

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.

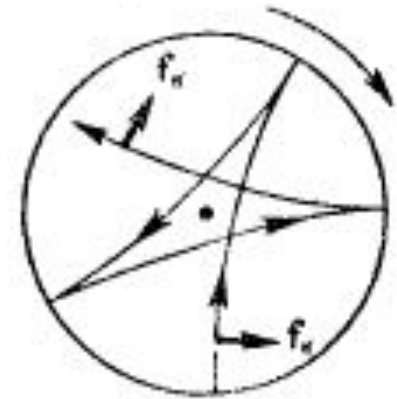
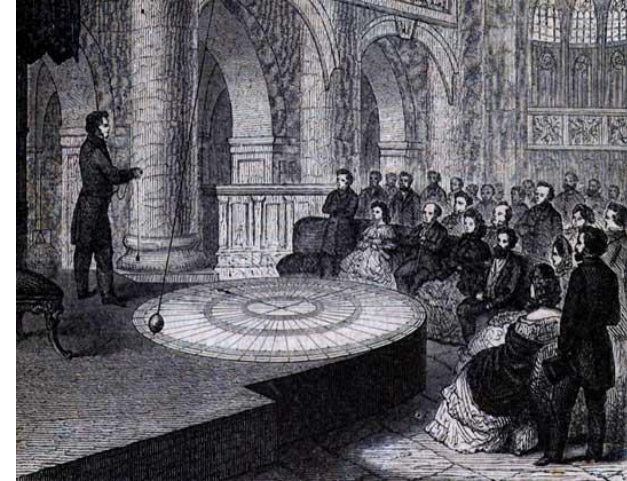
Стальная проволока длиной 67 м;
металлический шар массой 28 кг;

$T = 16,4$ 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 $\vec{\omega}$ относительно оси, движущейся с ускорением $\vec{a}_0$ 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

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

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

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

Результирующая
сила, обусловленная
воздействием со
стороны других тел

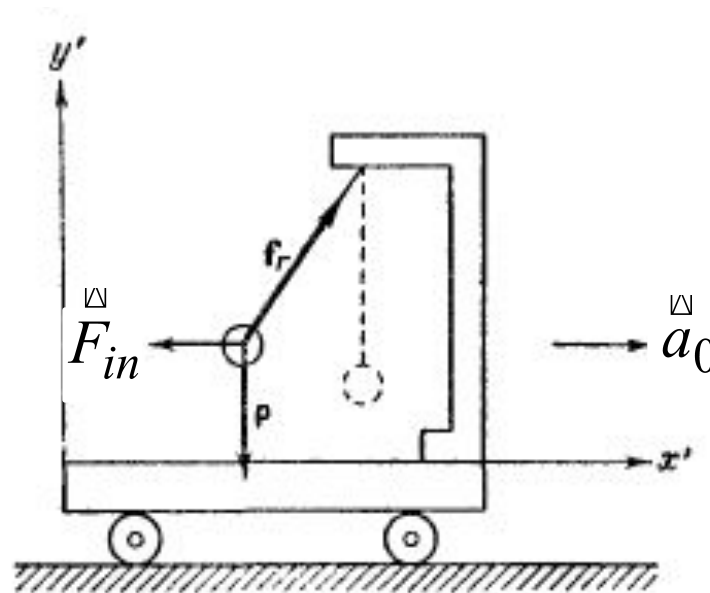
СИЛЫ ИНЕРЦИИ

Силы инерции

Силы инерции – фиктивные силы, возникающие в НИСО.

Поступательная сила инерции – обусловлена поступательным движением СО.

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

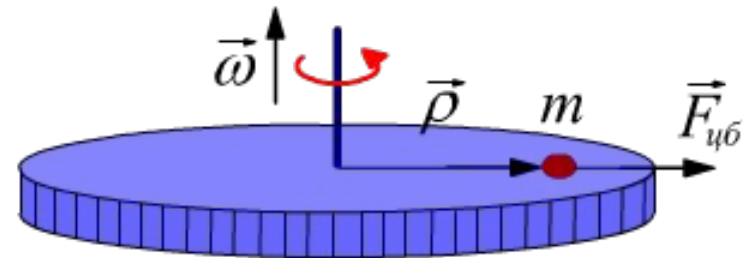


Силы инерции

Центробежная сила инерции — возникает во вращающейся системе отсчета.

$$F_{цб} = m\omega^2\rho$$

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

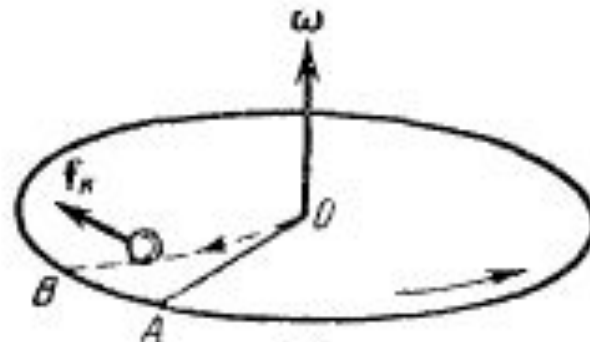


Силы инерции

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

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

$\vec{v}'$ - скорость тела в НИСО.

