



1. GAIA - ELEKTROSTATIKA

2018-2019 Ikasturtea

Irakaslea: Jose Manuel Gonzalez

Teknologia Elektronikoko Saila

5I28 – Bilboko Ingeniaritza Eskola (II Eraikina)

josemanuel.gonzalezp@ehu.eus

GAIAREN GAI-ZERREDA

1. Karga elektrikoa
2. Coulomb-en legea
3. Eremu elektrikoa
4. Energia potentzial elektrostatikoa
5. Potentzial elektrostatikoa

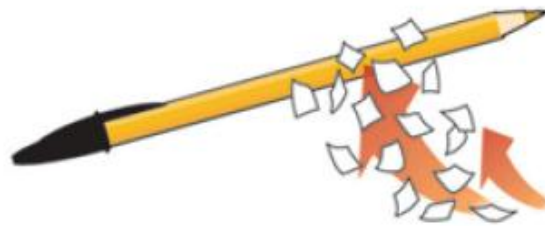
1. KARGA ELEKTRIKOA

○ Indar elektrikoa

- Zenbait materialetan, igurtziak direnean, beste gorputzak erakartzen dituen (ikutu barik) indarrak agertzen dira.
- Indar hauek alderatzaile edo erakartzaileak dira eta gorputzen arteko distantziaren arabera dira.
- Urrutiko ekintza mota hau grabitazio-indarra baino indartsuagoa da eta indar elektrikoa deitzen da: \vec{F}



Igurtziz, boligrafoa kargatzen da



Boligrafoak paperak erakartzen ditu

1. KARGA ELEKTRIKOA

- Indarra handitu egiten da igurztea handitzen denean, nahiz eta materialak ez aldatu ezta distantzia ere
- Zenbait materialetan agertzen diren indarrak alderatzaileak dira, eta besteetan, erakartzaileak



- Igurtziz, materiaren propietate (masa bezala) bat aldatzen da, **q karga elektrikoa** deitzen duguna eta bi motakoa izan daiteke: negatiboa eta positiboa

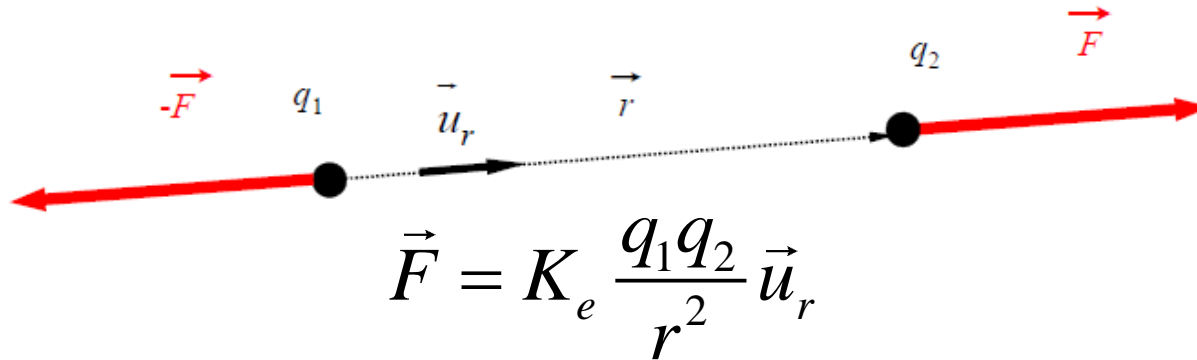
1. KARGA ELEKTRIKOA

- Karga elektrikoa bera:
 - Materialen ezaugarri intrintseko bat da
 - Adierazpenak
 - Q = Karga konstantea
 - q = Karga aldakorra, orokorrean
 - $q(t)$ = Karga aldakorra denborarekiko
 - Unitatea: Coulomb [C]
 - Kargako unitate basikoa: Elektroia
 - Elektroien baten karga:

$$e^{-} = -1.602 \cdot 10^{-19} C$$

2. COULOMB-EN LEGEA

- Coulomb-en legeak bi kargen arteko indarra zelakoa den adierazten du elektrostatikaren aldetik aztertuta, **indar elektrikoa**. q_1 kargak sortzen duen indarra q_2 -n.



