Általános fizika I.

2007.03.03.

Paripás Béla

Aláírás + vizsga

|

50%-át az óráknak

1 feladat Házi

SI
perdület, stb. } beadás az utolsó előadáson május 12.

Aki nem jár órára az nem kap aláírást és az egész félév anyagából be kell számolni az aláírásért.

Írásbeli vizsga → minimum kérdések

Fizika tárgya és felosztása

a fizika a természet általános törvényszerűségeit kutatja

Megismételhető (elvben bárki) kísérletekkel követhető.

Fizikai mennyiségek

(mérőszám) [mértékegység]

5 kg

Az egyenlet két oldalán ugyanolyan mértékegység kell, hogy szerepeljen.

$$F = m \cdot a$$

$$3N = 2kg \cdot x \, m/s^2$$

$$1N = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

Ha mértékrendszereket használunk → ez a követelmény automatikusan teljesül, (ha helyes az egyenlet)

Ma az SI rendszert használjuk

7db ~~alapmenn~~ alapegység (m, s, kg, A, ...)

2db kiegészítő egység

↓

származtatott mértékegységek

Prefixumok

~~A fizika felosztása~~

Mechanika:

- kinematika
- dinamika

tömegpont - tp rendszer - merev test mechanikája

Klasszikus - relativisztikus

$v \ll c$ $v \sim c$ - fénysebesség

Klasszikus - kvantummechanika

$l \gg a_0$ $a_0 \sim l$ a_0: atomi méret

~~Hőtan~~

Elektrodinamika

Modern fizika

Tömegpont kinematikája

tömegpont: a pálya méretéhez képest méretei kisebbek, de nagyobbak az atomi mérethez képest.

vonatkoztatási test: az a test amihez a mozgást viszonyítjuk

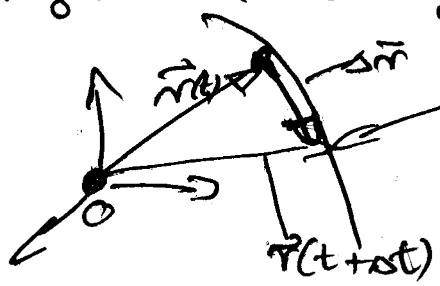
Vonatkoztatási rendszer:

vonatkoztatási test + koord. rend.

pl. Descartes-féle Δ koord. rendszer

Helyvektor ($\vec{r}$)

az origótól a tömegponthoz húzott vektor



A mozgás pályája: a mozgás során érintett pontok.

$\vec{r}(t)$ - a t időpillanatban ez a helyvektor

$\vec{r}(t+\Delta t)$ Δt idővel később a helyvektor

$\Delta\vec{r}$ - elmozdulás vektor

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$$

$|\Delta\vec{r}| \leq s$ s - a megtett út

~~Sebesség vektor~~

Átlag sebesség-vektor.

az elm. vektor és az elmozduláshoz szükséges idő hányadosa.

$$\vec{v}_á = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Sebességvektor (pillanatnyi sebesség)

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

A sebességvektor a helyvektor differenciálhányadosa

$$\boxed{\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}}$$

A sebesség vektor a pályagörbe érintője irányába mutat

$$\vec{v} = v \cdot \vec{\tau}$$

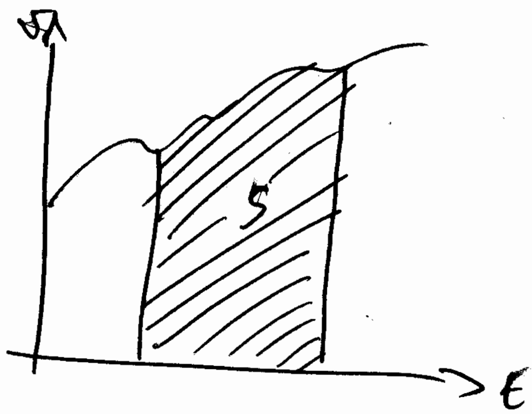
érintő egységvektor

pályasebesség (sebesség vektor nagysága)