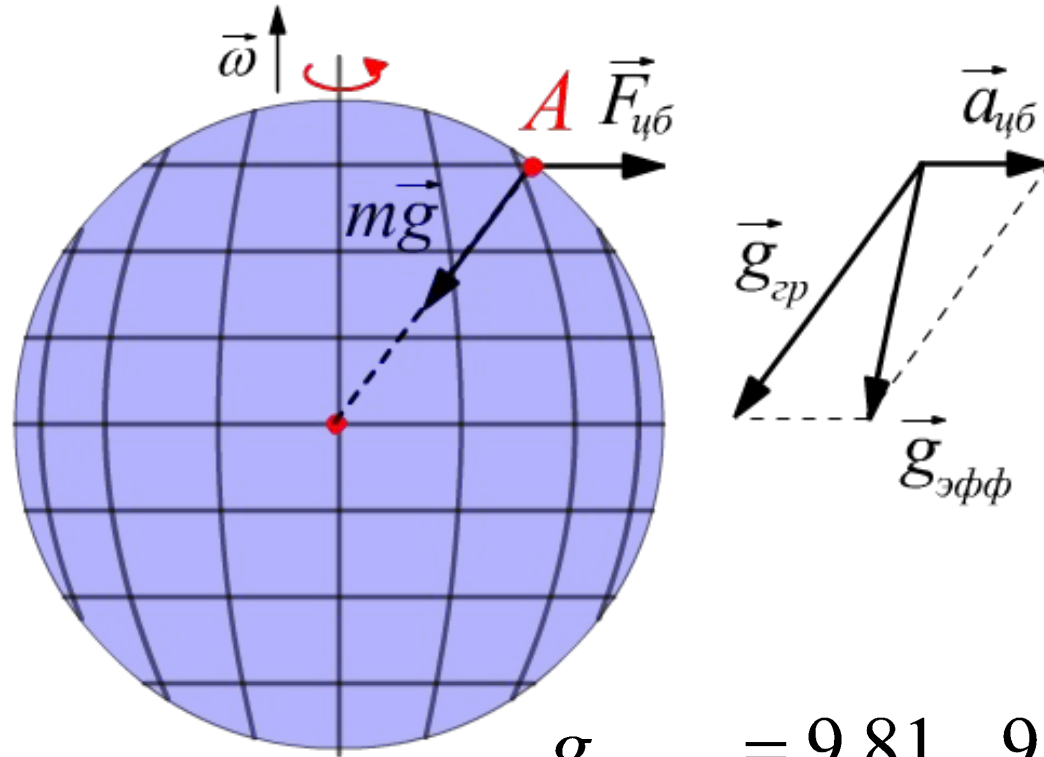


Направление силы Кориолиса определяется правилом левой руки (векторное произведение).

Земля как неинерциальная СО

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

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



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

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

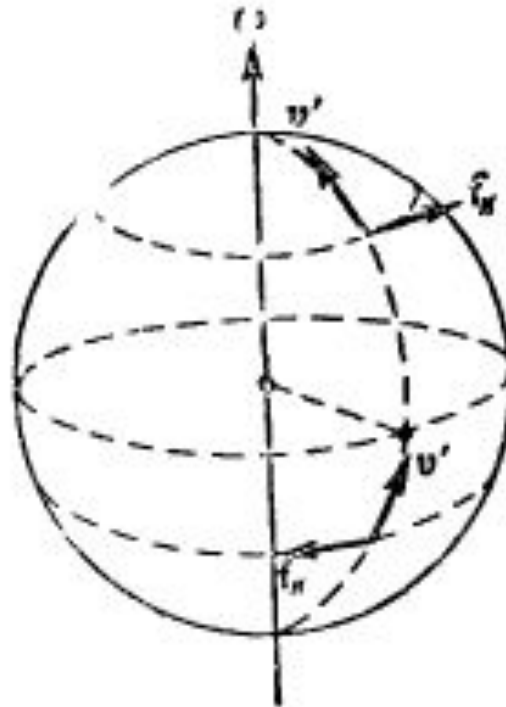
Земля как неинерциальная СО

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.