PEPE RÓDENAS BORJA

dg: 12-IV-2015

FÍSICA - 2º BACH.

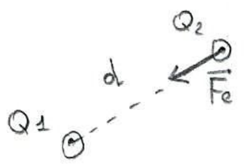
$v = \sqrt{\dfrac{2\,|q\,\Delta V|}{m}}$

i / ii

RESUMEN: «ELECTROSTÁTICA»

LA LEY de COULOMB

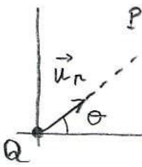
Fuerza electrostática entre dos cuerpos 1 y 2, de cargas Q_1 y Q_2 (S.I.: C, culombio) y en reposo:



$\vec{F}_e$:
- dirección & sentido:
  - ATRACTIVA: ⊕→ ←⊖
  - REPULSIVA: ←⊕ ⊕→ ó ←⊖ ⊖→
- módulo: $\boxed{F_e = k\,\dfrac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}}$

(constante: en vacío, $k = 9\cdot 10^9\ N\cdot C^{-2}\cdot m^2$
en otros medios: $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon}$ ← constante dieléctrica del medio (en vacío, ε_0).)

DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA CAMPO $\vec{E}$:



$\vec{E} = k\,\dfrac{Q}{d^2}\,\vec{u}_r$ ($N/C = V/m$) → $\boxed{\vec{F}_e = q\,\vec{E}}$ (N)

$V = k\,\dfrac{Q}{d}$ (V) → $\boxed{E_p = q\,V}$ (J)

(si ponemos una carga q en el punto P)

- carga fuente Q: "quien crea el campo"
- punto P: "donde evaluamos el campo"

- $\boxed{\vec{u}_r = (\cos\theta,\ \text{sen}\,\theta)}$ "ángulo con la horizontal"
- las cuatro magnitudes $\vec{F}_e$, E_p, $\vec{E}$, V satisfacen el PRINCIPIO de SUPERPOSICIÓN

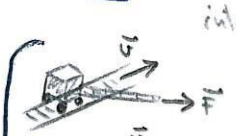
TRABAJO y ENERGÍA:

1 **CAMPO** ELECTROSTÁTICO es **CONSERVATIVO**:

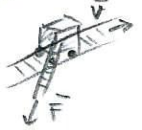
$\boxed{E_M = \dfrac{1}{2}mv^2 + qV} = \text{constante}$ ← "Energía Mecánica Total"

si sólo actúa $\vec{F}_e$ a lo largo de la trayectoria.

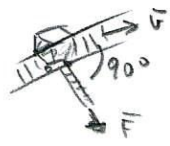
2 $W_F^{A\to B}$: «contribución de la fuerza $\vec{F}$ a lo largo de la trayectoria A→B en intentar aumentar la $|\vec{v}|$ de la partícula» (S.I.: J)



$\boxed{W_F > 0}$: $\vec{F}$ "a favor" del movimiento ("ARRASTRAR")



$\boxed{W_F < 0}$: $\vec{F}$ "en contra" del movimiento ("FRENAR")



$\boxed{W_F = 0}$: $\vec{F}$ ni a favor ni en contra ($\vec{F} \perp \vec{v}$)

Interpretación del **SIGNO del TRABAJO**

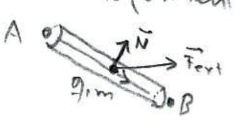
3 «W "QUE HAY QUE HACER"» : es el W que debe hacer una $\vec{F}_{ext}$ para trasladar una carga q de un punto A a otro B de modo que $E_c(A) = E_c(B)$:

$\boxed{W_{ext}^{A\to B} = \underbrace{\Delta E_p}_{= q\,\Delta V}}$

a) es la energía que F_{ext} inyecta en el sistema en el traslado. Como E_c no cambia, sólo se inyecta E_p.