- q coulombiotan: C
- $K_e = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ $K_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
- $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ hutsezko permitibitatea
- Coulomb legea bakarrik baliagarria da kargak denboraren menpean mantentzen badira (eremu elektrostatikoa)

3. EREMU ELEKTRIKOA

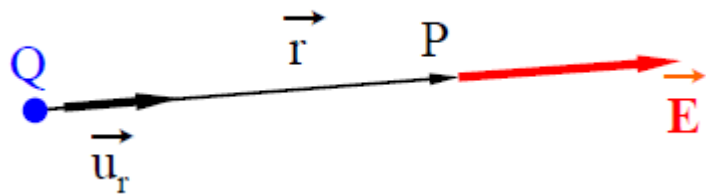
- Karga elektrikoaren efektua eremu baten existentziaren bitartez deskribatzen da
- \vec{E} eremu elektrikoa, kargak bere inguruan sortzen dituen indarren deskribapena da
- Inguruko puntu bakoitzean eta denbora une bakoitzean, puntu eta denbora une horretan kokatutako q karga baten agertuko lukeen indarreko balioa definitzen dugu \vec{F} funtzioaren bidez

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{edo} \quad \vec{E}(x, y, z, t) = \frac{\vec{F}(x, y, z, t)}{q}$$

3. EREMU ELEKTRIKOA

- Karga puntual batek sortzen duen eremu elektrikoa:

- Coulomb-en legetik abiatuz:



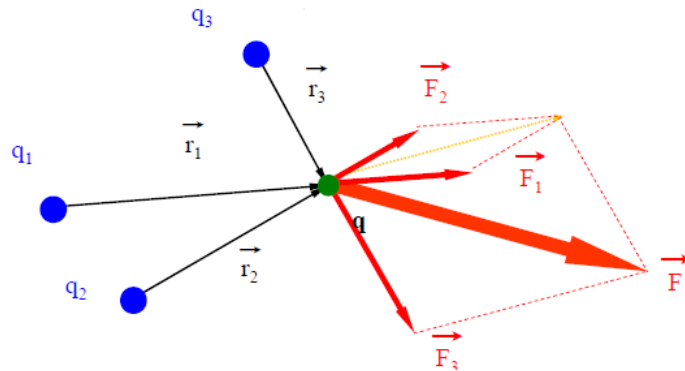
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

- Hauxe da q kargak sortzen duen eremu elektrikoa

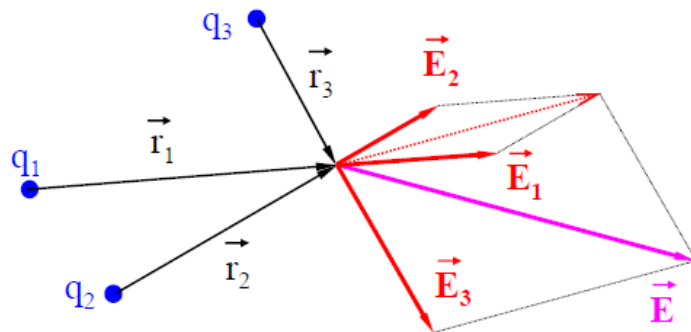
3. EREMU ELEKTRIKOA

○ Gainezarmen printzipioa

- Zenbait kargek sortutako **eremu elektrikoa** edo **indarra** karga bakoitzak sortzen duenaren batura da



$$\vec{F} = \sum_i^n \vec{F}_i = \sum_i^n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_i}{r_i^2} \vec{u}_{r_i}$$

