

PROBLEMAS DE CARGAS PUNTUALES

Ejemplos de resolución con la hoja de cálculo: «[ElectroEs.ods](#)».

● Comienzo

Cuando se ejecute la hoja de cálculo, haga clic con el ratón en el botón [Activar macros](#).

Mantenga pulsada la tecla «Ctrl» (control) mientras hace clic con el ratón en la celda [Enunciado](#), situada en la parte superior derecha, o haga clic con el ratón en la pestaña [Enunciado](#) en la parte inferior.

Si necesita ayuda más detallada, mantenga pulsada la tecla «Ctrl» (control) mientras hace clic con el ratón en la celda [Ayuda](#), situada en la parte superior derecha, o haga clic con el ratón en la pestaña [Ayuda](#) en la parte inferior.

● Datos

Haga clic con el ratón en el botón [Borrar datos](#) y haga clic en el botón [Aceptar](#) del cuadro de diálogo que aparecerá. También puede ir al menú:

Editar → **Seleccionar** → **Seleccionar celdas desprotegidas**, y pulsar la tecla **Supr**.

Se borrarán todos los datos y aparecerán las opciones por defecto.

Elija las magnitudes y unidades en las celdas de color salmón y borde rojo. [\[Celda\]](#).

Haga clic con el ratón en la celda de color salmón, clic con el ratón en la flecha hacia abajo que está a su derecha: [\[Celda\]](#) y elija la opción correspondiente.

Escriba los datos en las celdas de color blanco y borde azul.

Haga clic con el ratón en la celda de color blanco y borde azul [\[Celda\]](#) y escriba el dato.

Puede poner un valor en notación científica:

- Escribiendo en formato científico de la hoja de cálculo. P. ej.: 3E8 (que se verá como 3,00E+08).
- Escribiendo en formato de texto. P. ej.: 3·10⁸.
- Seleccionando el valor en otro documento, copiándolo (Ctrl+C) y pegándolo (Ctrl+Alt+⇧+V) en la celda.

Por ejemplo, 3,00·10⁻⁹, suponiendo que tiene 3 cifras significativas.

En el primer caso escriba: 3E-9. En la celda aparecerá: [\[Celda\]](#) 3,00E-09

En el segundo caso escriba 3,00 ·10^{- 9} . En la celda aparecerá: [\[Celda\]](#) 3,00·10^{- 9}.

Borre el espacio entre «⁻» y «⁹» y el espacio final: [\[Celda\]](#) 3,00·10⁻⁹.

Los superíndices pueden escribirse pulsando juntas las teclas Mayúscula y ^ (⇧+^) antes de cada cifra o signo, y un espacio detrás.

Para obtener el punto de multiplicación «·» pulse juntas las teclas Mayúscula y 3 (⇧+3).

Si ese número ya estaba en un documento, puede copiar y pegar:

1. Selecciónelo, haciendo clic con el ratón al principio del número y arrastrando el ratón hasta el final.
2. Cópielo, pulsando juntas las teclas Control y C (Ctrl+C), o elija en el menú **Editar** → **Copiar**.
3. Haga clic en la celda de color blanco y borde azul.
4. Péguelo, pulsando juntas las teclas Control, Alt, Mayúscula y V (Ctrl+Alt+⇧+V), o elija en el menú **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar texto sin formato**.

● Resultados

En la página «Enunciado», donde ha escrito los datos, ya aparecen los resultados. Si quiere consultar las ecuaciones con las que se han calculado, mantenga pulsada la tecla «Ctrl» mientras hace clic con el ratón en el tema ([Campo](#), [Equilibrio](#), [Potencial](#) o [Energía potencial](#)) que contiene la magnitud calculada, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente.

Enunciado	Campo	Equilibrio	Potencial	Energía_Potencial
---------------------------	-----------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------------

[Campo](#): Distancias, vectores unitarios, vector intensidad de campo, fuerza resultante y aceleración.

[Equilibrio](#): Coordenadas del centro geométrico, distancia a cada carga, vector intensidad de campo y valor de la carga que equilibra.

[Potencial](#): Distancias, potenciales eléctricos, trabajo, energía cinética y velocidad.

[Energía potencial](#): Distancias, energía potencial de cada par de cargas y de la distribución.

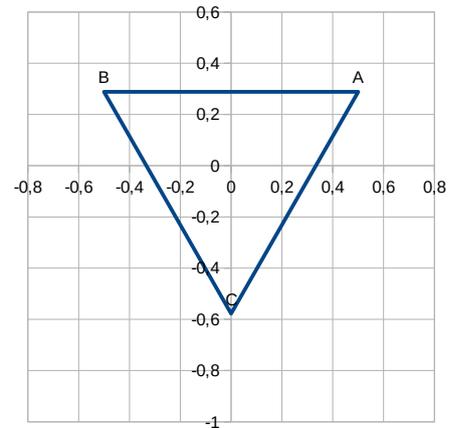
◇ **PROBLEMAS**

1. Tres cargas de $-2,00$, $-2,00$ y $+3,00$ pC se encuentran en los vértices de un triángulo equilátero de $1,00$ nm de lado en un medio (papel) en el que la permitividad eléctrica vale $1,50$. Calcula:
 - a) El campo eléctrico en el punto medio del lado que está situado entre las cargas negativas.
 - b) La fuerza sobre una partícula α situada en ese punto.
 - c) La aceleración de la partícula alfa.
 - d) El trabajo necesario para llevar esa partícula alfa desde ese punto hasta el infinito.
 - e) La velocidad con la que la partícula alfa pasará por el punto medio del triángulo equilátero si, cuando se encontraba en el medio del lado se movía hacia la carga positiva con una velocidad de $43,6 \cdot 10^6$ m/s.
 - f) La energía potencial eléctrica de las cargas fijas en el triángulo equilátero.
- Datos: $K = 9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻²; $m(\alpha) = 4,00$ u; $q(\alpha) = 2,00$ e (Problema modelo)

Cálculo de coordenadas. (Pestaña «Coords»)

Se eligen las coordenadas del centro del triángulo y se hace girar 30° para que el lado AB sea horizontal.

COORDENADAS			
DATOS			
Figura	Triángulo equilátero		
Longitud de lado			1 nm
	x (nm)	y (nm)	
Situar o punto	Centro	0	0 nm
	Girar	30°	
RESULTADOS			
Redondear a	12	cifras decimales	
	Punto	x (nm)	y (nm)
	A	0,500000 000 000	0,288675 134 595
	B	-0,500000 000 000	0,288675 134 595
	C	0,000000 000 000	-0,577350 269 190



Se seleccionan las coordenadas y se copian (Ctrl + C)

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Se hace clic a la derecha de Q_1 y se pegan los valores de las coordenadas (Ctrl+Mayúsc+V y, en Selección, quitar todas las marcas excepto la de Números) o clic en el menú:

Editar → Pegado especial → Pegar solo números

El punto medio del lado opuesto entre las cargas negativas es el punto medio entre A y B, (0, 0,288675 134) Como la coordenada y es la misma que la de la carga Q_1 , puede poner la fórmula «=I3».

Enunciado	Datos: $K = 9,00 \cdot 10^9$	$\epsilon' = 1,5$
Dada la siguiente distribución de cargas, (en pC)		
(coordenadas en nm)		
y los puntos A y B, calcula:		
a) El vector campo eléctrico en el punto A		
b) El vector fuerza sobre una partícula de carga $q = 2$ e		
y masa $m = 4$ u		
situada en ese punto.		

	Coord X (nm)	Coord Y (nm)	Carga (pC)
Q_1	0,5	0,288675 134 595	-2
Q_2	-0,5	0,288675 134 595	-2
Q_3	0	-0,577350 269 190	3
Q_4			

	Coord X (nm)	Coord Y (nm)
A	0	0,288675 134 595

- c) La aceleración de la partícula en ese punto. B
- d) El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde
- e) La velocidad con la que pasa por el punto B si la velocidad en A es $v(A) = \text{43,6} \cdot 10^6$ m/s
- f) La energía potencial del conjunto de cargas fijas

Las cantidades en formato científico pueden escribirse en el formato de hoja de cálculo (43,6E6) o en el habitual (43,6·10⁶). El «punto» anterior al 10 es el punto centrado «·», que se consigue manteniendo pulsada la tecla Mayúsculas mientras pulsa la tecla 3 (↑3), no el punto final «.». También puede usarse el aspa «x», pero no «x»).

Las respuestas pueden verse en las unidades «ajustadas» para no tener que usar potencias de 10

Respuestas		Cifras significativas: <input type="text" value="3"/>		
	Componente x	Componente y	Módulo Unidades	Ajustadas
$\vec{E}(A) =$	0	24,0	24,0 PN/C	
$\vec{F} =$	0	7,69	7,69 mN	
$\vec{a} =$	0	1,16	1,16 Ym/s ²	
$V(A) =$	-27,2	$V(B) =$	-10,4 MV	
		$W(\text{ext. } A \rightarrow \infty) =$	8,72 pJ	
		$W(\text{campo } A \rightarrow B) =$	-5,39 pJ	
$E_c(A) =$	6,31	$E_c(B) =$	0,923 pJ	
		$v(B) =$	16,7 Mm/s	
		$E_p =$	-48,0 μJ	

También pueden verse en las unidades del S. I.