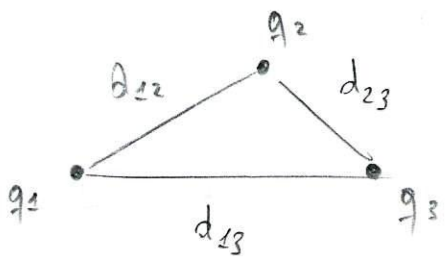
b) normalmente, suele ser: $E_c(A) = E_c(B) = 0$ (reposo)

c) podemos imaginar que guiamos el movimiento A→B con un tubo sin rozamiento [la normal $\vec{N} \perp \vec{v}$ ⇒ $W_N = 0$ ⇒ no introduce energía en el sistema].



⇝ si hay que "ARRASTRAR", $\boxed{W_{ext} > 0}$ ⇒ vamos a E_p mayores.
si hay que "FRENAR", $\boxed{W_{ext} < 0}$ ⇒ vamos a E_p menores.

4 « E_f : "ENERGÍA de FORMACIÓN" » : dado un sistema que cargas $q_1, q_2, q_3, \dots, q_N$, es el trabajo que hay que hacer para dejarlas en reposo en sus respectivas posiciones trayéndolas del infinito (donde estaban también en reposo).



$$\boxed{E_f = k\frac{q_1 q_2}{d_{12}} + k\frac{q_1 q_3}{d_{13}} + k\frac{q_2 q_3}{d_{23}}}$$

Hay una fracción por cada pareja de cargas del sistema.

INTERPRETACIÓN según el signo de E_f:

- $\oplus \longrightarrow$ $|E_f|$ es la energía que invertimos en formar el sistema ["arrastramos" más que "frenamos"].
- $\ominus \longrightarrow$ $|E_f|$ es la energía que "se libera", o que quitamos al sistema para formarlo. ["frenamos" más que "arrastramos"].

5 « W "QUE HACE EL CAMPO" » : en un movimiento $A \to B$ absolutamente general, el trabajo que hace la fuerza electrostática se calcula:

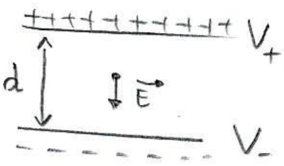
$$\boxed{W_{elec}^{A\to B} = -\Delta E_p} = -q\Delta V.$$

$\Rightarrow$ INTERPRETACIÓN (espontaneidad): si en A $v=0$, el movimiento se producirá si sólo actúa $\vec{F}_e$ cuando $W_{elec}^{A\to B} > 0$ ($\Rightarrow$ hacia E_p decrecientes), pues quiere decir "$\vec{F}_e$ a favor del movimiento". Este tipo de movimiento entre $A \to B$ se llama ESPONTÁNEO, y por lo tanto:

« El movimiento espontáneo tiene lugar hacia E_p decrecientes » $\longrightarrow$

- el mov. esp. para $\boxed{q>0}$ tiene lugar hacia V decrecientes.
- el mov. esp. para $\boxed{q<0}$ tiene lugar hacia V crecientes.

CONDENSADORES PLANO-PARALELOS : dos placas paralelas ("armaduras") con la misma cantidad de carga positiva que negativa, repartida homogéneamente.



$\Delta V_c = V_+ - V_-$

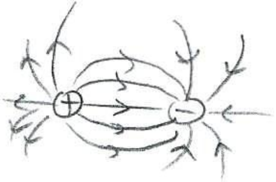
« $\vec{E}$ es perpendicular a las placas, constante y uniforme, apunta hacia placa $\ominus$, y su módulo: $\boxed{E = \frac{\Delta V_c}{d}}$ »

Entre placas, si x es la distancia a la placa $\ominus$, $V(x) = V_- + \frac{\Delta V_c}{d} \cdot x$