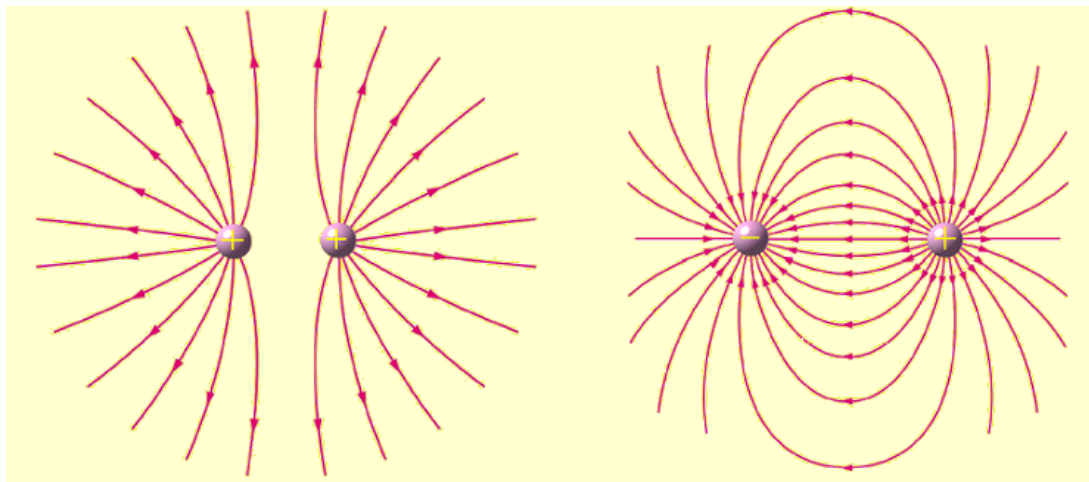
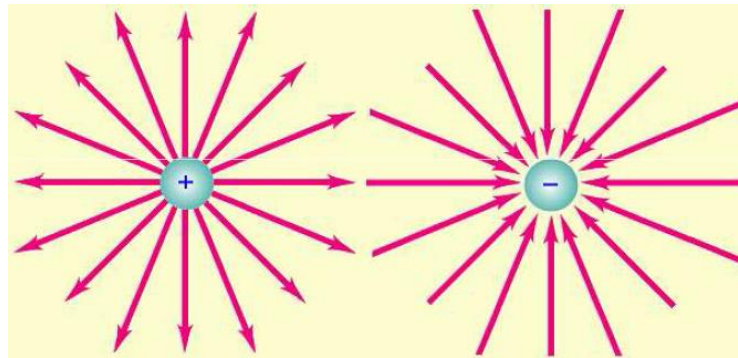


$$\vec{E} = \sum_i^n \vec{E}_i = \sum_i^n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2} \vec{u}_{r_i}$$

