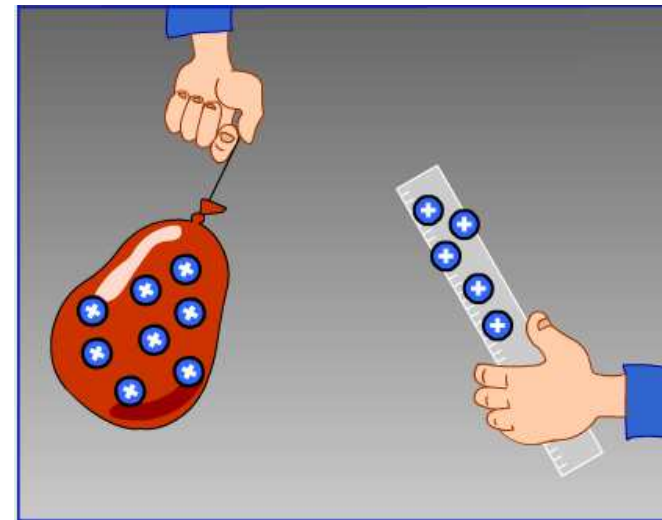
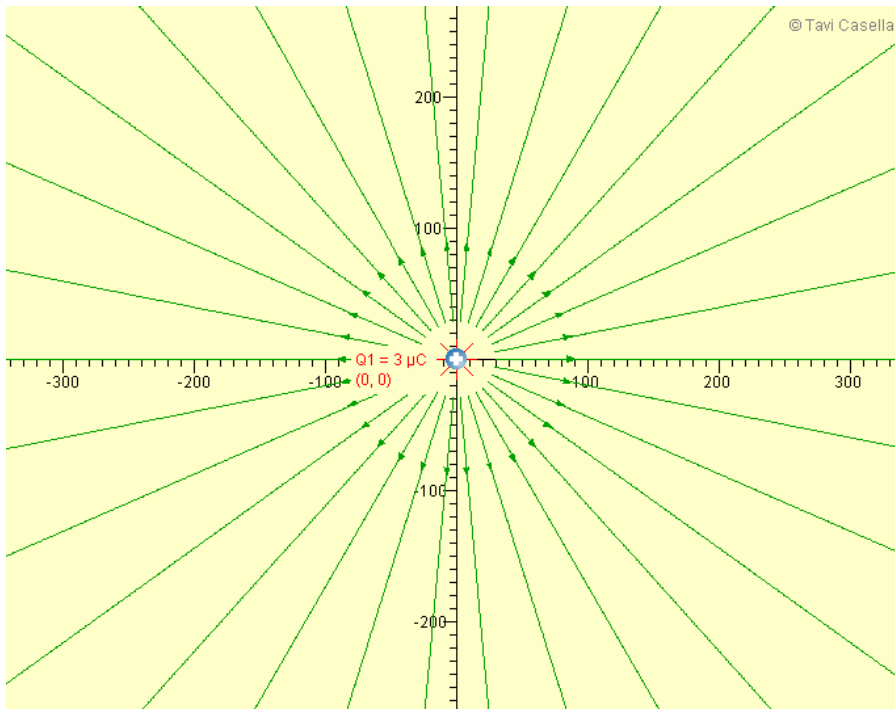


Tema 8 del vostre llibre de text

# Tema 7

## Camp elèctric





# ***ÍNDEX***

---

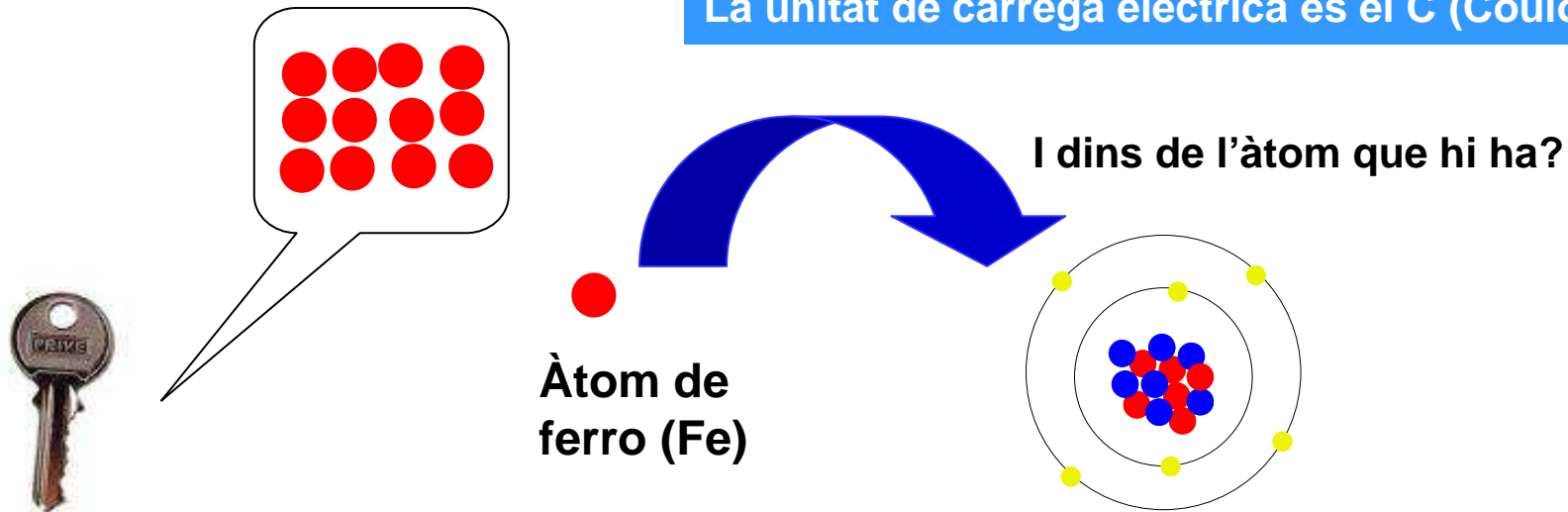
- **7.1. Càrrega elèctrica**
- **7.2. Força elèctrica. Llei de Coulomb.**
- **7.3. Intensitat del camp elèctric i línies de camp**
- **7.4. Potencial elèctric i superfícies equipotencials  
(Farem una pràctica de simulació)**
- **7.5. Energia potencial elèctrica**
- **7.6. Relació entre força i gradient de potencial i entre camp i gradient de potencial per a un camp elèctric uniforme**
- **7.7. Descripció del funcionament del tub de raigs catòdics de televisió**
- **7.8. Aplicacions de la desviació de partícules carregades movent-se en el si camps elèctrics uniformes.**

## 7.1. Càrrega elèctrica

Com ja sabeu la matèria està formada per àtoms, i els àtoms estan formats per:

- neutrons (no tenen càrrega)
- protons (tenen càrrega positiva;  $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )
- electrons (tenen càrrega negativa;  $-1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

La unitat de càrrega elèctrica és el C (Coulomb)



- Electrò (partícula amb càrrega elèctrica negativa)
- Neutró (partícula sense càrrega)
- Protó (partícula amb càrrega elèctrica positiva)

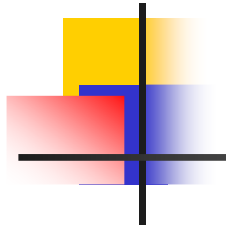


---

En condicions normals, els cossos són neutres perquè tenen el mateix nombre de PROTONS i d'ELECTRONS.

No obstant això, i com ja sabeu, és fàcil arrencar o afegir-ne alguns **electrons** als àtoms que constitueixen l'objecte, i com a conseqüència el cos queda carregat .

Aquest procés pel qual un cos adquireix càrrega elèctrica, s'anomena **electrització**.



**Hi ha diferents maneres de carregar un objecte, nosaltres estudiarem dos:**

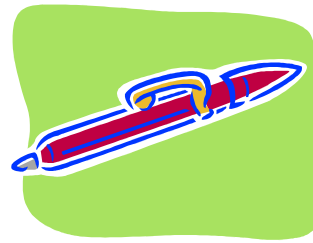
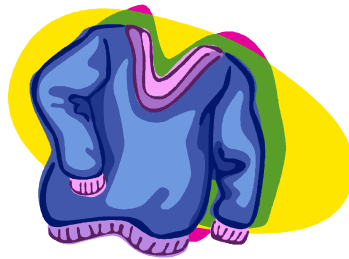
a) Per fregament

b) Per contacte

a) Per fregament

**En general és fàcil arrencar els electrons dels àtoms que formen la matèria.**

**Quan dos cossos es freguen es passen electrons (MAI PROTONS) d'un a l'altre: el cos que dóna els electrons queda carregat positivament (perd càrregues negatives) i el que els rep queda carregat negativament (guanya càrregues negatives).**

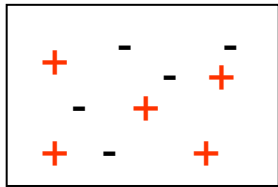
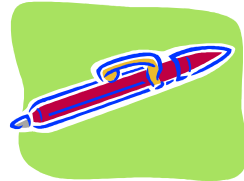
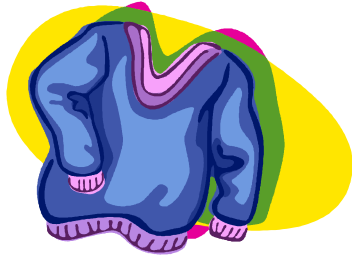


**Imaginem que freguem un bolígraf amb un jersey. Anem a veure el que passa microscòpicament?**

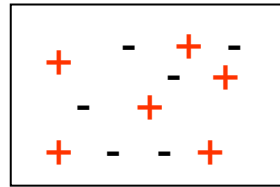
+ (càrregues positives, protons)

- (càrregues negatives, electrons)

SITUACIÓ INICIAL

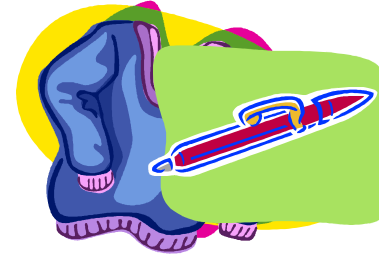


Jersei neutre  
(5 + | 5 -)

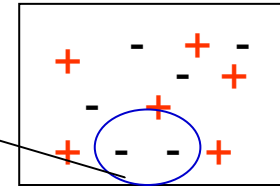
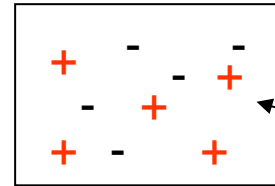


bolígraf neutre  
(6 + | 6 -)

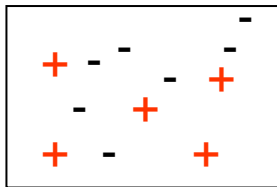
FREGUEM EL JERSEI I EL BOLÍGRAF



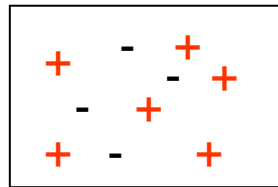
Al fregar alguns electrons del bolígraf passen al jersei.