PEPE RÓDENAS BORJA

dg: 12 - IV - 2015

FÍSICA - 2º BACH



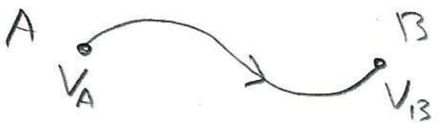
12/04/15

ii/ii

RESUMEN: «ELECTROSTÁTICA»

▷ CÓMO ESTUDIAR el movimiento a través de un ΔV si sólo actúa la $\overline{F}_e$:

• CASO GENERAL:



$$\Delta V = V_B - V_A$$

$$\boxed{\Delta E_c \underset{?}{=} -\Delta E_p} = -q\,\Delta V$$

por conservación E_M

• Si se PARTE del REPOSO:

$$v_A = 0 \Rightarrow \boxed{v_B = \sqrt{-\frac{2q\Delta V}{m}}} = \sqrt{\frac{2\,|q\Delta V|}{m}}$$

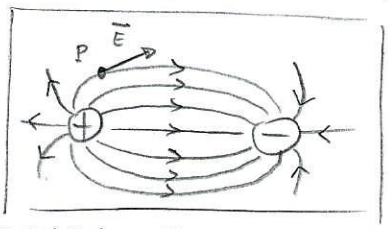
• "Tipo CONDENSADOR": si el movimiento es rectilíneo y «$\vec{E}$ es uniforme y paralelo a la dirección del desplazamiento»

$$\boxed{E = \frac{|\Delta V|}{d}}$$

d: distancia recorrida.

▷ LÍNEAS de CAMPO y SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES:

• El campo $\vec{E}$ que hay en una región del espacio se puede representar con las líneas de campo:

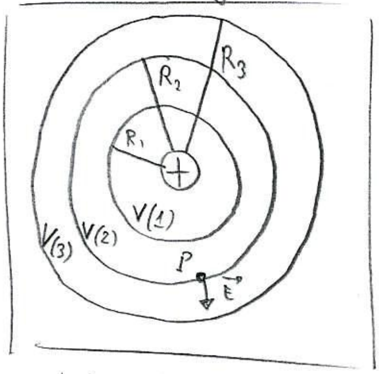


LÍNEAS de CAMPO que crea una pareja de cargas de signos opuestos.

• En cada P, $\vec{E}$ es tangente a la línea, y va orientado según las flechitas.

• Las líneas vienen del ∞ o salen de las cargas $\oplus$, y se van al ∞ o entran en las cargas $\ominus$. Nunca se cruzan.

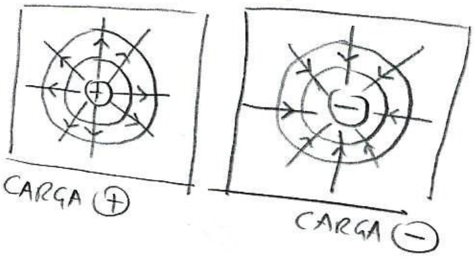
- LAS SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES: son superficies en los cuales V toma un valor fijo. En 2D, son "curvas equipotenciales", y se pueden ver como las isobaras de los mapas meteorológicos. Para las cargas puntuales, son esferas concéntricas centradas en la carga:



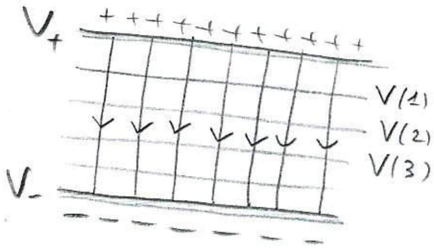
$V(3) < V(2) < V(1)$

⇨ propiedades: 1) el campo $\vec{E}$ en P es perpendicular a la superficie equipotencial que pasa por P, y apunta hacia V decrecientes.

