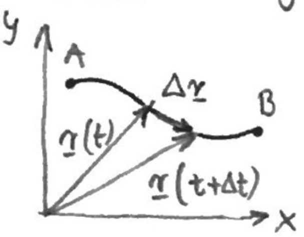
Kísérleti fizika, 3. ea.

Ismétlés: Mozgások 3D-ben:



• helyvektor: $\underline{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix}$

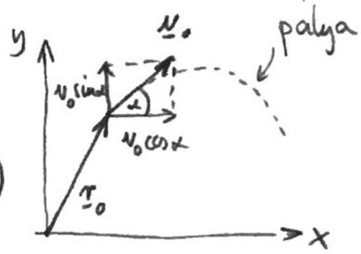
• sebesség: $\underline{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta t} \end{pmatrix}$

• gyorsulás:

$$\underline{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \\ \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_y}{\Delta t} \end{pmatrix}$$

I. Kinematika (folyt.)

1/a.) A ferde hajítás $\underline{a} = \underline{g}$



$\underline{r}_0 = (x_0, y_0)$, $\underline{v}_0 = (v_0 \cos\alpha, v_0 \sin\alpha)$

$\underline{a} = (0, -g)$

Mozgások függetlenségének elve: x irányban egyenletes, y irányban egyenletesen gyorsuló mozgás! (kísérlet!)

$$\underline{v}(t) = \begin{pmatrix} v_0 \cos\alpha \\ v_0 \sin\alpha - gt \end{pmatrix}, \quad \underline{r}(t) = \begin{pmatrix} x_0 + v_0 \cos\alpha \cdot t \\ y_0 + v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}.$$

b.) A pálya alakja:

Legyen $x_0 = 0$, $y_0 = 0$!

$$x(t) = v_0 \cos\alpha \cdot t \qquad (1)$$

$$y(t) = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \qquad (2)$$

Az (1) egyenletből:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha},$$

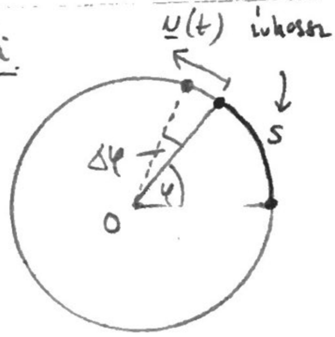
ezzel:

$$\boxed{y(x) = -\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2\alpha} x^2 + x \cdot \tan\alpha}$$

parabola alak!

2.) Körmozgás kinematikai jellemzői

a.) A pont helyzetének jellemzése:



$$\varphi = \frac{s}{r} \quad \left([\varphi] = \frac{m}{m} = rad \right)$$

Megjegyzés: $1\,rad = \frac{180°}{\pi}$.

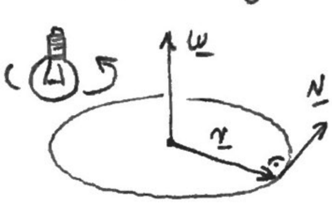
b.) A mozgás gyorsaságának jellemzése.

szögsebesség: $\omega = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ $\quad \left([\omega] = \frac{rad}{s} = \frac{1}{s} \right)$

kerületi sebesség:

$$v_k = |\underline{v}| = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{r \Delta\varphi}{\Delta t} = r\omega$$

c.) A szögsebességvektor



jobbkézszabály:

$\underline{v} = \underline{\omega} \times \underline{r}$

$|\underline{v}| = \omega \cdot r \cdot \sin 90°$

d.) Fordulatszám, periódusidő

$$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\varphi / 2\pi}{\Delta t}$$

← Δt idő alatt az egész fordulat hányadrészét teszi meg?

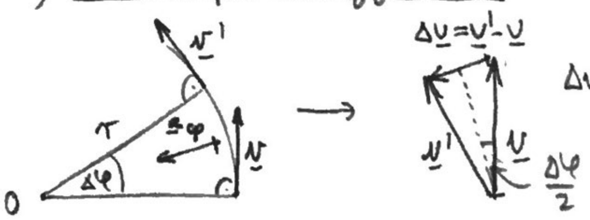
egyenletes (ω = [illegible]) körmozgásnál:

$$f = \frac{2\pi/2\pi}{T}$$

← 2π szögelfordulás ideje, periódusidő

$$\boxed{f = \frac{1}{T}} \quad \left([f] = \frac{1}{s} = Hz \right) \to \boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

e.) A centripetális gyorsulás



$$\Delta v = 2v \sin\frac{\Delta\varphi}{2}$$

$$a_{cp} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{2v \sin\frac{\Delta\varphi}{2}}{\Delta t} = v \cdot \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\cancel{2} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\cancel{2}}}{\Delta t}$$

$$\boxed{a_{cp} = v\omega = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}}$$

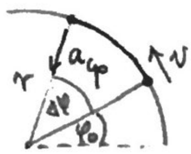
Mindig a kör középpontja felé mutat!