SITUACIÓ FINAL



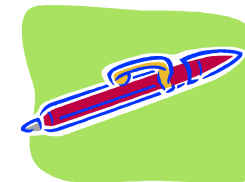
(5 + i 7 -)  
Jersei carregat negativament



(6+ i 4 -)  
Bolígraf carregat positivament



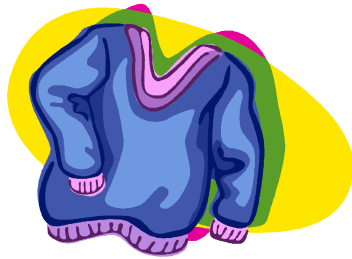
Cos carregat -



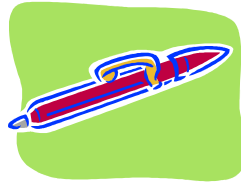
Cos carregat +

Els dos cossos s'atrauen

Quan es dos cossos quedan carregats es poden atraure o repel·lir.

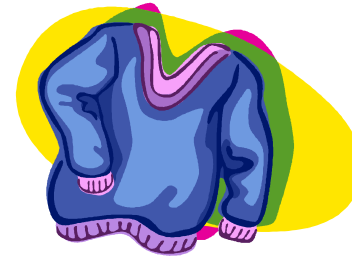


Cos carregat -

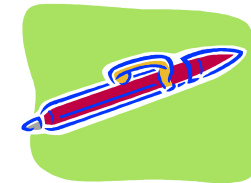


Cos carregat +

**S'atrauen**

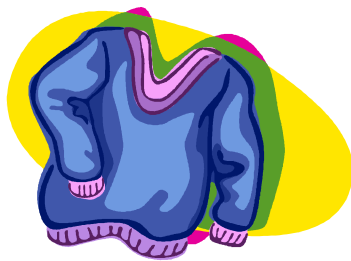


Cos carregat -

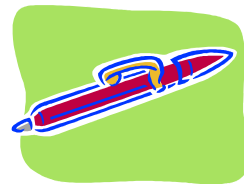


Cos carregat -

**Es repel·len**

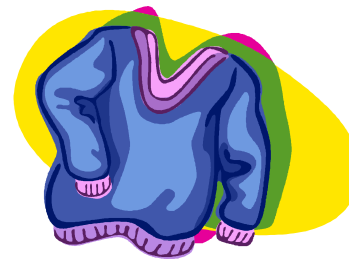


Cos carregat +

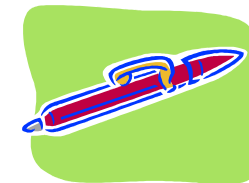


Cos carregat -

**S'atrauen**



Cos carregat +



Cos carregat +

**Es repel·len**

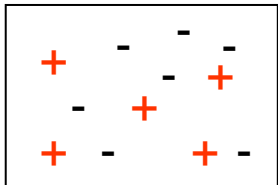
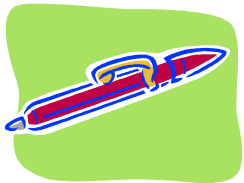


## b) Per contacte

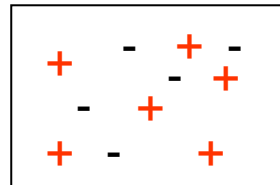
Quan un cos carregat toca a un cos neutre.

El cos carregat traspassa part de la seva càrrega negativa al cos neutre, i aquest queda carregat.

SITUACIÓ INICIAL

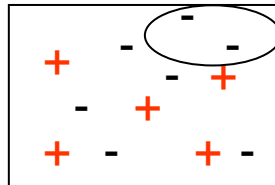
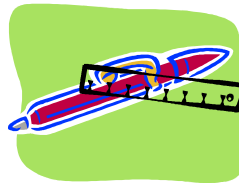


Bolígraf carregat  
negativament  
(5 + i 7 -)

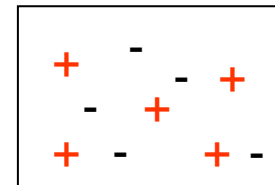
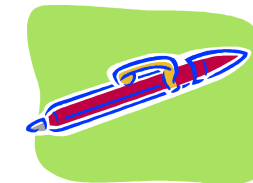
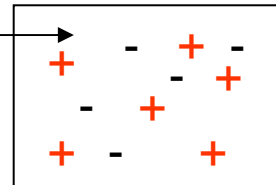


Regle neutre  
(5 + i 5 -)

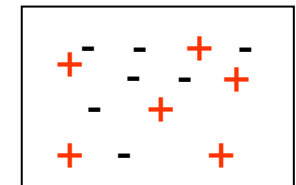
El bolígraf toca el regle



El bolígraf li  
cedeix electrons  
al regle



Bolígraf neutre  
(5 + i 5 -)



Regle  
carregat  
negativament  
(5 + i 7 -)



---

## EN TOT PROCÉS ELÈCTRIC, LA CÀRREGA ELÈCTRICA ES CONSERVA

Com acabem de veure l'electró és la partícula responsable de les propietats elèctriques de la matèria, té una massa molt petita concentrada pràcticament en un punt, per la qual cosa diem que és una càrrega puntual.

*Les càrregues puntuals no han de ser necessàriament electrons, ja que poden ser cossos carregats molt més grans, però considerarem que són puntuals, ja que tota la seva càrrega elèctrica estarà concentrada en un punt.*

ESTUDIEM CÀRREGUES PUNTUALS, TOTA LA CÀRREGA ESTÀ CONCENTRADA EN UN PUNT.

## LA CÀRREGA ELÈCTRICA ESTÀ QUANTITZADA

Un cos carregat no pot tenir qualsevol valor de càrrega, sinó que sempre serà un nombre enter  $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  de  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C (aquet valor es representa per la lletra **e**, càrrega fonamental).

*Ja que els cossos sempre tenen nombres enters de protons i electrons.*

*Suposem un àtom de beril·li té 4 protons i 4 electrons.*

Perd 2 electrons



4 protons i 2 electrons



L'ió beril·li té una càrrega corresponent a  $2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$  C =  $2e$

1 C és una unitat molt gran ja que equivalen a la càrrega que tindrien  $6,24 \cdot 10^{28}$  electrons.

$$1 \text{ Coulomb} \cdot \frac{1 \text{ electró}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ electrons}$$

Per aquest motiu s'utilitzen molt els submúltiples dels coulombs (C):

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \text{ } \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

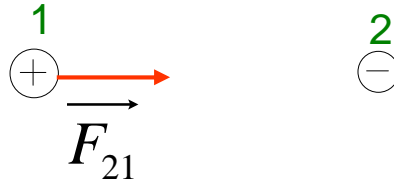
$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$$

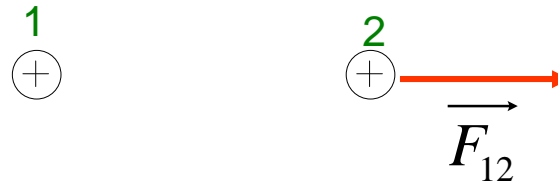
## 7.2. Força elèctrica

A diferència de la força gravitatòria (que sempre és atractiva); la força elèctrica pot ser:

- Atractiva



- repulsiva



$$\vec{F}_{\text{elèctrica}} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}$$

K (constant elèctrica en l'aire o en el buit) =

$$9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$\epsilon_0$  (permitivitat del medi en l'aire o en el buit) =

$$8,84 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N m}^2}$$

$$\vec{F}_{\text{elèctrica}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}$$

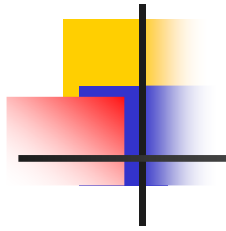
Per tant les forces elèctriques depenen del medi on es troben les càrregues puntuals. Normalment les càrregues puntuals es troben en l'aire o en el buit i podem fer servir directament.

$$\vec{F}_{\text{elèctrica}} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u} \quad K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2}$$

On les forces elèctriques són més grans es quan les càrregues estan en l'aire o en el buit.

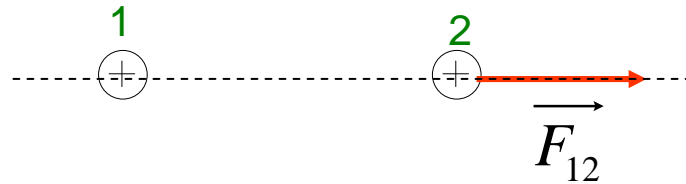
La permitivitat de l'aigua és  $\epsilon = 81 \epsilon_0$  (81 vegades més gran que en l'aire o en el buit), per tant la constant elèctrica és 81 vegada inferior que en el buit o en l'aire. Així doncs, la força elèctrica queda minvada unes 81 vegades respecte de l'aire o el buit

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon} = \frac{1}{4\pi 81\epsilon_0} \quad \vec{F}_{\text{elèctrica}} = \frac{1}{4\pi 81\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}$$



$$\vec{F}_{\text{elèctrica}} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}$$

- La força elèctrica té la direcció de la recta unió de les dues càrregues.

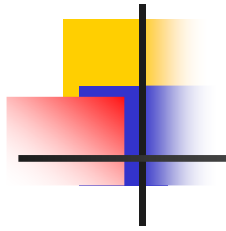


- Si les dues càrregues tenen el mateix, la força elèctrica i el vector unitari tenen el mateix sentit

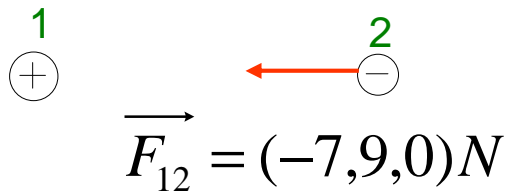


- Si les dues càrregues són de signe contrari, la força elèctrica i el vector unitari tenen sentit oposat.





