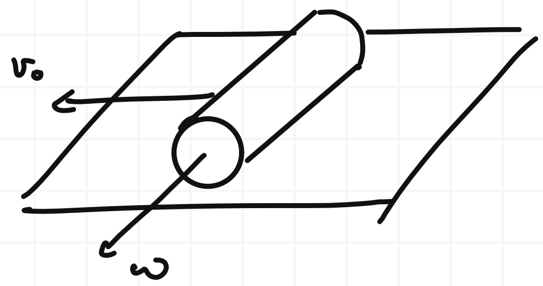
q 15.

Плоское движ. ТТ
Мгновенная ось вращ-я
Качение
Скатывание с накл. пл-ти

## Плоское дв-е ТТ

Def. ~ — это движ-е, при котором все точки тела движутся в пл-тях, // одной и той же неподв. пл-ти

эта пл-ть $\perp \vec{\omega}$ , $\vec{v} \perp \vec{\omega}$




## Мгновенная ось вращ-я

Утв. при плоском движ-и ТТ любое бесконечно малое движ-е можно представить как чистое вращ-е вокруг неподв. оси.

$\underbrace{\text{неподв. оси}}_{\text{мгн. ось вращ-я}}$

$\vec{v} = \vec{V_0} + \vec{\omega} \times \vec{r}$

$\vec{V_0} \perp \vec{\omega}$, $\vec{V_0} = \vec{\omega} \times \underbrace{\vec{b}}_{\text{какой-то вектор}}$

$\rightarrow \vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r} + \vec{b}] = [\vec{\omega}, \vec{r}']$

где $\vec{r}' = \vec{r} + \vec{b}$

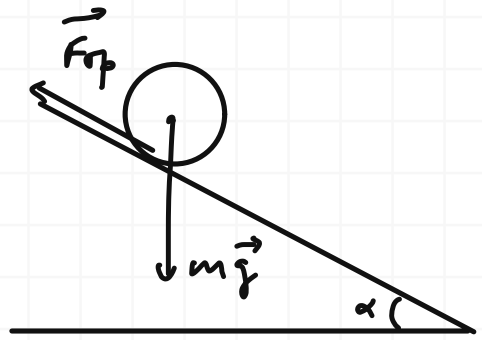
$\vec{b}$ такой, что $[\vec{\omega}, \vec{b}] = \vec{0}$
$\vec{\omega} \parallel \vec{b}$

$\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r}']$ и соотв. чистому вращ-ю

q.e.d.

скатывание тел

(а вот Ландавшицу не катал общество...)




$$ma = mg\sin\alpha - F_{тр}$$

$$\frac{dL}{dt} = I\dot{\omega} = M = F_{тр}R \;;\; F_{тр} = \frac{I\dot{\omega}}{R}$$

$$ma + \frac{I\dot{\omega}}{R} = mg\sin\alpha$$

при чистом качении : $v = \omega R$ , $a = \dot{\omega}R$

(т.е. без проскальз.?)

$$a + \frac{I\overset{a}{\dot{\omega}R}}{mR^2} = g\sin\alpha$$

$$a\left(1 + \frac{I}{mR^2}\right) = g\sin\alpha$$

$$a = g\,\frac{\sin\alpha}{1 + \frac{I}{mR^2}}$$

$I_{\text{цилиндра сплошного}} = \frac{1}{2}mR^2$ ; $a_{цил} = g\,\frac{\sin\alpha}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3}g\sin\alpha$

$$\left(a_{кольца} = \frac{1}{2}g\sin\alpha\right)$$

$$F_{тр} = mg\sin\alpha - ma = mg\sin\alpha\left(1 - \frac{1}{1+\frac{I}{mR^2}}\right) = \frac{mg\sin\alpha}{1+\frac{I}{mR^2}}\cdot\frac{I}{mR^2} = \frac{mg\sin\alpha}{1+\frac{I}{mR^2}}$$

$$\alpha_{max} = \operatorname{arctg}\left\lfloor k\left(1 + \frac{mR^2}{I}\right)\right\rfloor$$

при $\alpha > \alpha_{max}$ то качение со скольжением