S - megtett út $\qquad v = \dot{s} \left(= \frac{ds}{dt}\right)$

$$\Updownarrow$$

$$s = \int v\,dt$$



Gyorsulás ($\vec{a}$)

átlagos gyorsulás $\qquad \vec{a}_á = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

pillanatnyi gyorsulás $\qquad \vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}}$$

mértékegységek:

$[r]; [\Delta r]; [s] = 1\,m$

$[v] = 1\,m/s$

$[a] = 1 \frac{m/s}{s} = 1\,m/s^2$

$$\boxed{1\,m/s = 3{,}6\,km/h}$$

2007.03.03.

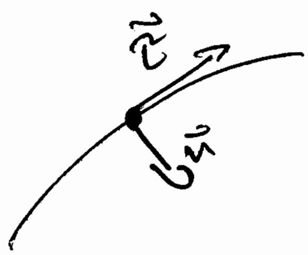
Ált. fiz. I

Sebesség és gyorsulás természetes koordinátákban

$\vec v = v\cdot\vec\tau$ 1. tengely az érintő irányába mutat

$$\vec a = \dot{\vec v} = \dot v\cdot\vec\tau + v\cdot\dot{\vec\tau} = \dot v\cdot\vec\tau + \frac{v^2}{\rho}\cdot\vec n$$

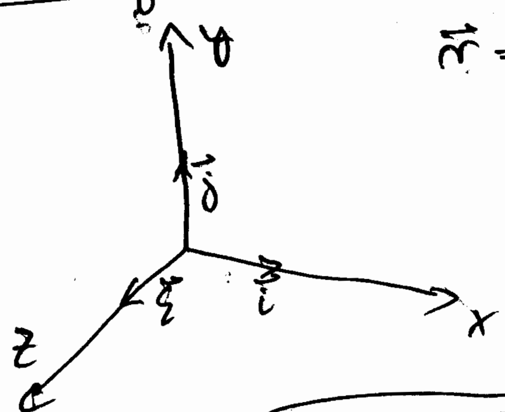
$\vec n$ – a 2. tengely a természetes koord. rendszerben merőleges az érintőre és a görbületi középpont felé mutat. neve: normális egységvektor



$$\boxed{\vec a = \underbrace{\dot v\cdot\vec\tau}_{\text{pálya menti gyorsulás}} + \underbrace{\frac{v^2}{\rho}\cdot\vec n}_{\text{centripetális gyorsulás}}}$$

ρ - görbületi sugár

Derékszögű koordináta rendszer



$$\vec r = x\cdot\vec i + y\cdot\vec j + z\cdot\vec k$$

$$v = \dot x\cdot\vec i + \dot y\cdot\vec j + \dot z\cdot\vec k$$

$$\vec a = \ddot x\cdot\vec i + \ddot y\cdot\vec j + \ddot z\cdot\vec k$$

$$|\vec r| = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$$

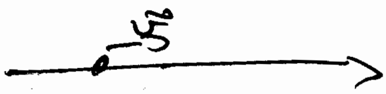
$$|\vec v| = \sqrt{\dot x^2+\dot y^2+\dot z^2}$$

$$|\vec a| = \sqrt{\ddot x^2+\ddot y^2+\ddot z^2}$$

Egyszerű mozgások

1, Egyenes vonalú egyenletes mozgás

$v = \text{áll.} \Rightarrow \Delta v = \emptyset \Rightarrow a = \emptyset$



$\boxed{s = v \cdot t}$ $s = \int v\,dt = v \cdot t$

a pill. sebesség és az átlag seb. ugyanannyi.

2., Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás

$a = \text{áll.}$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$

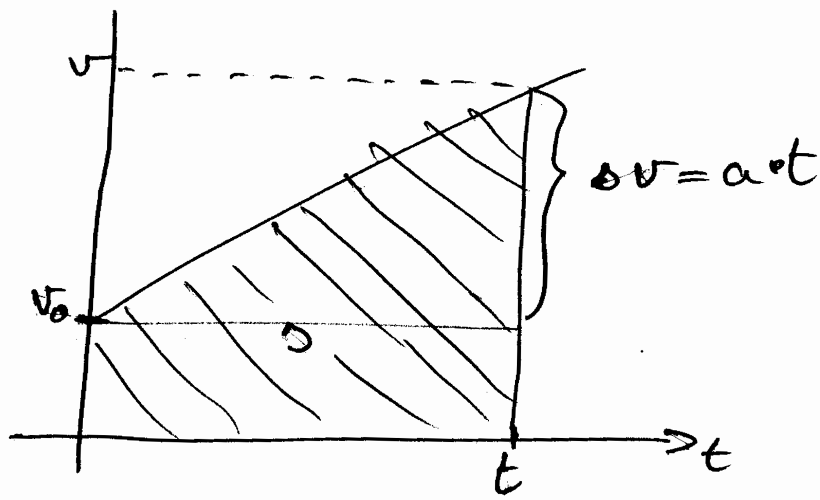
$v(t=\emptyset) = v_0$

$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t \cdot t =$

$= v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$

$s = v_á \cdot t = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$

$v_á = \frac{v_0 + v}{2}$

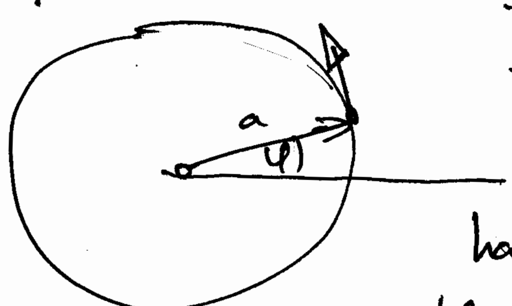


3., Egyenletes körmozgás

szögelfordulás : φ [rad]

egy teljes kör : 2π

szögsebesség: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \text{áll.}$



ha $\varphi(t=\emptyset) = \emptyset$ $\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \varphi = \omega \cdot t$

$\varphi = \frac{s}{r}$ $\omega = \frac{s}{r \cdot t} = \frac{v}{r}$

$\dot{v} = 0$

érintő irányú gyorsulás nincs $a_t = 0$

tangenciális gyorsulás

érintő irányú

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

DINAMIKA

Nemcsak leírjuk a mozgást, hanem keressük az okát is.

A mozgás oka a kölcsönhatás

Kölcsönhatás:

TEST – TEST

TEST – MEZŐ

Newton első törvénye: a magára hagyott tp megtartja mozgásállapotát

nem vesz részt kölcsönhatásban

$\vec{v} = \text{áll.}$

A fenti állítás csak bizonyos rendszerekben igaz, ez az inercia rendszer

---

A tömeg bevezetése

tömegpontok ütközésére vezetjük vissza

Több tömegpont van köztük a tömeg etalonja is.

A tömegpontokat ütköztetjük. (i és k ütközik)

$\Delta\vec{v}_i = -c_{ki} \cdot \Delta\vec{v}_k$

ütközési szám – a két test ütközésekor mindig ugyanannyi.

Etalonnal

$$\left.\begin{aligned} \Delta \vec{v}_{etalon} &= -c_{\varepsilon 1} \Delta \vec{v}_{\varepsilon} \\ c_{\varepsilon i} &= \frac{c_{\varepsilon 1}}{c_{i1}} \end{aligned}\right\} \text{tapasztalatok}$$

$$\frac{|\Delta \vec{v}_{\varepsilon}|}{|\Delta \vec{v}_i|} = \frac{c_{i1}}{c_{\varepsilon 1}}$$

legyen c_{i1} ütközési szám a tömeg mérőszáma $\to m_i$

$$\frac{|\Delta \vec{v}_{\varepsilon}|}{|\Delta \vec{v}_i|} = \frac{m_i}{m_{\varepsilon}} \to m_{\varepsilon} |\Delta \vec{v}_{\varepsilon}| = m_i |\Delta \vec{v}_i|$$

$$m_{\varepsilon} \cdot \Delta \vec{v}_{\varepsilon} = -m_i \cdot \Delta \vec{v}_i$$

$$m_{\varepsilon} \cdot \Delta \vec{v}_{\varepsilon} + m_i \cdot \Delta \vec{v}_i = \vec{0}$$

$$\hookrightarrow m_{\varepsilon} \cdot \vec{v}_{\varepsilon} + m_i \cdot \vec{v}_i = \text{áll.}$$

---

o

Lendületmegmaradási axióma

lendület: $\boxed{\vec{p} = m \cdot \vec{v}}$

(Középiskolában impulzus, jele: $\vec{I}$)

párkölcsönhatás során a lendület megmarad.