- Si treballem en mòdul la fórmula utilitzada sempre és  $F_{\text{elèctrica}} = K \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2}$



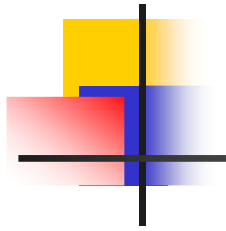
El mòdul 7,9 N, direcció x i sentit esquerra

**Problema 1.** En l'àtom d'hidrogen, l'electró està separat del protó per una distància mitja de  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m. Calcula la força gravitatòria existent entre un protó i un electró i la força elèctrica.



$$\vec{F}_{\text{gravitatòria}} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \frac{1,76 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}{(5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 3,81 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$





**Problema 1.** En l'àtom d'hidrogen, l'electró està separat del protó per una distància mitja de  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m. Calcula la força gravitatòria existent entre un protó i un electró i la força elèctrica.

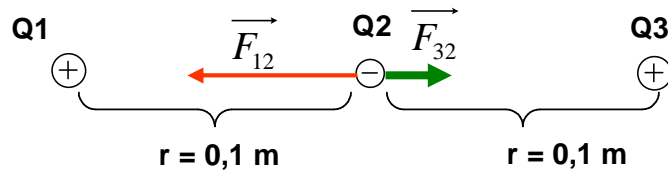


$$F_{\text{gravitatòria}} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \frac{1,76 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}{(5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 3,81 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

$$F_{\text{elèctrica}} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{(5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 8,19 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

Com és lògic la força gravitatòria és pràcticament inexistent, ja que les masses són molt petites, en canvi la força elèctrica (encara que les càrregues siguin més petites) sí que és important.

**Problema 2.** Tres càrregues puntuals  $Q_1 = 5 \mu\text{C}$ ,  $Q_2 = -3 \mu\text{C}$  i  $Q_3 = 2 \mu\text{C}$ . Troba la força que rep la càrrega  $Q_2$ .



Com totes les forces tenen la mateixa direcció, treballaré en mòduls  $F_{\text{elèctrica}} = K \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2}$

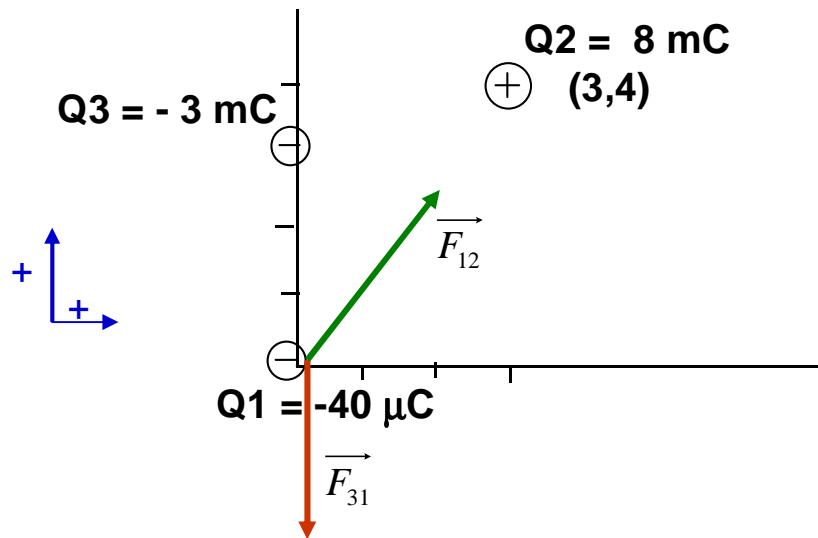
$$F_{12} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0,1 \text{ m})^2} = 13,5 \text{ N} \quad \vec{F}_{12} = (-13,5, 0) \text{ N}$$

$$F_{32} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0,1 \text{ m})^2} = 9 \text{ N} \quad \vec{F}_{32} = (5,4, 0) \text{ N}$$

$$\vec{F}_{\text{Total},2} = (-13,5, 0) + (5,4, 0) \text{ N} = (-8,1, 0) \text{ N}$$

La força val 8,1 N, la direcció x i sentit esquerra

**Problema 3.** Calculeu la força resultant que actua sobre la càrrega Q1 deguda al sistema de càrregues representat a la figura, suposant que el medi és el buit.



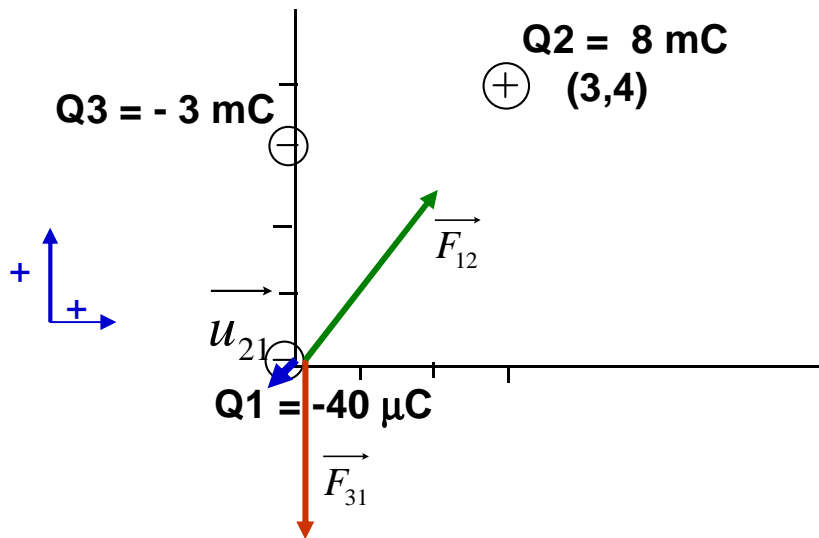
$$\vec{F}_{Total,1} = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21}$$

$$F_{31} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ C} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(3 \text{ m})^2} = 120 \text{ N}$$

$$\vec{F}_{31} = (0, -120) \text{ N}$$

$$\vec{F}_{12} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}_{12}$$

**Problema 3.** Calculeu la força resultant que actua sobre la càrrega Q1 deguda al sistema de càrregues representat a la figura, suposant que el medi és el buit.



$$\vec{F}_{21} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}_{21}$$

1. Busquem el vector  $\vec{r}_{21}$

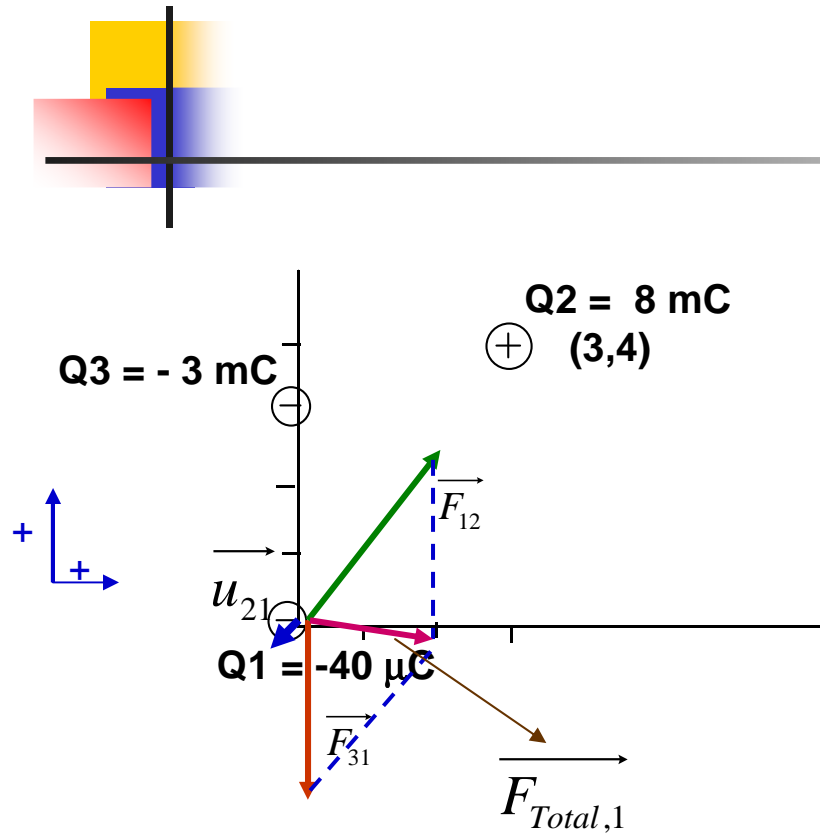
$$\vec{r}_{21} = (0,0) - (3, 4) = (-3, -4)$$

2. Busquem el mòdul del vector

$$|\vec{r}_{21}| = \sqrt{(-3)^2 + (-4)^2} = \sqrt{25} = 5$$

3. Busquem el vector unitari  $\vec{u}_{21}$ , és el vector unitari al vector  $\vec{r}_{21}$

$$\vec{u}_{21} = \frac{\vec{r}_{21}}{|\vec{r}_{21}|} = \frac{(-3, -4)}{5} = (-3/5, -4/5) = \boxed{(-0,6, -0,8)}$$



$$\vec{F}_{21} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}_{21}$$

4. Busquem el vector  $\vec{F}_{21}$

$$\vec{F}_{21} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ C} \cdot (-40 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{(5 \text{ m})^2} (-0,6, -0,8)$$

