

# Лекция 4.

## Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.



НИСО - системы отсчета, в которых **не выполняется**  
I закон Ньютона.

НИСО – любая система отсчета, которая движется с  
ускорением относительно ИСО.

Абсолютная ИСО – математическая абстракция.

Наиболее точная ИСО – гелиоцентрическая.

Во многих приближениях Земля считается ИСО.

# Опыт Фуко

-опыт, наглядно демонстрирующий суточное вращение Земли.

1851 г. – публичная демонстрация в Пантеоне в Париже.

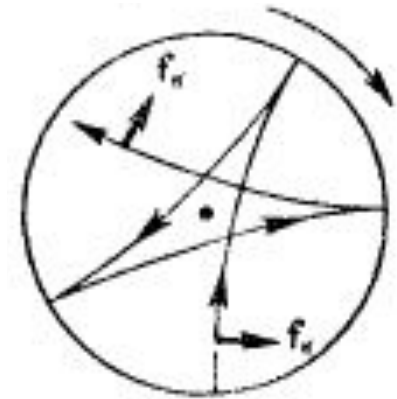
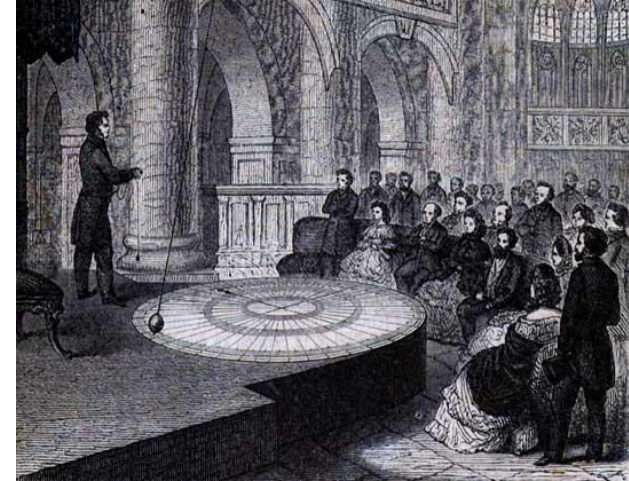
Стальная проволока длиной 67 м;  
металлический шар массой 28 кг;

$T = 16,4$  с;

Возврат маятника в исходное положение – 32 часа.

Полюса: возврат маятника – 24 часа;

Экватор: маятник колеблется вдоль одной линии.



# Основное уравнение динамики в ИСО

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

## Основное уравнение динамики в НИСО

Преобразование ускорения при переходе от СО  $K$  к СО  $K'$  (СО  $K'$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$  относительно оси, движущейся с ускорением  $a_0$  относительно СО  $K$ )

$$\vec{a} = \vec{a}_0 + \vec{a}' + 2[\vec{\omega}\vec{v}'] + [\vec{\omega}[\vec{\omega}\vec{r}]]$$

# Основное уравнение динамики в НИСО

$$\overset{\boxtimes}{a}' = \overset{\boxtimes}{a} - \overset{\boxtimes}{a}_0 + 2[\overset{\boxtimes}{v}'\overset{\boxtimes}{\omega}] - [\overset{\boxtimes}{\omega}[\overset{\boxtimes}{\omega}r]]$$

$$m[\overset{\boxtimes}{\omega}[\overset{\boxtimes}{\omega}r]] = -m\omega^2\rho$$

$$m\overset{\boxtimes}{a}' = \overset{\boxtimes}{F} - m\overset{\boxtimes}{a}_0 + 2m[\overset{\boxtimes}{v}'\overset{\boxtimes}{\omega}] + m\omega^2\rho$$