	Componente x	Componente y	Módulo Unidades	S.I.
$\vec{E}(A) =$	0	$2,40 \cdot 10^{16}$	$2,40 \cdot 10^{16}$ N/C	
$\vec{F} =$	0	0,00769	0,00769 N	
$\vec{a} =$	0	$1,16 \cdot 10^{24}$	$1,16 \cdot 10^{24}$ m/s ²	
$V(A) =$	$-2,72 \cdot 10^7$	$V(B) =$	$-1,04 \cdot 10^7$ V	
		$W(\text{ext. } A \rightarrow \infty) =$	$8,72 \cdot 10^{-12}$ J	
		$W(\text{campo } A \rightarrow B) =$	$-5,39 \cdot 10^{-12}$ J	
$E_c(A) =$	$6,31 \cdot 10^{-12}$	$E_c(B) =$	$9,23 \cdot 10^{-13}$ J	
		$v(B) =$	$1,67 \cdot 10^7$ m/s	

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Cálculo del campo electrostático, de la fuerza y de la aceleración

DATOS

$K' = 9,00 \cdot 10^9 / 1,50 = 6,00 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$				
	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (C)	
Q_1	$5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$	
Q_2	$-5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$	
Q_3	0	$-5,77 \cdot 10^{-10}$	$3,00 \cdot 10^{-12}$	
Punto	Coord X (m)	Coord Y (m)	q partícula (C)	masa (kg)
A	0	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$3,20 \cdot 10^{-19}$	$m = 6,64 \cdot 10^{-27}$

ECUACIONES

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

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

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

Ir a...

Introducción

Ayuda

Coordenadas

Enunciado

Equilibrio

Potencial

Energía potencial

Cálculos

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(0 - 5,00 \cdot 10^{-10})^2 + (2,89 \cdot 10^{-10} - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 5,00 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-5,00 \cdot 10^{-10}))^2 + (2,89 \cdot 10^{-10} - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 5,00 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (2,89 \cdot 10^{-10} - (-5,77 \cdot 10^{-10}))^2} = 8,66 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto A

$$E_1 \vec{r} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{(5,00 \cdot 10^{-10})^2} \left(\frac{-5,00 \cdot 10^{-10} \text{ i} + 0 \text{ j}}{5,00 \cdot 10^{-10}} \right) = 4,80 \cdot 10^{16} \text{ i N/C}$$

$$E_2 \vec{r} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{(5,00 \cdot 10^{-10})^2} \left(\frac{5,00 \cdot 10^{-10} \text{ i} + 0 \text{ j}}{5,00 \cdot 10^{-10}} \right) = -4,80 \cdot 10^{16} \text{ i N/C}$$

$$E_3 \vec{r} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot 3,00 \cdot 10^{-12}}{(8,66 \cdot 10^{-10})^2} \left(\frac{0 \text{ i} + 8,66 \cdot 10^{-10} \text{ j}}{8,66 \cdot 10^{-10}} \right) = 2,40 \cdot 10^{16} \text{ j N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto A

$$E \vec{r}(A) = 0 \text{ i} + 2,40 \cdot 10^{16} \text{ j N/C}$$

Módulo

$$|E \vec{r}| = \sqrt{(2,40 \cdot 10^{16})^2} = 2,40 \cdot 10^{16} \text{ N/C}$$

Fuerza resultante sobre la carga en el punto A

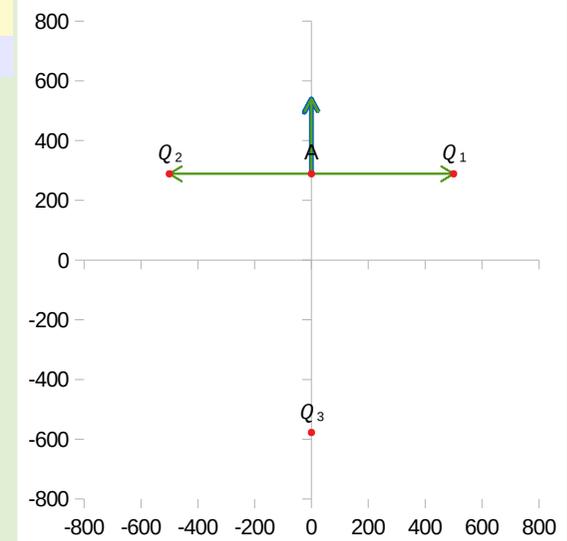
$$F \vec{r} = 3,20 \cdot 10^{-19} \left(0 \text{ i} + 2,40 \cdot 10^{16} \text{ j} \right) = 0 \text{ i} + 0,00769 \text{ j N}$$

$$|F \vec{r}| = \sqrt{(0,00769)^2} = 0,00769 \text{ N}$$

Aceleración de la partícula situada en el punto A

$$a \vec{r} = \frac{0 \text{ i} + 0,00769 \text{ j}}{6,64 \cdot 10^{-27}} = 0 \text{ i} + 1,16 \cdot 10^{24} \text{ j m/s}^2$$

$$|a \vec{r}| = \sqrt{(1,16 \cdot 10^{24})^2} = 1,16 \cdot 10^{24} \text{ m/s}^2$$



Cálculo de los potenciales, del trabajo y de la velocidad de la carga.(Pestaña «Potencial»)**Cálculo del potencial electrostático, del trabajo y de la velocidad**

Ir a...

DATOS

		$K = 6,00 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$			
	Coord X(m)	Coord Y(m)	Carga (C)		
Q_1	$5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$		
Q_2	$-5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$		
Q_3	0	$-5,77 \cdot 10^{-10}$	$3,00 \cdot 10^{-12}$		
Punto	Coord X(m)	Coord Y(m)	q partícula	masa (kg)	
A	0	0,289	$3,20 \cdot 10^{-19} \text{ m}$	$6,64 \cdot 10^{-27}$	
B	0	0		$4,36 \cdot 10^7$	

ECUACIONES

$$r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$V_i = \frac{K' \cdot Q_i}{r_i}$$

$$V = \sum V_i$$

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = \Delta E_c$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Introd.

Axuda

Coord.

Enunc.

Campo

Equilibr.

E. Poten

Cálculos

Distancia de cada carga al punto B

$$r_1 = \sqrt{(0 - 5,00 \cdot 10^{-10})^2 + (0 - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 5,77 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-5,00 \cdot 10^{-10}))^2 + (0 - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 5,77 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - (-5,77 \cdot 10^{-10}))^2} = 5,77 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en A

$$V_1(A) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{5,00 \cdot 10^{-10}} = -2,40 \cdot 10^7 \text{ V}$$

$$V_2(A) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{5,00 \cdot 10^{-10}} = -2,40 \cdot 10^7 \text{ V}$$

$$V_3(A) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot 3,00 \cdot 10^{-12}}{8,66 \cdot 10^{-10}} = 2,08 \cdot 10^7 \text{ V}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en B

$$V_1(B) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{5,77 \cdot 10^{-10}} = -2,08 \cdot 10^7 \text{ V}$$

$$V_2(B) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{5,77 \cdot 10^{-10}} = -2,08 \cdot 10^7 \text{ V}$$

$$V_3(B) = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot 3,00 \cdot 10^{-12}}{5,77 \cdot 10^{-10}} = 3,12 \cdot 10^7 \text{ V}$$

Potencial en A

$$V(A) = -2,72 \cdot 10^7 \text{ V}$$

Potencial en B

$$V(B) = -1,04 \cdot 10^7 \text{ V}$$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto A hasta el infinito

$$W = q \cdot (V(A) - V(\infty)) = 3,20 \cdot 10^{-19} \cdot (-2,72 \cdot 10^7 - 0) = -8,72 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = 8,72 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Energía cinética en el punto A

$$E_c(A) = m \cdot v^2 / 2 = 6,64 \cdot 10^{-27} \cdot (4,36 \cdot 10^7)^2 / 2 = 6,31 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto A hasta el punto B

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = 3,20 \cdot 10^{-19} \cdot (-2,72 \cdot 10^7 - (-1,04 \cdot 10^7)) = -5,39 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Energía cinética en el punto B

$$E_c(B) = E_c(A) + W = 6,31 \cdot 10^{-12} + (-5,39 \cdot 10^{-12}) = 9,23 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Velocidad en el punto B

$$v(B) = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,23 \cdot 10^{-13}}{6,64 \cdot 10^{-27}}} = 1,67 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Cálculo de la energía electrostática.(Pestaña «Energía Potencial»)**Cálculo de la energía potencial electrostática****DATOS**

$$K' = \frac{9,00 \cdot 10^9}{1,50} = 6,00 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (C)
Q_1	$5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$
Q_2	$-5,00 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$-2,00 \cdot 10^{-12}$
Q_3	0	$-5,77 \cdot 10^{-10}$	$3,00 \cdot 10^{-12}$