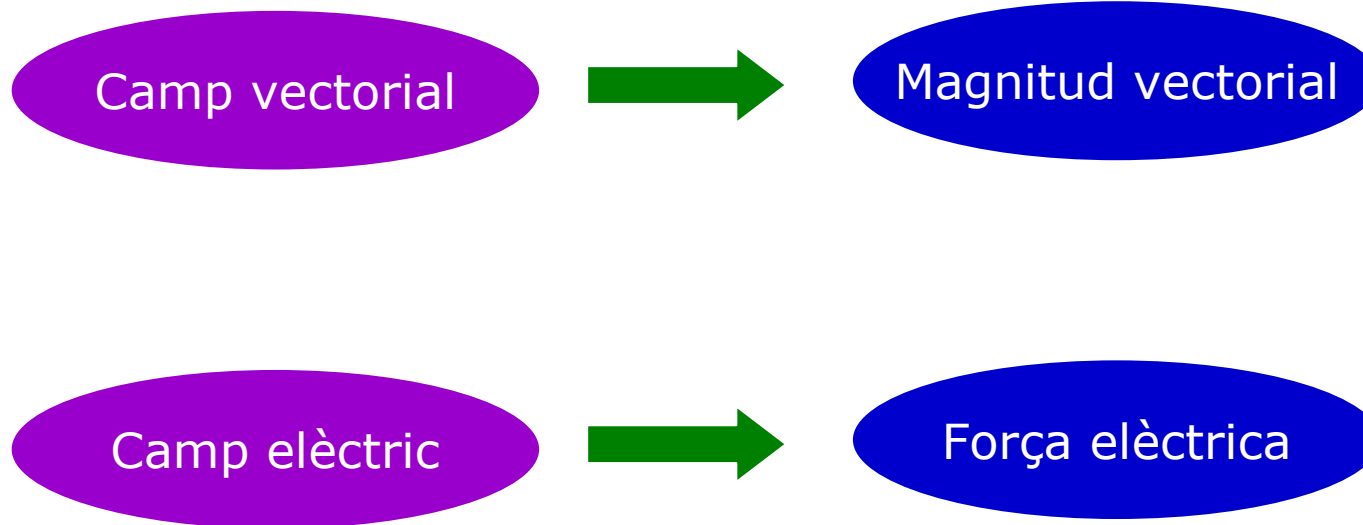
$$\vec{F}_{21} = -115,2 (-0,6, -0,8) = (69,12, 92,16) \text{ N}$$

4. Busquem el vector

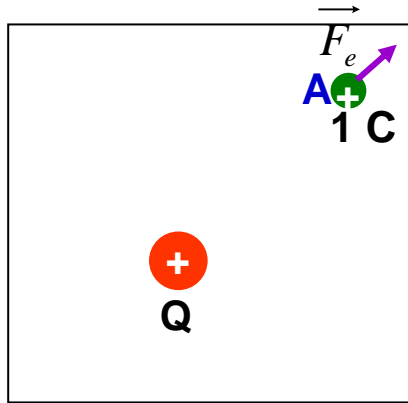
$$\vec{F}_{Total,1} = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21} = (0, -120) + (69,12, 92,16) \text{ N} = (69,12, -27,84) \text{ N}$$

### ***7.3. Intensitat del camp elèctric i línies de camp***

Ja hem explicat que un camp físic és una regió de l'espai on hi ha present una magnitud física.

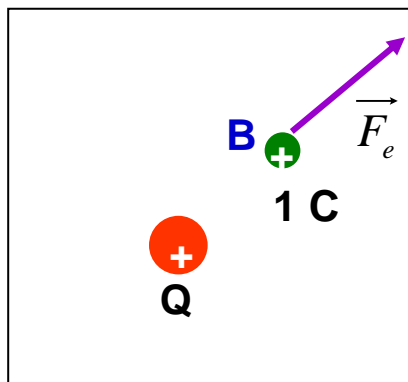


Un camp elèctric és una regió de l'espai on hi ha presents forces elèctriques.



La càrrega  $Q$  crea un camp elèctric.

Com ho sé? Només ho puc saber col·locant una càrrega prova  $q = 1\text{ C}$ , i veure si rep o no la força elèctrica que fa  $Q$  sobre  $1\text{ C}$ .



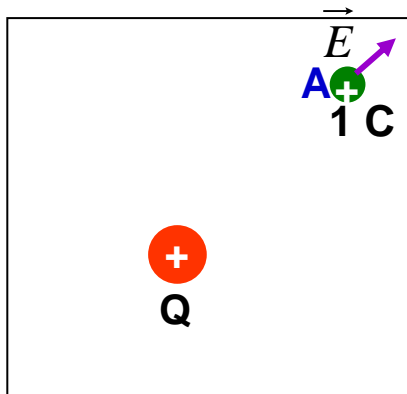
En cada punt del camp elèctric, la força elèctrica (magnitud física que es mesura) és diferent.

El valor del camp elèctric, rep el nom

d'INTENSITAT DEL CAMP ELÈCTRIC  $\vec{E}$

Matemàticament:  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  La intensitat del camp elèctric és la relació entre la força elèctrica i la càrrega que rep aquesta força.

Unitats N/C



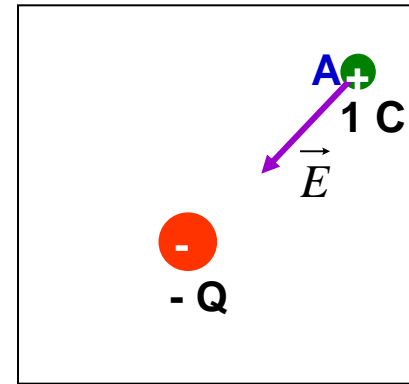
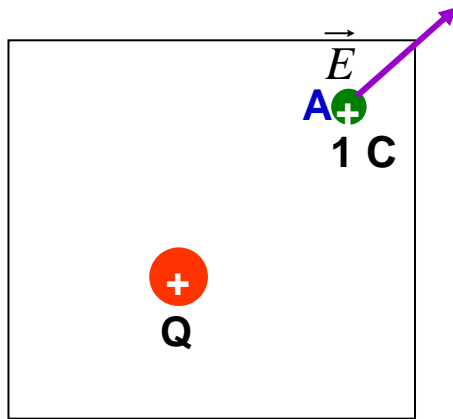
**IMPORTANT:** Diferenciar entre qui crea el camp elèctric (càrrega Q) i qui sent aquest camp elèctric (càrrega q)



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Com dibuixem el vector intensitat del camp elèctric?

Dibuixant el vector força elèctrica si imaginem que en aquell punt col·loquem una càrrega 1 C.



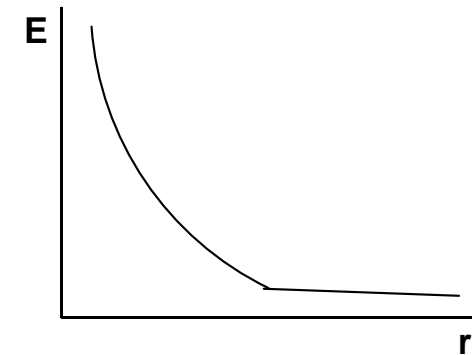
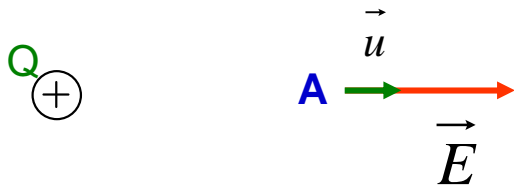
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$\vec{E} = \frac{K \frac{Qq}{r^2} \vec{u}}{q}$$

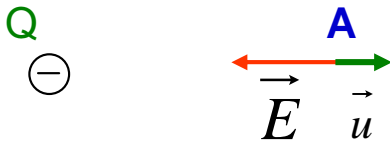
$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}$$

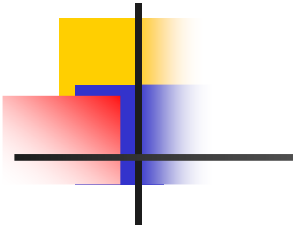
Aquesta expressió ens indica que la intensitat del camp elèctric disminueix amb el quadrat de la distància.

- Com passava amb la força elèctrica, si la càrrega és positiva  $\vec{E}$  té la mateixa direcció i sentit que el vector unitari.



- Com passava amb la força elèctrica, si la càrrega és negativa  $\vec{E}$  té la mateixa direcció i sentit que el vector unitari.

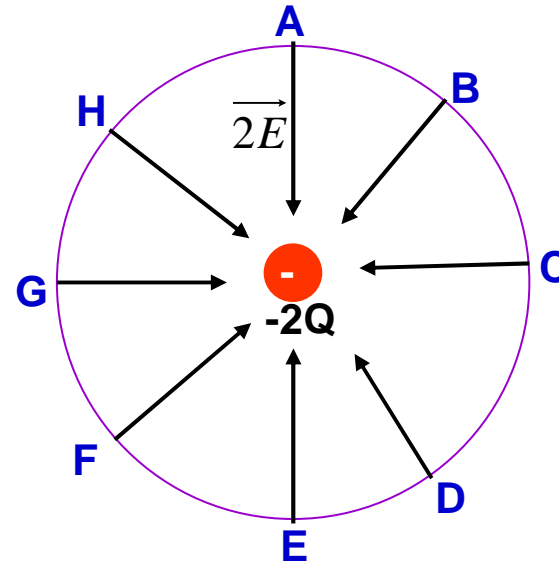
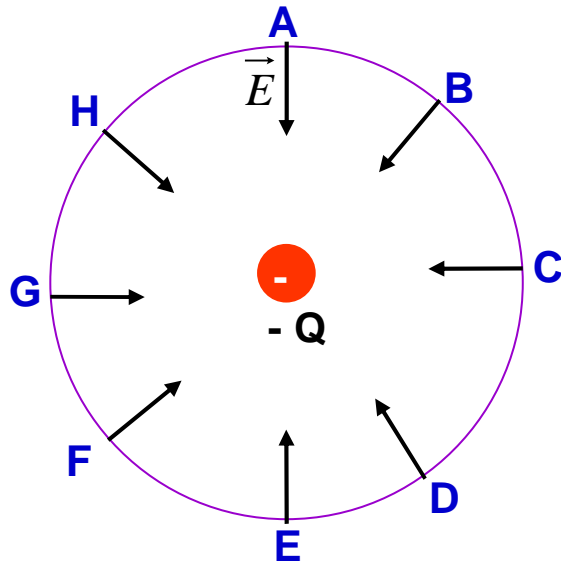




$$\vec{E} = \frac{F}{q}$$

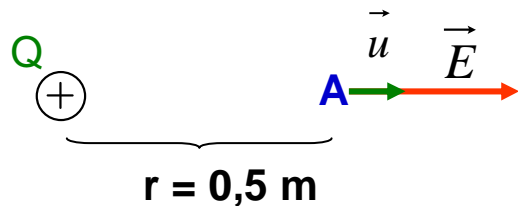
$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}$$

El camp elèctric és un vector. Com es representa? He d'imaginar que en el punt on vull saber quan val el camp elèctric col·loco una càrrega de prova d'1 C i representem la força que rep aquesta càrrega de prova.



**Problema 4.** Una càrrega puntual de  $20 \mu\text{C}$  es troba a l'esquerra d'un punt A, a una distància de 50 cm.

a) Dibuixeu el camp al punt A i calculeu-lo.