3. EREMU ELEKTRIKOA

○ Indar lerroak

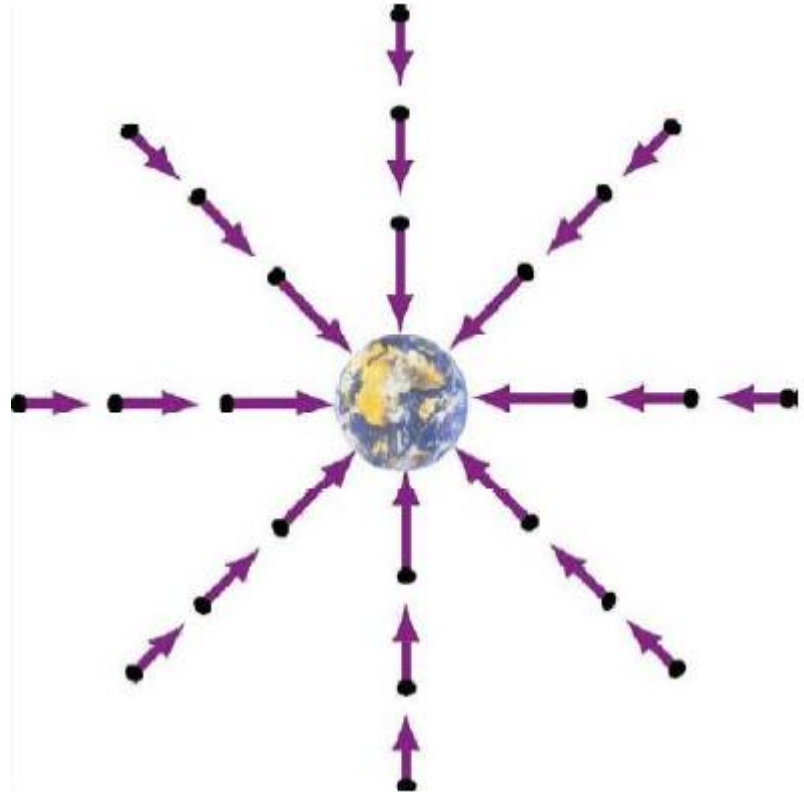
- Bektoreekiko lerro ukitzaileei indar lerro deritze eta eremu elektrikoa bistaratzeko erabiltzen dira



4. ENERGIA POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Eremu grabitatorioarekin analogia

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{u}_r$$



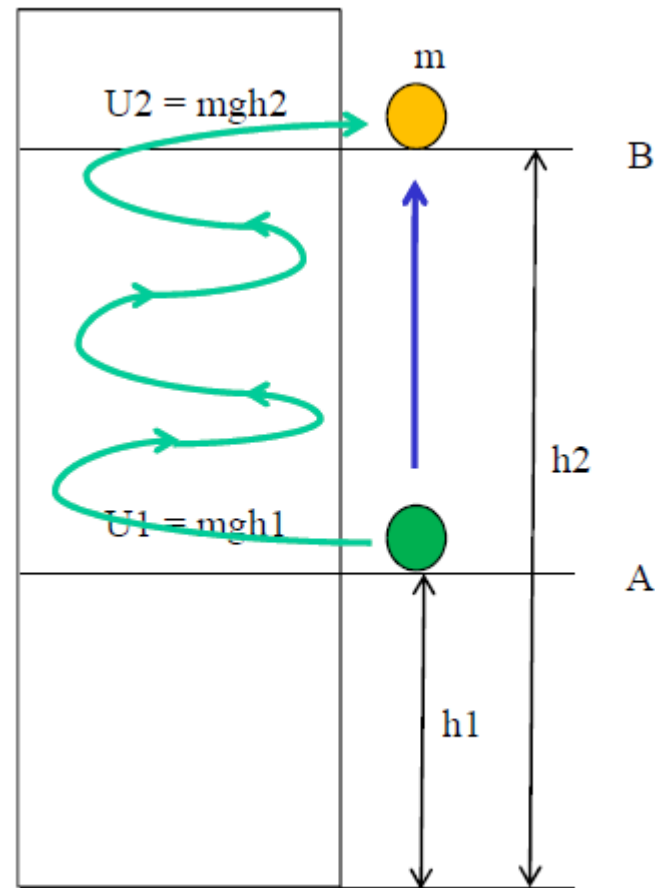
4. ENERGIA POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

○ Eremu grabitatorioarekin analogia

- Eremu kontserbakorra
- m masa A-tik B-ra eramateko egindako lana berdina da bide urdina edo bide berdea jarraituz