ECUACIONES

$$E_{p \text{ ij}} = \frac{K' \cdot Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}}$$

$$E_p = \sum E_{p \text{ ij}}$$

$$r_{ij} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Cálculos

Distancias entre cada par de cargas fijas

$$r_{12} = \sqrt{(-5,00 \cdot 10^{-10} - 5,00 \cdot 10^{-10})^2 + (2,89 \cdot 10^{-10} - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 1,00 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$r_{13} = \sqrt{(0 - 5,00 \cdot 10^{-10})^2 + (-5,77 \cdot 10^{-10} - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 1,00 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$r_{23} = \sqrt{(0 - (-5,00 \cdot 10^{-10}))^2 + (-5,77 \cdot 10^{-10} - 2,89 \cdot 10^{-10})^2} = 1,00 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Energía potencial electrostática de cada par de cargas fijas

$$E_{p \text{ 12}} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12}) \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12})}{1,00 \cdot 10^{-9}} = 2,40 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$E_{p \text{ 13}} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12}) \cdot 3,00 \cdot 10^{-12}}{1,00 \cdot 10^{-9}} = -3,60 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$E_{p \text{ 23}} = \frac{6,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-12}) \cdot 3,00 \cdot 10^{-12}}{1,00 \cdot 10^{-9}} = -3,60 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$\text{Energía potencial de la distribución de cargas fijas} \quad E_p = -4,80 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

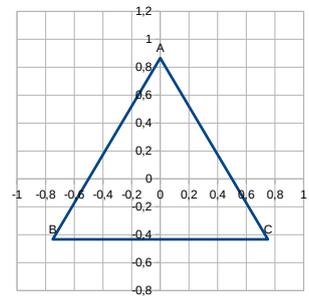
2. Tres cargas puntuales iguales de $5 \mu\text{C}$ cada una están situadas en los vértices de un triángulo equilátero de $1,5 \text{ m}$ de lado.
- ¿Dónde debe colocarse una cuarta carga y cuál debe ser su valor para que el sistema formado por las cuatro cargas esté en equilibrio?
 - Calcula el trabajo necesario para llevar esa carga Q desde lo centro del triángulo hasta el centro de un lado.
- Dato: $K = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ (Propuesta por el Grupo de trabajo)
- Rta.: a) centro. $Q = -2,9 \times 10^{-6} \text{ C}$; b) $W(\text{ext}) = -W(\text{campo}) = 3,6 \times 10^{-3} \text{ J}$

Cálculo de coordenadas. (Pestaña «Coords»)

Se eligen las coordenadas del centro del triángulo y se hace girar 90° para que el lado BC sea horizontal.

Figura:	Triángulo equilátero
Longitud de l lado	1,5 m
	x (m) y (m)
Situar el punto Centro	0 0 m
Girar	90°

RESULTADOS			
Redondear a	8	cifras decimales	Coordenadas
	Punto	x (m)	y (m)
	A	0	0,86602540
	B	-0,75	-0,43301270
	C	0,75	-0,43301270



Se seleccionan las coordenadas y se copian (Ctrl + C)

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Se hace clic a la derecha de Q_1 y se pegan los valores de las coordenadas (Ctrl+Mayúsc+V y, en Selección, quitar todas las marcas excepto la de Números) o clic en el menú:

Editar → Pegado especial → Pegar solo números

Para el punto medio de un lado se elige el punto medio entre B y C, $(0, -0,4330127)$

Enunciado	Datos: $K = 9,00 \cdot 10^9$	$\epsilon' = 1$
Dada la siguiente distribución de cargas, (en μC) (coordenadas en m)		
y los puntos A y B, calcula:		
a) El vector campo eléctrico en el punto		
una partícula de carga $q =$		
y masa $m =$		
situada en ese punto.		

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
Q_1	0	0,8660254	5
Q_2	-0,75	-0,4330127	5
Q_3	0,75	-0,4330127	5
Q_4			

	Coord X (m)	Coord Y (m)

g) Donde debe colocarse una nueva carga y cuál debe ser su valor para que el sistema formado por todas las cargas esté en equilibrio.

f) La energía potencial del conjunto de cargas fijas

Se ponen 6 en cifras significativas y se coge el valor de la carga que equilibra:

Respuestas	Cifras significativas:	6
Carga que equilibra	$Q =$	$-2,88675 \mu\text{C}$
en	Coordenada x	Coordenada y
M	0	0
		m

Cálculo de la carga que consigue el equilibrio. (Pestaña «Equilibrio»)

Cálculo de la carga que equilibra al conjunto de cargas

Ir a...

DATOS

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (C)
Q_1	0	0,866025	$5,00000 \cdot 10^{-6}$
Q_2	-0,750000	-0,433013	$5,00000 \cdot 10^{-6}$
Q_3	0,750000	-0,433013	$5,00000 \cdot 10^{-6}$

$$K' = 9,00000 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

ECUACIONES

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

$$r_{ij} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Introducción

Ayuda

Coordenadas

Enunciado

Campo

Potencial

Energía potencial

Cálculos

Las cargas son iguales

Cálculo de las coordenadas del centro geométrico

$$x_m = \sum x_i / n = 0 / 3 = 0 \text{ m}$$

$$y_m = \sum y_i / n = 0 / 3 = 0 \text{ m}$$

Cálculo de las distancias de cada punto al centro geométrico

$$r_{1m} = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 0,866025)^2} = 0,866025 \text{ m}$$

$$r_{2m} = \sqrt{(0 - (-0,750000))^2 + (0 - (-0,433013))^2} = 0,866025 \text{ m}$$

$$r_{3m} = \sqrt{(0 - 0,750000)^2 + (0 - (-0,433013))^2} = 0,866025 \text{ m}$$

Las distancias son iguales

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el centro geométrico

$$\vec{E}_{1m} = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025^2} (0 \mathbf{i} - 0,866025 \mathbf{j}) = -6,00000 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_{2m} = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025^2} (0,750000 \mathbf{i} + 0,433013 \mathbf{j}) = 5,19615 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 3,00000 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_{3m} = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025^2} (-0,750000 \mathbf{i} + 0,433013 \mathbf{j}) = -5,19615 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 3,00000 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el centro geométrico

$$\vec{E}(M) = 0 \mathbf{i} + 0 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Cualquier carga situada en el centro geométrico se encontrará en equilibrio

Cálculo de las distancias de cada punto al punto 1

$$r_{21} = \sqrt{(0 - (-0,750000))^2 + (0,866025 - (-0,433013))^2} = 1,50000 \text{ m}$$

$$r_{31} = \sqrt{(0 - 0,750000)^2 + (0,866025 - (-0,433013))^2} = 1,50000 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto 1

$$\vec{E}_{21} = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{1,50000^2} \left(\frac{0,750000 \mathbf{i} + 1,29904 \mathbf{j}}{1,50000} \right) = 1,00000 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 1,73205 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_{31} = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{1,50000^2} \left(\frac{-0,750000 \mathbf{i} + 1,29904 \mathbf{j}}{1,50000} \right) = -1,00000 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 1,73205 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto 1

$$\vec{E}(1) = 0 \mathbf{i} + 3,46410 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

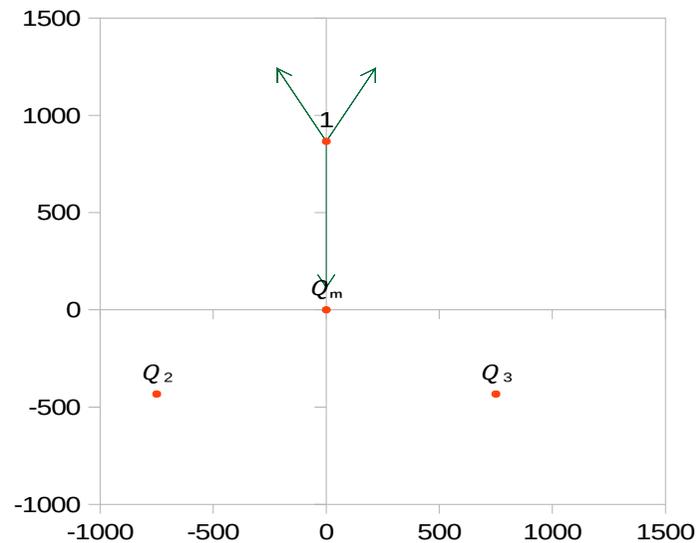
Módulo del campo electrostático en el punto 1

$$|\vec{E}(1)| = \sqrt{(0^2 + (3,46410 \cdot 10^4)^2)} = 3,46410 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

Carga (de signo opuesto al de las cargas fijas) situada en el centro geométrico que equilibra el campo

$$Q_m = \frac{-|\vec{E}(1)| \cdot r^2}{K'} = \frac{-3,46410 \cdot 10^4 \cdot 0,866025^2}{9,00000 \cdot 10^9} = -2,88675 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

ESQUEMA (mm)



Se ponen el valor de la carga y las coordenadas de los puntos inicial y final

b) El vector fuerza sobre

una partícula de carga $q = -2,88675$ μC
y masa $m =$

situada en ese punto.