$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}$$

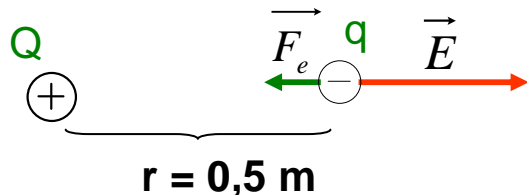
Podem treballar en mòdul

$$E = K \frac{|Q|}{r^2}$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{20 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0,5 \text{ m})^2} = 7,2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

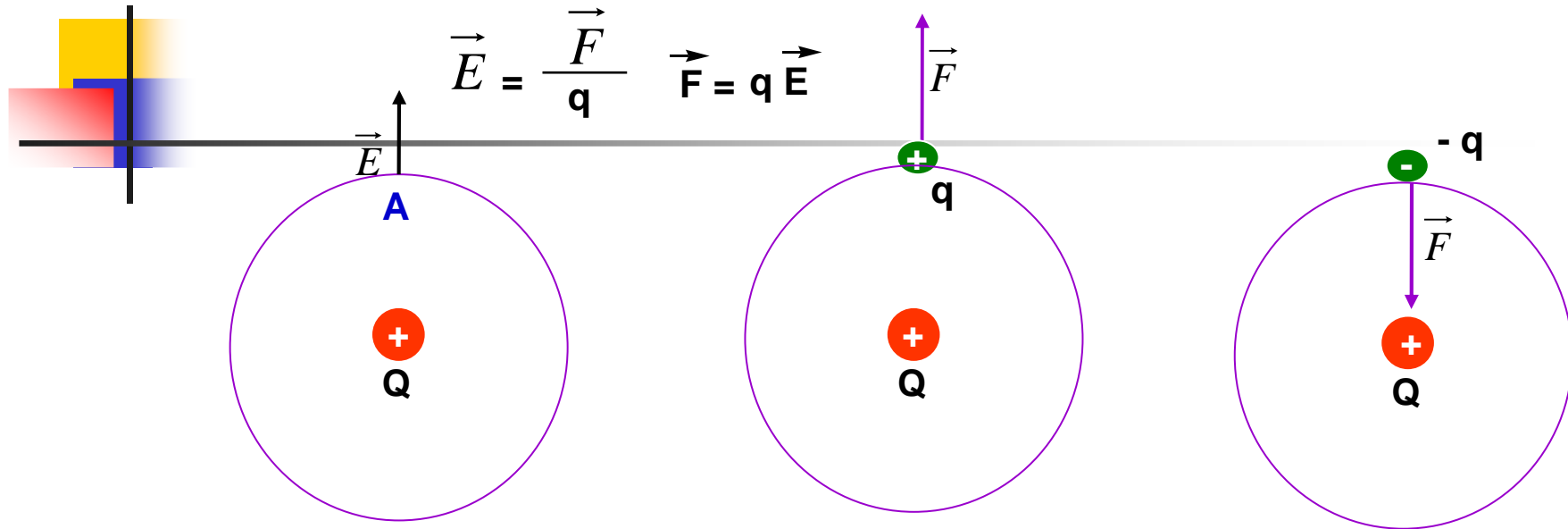
Direcció x i dirigit cap a la dreta.

b) Quina força rep una càrrega de  $-5 \mu\text{C}$  situada a A? Representeu-la en el mateix dibuix.

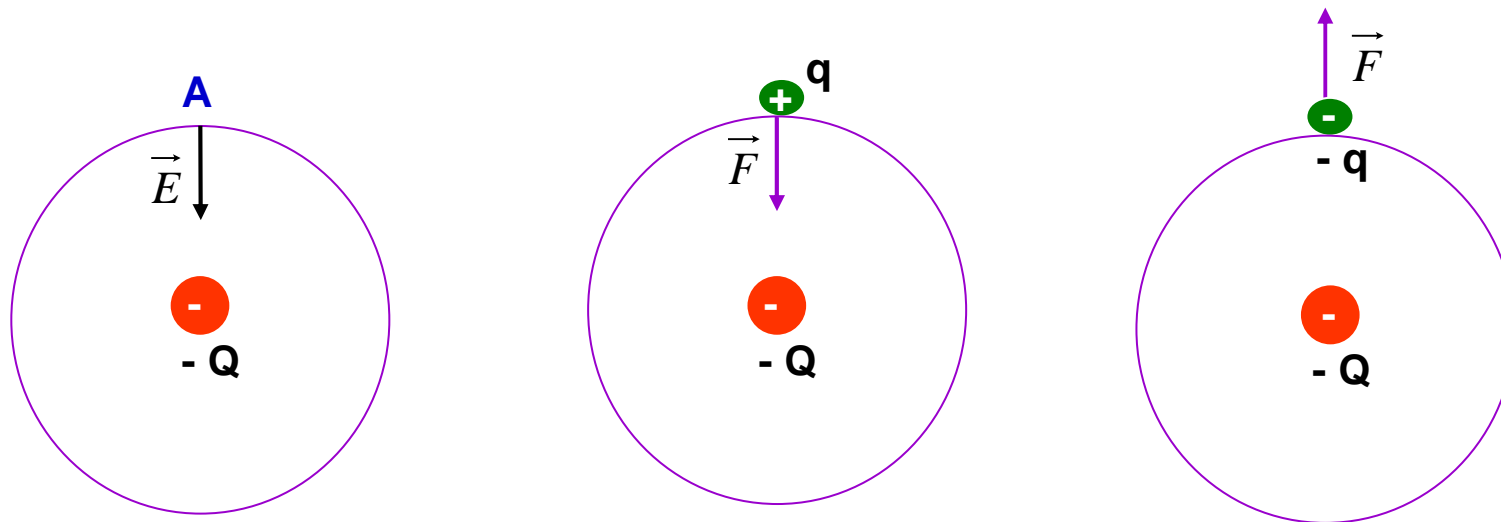


$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \vec{F} = q \vec{E}$$

$$\vec{F} = -5 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot (7,2 \cdot 10^5 \text{ N/C}, 0) = (-3,6, 0) \text{ N}$$



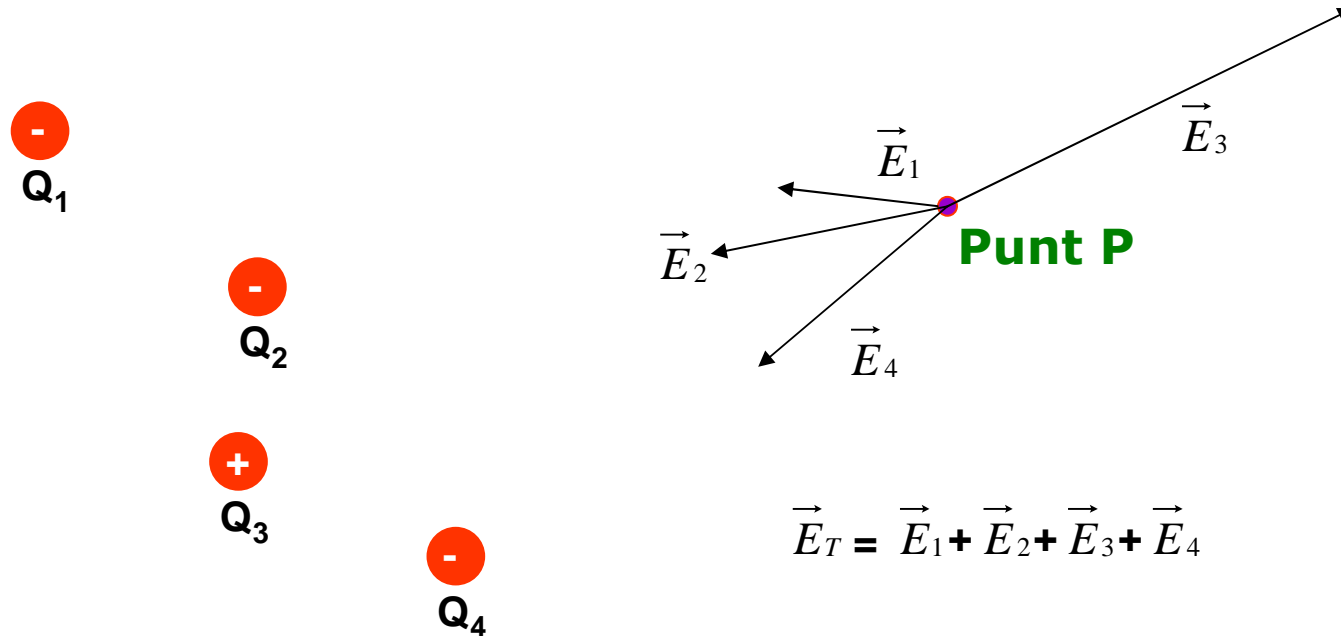
- Si la càrrega que col·loquem en el punt és positiva, la força elèctrica i el vector intensitat del camp elèctric tenen la mateixa direcció i sentit.
- Si la càrrega que col·loquem en el punt és negativa, la força elèctrica i el vector intensitat del camp elèctric tenen la mateixa direcció però sentit oposat.



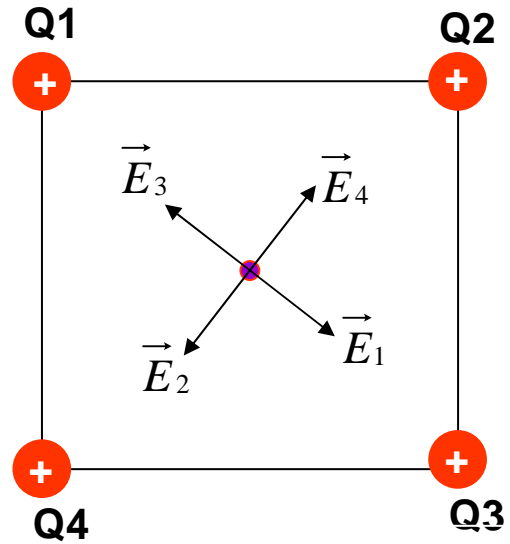
## *Camp elèctric creat per una distribució de càrregues puntuals.*

Per determinar la intensitat del camp elèctric d'una distribució de càrregues puntuals s'aplica el principi de superposició.

**Principi de superposició:** la intensitat de camp elèctric originada per una distribució de càrregues en un punt de l'espai és la suma vectorial de les intensitats de camp que creen cadascuna de les càrregues puntuals separadament.