Результирующая сила, обусловленная воздействием со стороны других тел

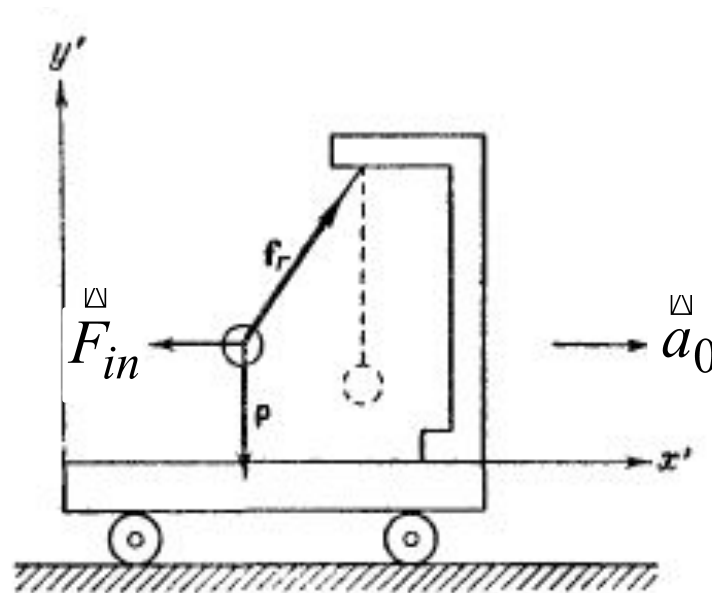
СИЛЫ ИНЕРЦИИ

# Силы инерции

Силы инерции – фиктивные силы, возникающие в НИСО.

Поступательная сила инерции – обусловлена поступательным движением СО.

$$\vec{F}_{in} = -m\vec{a}_0$$

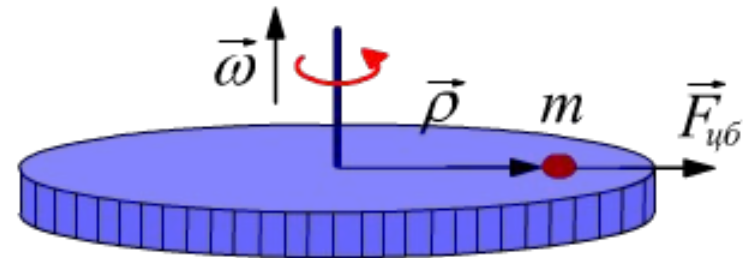


# Силы инерции

Центробежная сила инерции – возникает во вращающейся системе отсчета.

$$F_{цб} = m\omega^2\rho$$

$\rho$  - радиус-вектор, направленный перпендикулярно оси вращения от нее, и характеризующий положение тела относительно этой оси.

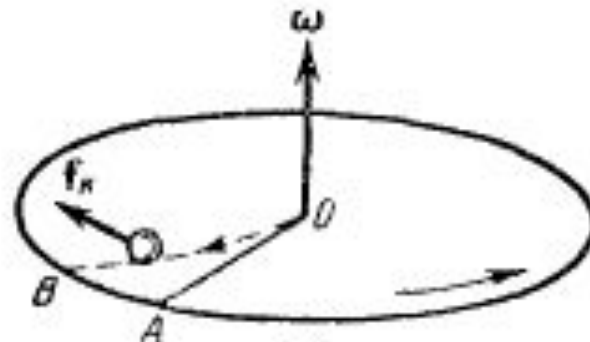


# Силы инерции

Сила Кориолиса – возникает во вращающейся системе отсчета, действует только на движущиеся тела.

$$\vec{F}_{\text{кор}} = 2m[\vec{v}'\vec{\omega}]$$

$\vec{v}'$  - скорость тела в НИСО.