II. axióma ↗

---

o

III. Erő axióma

A lendület változási gyorsaságát erőnek nevezzük.

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

~~A kölcsö~~ A kölcsönhatás erősségét az általa okozott lendületváltozási gyorsaság jellemzi, azzal egyenlő.

Ált. fiz. I.

2007.05.0

$$[F] = 1\frac{kg\cdot\frac{m}{s}}{s} = 1\frac{kg\cdot m}{s^2} = 1N \text{ (newton)}$$

Ha m = áll akkor $\dot{\vec p} = m\cdot\dot{\vec v} = m\cdot\vec a$

$\vec F = m\cdot\vec a$ – csak speciális esetben igaz

Mozgásegyenlet: erőaxióma + erőtörvény

Erőtörvény: megadja, hogy az erő milyen függ-e helytől, sebességtől, időtől

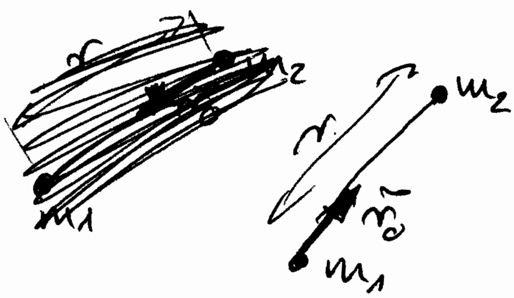
$$\vec F = \vec F(\vec r, \vec v, t)$$

$$\vec F(\vec r, \vec v, t) = m\cdot\vec a$$

Példák erőtörvényekre

1, **Newton-féle gravitációs törvény**: $\vec F_g = -\gamma\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}\vec r_0$

$\gamma = 6,7\ 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$?



2, **Rugóerő**

$\vec F_r = -D\cdot\vec r$ D: rugóállandó

3, **Coulomb-erők**

$F_c = k\cdot\frac{q_1\cdot q_2}{r^2}\cdot\vec r_0$ $k \cong 9\cdot10^9\frac{Nm^2}{C^2}$

Mozgásegyenlet (a mechanika alapegyenlete)

$$\vec{F}(\vec{r},\dot{\vec{r}},t)=m\cdot\ddot{\vec{r}}$$

(ez 3db skalár diff. egyenletet jelent)

2. rendű diff. egyenlet

Kezdőfeltételek is szükségesek

$$\vec{r}(t=0)=\vec{r}_0$$

$$\dot{\vec{r}}(t=0)=\vec{v}_0$$

$$F_x(x,y,z,\dot{x},\dot{y},\dot{z},t)=m\ddot{x}$$

$$F_y(\ldots\ldots)=m\cdot\ddot{y}$$

$$F_z(\ldots\ldots)=m\cdot\ddot{z}$$

Akció-reakció tétele

párkölcsönhatásban $\vec{p}=\text{áll.}\rightarrow\Delta\vec{p}=0$

$$\Delta\vec{p}_1=-\Delta\vec{p}_2 \quad /:\Delta t$$

$$\frac{\Delta\vec{p}_1}{\Delta t}=-\frac{\Delta\vec{p}_2}{\Delta t}$$

lendületvált. gyorsaság

$$\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21}$$

$\vec{F}_{12}$ — 2. ~~testre~~ testtől

1. testre hat

$$\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21}$$

---

4. axióma Szuperpozíció axiómája

ha a test két kölcsönhatásban vesz részt az egyik által kifejtett erő $\vec{F}_1$ a másik által kifejtett erő $\vec{F}_2$ ha egyszerre hatnak, akkor a ráható erő (eredő erő)

$$\boxed{\vec{F}_e=\vec{F}_1+\vec{F}_2}$$

Ált. fiz. I.