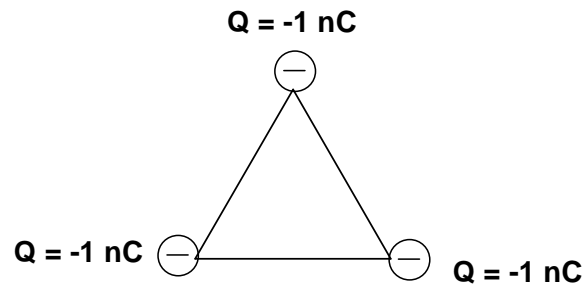


Situem quatre càrregues positives i iguals,  $Q$ , als vèrtexs d'un quadrat de 10 cm de costat. Determineu el camp elèctric al centre del quadrat?

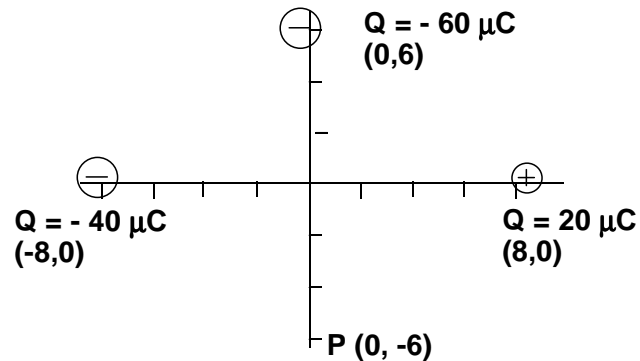


$$\vec{E}_T = 0 \text{ N/C}$$

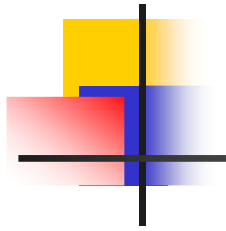
**Problema 5.** Calculeu el camp elèctric en el centre del triangle equilàter de costat 3 m.



**Problema 6.** Si tenim una distribució de càrregues com la representada a la figura, calculeu el camp en P. Si en aquest punt situem una càrrega de valor 7 mC, calculeu la força que rep.







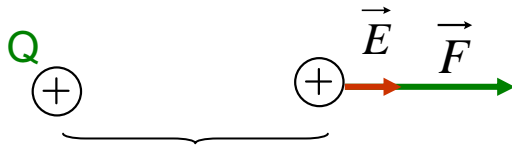
### Resum del que ja s'ha estudiat

$$\vec{F}_e = K \frac{Qq}{r^2} \vec{u}$$

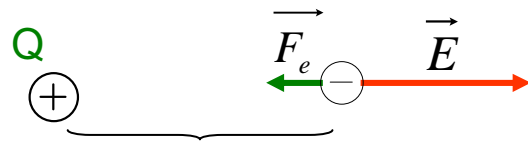
$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}$$

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

**(2,4) = 2 (1,2) Tenen la mateixa direcció i el mateix sentit**



**(- 2,- 4) = - 2 (1,2) Tenen la mateixa direcció i sentit oposat**

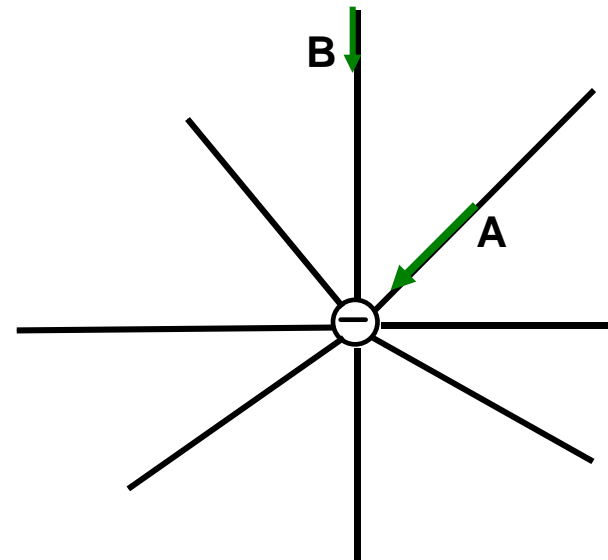
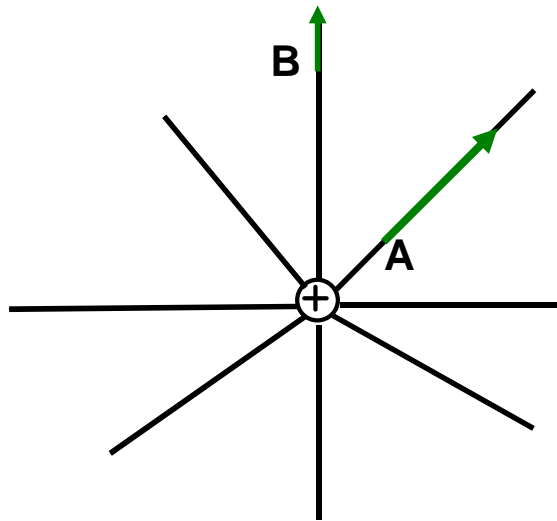




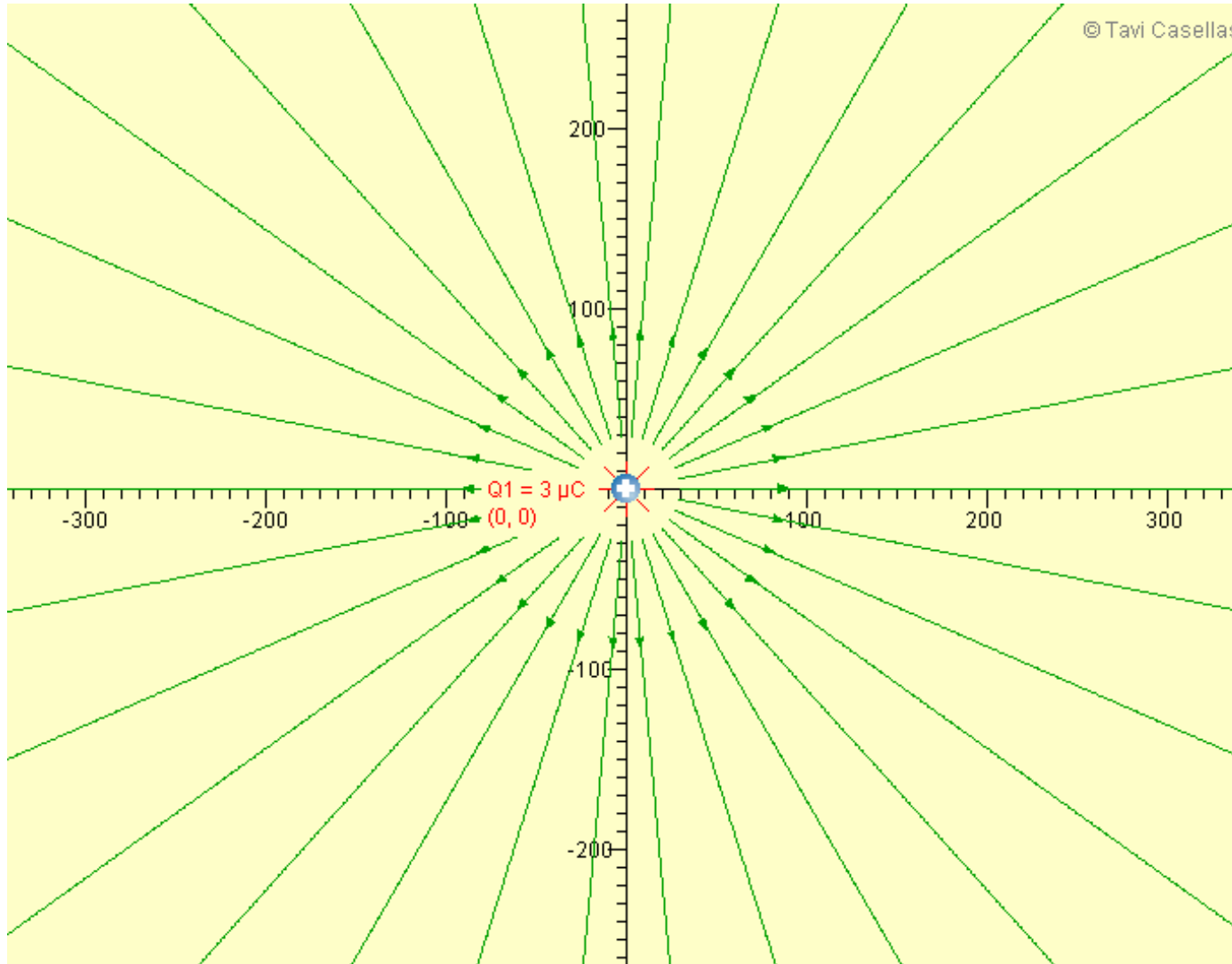
## Línies de camp

Les línies de camp es fan servir per dibuixar el vector intensitat del camp elèctric  $\vec{E}$ .