2) las líneas de campo atraviesan perpendicularmente las superficies equipotenciales:



- CONDENSADOR:



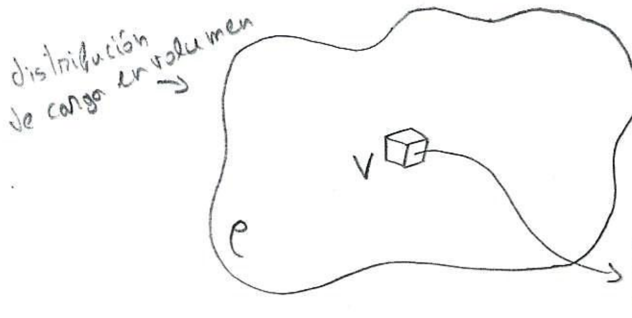
$V(3) < V(2) < V(1)$

⟶
- sups. equipot: planos paralelos a las placas
- líneas de campo: rectas perpendiculares a las placas. Salen de la placa (+).

▶ TEOREMA de GAUSS:

① «DISTRIBUCIONES de CARGA» (en VOLUMEN, SUPERFICIE y LÍNEA)

1a.- DISTRIBUCIÓN en VOLUMEN (3D) ⟶ la carga se reparte uniformemente en el volumen, y definimos:

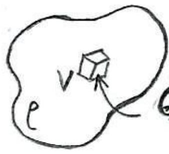


$\boxed{\rho : \text{densidad volúmica de carga} \quad (C/m^3)}$ ← UNIDAD S.I.

⇩

que permite calcular la carga $Q|_V$, encerrada en una región (de la distribución) con volumen V:

$$\boxed{Q|_V = \rho \cdot V}$$ ⟶ «CARGA ENCERRADA en V».



$Q|_V = \rho \cdot V$

RESUMEN: «ELECTROSTÁTICA»

Si sabemos la carga total encerrada en toda la distribución, Q_{TOT}, y el volumen total de la distribución, V_{TOT}, podemos conocer la densidad:

$$\boxed{\rho = \frac{Q_{TOT}}{V_{TOT}}}$$

EJEMPLO: tenemos $Q_{TOT} = 6\ C$ distribuidos uniformemente en una esfera de radio $R = 2$ cm

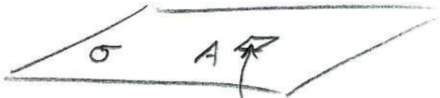
$$\Rightarrow \rho = \frac{6}{\frac{4}{3}\pi(0{,}02)^3} = 1{,}79 \cdot 10^5\ C/m^3$$

$$\boxed{V_{TOT} = \frac{4}{3}\pi R^3}$$

Volumen de la ESFERA de RADIO R.

$$\rho = \frac{3Q_{TOT}}{4\pi R^3}$$

1.b.- DISTRIBUCIÓN en SUPERFICIE (2D) → la carga se reparte uniformemente en la superficie:



σ : densidad superficial de carga (C/m^2) ← UNIDAD S.I.

$$\boxed{Q|_A = \sigma \cdot A}$$ ← «CARGA ENCERRADA en una región de área A»

CONOCIENDO Q_{TOT} y A_{TOT} de la distribución ⇒ $\boxed{\sigma = \frac{Q_{TOT}}{A_{TOT}}}$

Q_{TOT}

$$\boxed{A_{TOT} = 4\pi R^2}$$

Área de una superficie esférica de RADIO R

$$\sigma = \frac{Q_{TOT}}{4\pi R^2}$$

• EJEMPLO: $Q_{TOT} = 6\ C$ distribuidos uniformemente en la superficie de una esfera de radio $R = 2$ cm

$$\sigma = \frac{6}{4\pi(0{,}02)^2} = 1{,}19\ C/m^2$$

1.c.- DISTRIBUCIÓN en LÍNEA (1D) → la carga se reparte uniformemente a lo largo de una línea:

$$\boxed{Q|_\ell = \lambda \cdot \ell}$$ ← «CARGA ENCERRADA en una región de longitud ℓ»

