Bevezetés, alapfogalmak

- kinematika: csillagászat, ..., Keppler, Galilei (XVII. sz.)
- dinamika/statika: Arkimédesz (Kr.e. III. sz.) → emelők, csigák ...

XVII. század:
- Huygens (XVII. sz.) → ingák (ütk. nyom.)
  egyenes von. mozgás elve
  mozgó hajón az ütk. törvények azonosak!
  körmozgás: $a = \frac{v^2}{r}$
- Newton (1642 – 1727)

XVIII. század:
- D'Alembert (1717 – 1783)
- Euler (1701 – 1783)
- Lagrange (1736 – 1813)

Bernoulli (1700 – 1782)

Hamilton (1805 – 1865)
Jacobi (1804 – 1851)

$\Downarrow$

kvantummechanika

statisztikus fizika

Q – térelméletek

Relativitás elm.

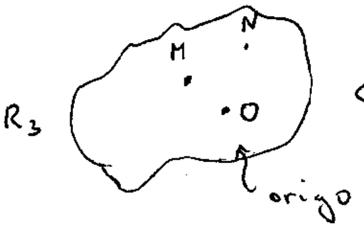
Káosz

A klasszikus mechanika v. képe:

- tér – idő: „itt és most"

tér: 3D affin euklideszi tér $\sim R_3$

idő: abszolút → $R_1 \sim \mathbb{R}$ (euklideszi tér)



$\Leftrightarrow \quad \overrightarrow{MN} \in E_3$

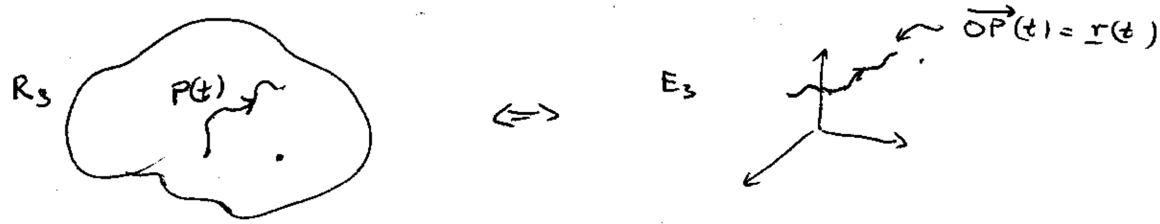
idő ~ hasonló konstrukció

$$M \longleftrightarrow \overrightarrow{OM} = \sum_{i=1}^{3} x^i \underline{e}_i$$

$\underline{e}_i$: bázisok E_3-ban

ezeket többnyire x_i-vel jelöljük

pálya : $\boxed{\underline{r}(t) \in E_3 \iff (x(t), y(t), z(t)) = \{ x^i(t) \mid i=1,2,3 \}}$



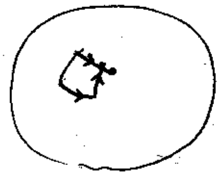
mérésük ???

- távolság – referencia hosszúság / etalon
  (láb, cm, m) → ma: atomi átmenet hullámhossza ...
  hisszük, hogy a fizikai törvények homogének / univerzálisak ... miért is ??
- idő – referenciaidő (nap hossza, év ...)
  "atomóra"

→ feladvány: hogyan határozzuk meg egy mozgó test hosszát ???

a világ nem ilyen ...

– a klasszikus tér "sima" : $\iff$ a téridő görbült (ált. rel.)



előre 500 lépés majd balra 500 $\neq$ balra 500 majd jobbra 500

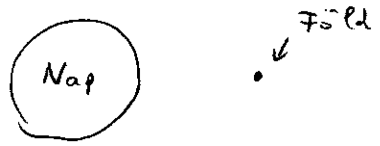
– az idő nem abszolút : egy esemény időtartama függ a megfigyelő sebességétől

→ Galilei transzformáció nem teljesül

- **sebesség**: $\underline{v} = \frac{d\underline{r}}{dt} = \dot{\underline{r}} \quad \leftrightarrow \quad \{\dot{x}_i\}$

- **gyorsulás**: $\underline{a} = \frac{d\underline{v}}{dt} = \dot{\underline{v}} = \ddot{\underline{r}} \quad \leftrightarrow \quad \{\ddot{x}_i\}$

- **tömegpont**: elhany. térbeli kiterj. test, melynek belső mozgása irreleváns



- konzisztens? igen ✓
- de nem létezik: QM. → Heisenberg-féle hat. rel.: e^- pontszerű, de nem lehet egy pontba összenyomni...

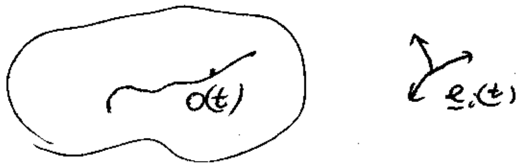
- **tömeg**, **impulzus**, **erő**:
  Newton törvényekkel vannak kapcsolatban...

① ∃-nek **inerciarendszerek**: olyan von. rendszer, melyben a magárahagyott test egy. von. egyenl. mozgást végez(*)

$$\underline{r}(t) = \underline{v}_0 \cdot t + \underline{r}_0$$

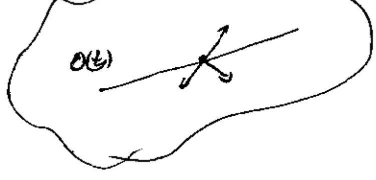
ezek egymáshoz képest egyenes von. egyenletes mozgást végeznek

(*) ∀ t-ben rögzíthetünk egy $\underline{e}_i(t)$ bázist ill. $O(t)$ koordinátaközpontot és koordinátázhatjuk a világot.



∃ $O(t)$ ill. $\underline{e}_i(t)$, $x_i(t) = v_{0,i} \cdot t + x_{i,0}$ szabad teste

⇒



így képzeljük

Konzervatív erő: $\qquad m = cst \qquad \underline{F} = \underline{F}(\underline{r})$

t.f.h. $\displaystyle\int_{\underline{r}_1}^{\underline{r}_2} d\underline{r}\ \underline{F}(\underline{r})$ független az úttól

$$\Rightarrow \quad \oint \underline{F}(\underline{r})\, d\underline{r} = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{rot}\ \underline{F} = \emptyset \quad \Rightarrow \quad \underline{F} = -\,\text{grad}\ U(\underline{r})$$

$$\underbrace{\int_1^2 d\underline{r}\ \underline{F}(\underline{r})}_{U(\underline{r}_1) - U(\underline{r}_2)} = \int_1^2 d\underline{r}\ m \frac{d\underline{v}}{dt} = \int_{t_1}^{t_2} dt\ \underbrace{\underline{v}\, m \frac{d\underline{v}}{dt}}_{\frac{d}{dt}\left(m \frac{\underline{v}^2}{2}\right)} = \frac{m}{2} \underline{v}_2^2 - \frac{m}{2} \underline{v}_1^2$$

$$\Rightarrow \quad \frac{m}{2} \underline{v}_1^2 + U(\underline{r}_1) = \frac{m}{2} \underline{v}_2^2 + U(\underline{r}_2), \qquad \boxed{\frac{m}{2} \underline{v}^2 + U(\underline{r}) = cst}$$

Konzervatív erőtérben $\boxed{E = \frac{m v^2}{2} + U(\underline{r})}$ megmarad → energia