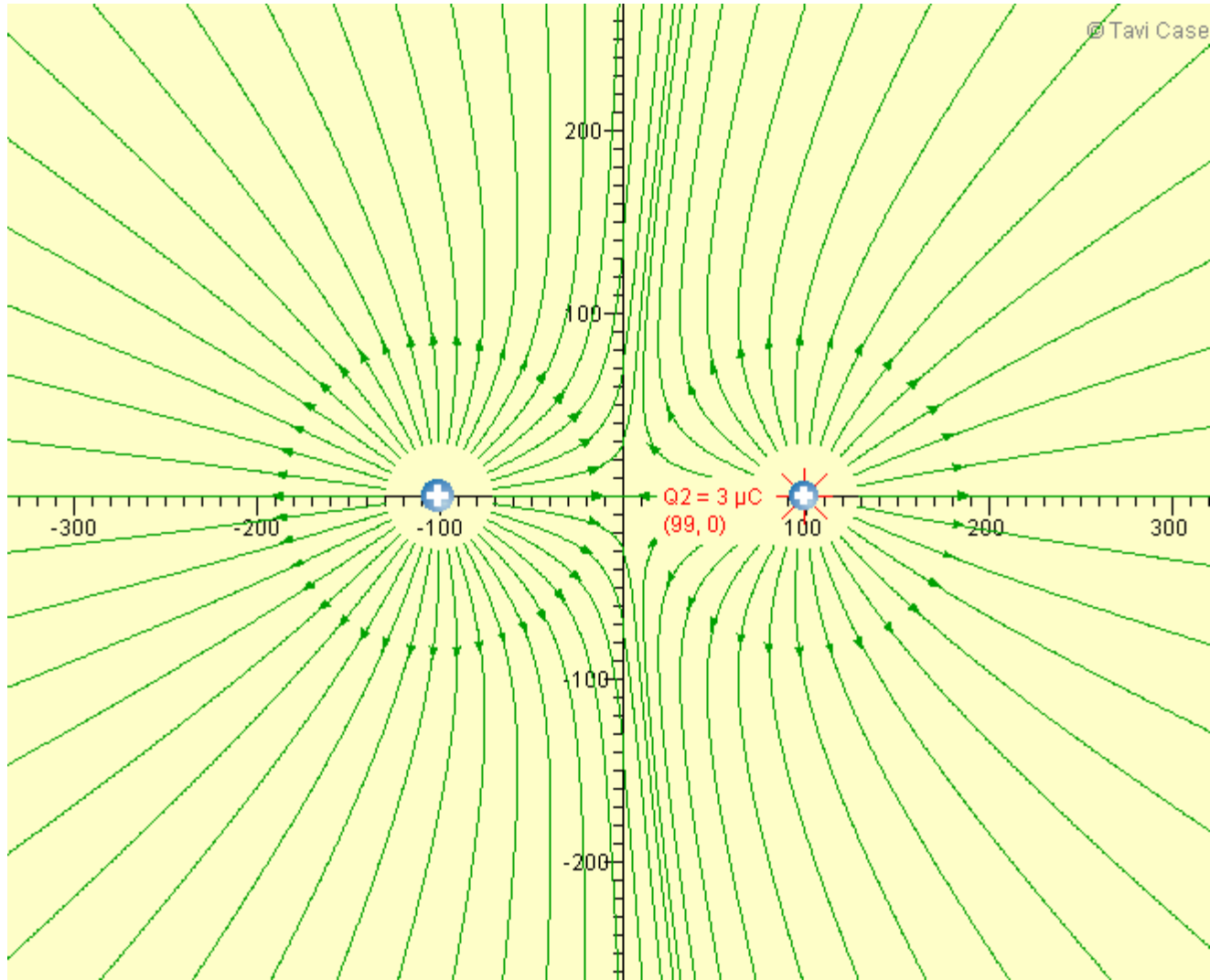
- La **direcció** es determina traçant la recta tangent a la línia de camp que passa per aquest punt.
- El **mòdul** es representa per la densitat de línies que hi ha en el punt.



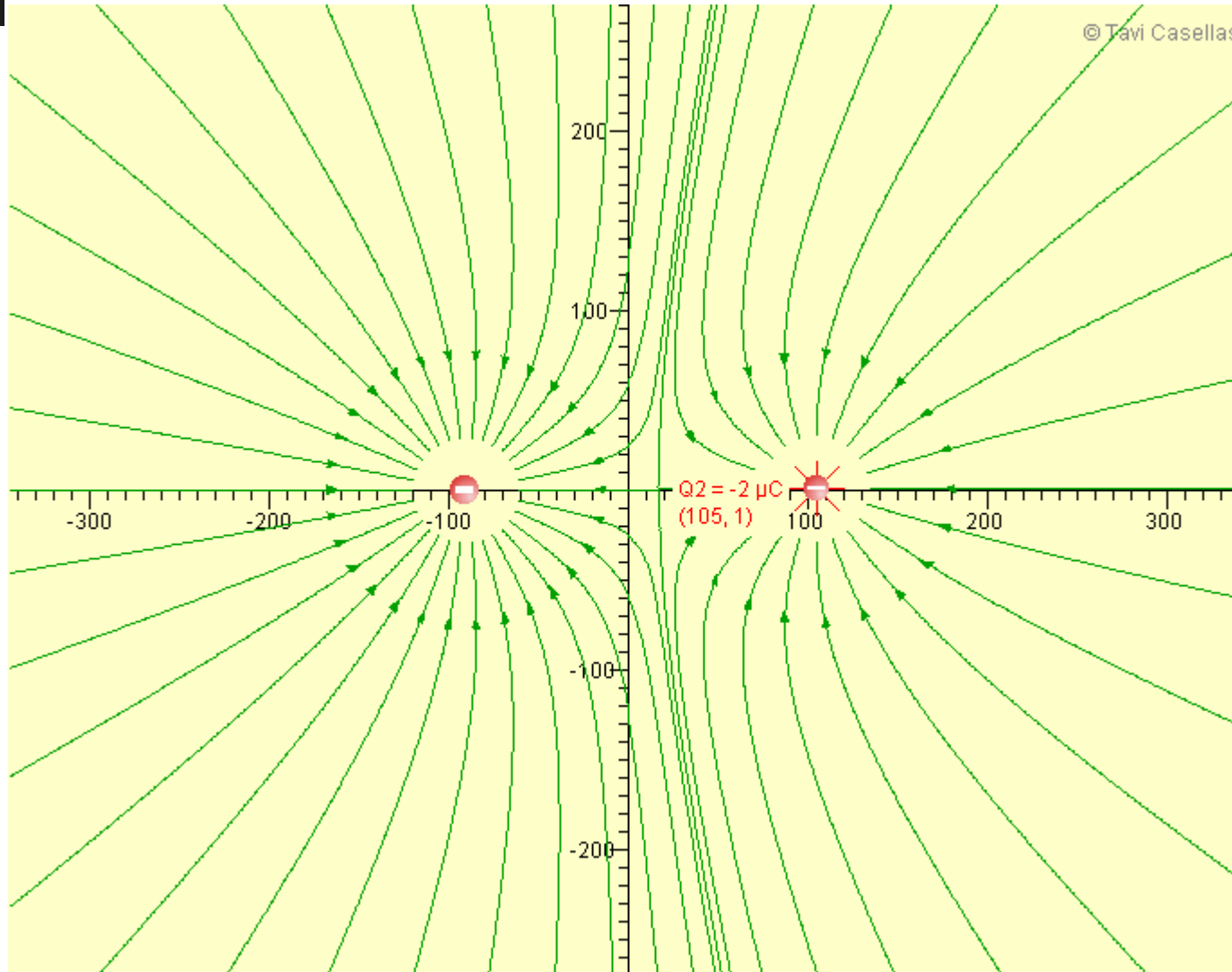
## *Línies de camp d'una càrrega positiva*



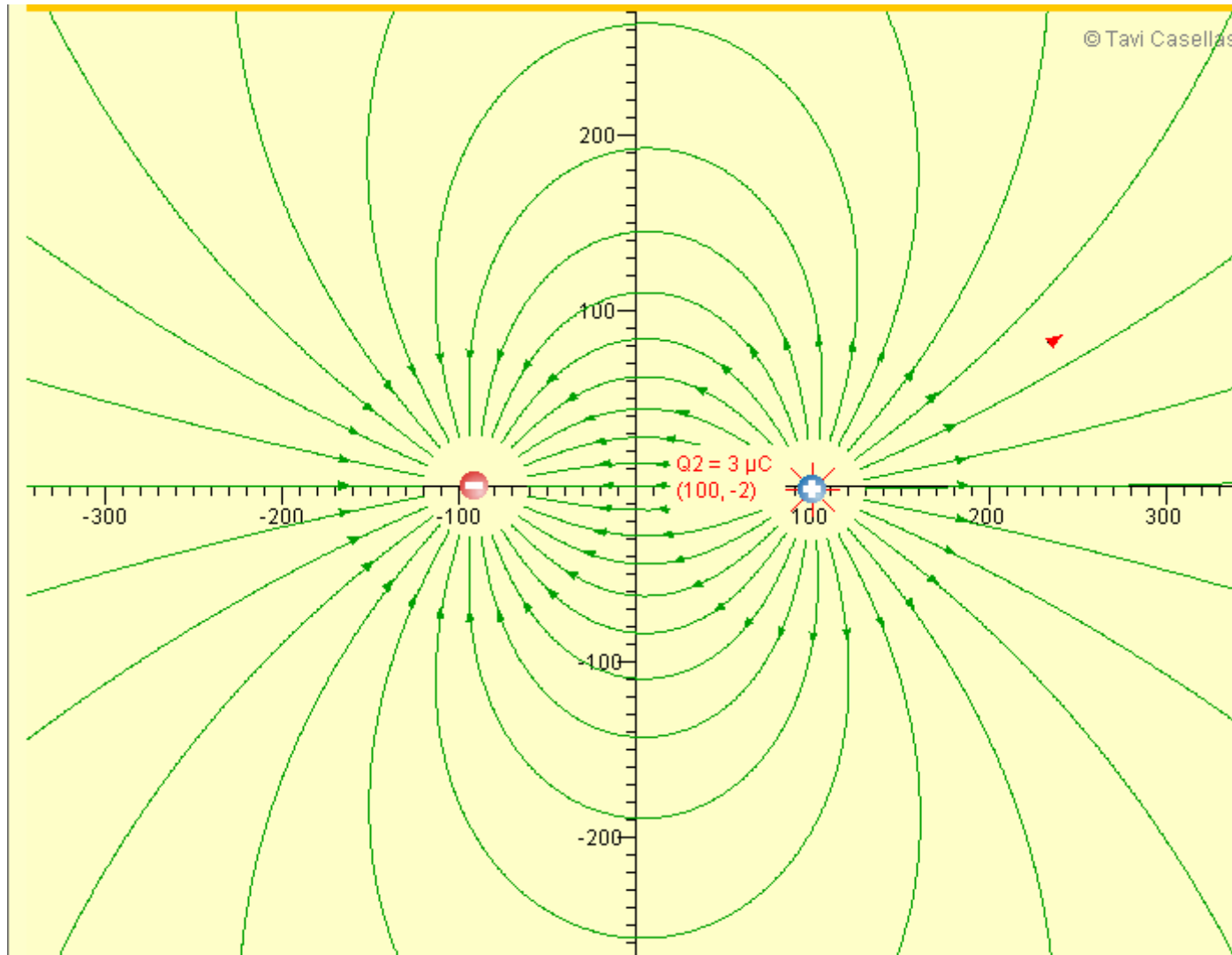
## *Línies de camp de dues càrregues positives*



## *Línies de camp de dues càrregues negatives*



## *Línies de camp d'una càrrega positiva i una negativa*

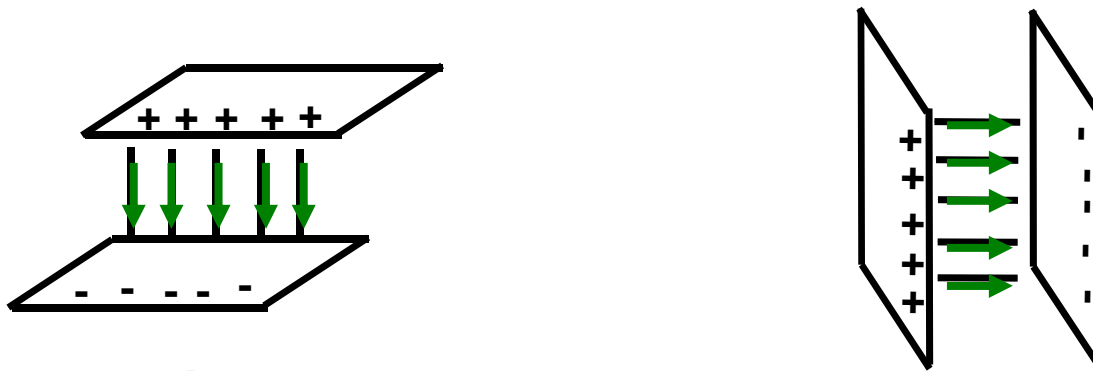


## Com podem aconseguir un camp uniforme $\vec{E}$ ?

$\vec{E}$  Un camp constant en mòdul, direcció i constant

El podem aconseguir a l'interior d'un condensador.