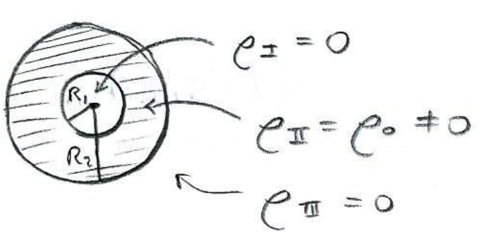
λ: densidad lineal de carga (C/m)

② «DISTRIBUCIONES SIMÉTRICAS DE CARGA» → SIMETRÍA ESFÉRICA / SIMETRÍA CILÍNDRICA

2.a.- SIMETRÍA ESFÉRICA: cuando ρ y/o σ sólo dependen de la distancia r a un punto O ("centro de simetría"). Ejemplo ↓

↳ ejemplo: "la esfera hueca":

El "centro de simetría" O es el centro de la esfera.

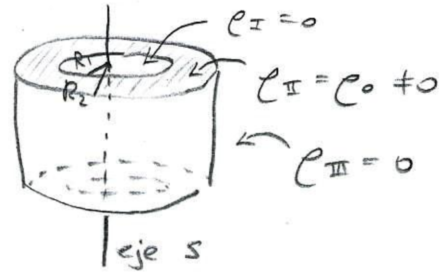


2.6.- SIMETRÍA CILÍNDRICA:

ρ y/o σ sólo dependen de la distancia d a una recta s ("eje de simetría"). También puede haber una λ distribuida a lo largo del eje.

↳ ejemplo: "cilindro hueco":

(NOTA: el cilindro ha de ser infinito hacia arriba y hacia abajo, estrictamente)



3 «EL VECTOR $\vec{n}(P)$»

: cuando tenemos una distribución simétrica de carga, en cada punto P del espacio definimos un vector "**normal**" $\vec{n}(P)$, **unitario** ($|\vec{n}| = 1$), así:

NOTA: al aplicar t^ma GAUSS, $\vec{n}(P)$ se deja indicado – nunca se calculan sus componentes

- SIMETRÍA ESFÉRICA:

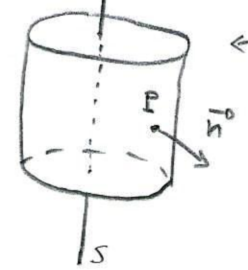
  $\vec{n}$: perpendicular a la esfera de centro en O (y radio r) que pasa por P; sentido: "mirando hacia afuera".

[Esta esfera se llama "esfera de Gauss" (que pasa por P).]

- SIMETRÍA CILÍNDRICA:

  $\vec{n}$: perpendicular a un cilindro de eje en s que pasa por P; sentido: "mirando hacia afuera".

  (NOTA: el radio del cilindro es d, pero su altura L es arbitraria).



[Este cilindro se llama "cilindro de Gauss" (que pasa por P).]

4 «EL TEOREMA de GAUSS» para calcular el campo $\vec{E}$ en P:

- SIMETRÍA ESFÉRICA:

$$\boxed{\vec{E}(P) = k \, \frac{Q|_{encerrada}}{r^2} \, \vec{n}(P)}$$

[$\vec{E}$ en un punto P, a distancia r del centro de simetría.]

↳ siendo $Q|_{encerrada}$ toda la carga que haya dentro de la "esfera de Gauss" que pasa por P.

- SIMETRÍA CILÍNDRICA:

$$\boxed{\vec{E}(P) = k \, \frac{2\, Q|_{encerrada}}{L\, d} \, \vec{n}(P)}$$

[$\vec{E}$ en un punto P, a distancia d del eje de simetría.]

↳ siendo $Q|_{enc}$ toda la carga que haya dentro de un "cilindro de Gauss" (de altura L arbitraria) que pasa por P.

↳ NOTA: L del denom. siempre se cancelará con una L que aparece al calcular $Q|_{enc}$.