$$W_{AB} = W_{AB}$$

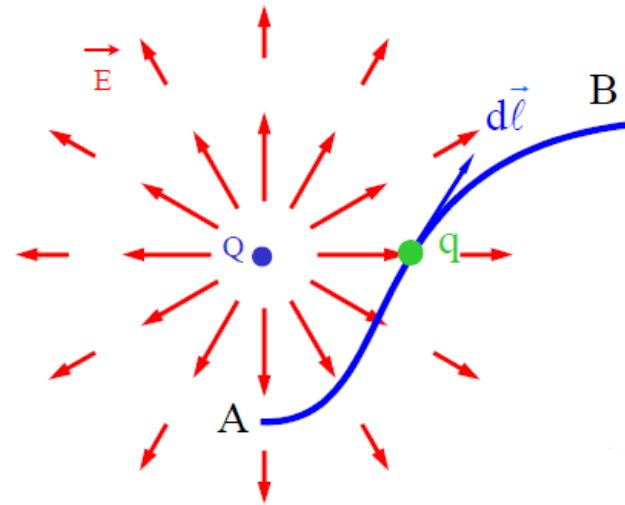
$$W_{AB} = \Delta U = U_2 - U_1$$



4. ENERGIA POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Ibilbide l batetik m masa duen q karga bat mugitzeko eremu elektriko barruan, \vec{F}_{kan} kanpo indar bat aplikatu egin behar da, $q \cdot \vec{E}$ indar elektrikoa gainditzeko
- Mugimendu horren ekuazioa:

$$\vec{F}_{kan} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} - q \cdot \vec{E}$$

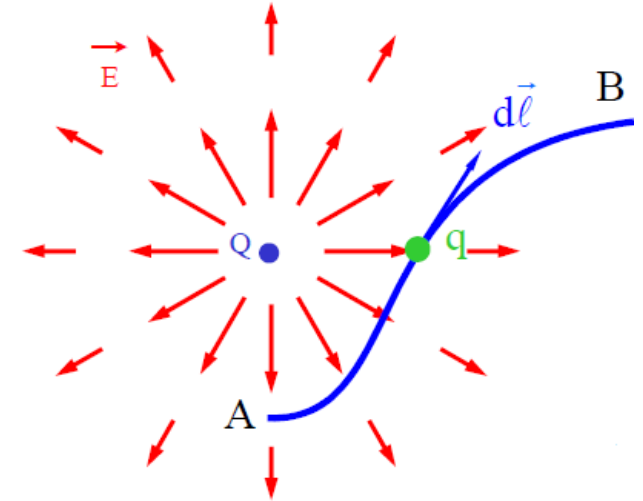


- Indar biak berdinak egiten direnean, $\frac{d\vec{v}}{dt} = 0$, eta beraz, gai biak integratuz gero, egoera elektrostatikoan energia balantzea daukagu.

$$\int_L \vec{F}_{kan} \cdot d\vec{\ell} = -q \cdot \int_L \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

4. ENERGIA POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Eremu elektrostatikokoak egindako lana



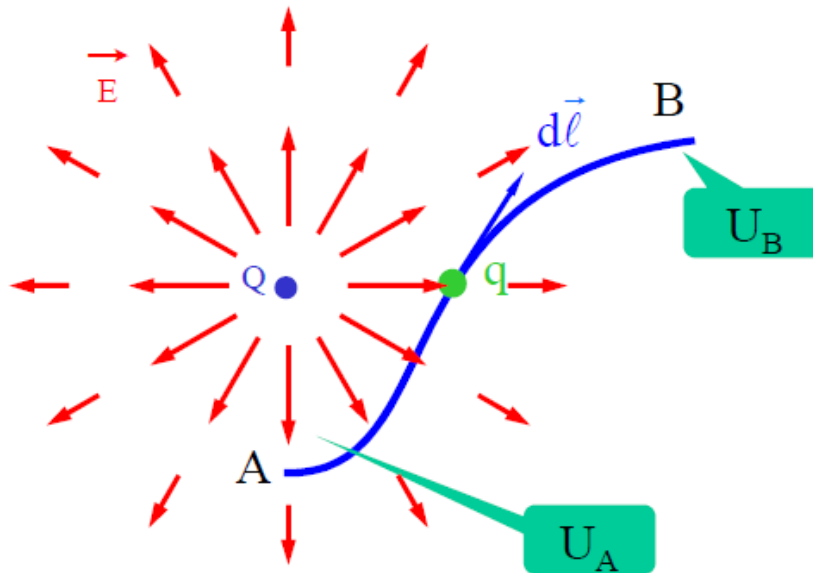
$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{\ell} = \int_{r_A}^{r_B} \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}_r \cdot d\vec{r}$$