Q_4

	Coord X (m)	Coord Y (m)
A	0	0
B	0	-0,4330127

d) El trabajo necesario para desplazar la partícula

anterior desde el punto A hasta el punto B

g) Dónde debe colocarse una nueva carga y cuál debe ser su valor para que el sistema formado por todas las cargas esté en equilibrio.

f) La energía potencial del conjunto de cargas fijas

Las respuestas ahora son:

Respuestas

Cifras significativas: 6

	Componente x	Componente y	Módulo	Unidades
$\vec{E}(\text{B}) =$	0	-26,6667	26,6667	kN/C
$\vec{F} =$	0	76,9800	76,9800	mN
$V(\text{A}) =$	155,885	$V(\text{B}) =$	154,641	kV
		$W(\text{ext. A} \rightarrow \text{B}) =$	3,59112	mJ

Ajustadas

Cálculo de los potenciales y del trabajo.(Pestaña «Potencial»)

Cálculo del potencial electrostático y del trabajo

Ir a...

DATOS

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (C)
Q_1	0	0,866025	$5,00000 \cdot 10^{-6}$
Q_2	-0,750000	-0,433013	$5,00000 \cdot 10^{-6}$
Q_3	0,750000	-0,433013	$5,00000 \cdot 10^{-6}$
Punto	Coord X (m)	Coord Y (m)	q partícula (C)
A	0	0	$-2,88675 \cdot 10^{-6}$
B	0	-0,433013	

$$K' = 9,00000 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

masa (kg)

$$m = \text{[]}$$

$$v_0 = \text{[]}$$

ECUACIONES

$$r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$V_i = \frac{K' \cdot Q_i}{r_i}$$

$$V = \sum V_i$$

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = \Delta E_c$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Introducción

Ayuda

Coordenadas

Enunciado

Campo

Equilibrio

Energía potencial

Cálculos

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 0,866025)^2} = 0,866025 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-0,750000))^2 + (0 - (-0,433013))^2} = 0,866025 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0 - 0,750000)^2 + (0 - (-0,433013))^2} = 0,866025 \text{ m}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en el punto A

$$V_1(A) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025} = 5,19615 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(A) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025} = 5,19615 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_3(A) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,866025} = 5,19615 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$\text{Potencial en el punto A} \quad V(A) = 1,55885 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en el punto B

$$V_1(B) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{1,29904} = 3,46410 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(B) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,750000} = 6,00000 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_3(B) = \frac{9,00000 \cdot 10^9 \cdot 5,00000 \cdot 10^{-6}}{0,750000} = 6,00000 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$\text{Potencial en el punto B} \quad V(B) = 1,54641 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto A hasta el punto B

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = -2,88675 \cdot 10^{-6} \cdot (1,55885 \cdot 10^5 - 1,54641 \cdot 10^5) = -0,00359 \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = 0,00359 \text{ J}$$

3. Dos cargas eléctricas puntuales de +2 y -2 μC , están situadas en los puntos (2, 0) y (-2, 0) (en metros).
Calcula:

a) Campo eléctrico en (0, 0) y en (0, 10)

b) Trabajo para transportar una carga q' de -1 μC desde (1, 0) a (-1, 0)

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

(P.A.U. Jun. 01)

Rta.: a) $\vec{E}_0 = -9 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N/C}$; $\vec{E}' = -68 \vec{i} \text{ N/C}$; b) $W(\text{ext.}) = -W(\text{campo}) = 0,024 \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en μC)
(coordenadas en m)

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
Q_1	2	0	2
Q_2	-2	0	-2
Q_3			
Q_4			

y los puntos A y B, calcula:

a) El vector campo eléctrico en el punto A

b) El vector fuerza sobre una partícula de carga $q = -1 \mu\text{C}$ y masa $m =$ situada en ese punto.

	Coord X (m)	Coord Y (m)
A	0	0
B	0	10

Respuestas Cifras significativas:

Componente x	Componente y	Módulo
$E(A) = -9,00 \cdot 10^3$		$9,00 \cdot 10^3 \text{ N/C}$

Para calcular el campo en (0, 10) se cambia la «A» de «a) El vector campo eléctrico en el punto» por «B».

a) El vector campo eléctrico en el punto B

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
Q_3			

Componente x	Componente y	Módulo
$E(B) = -67,9$		$67,9 \text{ N/C}$

Para calcular el «b) Trabajo para transportar...» hay que cambiar las coordenadas de los puntos «A» y «B»

carga $q = -1 \mu\text{C}$ y masa $m =$ situada en ese punto.

	Coord X (m)	Coord Y (m)
A	1	0
B	-1	0

d) El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde el punto A hasta el punto B

Respuestas Cifras significativas:

$V(A) = 1,20 \cdot 10^4 \text{ V}$	$V(B) = -1,20 \cdot 10^4 \text{ V}$
$W(\text{ext. A} \rightarrow \text{B}) = 0,0240 \text{ J}$	

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Para el punto «A»

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(0 - 2,00)^2 + (0 - 0)^2} = 2,00 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-2,00))^2 + (0 - 0)^2} = 2,00 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto A

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{2,00^2} \left(\begin{array}{c} -2,00 \text{ i} + \\ 0 \text{ j} \end{array} \right) = -4,50 \cdot 10^3 \text{ i} \quad \text{N/C}$$

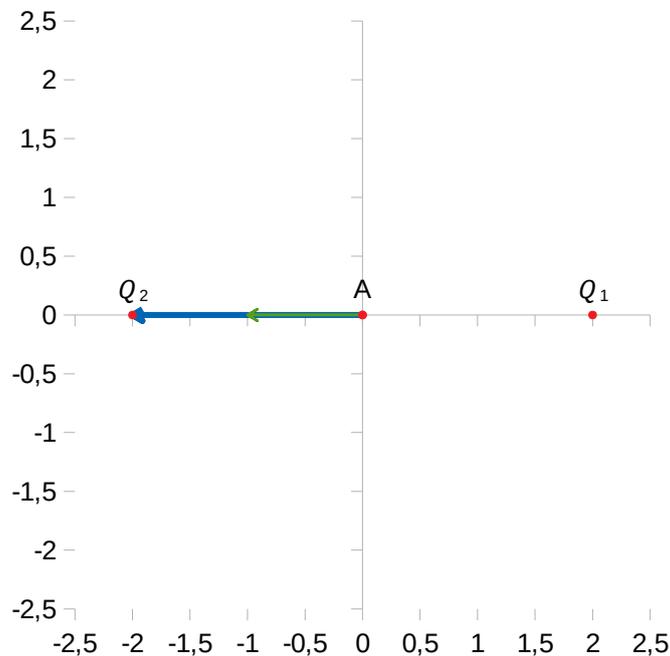
$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-6})}{2,00^2} \left(\begin{array}{c} 2,00 \text{ i} + \\ 0 \text{ j} \end{array} \right) = -4,50 \cdot 10^3 \text{ i} \quad \text{N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto A

$$\vec{E}^*(A) = -9,00 \cdot 10^3 \text{ i} \quad \text{N/C}$$

Módulo

$$|\vec{E}^*| = \sqrt{(-9,00 \cdot 10^3)^2} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$



Para el punto «B»

Para calcular el campo en (0, 10) se cambia la «A» de «a) El vector campo eléctrico en el punto» por «B».

Distancia de cada carga al punto B

$$r_1 = \sqrt{(0 - 2,00)^2 + (10,0 - 0)^2} = 10,2 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-2,00))^2 + (10,0 - 0)^2} = 10,2 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto B

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{10,2^2} \left(\begin{array}{c} -2,00 \text{ i} + \\ 10,0 \text{ j} \end{array} \right) = -33,9 \text{ i} + 170 \text{ j} \quad \text{N/C}$$

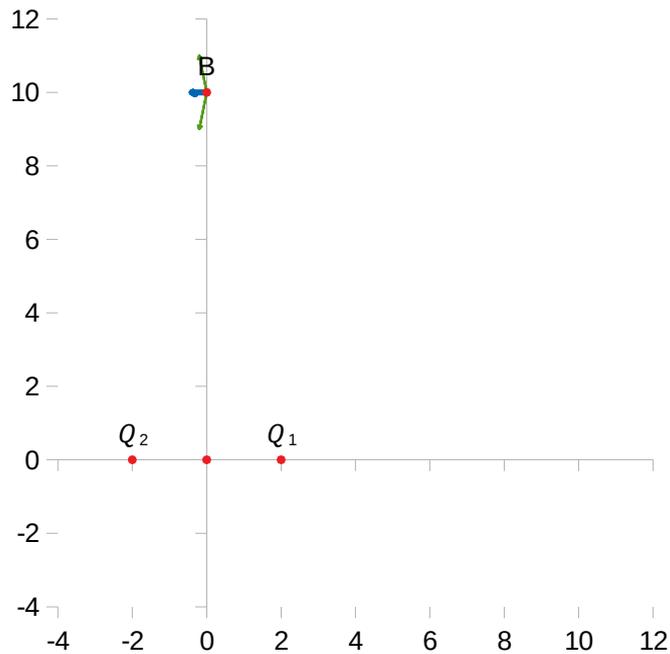
$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-6})}{10,2^2} \left(\begin{array}{c} 2,00 \text{ i} + \\ 10,0 \text{ j} \end{array} \right) = -33,9 \text{ i} - 170 \text{ j} \quad \text{N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto B

$$\vec{E}^*(B) = -67,9 \text{ i} \quad \text{N/C}$$

Módulo

$$|\vec{E}^*| = \sqrt{(-67,9)^2} = 67,9 \text{ N/C}$$



Cálculo del trabajo necesario para transportar una carga. (Pestañas «Campo», «Potencial»)

