

Ismétlés: inerciarendszerek.

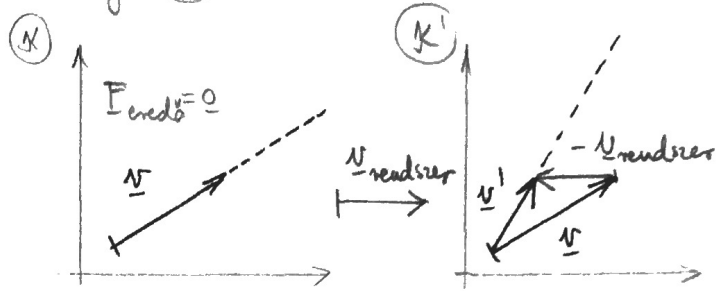
inerciarendszer: Olyan koordináta-rendszer, melyben a mozgásba hozott test ($\sum F = 0$) nyugalomban marad vagy egyenes vonalú mozgást végez.

Inerciarendszerben érvényes a dinamika alapegyenlete:

$$\underline{F}_{eredo} = m \underline{a}_{test}$$

(Newton II. + IV. törvénye)

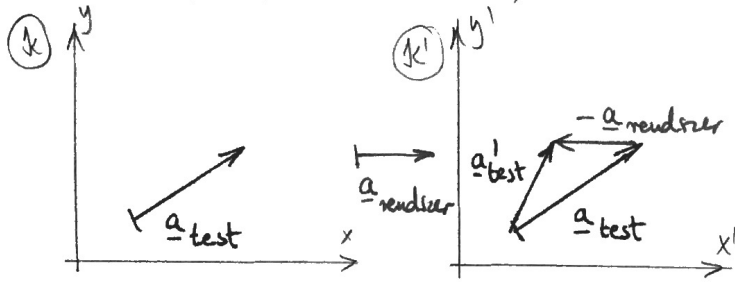
Ha találunk egy (K) inerciarendszert, akkor az ahhoz képest állandó \underline{v} rendszer sebességgel mozgó (K') is inerciarendszer.



A (K) rendszerbeli egyenesvonalú, egyenletes mozgás (K') rendszerben is az. Az inerciarendszerek egyenértékűek (ugyanazok a mozgástörvények.)

I. Mozgás leírása egyenletesen gyorsuló koordináta-rendszerben.

1.) legyen (K) inerciarendszer, (K') pedig ahhoz képest $\underline{a}_{rendszer}$ -rel gyorsuló koordináta-rendszer (pl. egy gyorsuló busz):



A (K) rendszerben igaz Newton II. törvénye:

$$(1) \quad \underline{F}_{eredo} = m \underline{a}_{test}$$

A (K') rendszerben mérhető gyorsulás:

$$\underline{a}'_{test} = \underline{a}_{test} - \underline{a}_{rendszer}$$

a testre ható erők (közös hatások) nincsenek ugyanazok, ezért (1) miatt

$$\underline{F}_{eredo} \neq m \underline{a}'_{test}$$

Egészítsük ki a bal oldalt!

$$\underline{F}_{eredo} - m \underline{a}_{rendszer} = m \underline{a}'_{test}$$

ez már igaz!

2.) Összefoglalva:

Egyenletesen gyorsuló koordináta-rendszerben a dinamika alapegyenletének bal oldala kiegészítendő egy „tehetetlenségi” (nem kölcsönhatásból származó) erővel:

$$(*) \quad \underline{F}_{eredo} + \underline{F}_{tehetetlenségi} = m \underline{a}'_{test}$$

ahol a tehetetlenségi erő:

$$\underline{F}_{tehetetlenségi} = -m \underline{a}_{rendszer}$$

(A fékező busz rendszerében ettől esünk el.)

3.) Effektív nehézségi gyorsulás.

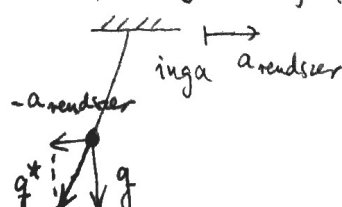
Az eredő erőben válasszuk le mg -t!

$$(\underline{F}_{eredo} - mg) + m(g - \underline{a}_{rendszer}) = m \underline{a}'_{test}$$

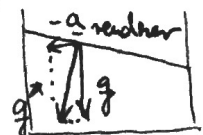
nehézségi erőn kívüli erők eredője

„effektív nehézségi erő” mg^*

Gyorsuló rendszerben g^* az új nehézségi gyorsulás, irányja az új függőleges:

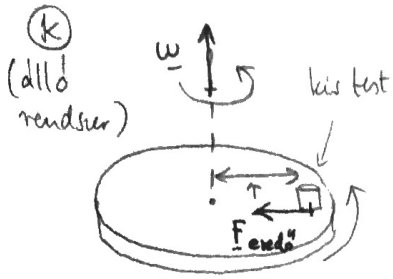


folyadék:



II. Forgó koordináta-rendszerek.

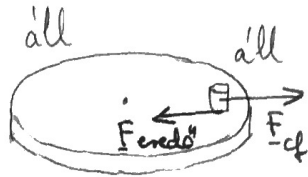
1.) a.) Centrifugális erő



$$F_{\text{eredo}} = m a_{\text{cp}}$$

$$|F_{\text{eredo}}| = m r \omega^2$$

(K') (egyközpontos rendszer)



Mi tartja egyensúlyban?

$$F_{\text{eredo}} + F_{\text{cf}} = 0$$

$$|F_{\text{eredo}}| - |F_{\text{cf}}| = 0$$

⇒

Forgó rendszerben minden testre egy centrifugális erőnek nevezett tehetetlenségi erő is hat, melynek

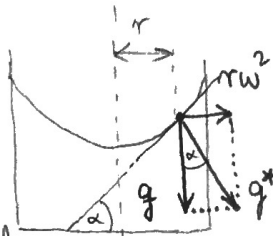
- nagysága: $F_{\text{cf}} = m r \omega^2$
- iránya: sugárirányban kifelé mutat.