2007.03.03

A teljesítmény és a munka

Teljesítmény $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

(skaláris szorzat)

$[P] = 1N \cdot \frac{m}{s} = 1W$ (watt)

Teljesítmény tétel

$P = \dot{T}$

tömegpontra ható erő teljesítménye egyenlő a tp kinetikus energiájának változási gyorsaságával.

$$\vec{F} = m \cdot \dot{\vec{v}}$$

$$\underbrace{\vec{F} \cdot \vec{v}} = m \cdot \dot{\vec{v}} \cdot \vec{v}$$

$$P = m \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{\vec{v}^2}{2}\right) =$$

$$= m \cdot \frac{1}{2} \frac{dv^2}{dt}$$

$$P = \frac{d}{dt}\underbrace{\left(\frac{1}{2} m v^2\right)}_{T}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\vec{v}^2}{2}\right) = \frac{1}{2} 2 \vec{v} \cdot \dot{\vec{v}}$$

$$\vec{v} \cdot \vec{v} = |\vec{v}| \cdot |\vec{v}| \cdot \underbrace{\cos 0°}_{1} = v^2$$

$$T = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

kinetikus v. mozgási energia

Munka

elemi munka $\delta W = \vec{F} \cdot \underbrace{d\vec{r}}_{\text{elemi elmozdulás}}$

skaláris szorzás

$\delta W > \emptyset$, ha a szög hegyesszög $\alpha < 90°$

$\delta W = \emptyset$, ha $\alpha = 90°$

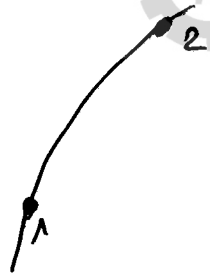
$\delta W < \emptyset$, ha $\alpha > 90°$

$$d\vec{r} = \vec{v} \cdot dt$$

$\delta W = P \cdot dt$ $\quad P = \frac{\delta W}{dt}$ $\quad \delta W = \vec{F} \cdot \vec{v} \cdot dt$

teljesítmény: időegység alatt végzett munka

$$W = \int_{\widehat{12}} \delta W$$



$$W = \int_{\widehat{12}} \vec{F}\, d\vec{r}$$

adott úton kell integrálni

ha $\vec{F} = \text{áll.}$

$$W = \vec{F} \underbrace{\int d\vec{r}}_{\Delta\vec{r}} = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = \int P\, dt$$

A munka a teljesítmény idő integrálja

Munkatétel

$$W = \int_1^2 P\, dt = \int_1^2 \frac{dT}{dt}\, dt = \int_1^2 dT = T_2 - T_1$$

$W = T_2 - T_1$ tp-on végzett munka egyenlő a tömegpont kinetikus energiájának megváltozásával.

Fizikai mezők

megadjuk, hogy az az erő milyen fgv-e a helynek és az időnek. (ez a fgv. differenciálható)

pl.: gravitációs mező, vagy elektrosztatikus mező

Stacionárius mező (állandósult)

$$\frac{\partial \vec{F}}{\partial t} = \vec{0}$$

Konzervatív mező

(energiát tart meg)

olyan stacionárius mező, amelyben az elemi munka teljes differenciált.

ez a fogn. a $-V(\vec{r})$ potenciális energia fogn. (-1)szerese

$$\delta W = -dV$$

$$W_{12} = \int_{1}^{2} \delta W = \int_{1}^{2} -dV = -\int_{1}^{2} dV = -(V_2 - V_1) = V_1 - V_2$$

Mechanikai energia (E)

$$E = T + V$$

mozgási + helyzeti

$$W_{12} = T_2 - T_1 = V_1 - V_2$$

$$T_2 + V_2 = T_1 + V_1$$

$$E_2 = E_1$$

konzervatív mezőben a mechanikai energia megmarad!