Què és? Son dues plaques metàl·liques un càrregada positivament i l'altre negativament, que es trobem separades per una distància molt petita.

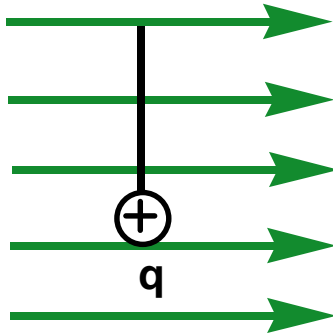


$$\vec{E}_{Total} = \vec{E}_{placapositiva} + \vec{E}_{placanegativa}$$

## 7.8. Aplicacions de la desviació de partícules carregades movent-se en el si de camps elèctrics uniformes

Imaginem que tenim un camp elèctric uniforme dirigit cap a la dreta.

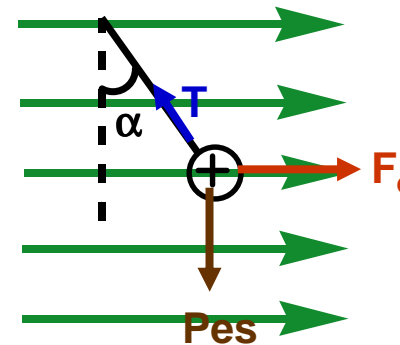
$$\vec{E} = (0,5, 0) \text{ N/C} ; E = 0,5 \text{ N/C}$$



Ara en aquest camp introduïm un pèndol carregat positivament. Cap on es mourà? Cap on va la força elèctrica?

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

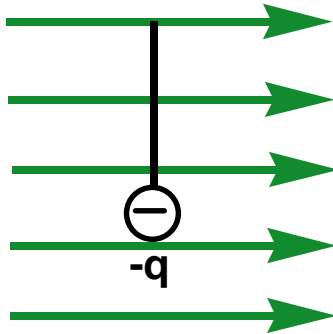
El pèndol es mourà cap a la dreta, degut a la força elèctrica que actua sobre ell, i romandrà en equilibri.





Imaginem que tenim un camp elèctric uniforme dirigit cap a la dreta.

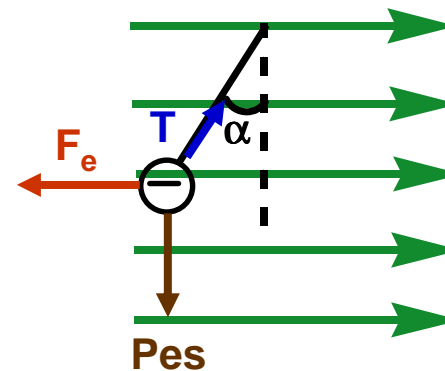
$$\vec{E} = (0,5, 0) \text{ N/C} ; E = 0,5 \text{ N/C}$$



Ara en aquest camp introduïm un pèndol carregat negativament. Cap on es mourà? Cap on va la força elèctrica?

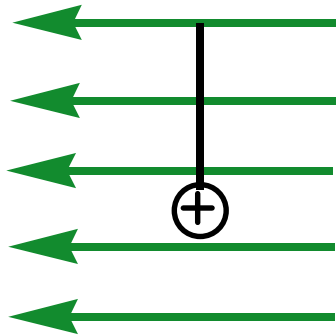
$$\vec{F} = q \vec{E}$$

El pèndol es mourà cap a l'esquerra, degut a la força elèctrica que actua sobre ell, i romandrà en equilibri.



Imaginem que tenim un camp elèctric uniforme dirigit cap a l'esquerra.

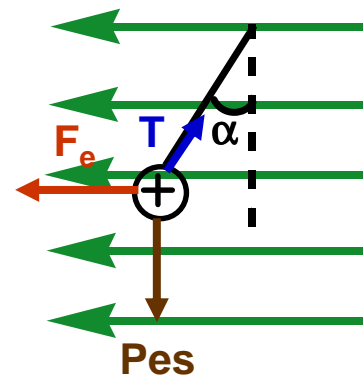
$$\vec{E} = (-0,5, 0) \text{ N/C} ; E = 0,5 \text{ N/C}$$



Ara en aquest camp introduïm un pèndol carregat negativament. Cap on es mourà? Cap on va la força elèctrica?

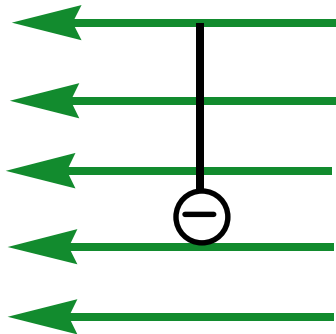
$$\vec{F} = q \vec{E}$$

El pèndol es mourà cap a l'esquerra, degut a la força elèctrica que actua sobre ell, i romandrà en equilibri.



Imaginem que tenim un camp elèctric uniforme dirigit cap a l'esquerra.

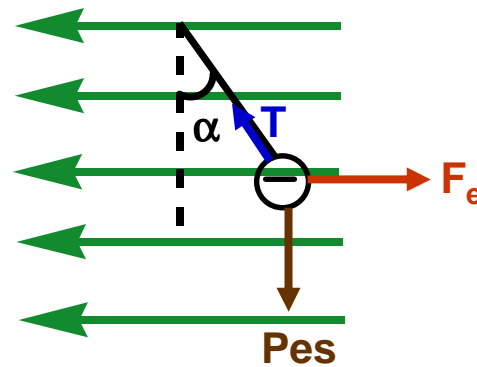
$$\vec{E} = (-0,5, 0) \text{ N/C} ; E = 0,5 \text{ N/C}$$



Ara en aquest camp introduïm un pèndol carregat positivament. Cap on es mourà? Cap on va la força elèctrica?

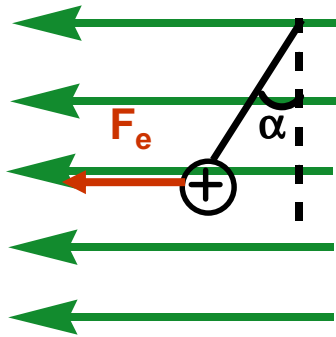
$$\vec{F} = q \vec{E}$$

El pèndol es mourà cap a la dreta, degut a la força elèctrica que actua sobre ell, i romandrà en equilibri.

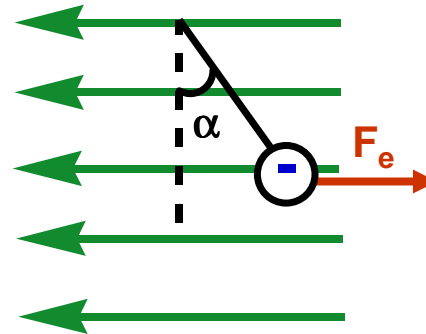


$$\vec{F} = q \vec{E}$$

Un pèndol càrregat positivament s'introdueix en un camp elèctric i es desvia cap a l'esquerra. En quin sentit va el camp elèctric?

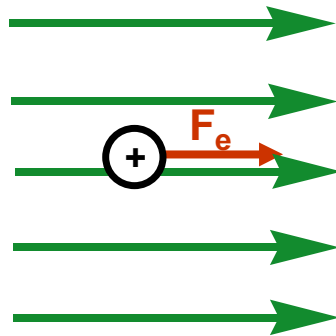


Quina és la càrrega del pèndol?



## *Partícules que es mouen en el si d'un camp elèctric*

Imaginem un camp elèctric constant, i col·loquem en el seu interior una càrrega (negligim els efectes gravitatoris).



La càrrega es mourà cap a la dreta.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_e = m a$$

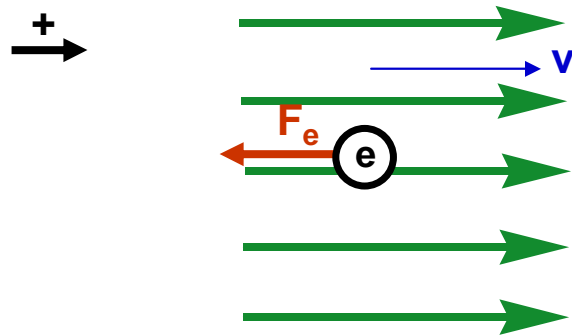
Amb aquesta fórmula es veu que quan col·loquem partícules dins d'un camp elèctric es mouen amb acceleració diferent depenent de la seva relació  $q/m$ .

$$q E = m a$$

$$a = \frac{q}{m} E$$

Thomson va descobrir la relació  $q/m$  de l'electró introduint-los en un camp elèctric.

**Problema 7.** Un electró es projecta en un camp elèctric uniforme 1000 N/C amb una velocitat inicial de  $2 \cdot 10^6$  m/s en la direcció i sentit del camp. Quina distància recorrerà l'electró abans de què momentàniament quedi en repós?.



L'electró s'està movent cap a la dreta, però com la força elèctrica actua cap a l'esquerra el frenarà.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$- F_e = m a$$

$$- |q_e| E = m a$$

$$- 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ N/C} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot a$$

$$a = - 1,756 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$$

MRUA

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 a \Delta x \longrightarrow 0 - (2 \cdot 10^6 \text{ m/s})^2 = 2 (-1,756 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2) \Delta x; \quad \Delta x = 0,0114 \text{ m} = \mathbf{1,14 \text{ cm}}$$