$$W_{AB} = \int_{r_A}^{r_B} \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_A}^{r_B} = -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$W_{A \rightarrow B} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

4. ENERGIA POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Eremu elektrikoa kontserbakorra da



$$W_{AB} = -(U_B - U_A) = -\Delta U$$

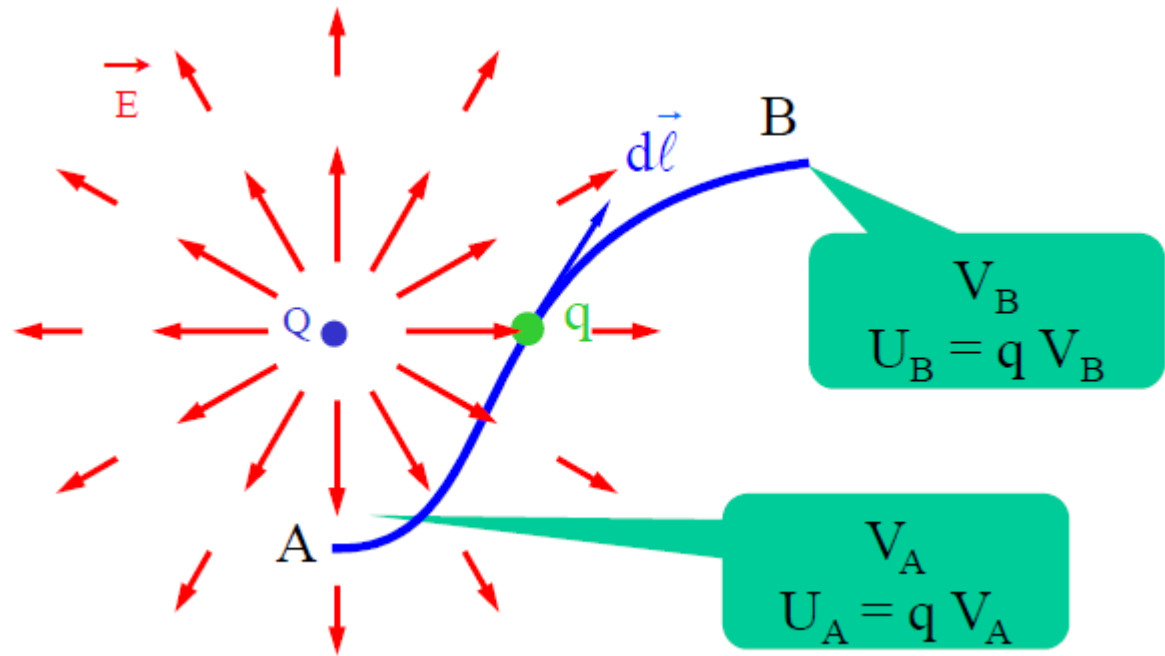


$$U = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r} [J]$$

POTENTZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Energia potentziala karga unitate bakoitzeko

$$V = \frac{U}{q} \quad [V]$$



$$W_{AB} = -\Delta U = -q(V_B - V_A)$$

POTENZIAL ELEKTROSTATIKOA

- Eremua eta potentzialaren arteko erlazioa

$$W_{AB} = -\Delta U = -q(V_B - V_A)$$

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_A^B q\vec{E} \cdot d\vec{r} = -(V_B - V_A)$$

$$\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{V_A}^{V_B} dV$$

$$V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{r}$$