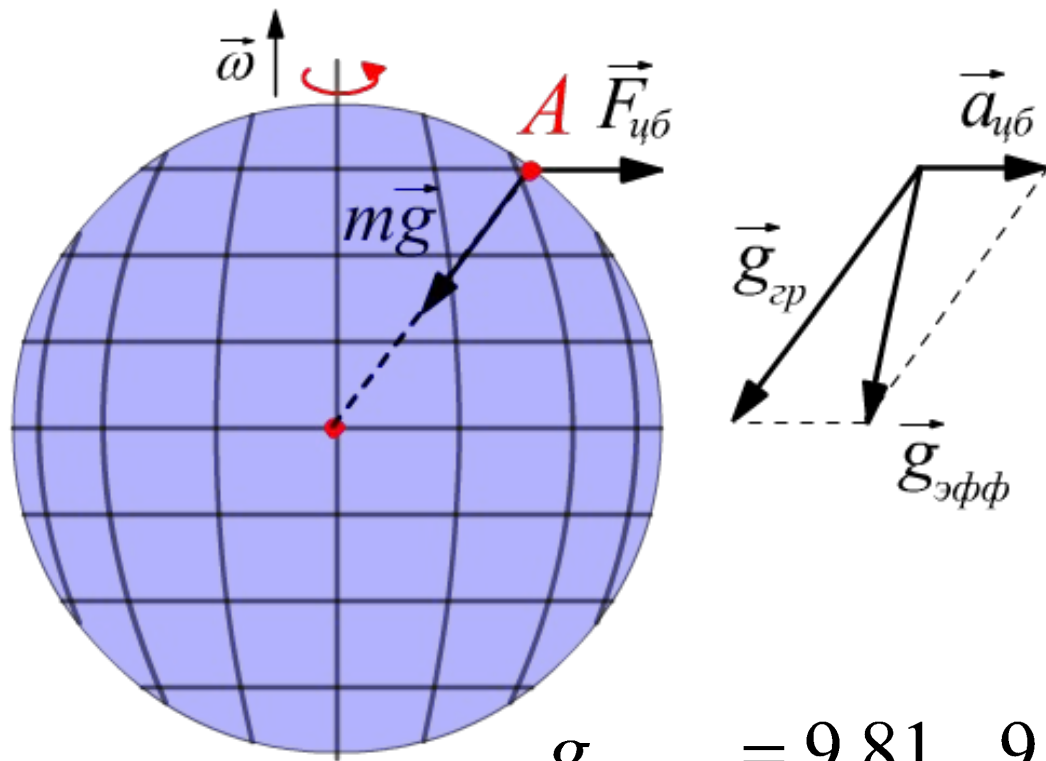
Направление силы Кориолиса определяется правилом левой руки (векторное произведение).



# Земля как неинерциальная СО

▣  
 $\vec{\omega}$  - угловая скорость вращения Земли.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, T = 24 \text{ часа}$$



$$g_{грав} = 9,81 \dots 9,83 \text{ м/с}^2$$

$$g_{эфф} = 9,78 \dots 9,83 \text{ м/с}^2$$

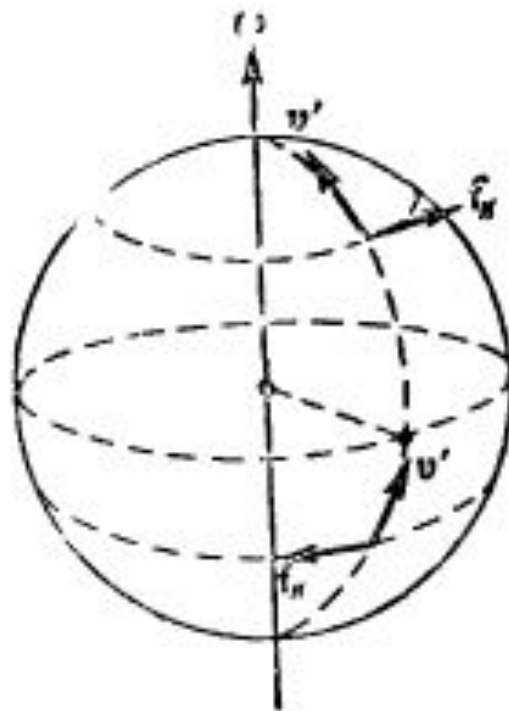
# Земля как неинерциальная СО

Вопрос: каков должен быть период вращения Земли, чтобы человек на экваторе находился в состоянии невесомости?

# Земля как неинерциальная СО

## Действие силы Кориолиса:

(отклонение движущихся тел вправо, в Северном полушарии, влево – в Южном (берега рек, рельсы, направление закручивания жидкости при сливе); вращение плоскости колебаний маятника Фуко).



# Особенности сил инерции

1. Силы инерции обусловлены свойствами неинерциальных систем отсчета. III закон Ньютона не выполняется.
2. Существуют только в НИСО.
3. Все силы инерции пропорциональны массе тела.