$$

По закону сохранения механической энергии

$$m g l (1 - \cos \alpha) = \frac{m v^2}{2}$$

Окончательно

$$\cos \alpha = \frac{3}{2} - \frac{T}{2 mg} = \frac{1}{2}$$

## C 2

Ускорение спутника, движущегося по окружности, равно  $g$

$$g = \frac{v^2}{R} = \frac{G M}{R^2}$$

Отсюда можно найти скорость. Период обращения спутника

$$T = \frac{2 \pi R}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G M}}$$

Для отношения периодов получим ответ : 0,43