Para calcular el «b) Trabajo para transportar...» hay que cambiar las coordenadas de los puntos «A» y «B»
El cálculo de la distancia de las cargas al punto «A» se encuentra en la pestaña «Campo»

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(1,00 - 2,00)^2 + (0 - 0)^2} = 1,00 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(1,00 - (-2,00))^2 + (0 - 0)^2} = 3,00 \text{ m}$$

El resto de los cálculos se encuentra en la pestaña «Potencial»

Distancia de cada carga al punto B:

$$r_1 = \sqrt{(-1,00 - 2,00)^2 + (0 - 0)^2} = 3,00 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(-1,00 - (-2,00))^2 + (0 - 0)^2} = 1,00 \text{ m}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en A

$$V_1(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{1,00} = 1,80 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-6})}{3,00} = -6,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Potencial en el punto A $V(A) = 1,20 \cdot 10^4 \text{ V}$

Potencial eléctrico creado por cada carga en B

$$V_1(B) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{3,00} = 6,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_2(B) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-2,00 \cdot 10^{-6})}{1,00} = -1,80 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Potencial en el punto B $V(B) = -1,20 \cdot 10^4 \text{ V}$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto A hasta el punto B

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = -1,00 \cdot 10^{-6} \cdot (1,20 \cdot 10^4 - (-1,20 \cdot 10^4)) = -0,0240 \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = 0,0240 \text{ J}$$

4. Tres cargas puntuales de $2 \mu\text{C}$ se sitúan respectivamente en $A(0, 0)$, $B(1, 0)$ y $C(1/2, \sqrt{3}/2)$. Calcula:
- El campo eléctrico en los puntos $D(1/2, 0)$ y $F(1/2, 1/(2\sqrt{3}))$
 - El trabajo para trasladar una carga $q' = 1 \mu\text{C}$ de D a F .
 - Con este trabajo, ¿aumenta o disminuye la energía electrostática del sistema?
- (Las coordenadas en metros, $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$) (P.A.U. Jun. 07)
- Rta.:** a) $\vec{E}_D = -2,40 \cdot 10^4 \hat{j} \text{ N/C}$; $\vec{E}_F = \vec{0}$; b) $W_{D \rightarrow F}(\text{exterior}) = -W_{D \rightarrow F}(\text{campo}) = 7,46 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en μC)		Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
(coordenadas en m)	Q_1	0	0	2
y los puntos A y B, calcula:	Q_2	1	0	2
a) El vector campo eléctrico en el punto D	Q_3	=1/2	=RAIZ(3)/2	2
b) El vector fuerza sobre una partícula de carga $q = 1 \mu\text{C}$ y masa $m =$	Q_4			
situada en ese punto.		Coord X (m)	Coord Y (m)	
d) El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde el punto D hasta el punto F	D	=1/2	0	
	F	=1/2	=1/(2*RAIZ(3))	

Respuestas	Cifras significativas: <input type="text"/>		
Componente x	Componente y	Módulo	
$\vec{E}(D) =$	0	$-2,40 \cdot 10^4$	$2,40 \cdot 10^4 \text{ N/C}$
$V(D) =$	$9,28 \cdot 10^4 \text{ V}$	$V(F) =$	$9,35 \cdot 10^4 \text{ V}$
	$W(\text{ext. D} \rightarrow \text{F}) =$	$7,46 \cdot 10^{-4} \text{ J}$	

Para calcular el campo en $F(1/2, 1/(2\sqrt{3}))$ se cambia la «D» de «a) El vector campo eléctrico...» por «F».

a) El vector campo eléctrico en el punto	F
--	----------

Componente x	Componente y	Módulo
$\vec{E}(F) =$	0	0 N/C

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Para el punto «D»

Distancia de cada carga al punto D

$$r_1 = \sqrt{(0,500 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 0,500 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0,500 - 1,00)^2 + (0 - 0)^2} = 0,500 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0,500 - 0,500)^2 + (0 - 0,866)^2} = 0,866 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto D

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,500^2} \left(\begin{matrix} 0,500 \mathbf{i} + \\ 0 \mathbf{j} \end{matrix} \right) \frac{1}{0,500} = 7,20 \cdot 10^4 \mathbf{i} \quad \text{N/C}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,500^2} \left(\begin{matrix} -0,500 \mathbf{i} + \\ 0 \mathbf{j} \end{matrix} \right) \frac{1}{0,500} = -7,20 \cdot 10^4 \mathbf{i} \quad \text{N/C}$$

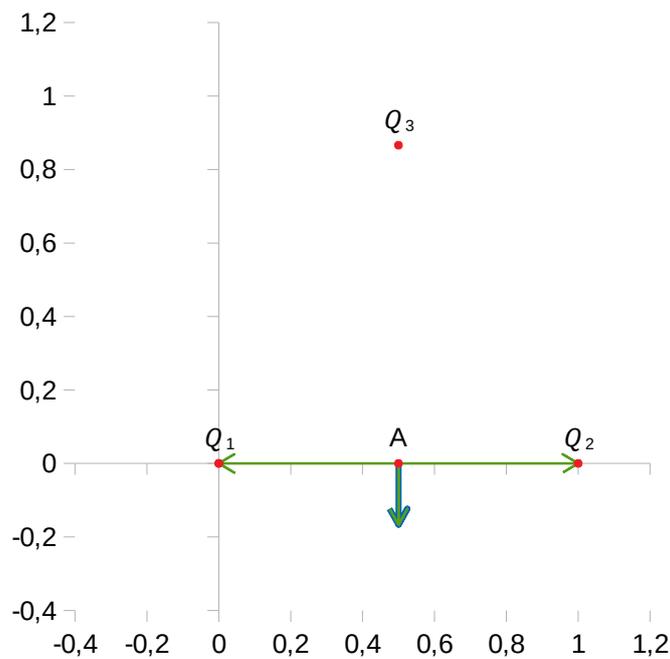
$$\vec{E}_3 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,866^2} \left(\begin{matrix} 0 \mathbf{i} - \\ 0,866 \mathbf{j} \end{matrix} \right) \frac{1}{0,866} = -2,40 \cdot 10^4 \mathbf{j} \quad \text{N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto D

$$\vec{E}^{\text{r}}(\text{D}) = 0 \mathbf{i} - 2,40 \cdot 10^4 \mathbf{j} \quad \text{N/C}$$

Módulo

$$|\vec{E}| = \sqrt{(-2,40 \cdot 10^4)^2} = 2,40 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$



Para el punto «F», que en la hoja de cálculo es el punto «F»

Distancia de cada carga al punto F

$$r_1 = \sqrt{(0,500 - 0)^2 + (0,289 - 0)^2} = 0,577 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0,500 - 1,00)^2 + (0,289 - 0)^2} = 0,577 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0,500 - 0,500)^2 + (0,289 - 0,866)^2} = 0,577 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto F

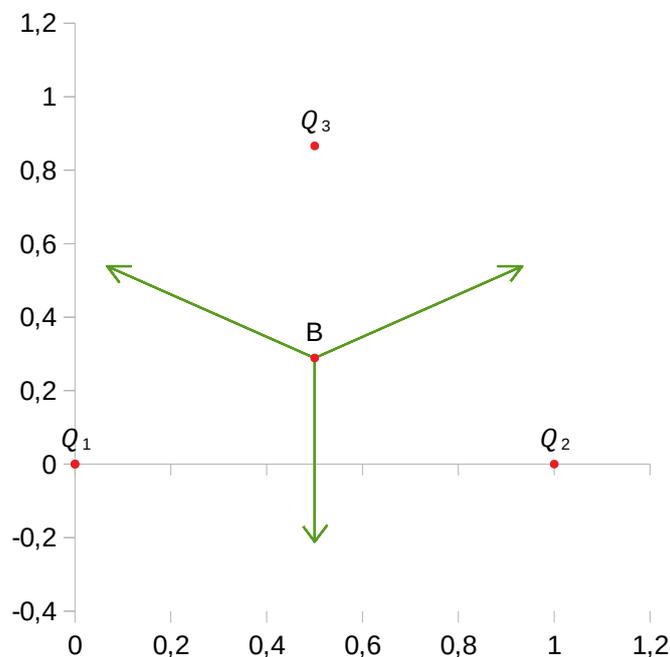
$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577^2} \left(\frac{0,500 \mathbf{i} + 0,289 \mathbf{j}}{0,577} \right) = 4,68 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 2,70 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577^2} \left(\frac{-0,500 \mathbf{i} + 0,289 \mathbf{j}}{0,577} \right) = -4,68 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 2,70 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_3 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577^2} \left(\frac{0 \mathbf{i} - 0,577 \mathbf{j}}{0,577} \right) = -5,40 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto F

$$\vec{E}^{\text{r}}(F) = 0 \mathbf{i} + 0 \mathbf{j} \text{ N/C}$$



Cálculo del trabajo necesario para traer una carga.(Pestaña «Potencial»)