Oka: a sebességvektor iránya változik.

(Egyenletes körmozgásnál is van.)

f.) Speciális körmozgások

• Egyenletes körmozgás. (ω = áll.)



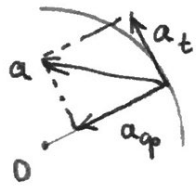
$\Delta\varphi = \omega \cdot t$

$\varphi(t) = \varphi_0 + \Delta\varphi = \varphi_0 + \omega t$

$v(t) = r\omega =$ áll.

$|\underline{a}| = a_{cp} = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

• Egyenletesen gyorsuló körmozgás



$\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} =$ áll. (szöggyorsulás)

$\varphi(t) = \varphi_0 + \omega t + \frac{1}{2}\beta t^2$

$|\underline{a}| = \sqrt{a_{cp}^2 + a_t^2}$, $a_t = r\beta$.

II. Dinamikai alapok

1.) Az erő fogalma, mérése:

Egymással kapcsolatba kerülő testek kölcsönhatásba lépnek (hatnak egymásra), ennek leírására az erőt használjuk.

a.) Mérése: → mozgásállapot-változtató hatás
→ alakváltoztató hatás

Mi a másodikat használjuk: rugós erőmérő.

b.) Jele, mértékegysége:

$\underline{F}$, $[F] = N = kg\frac{m}{s^2}$

↑ vektormennyiség

c.) Kalibrálás:

1 kg tömegű testet rugós erőmérőre akasztva 9,81 N erőt mérünk.

2.) Newton II. törvénye.

A tapasztalat szerint egy test gyorsulása arányos a rá ható erővel, irányuk azonos:

$$\underline{a} \sim \underline{F},$$

így a kettő hányadosa a testre jellemző állandó: a test (tehetetlen) tömege:

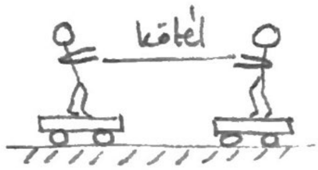
definíció: $m = \frac{|\underline{F}|}{|\underline{a}|}$, $[m] = kg$.

Átrendezve kapjuk Newton II. törvényét:

$$\boxed{\underline{F} = m\underline{a}} \leftarrow \text{több erő esetén } \sum \underline{F} = m\underline{a}$$

3.) Newton III. törvénye (hatás-ellenhatás)

Kísérlet: Két kiskocsin álló diák tart egy kötelet. Ha az egyik húzza a kötél végét, a másik is elmozdul.



Az erő mindig kölcsönhatás!

Ha egy A test hat egy B testre, akkor a B test is hat az A-ra. Ez a két erő azonos nagyságú, párhuzamos és ellentétes irányú:

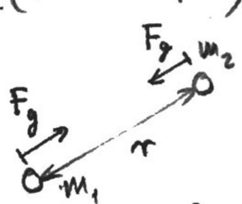
$$\boxed{\underline{F}_{AB} = -\underline{F}_{BA}}$$

Ez Newton III. törvénye.

III. Erőtörvények

a.) Gravitációs erőtörvény (Newton-féle)

$$\boxed{F_g = \gamma\frac{m_1 m_2}{r^2}}$$



(pontszerű és gömbszimm. testek)

gravitációs állandó: $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\frac{m^2}{kg^2}$

gravitációs gyorsulás: Föld tömege

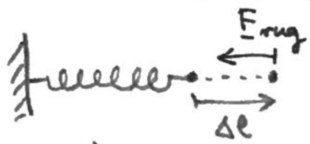
$$g_0 = \frac{F_g}{m_2} = \gamma\frac{m_1}{r^2} \approx 10\ \frac{m}{s^2}$$

A földi g ennél kicsit kisebb a Föld forgása miatt.

b.) Rugóerő

Rugalmas testekben deformáció lép fel, rugóerő iránya a deformációval ellentétes, nagysága azzal arányos:

$$\boxed{\underline{F}_{rug} = -D\Delta\underline{\ell}}$$

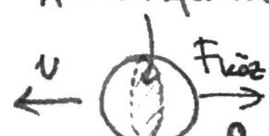


D: rugóállandó (direkciós erő)

$[D] = N/m$

c.) Közegellenállási erő

• gázokban, folyadékokban
• relatív sebességgel ellentétes



$$\boxed{F_{köz} = C\rho A v^2}$$