

Mekanika (III)

Dinamika: Oinarrizko Legeak

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Dinamika

Zertaz arduratzen da Dinamika?

Partikula edo gorputzen higiduren kausetaz: **Indarretaz**.

Kontzeptu Berriak

- **Indarra.** Partikula edo gorputz baten higidura-egoera aldatzeko gai den magnitudea. Bektore da: **F**.
- **Bulkada edo momentua.** Masa \times Abiadura bektorea: **$\mathbf{p} \equiv m\mathbf{v}$** .
- **Erreferentzia-sistema.** Koordenatu-sistema + Behatzailea (distantziak eta denborak neurtzeko tresnekin batera).
- **Partikula askea.** Unibertso osoan bera da partikula bakarra (edo inolako eraginik pairatzen ez duen partikula da).



Dinamikaren Legeak

Newton-en Legeak

- *Inertziaren legea.* Partikula askeak abiadura konstantez higitzen dira erreferentzia-sistema inertzialetan.
- Gorputz baten ganean **indar** batek eragitean, denbora unitatean duen **bulkada-aldaketa** indarraren berdina da:

$$\mathbf{F} = \lim \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} = \lim \frac{\Delta(m\mathbf{v})}{\Delta t} \stackrel{m=\text{cte}}{=} m\mathbf{a}$$

- *Akzio-erreakzioaren Printzipioa.* Bi gorputzek elkarri indar egitean, indar horiek norabide berbera eta aurkako noranzkoa dute, eta modulo berdina:

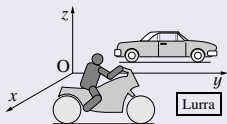
$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21} \quad |\mathbf{F}_{12}| = |\mathbf{F}_{21}|$$



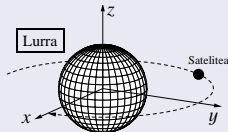
Erreferentzia-Sistema Inertzialak

- Partikula aske batekin batera higitzen dira.
- Ez dute biraketa-higidurarik.
- Newton-en legeak bakarrik sistema hauetan betetzen dira.

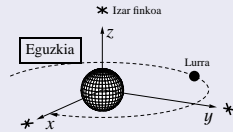
Zein da erabili behar den erreferentzia-sistema?



Eguneroko bizitzan



Epe luzeagoko
higiduretan



Oso epe luzeko
higiduretan



Indar-motak

Naturan, lau motatako indarrak ezagutzen dira, baina gure eguneroko bizitzan, honako bi hauek dira nagusiak:

- 1 **Indar grabitatorioa:** Gorputzek, masa izateagatik, elkarri egiten diotena (*gorputzen pisua*).
- 2 **Indar elektrostatikoa:** Gorputzek, karga izateagatik, elkarri egiten diotena (*gorputzen itxurak, marruskadura-indarrak*).

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

 \Leftrightarrow

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$$

$$k = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

Dimentsioak eta Unitateak

$$[F] = [ma] = MLT^{-2}$$

$$\text{Unitatea} = 1 \text{ N} \equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$



ZTF-FCT

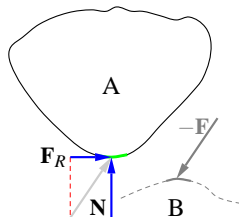
'Ukipen'-indarrak: Marruskadura

- 1 Indar guztiak, distantziara eragiten dituzten elkarrekzio-indarrak dira: **Ez dago benetako partikulen arteko ukipenik!**
- 2 Bi gorputzen partikula hurbilen arteko elkarrekzio-indarrak apurtzeko (*lotura 'hotzak'*), beste indar bat egin behar da.
- 3 Hauexek dira ukipen-indarrak eta osagaiak:

- **Ukipen-indar osoa (\mathbf{F})**
- **Indar Normala (\mathbf{N})** eta
- **Indar Tangentziala (\mathbf{F}_R)**

$$|\mathbf{F}_R| \begin{cases} \leq \mu_e |\mathbf{N}| & \text{Marruskadura Estatikoa} \\ = \mu_k |\mathbf{N}| & \text{Marruskadura Dinamikoa} \end{cases}$$

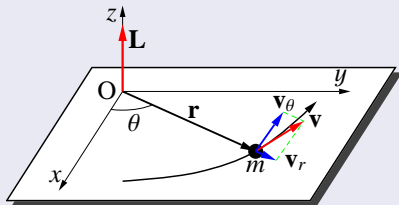
$$\mu_k \leq \mu_e \quad [\text{koefiziente adimentsionalak}]$$



Indar-momentua eta Momentu Anguluarra

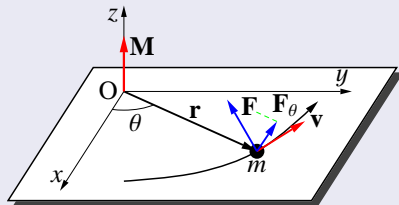
- Kontzeptu biak gorputzen biraketa-higidurari lotuta daude.
- Gorputz zabalen higiduran dute garrantzia handiago.
- Biak, puntu batekiko definitzen dira (*besoa*).

Momentu Anguluarra



$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p} = \mathbf{r} \times m\mathbf{v} \quad L = mrv_{\theta}$$

Indar-momentua



$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad M = rF_{\theta}$$