Potencial eléctrico creado por cada carga en D

$$V_1(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,500} = 3,60 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,500} = 3,60 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_3(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,866} = 2,08 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Potencial eléctrico en D $V(D) = 9,28 \cdot 10^4 \text{ V}$

Potencial eléctrico creado por cada carga en F

$$V_1(F) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577} = 3,12 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(F) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577} = 3,12 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_3(F) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-6}}{0,577} = 3,12 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Potencial eléctrico en F $V(F) = 9,35 \cdot 10^4 \text{ V}$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto D hasta el punto F

$$W = q \cdot (V(D) - V(F)) = 1,00 \cdot 10^{-6} \cdot (9,28 \cdot 10^4 - 9,35 \cdot 10^4) = -7,46 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = 7,46 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

5. Dadas tres cargas puntuales $q_1 = 10^{-3} \mu\text{C}$ en $(-8, 0)$ m, $q_2 = -10^{-3} \mu\text{C}$ en $(8, 0)$ m y $q_3 = 2 \cdot 10^{-3} \mu\text{C}$ en $(0, 8)$ m. Calcula:

- El campo y el potencial eléctricos en $(0, 0)$
- La energía electrostática.
- Justifica que el campo electrostático es conservativo.

Datos: $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{C}$; $K = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

(P.A.U. Set. 07)

Rta.: a) $\vec{E}_0 = 0,281 \vec{i} - 0,281 \vec{j} \text{ N/C}$; $V_0 = 2,25 \text{ V}$; b) $E = -5,63 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en		nC	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (nC)	
(coordenadas en		m	Q_1	-8	0	1
y los puntos A y B, calcula:			Q_2	8	0	-1
a) El vector campo eléctrico en el punto	A		Q_3	0	8	2
b) El vector fuerza sobre			Q_4			
una partícula de carga $q =$			Coord X (m)	Coord Y (m)		
y masa $m =$			A	0	0	

Respuestas

Cifras significativas:

	Componente x	Componente y	Módulo
$\vec{E}(\text{A}) =$	0,281	-0,281	0,398 N/C
$V(\text{A}) =$	2,25 V		
$E_p =$	$-5,63 \cdot 10^{-10} \text{ J}$		

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(0 - (-8,00))^2 + (0 - 0)^2} = 8,00 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - 8,00)^2 + (0 - 0)^2} = 8,00 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 8,00)^2} = 8,00 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto A

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-9}}{8,00^2} \left(\frac{8,00 \vec{i} + 0 \vec{j}}{8,00} \right) = 0,141 \vec{i} \quad \text{N/C}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-1,00 \cdot 10^{-9})}{8,00^2} \left(\frac{-8,00 \vec{i} + 0 \vec{j}}{8,00} \right) = 0,141 \vec{i} \quad \text{N/C}$$

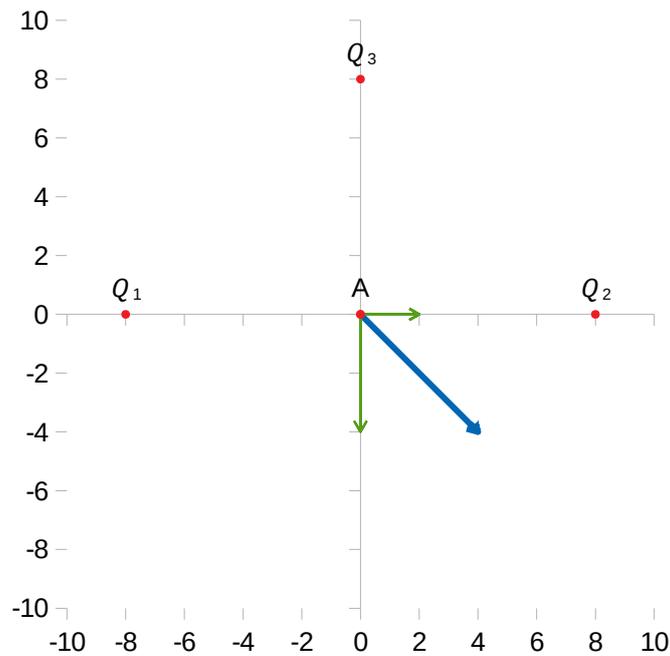
$$\vec{E}_3 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-9}}{8,00^2} \left(\frac{0 \vec{i} - 8,00 \vec{j}}{8,00} \right) = -0,281 \vec{j} \quad \text{N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto A

$$\vec{E}(\text{A}) = 0,281 \vec{i} - 0,281 \vec{j} \quad \text{N/C}$$

Módulo

$$|\vec{E}| = \sqrt{(0,281)^2 + (-0,281)^2} = 0,398 \text{ N/C}$$



Cálculo del potencial.(Pestaña «Potencial»)

Potencial eléctrico creado por cada carga en el punto A

$$V_1(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-9}}{8,00} = 1,13 \text{ V}$$

$$V_2(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-1,00 \cdot 10^{-9})}{8,00} = -1,13 \text{ V}$$

$$V_3(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 2,00 \cdot 10^{-9}}{8,00} = 2,25 \text{ V}$$

Potencial en el punto A $V(A) = 2,25 \text{ V}$

Cálculo de la energía electrostática.(Pestaña «Energía Potencial»)

Distancias entre cada par de cargas fijas

$$r_{12} = \sqrt{(8,00 - (-8,00))^2 + (0 - 0)^2} = 16,0 \text{ m}$$

$$r_{13} = \sqrt{(0 - (-8,00))^2 + (8,00 - 0)^2} = 11,3 \text{ m}$$

$$r_{23} = \sqrt{(0 - 8,00)^2 + (8,00 - 0)^2} = 11,3 \text{ m}$$

Energía potencial electrostática de cada par de cargas fijas

$$E_{p_{12}} = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-9} \cdot (-1,00 \cdot 10^{-9})}{16,0} = -5,63 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$E_{p_{13}} = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-9} \cdot 2,00 \cdot 10^{-9}}{11,3} = 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

$$E_{p_{23}} = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot (-1,00 \cdot 10^{-9}) \cdot 2,00 \cdot 10^{-9}}{11,3} = -1,59 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

Energía potencial de la distribución de cargas fijas $E_p = -5,63 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

6. En dos de los vértices de un triángulo equilátero de 2 cm de lado se sitúan dos cargas puntuales de +10 μC cada una. Calcula:
- El campo eléctrico en el tercer vértice.
 - El trabajo para llevar una carga de 5 μC desde el tercer vértice hasta el punto medio del lado opuesto.
 - Justifica por qué no necesitas conocer la trayectoria en el apartado anterior.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

(P.A.U. Jun. 08)

Rta.: a) $\vec{E}_C = 3,90 \cdot 10^8 \text{ N/C}$, en la bisectriz hacia el exterior; b) $W(\text{ext.}) = 45,0 \text{ J}$

Cálculo de coordenadas. (Pestaña «Coords»)

Figura:

Longitud de

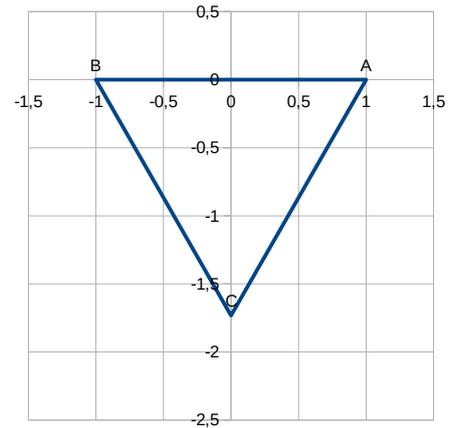
Situar el punto

Girar

RESULTADOS

Redondear a cifras decimales Coordenadas

Punto	x (cm)	y (cm)
A	1	0
B	-1	0
C	0	-1,73205 081



Se hace clic en la coordenada y del punto C y se copia (Ctrl + C)

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Se elige « μC » como unidad de carga y «cm» como unidad de coordenadas.

Se escriben las coordenadas de los puntos A y B a la derecha de Q_1 y Q_2 seguidas de los valores de las cargas.