Pelda: a mosógép forgó dobjában vagy centrifugában ez szorítja kívülre a testeket.

b.) Forgó folyadék felszíne:

$$\tan \alpha = \frac{r \omega^2}{g}$$

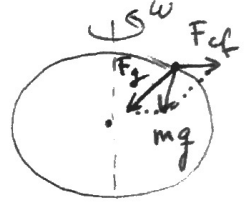
a felszín alakja forgási paraboloid.



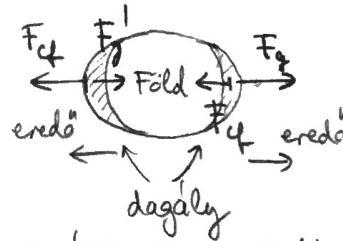
- Kísérletek:
- centrifugális erő kimutatása erőmérővel
 - összekötött két tömegpont forgatása
 - centrifugálregulátor
 - centrifugálseparator
 - geoid modell

c.) Megjegyzések

• A forgás miatt a földi nehézségi gyorsulás eltér a gravitációs térerősségtől!



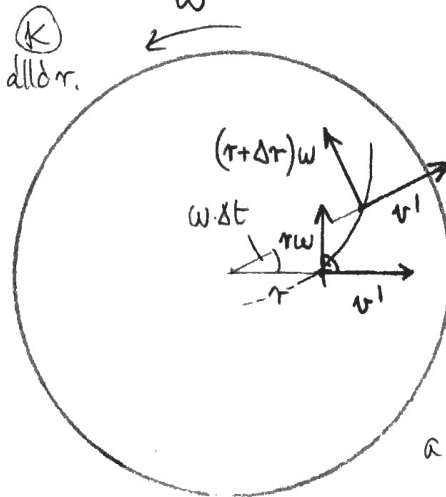
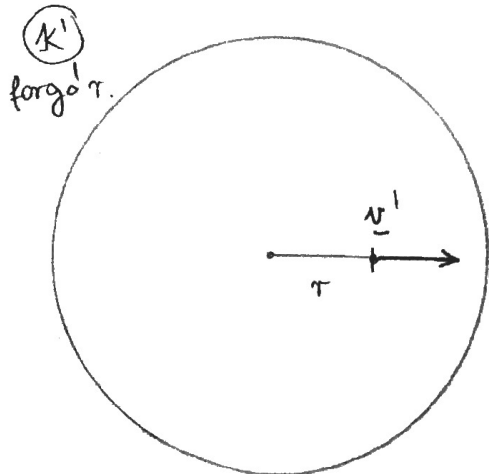
• Arapály-jelenség:



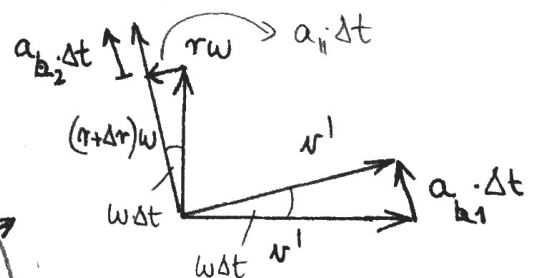
A dagályhullám a Föld forgása miatt 2-szer körbejárja a Földet.

2.) Coriolis-erő

a.) Mozogjon most egy ember egy körhintán sugárirányban kifelé v' sebességgel!



A test gyorsulása az álló rendszerben



A sebességgel párhuzamos gyorsulás:

$$a_{II} = \frac{r \omega \cdot \omega \Delta t}{\Delta t} = r \omega^2$$

a merőleges gyorsulás:

$$a_B = a_{B1} + a_{B2} = r' \frac{\omega \Delta t}{\Delta t} + \frac{\Delta r \cdot \omega}{\Delta t} = 2 r' \omega$$

Az dló rendszerben:

$$\underline{F}_{\text{eredő}} = m \underline{a}_{\parallel} + m \underline{a}_{\perp}$$

a forgó rendszerben tehát:

$$\underline{F}_{\text{eredő}} - m \underline{a}_{\parallel} - m \underline{a}_{\perp} = \underline{0}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\underline{F}_{\text{tehetetlenségi}}}$

Az első tag a centrifugális erő:

$$\underline{F}_c = -m \underline{a}_{\parallel} = -m \underline{r} \omega^2$$

A második a Coriolis-erő:

$$\underline{F}_{\text{Coriolis}} = -m \underline{a}_{\perp}$$

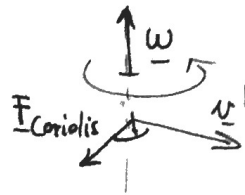
b.) A Coriolis-erő iránya és nagysága

$$|\underline{F}_{\text{Coriolis}}| = 2m v' \omega$$

↑ forgó rendszerbeli sebesség

iránya:

$$\underline{F}_{\text{Coriolis}} = 2m \underline{v}' \times \underline{\omega}$$



c.) Fontossága:

- szelek, tengeráramlatok mozgása (időjárás)
- folyók: É-i feltételek a jobb partjukat jobban aláárasítják:

haladási irány szerinti jobb oldal

- Foucault-gyűrű