Se hace clic en la celda bajo Coord Y (cm) a la derecha de A y se pega el valor de la coordenada (Ctrl+Mayúsc+V y en Selección quitar todas las marcas excepto la de Números) o clic en el menú

Editar → Pegado especial → Pegar solo números

Se hace clic en la celda a su izquierda que contiene «A» y se elige «C»

Se hace clic en la celda de abajo que contiene «B» y se elige «D»

Se hace clic en la celda a la derecha de «El vector campo eléctrico en el punto» que contiene «A» y se elige «C»

El punto medio «D» del lado opuesto es el punto medio entre A y B, (0, 0)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en)

	Coord X (cm)	Coord Y (cm)	Carga (μC)
Q_1	1	0	10
Q_2	-1	0	10
Q_3			
Q_4			

y los puntos A y B, calcula:

- El vector campo eléctrico en el punto
- El vector fuerza sobre una partícula de carga $q =$ y masa $m =$

situada en ese punto.

	Coord X (cm)	Coord Y (cm)
C	0	-1,73205 081
D	0	0

- El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde

Respuestas		Cifras significativas:	
Componente x	Componente y	Módulo	
$E^{\rightarrow}(C) =$	0	$-3,90 \cdot 10^8$	$3,90 \cdot 10^8$ N/C
$V(C) =$	$9,00 \cdot 10^6$ V	$V(D) =$	$1,80 \cdot 10^7$ V
	$W(\text{ext. } C \rightarrow D) =$		45,0 J

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Distancia de cada carga al punto C

$$r_1 = \sqrt{(0 - 0,0100)^2 + (-0,0173 - 0)^2} = 0,0200 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - -0,0100)^2 + (-0,0173 - 0)^2} = 0,0200 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto C

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0200^2} \frac{(-0,0100 \mathbf{i} - 0,0173 \mathbf{j})}{0,0200} = -1,12 \cdot 10^8 \mathbf{i} - 1,95 \cdot 10^8 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

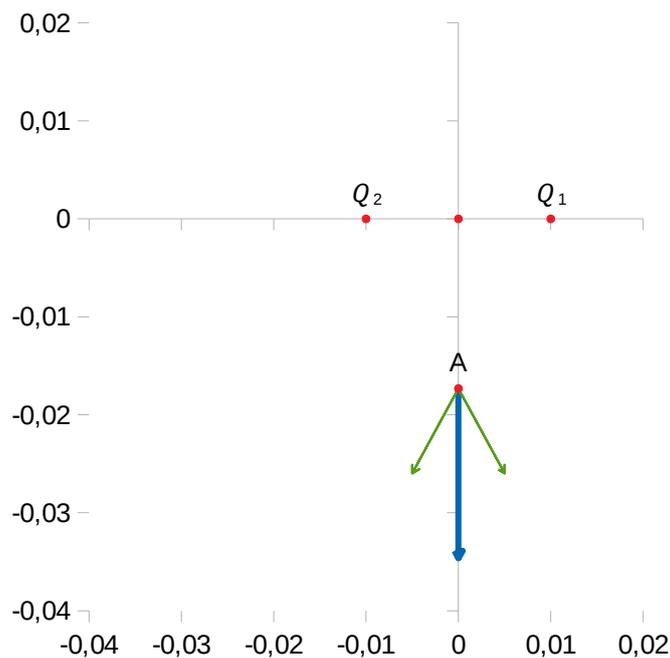
$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0200^2} \frac{(0,0100 \mathbf{i} - 0,0173 \mathbf{j})}{0,0200} = 1,12 \cdot 10^8 \mathbf{i} - 1,95 \cdot 10^8 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto C

$$\vec{E}(C) = 0 \mathbf{i} - 3,90 \cdot 10^8 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Módulo

$$|\vec{E}| = \sqrt{(-3,90 \cdot 10^8)^2} = 3,90 \cdot 10^8 \text{ N/C}$$



Cálculo del trabajo necesario para traer una carga. (Pestaña «Potencial»)

Distancia de cada carga al punto D

$$r_1 = \sqrt{(0 - 0,0100)^2 + (0 - 0)^2} = 0,0100 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - -0,0100)^2 + (0 - 0)^2} = 0,0100 \text{ m}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en C

$$V_1(C) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0200} = 4,50 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$$V_2(C) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0200} = 4,50 \cdot 10^6 \text{ V}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en D

$$V_1(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0100} = 9,00 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$$V_2(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-5}}{0,0100} = 9,00 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$V(C) = 9,00 \cdot 10^6 \text{ V}$ $V(D) = 1,80 \cdot 10^7 \text{ V}$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto C hasta el punto D

$$W = q \cdot (V(C) - V(D)) = 5,00 \cdot 10^{-6} \cdot (9,00 \cdot 10^6 - 1,80 \cdot 10^7) = -45,0 \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = 45,0 \text{ J}$$

7. Dos cargas eléctricas de $+8 \mu\text{C}$ están situadas en $A(0, 0,5)$ y $B(0, -0,5)$ (en metros). Calcula:
- El campo eléctrico en $C(1, 0)$ y en $D(0, 0)$
 - El potencial eléctrico en C y en D.
 - Si una partícula de masa $m = 0,5 \text{ g}$ y carga $q = -1 \mu\text{C}$ se sitúa en C con una velocidad inicial de 10^3 m/s , calcula la velocidad en D.
 $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$. Nota: sólo intervienen fuerzas eléctricas. (P.A.U. Set. 12)
- Rta.:** a) $\vec{E}_C = 1,03 \cdot 10^5 \hat{i} \text{ N/C}$; $\vec{E}_D = \vec{0}$; b) $V_C = 1,29 \cdot 10^5 \text{ V}$; $V_D = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$; c) $\vec{v}_D = -1,00 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ m/s}$

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en μC) (coordenadas en m)

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
Q_1	0	0,5	8
Q_2	0	-0,5	8
Q_3			
Q_4			

y los puntos A y B, calcula:

- El vector campo eléctrico en el punto C
- El vector fuerza sobre una partícula de carga $q = -1 \mu\text{C}$ y masa $m = 0,5 \text{ g}$ situada en ese punto.
-
- El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde el punto C hasta el punto D
- La velocidad con la que pasa por el punto D si la velocidad en A es $v(A) = 1000 \text{ m/s}$

Respuestas		Cifras significativas:
Componente x	Componente y	Módulo
$\vec{E}^*(C) = 1,03 \cdot 10^5$	0	$1,03 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
$V(C) = 1,29 \cdot 10^5 \text{ V}$	$V(D) = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$	
	$W(\text{campo } C \rightarrow D) = 0,159 \text{ J}$	
$E_c(C) = 250$	$E_c(D) = 250 \text{ J}$	
	$v(D) = 1,00 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	

Para calcular el campo en (0, 0) se cambia la «C» junto a: «a) El vector campo eléctrico...» por «D»

- El vector campo eléctrico en el punto D

Componente x	Componente y	Módulo
$\vec{E}^*(D) = 0$	0	0 N/C

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Para el punto C(1, 0)

Distancia de cada carga al punto C

$$r_1 = \sqrt{(1,00 - 0)^2 + (0 - 0,500)^2} = 1,12 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(1,00 - 0)^2 + (0 - -0,500)^2} = 1,12 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto C

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{1,12^2} \left(\frac{1,00 \mathbf{i} - 0,500 \mathbf{j}}{1,12} \right) = 5,15 \cdot 10^4 \mathbf{i} - 2,58 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

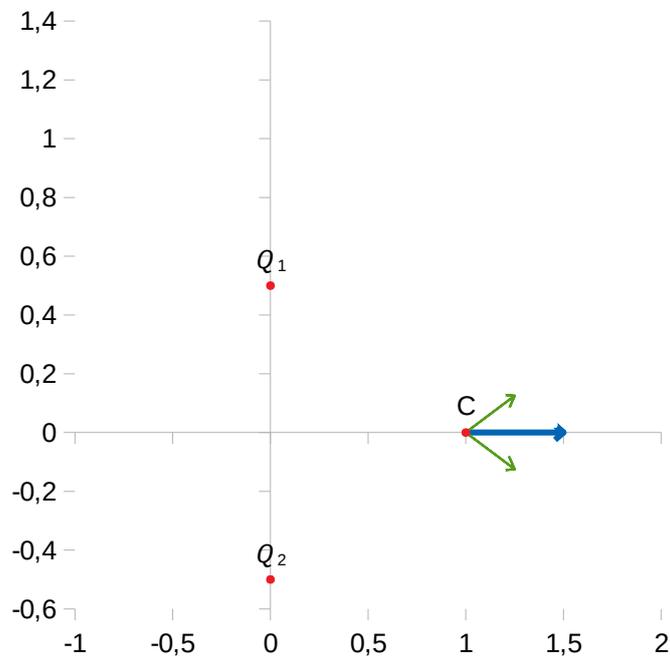
$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{1,12^2} \left(\frac{1,00 \mathbf{i} + 0,500 \mathbf{j}}{1,12} \right) = 5,15 \cdot 10^4 \mathbf{i} + 2,58 \cdot 10^4 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto A

$$\vec{E}(\text{C}) = 1,03 \cdot 10^5 \mathbf{i} + 0 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Módulo

$$|\mathbf{E}| = \sqrt{(1,03 \cdot 10^5)^2} = 1,03 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$



Para el punto D(0, 0))

Distancia de cada carga al punto D

$$r_1 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 0,500)^2} = 0,500 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - -0,500)^2} = 0,500 \text{ m}$$

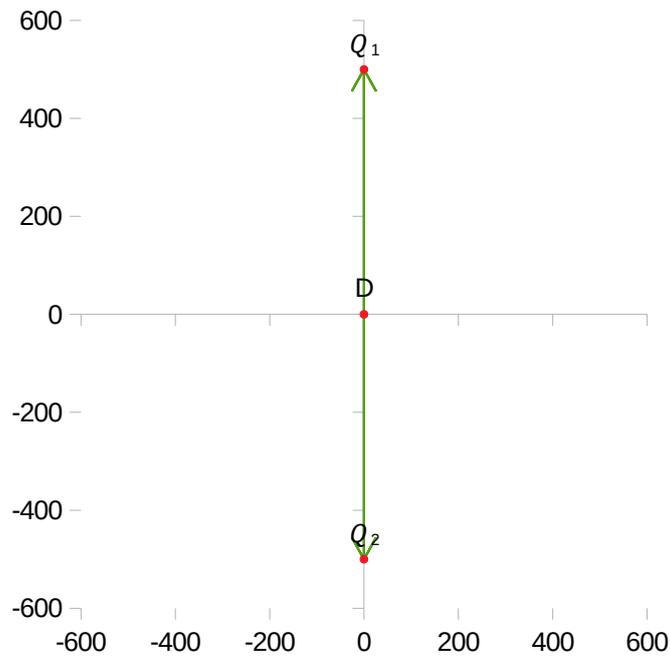
Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto D

$$\vec{E}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{0,500^2} \left(\frac{0 \mathbf{i} - 0,500 \mathbf{j}}{0,500} \right) = -2,88 \cdot 10^5 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{0,500^2} \left(\frac{0 \mathbf{i} + 0,500 \mathbf{j}}{0,500} \right) = 2,88 \cdot 10^5 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto D

$$\vec{E}(\text{D}) = 0 \mathbf{j} \text{ N/C}$$



Cálculo de la velocidad. (Pestaña «Potencial»)

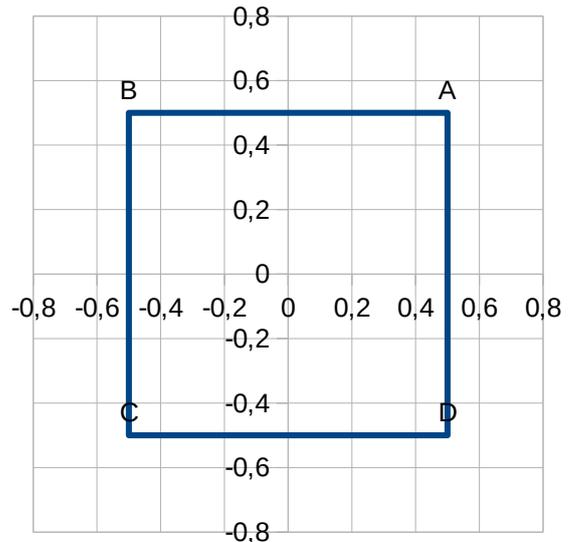
Potencial eléctrico creado por cada carga en C	Potencial eléctrico creado por cada carga en D
$V_1(C) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{1,12} = 6,44 \cdot 10^4 \text{ V}$	$V_1(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{0,500} = 1,44 \cdot 10^5 \text{ V}$
$V_2(C) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{1,12} = 6,44 \cdot 10^4 \text{ V}$	$V_2(D) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 8,00 \cdot 10^{-6}}{0,500} = 1,44 \cdot 10^5 \text{ V}$
Potencial en el punto C $V(C) = 1,29 \cdot 10^5 \text{ V}$	Potencial en el punto D $V(D) = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$
Energía cinética no punto C	
$E_c(C) = m \cdot v^2 / 2 = 5,00 \cdot 10^{-4} \cdot (1,00 \cdot 10^3)^2 / 2 = 250 \text{ J}$	
Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde en punto A hasta el punto B	
$W = q \cdot (V(C) - V(D)) = -1,00 \cdot 10^{-6} \cdot (1,29 \cdot 10^5 - 2,88 \cdot 10^5) = 0,159 \text{ J}$	
Energía cinética en el punto D	
$E_c(D) = E_c(C) + W = 250 + 0,159 = 250 \text{ J}$	
Velocidad en el punto D	
$v(D) = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 250}{5,00 \cdot 10^{-4}}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	

8. Tres cargas eléctricas puntuales de 10^{-6} C se encuentran situadas en los vértices de un cuadrado de 1 m de lado. Calcula:
- La intensidad del campo y el potencial electrostático en el vértice libre.
 - Módulo, dirección y sentido de la fuerza del campo electrostático sobre una carga de $-2 \cdot 10^{-6}$ C situada en dicho vértice.
 - El trabajo realizado por la fuerza del campo para trasladar dicha carga desde el vértice al centro del cuadrado. Interpretar el signo del resultado.
- Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ (P.A.U. Set. 13)
- Rta.: a) $|\vec{E}| = 1,7 \cdot 10^4 \text{ N/C}$, diagonal hacia fuera; $V = 2,4 \cdot 10^4 \text{ V}$; b) $|\vec{F}| = 0,034 \text{ N}$, diagonal hacia el centro; c) $W_E = 0,028 \text{ J}$

Cálculo de coordenadas. (Pestaña «Coords»)

Figura:	Cuadrado
Longitud de l lado	1 m
	x (m) y (m)
Situar el punto Centro	0 0 m
Girar	45 °

RESULTADOS		
Redondear a	8	cifras decimales
Punto	x (m)	y (m)
A	0,5	0,5
B	-0,5	0,5
C	-0,5	-0,5
D	0,5	-0,5



Se seleccionan las tres primeras coordenadas y se copian (Ctrl + C)

Introducción de datos. (Pestaña «Enunciado»)

Se hace clic a la derecha de Q_1 y se pegan los valores de las coordenadas (Ctrl+Mayúsc+V y en Selección quitar todas as marcas excepto la de Números) o clic en el menú

Editar → Pegado especial → Pegar solo números

Posteriormente, copie las coordenadas de D y péguelas en el punto A.

El punto medio del cuadrado ya fue fijado en la pestaña Coords (0, 0)

Dada la siguiente distribución de cargas, (en μC)
(coordenadas en m)

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Carga (μC)
Q_1	0,5	0,5	1
Q_2	-0,5	0,5	1
Q_3	-0,5	-0,5	1
Q_4			

y los puntos A y B, calcula:

- El vector campo eléctrico en el punto A
- El vector fuerza sobre una partícula de carga $q = -2 \mu\text{C}$ y masa $m =$ situada en ese punto.
- El trabajo necesario para desplazar la partícula anterior desde el punto A hasta el punto B

	Coord X (m)	Coord Y (m)
A	0,5	-0,5
B	0	0

Respuestas		Cifras significativas:
	Componente x	Componente y
	Módulo	
$E^{\rightarrow}(A) =$	$1,22 \cdot 10^4$	$-1,22 \cdot 10^4$
$F^{\rightarrow} =$	$-0,0244$	$0,0244$
$V(A) =$	$2,44 \cdot 10^4 \text{ V}$	$V(B) =$
		$3,82 \cdot 10^4 \text{ V}$
	$W(\text{ext. } A \rightarrow B) =$	$-0,0276 \text{ J}$

Cálculo de la intensidad del campo electrostático. (Pestaña «Campo»)

Distancia de cada carga al punto A

$$r_1 = \sqrt{(0,500 - 0,500)^2 + (-0,500 - 0,500)^2} = 1,00 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0,500 - (-0,500))^2 + (-0,500 - 0,500)^2} = 1,41 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0,500 - (-0,500))^2 + (-0,500 - (-0,500))^2} = 1,00 \text{ m}$$

Vector intensidad de campo electrostático creado por cada una de las cargas en el punto A

$$E^{\rightarrow}_1 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,00^2} \left(\frac{0 \text{ i} - 1,00 \text{ j}}{1,00} \right) = -9,00 \cdot 10^3 \text{ j N/C}$$

$$E^{\rightarrow}_2 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,41^2} \left(\frac{1,00 \text{ i} - 1,00 \text{ j}}{1,41} \right) = 3,18 \cdot 10^3 \text{ i} - 3,18 \cdot 10^3 \text{ j N/C}$$

$$E^{\rightarrow}_3 = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,00^2} \left(\frac{1,00 \text{ i} + 0 \text{ j}}{1,00} \right) = 9,00 \cdot 10^3 \text{ i N/C}$$

Vector intensidad de campo electrostático resultante en el punto A

$$E^{\rightarrow}(A) = 1,22 \cdot 10^4 \text{ i} - 1,22 \cdot 10^4 \text{ j N/C}$$

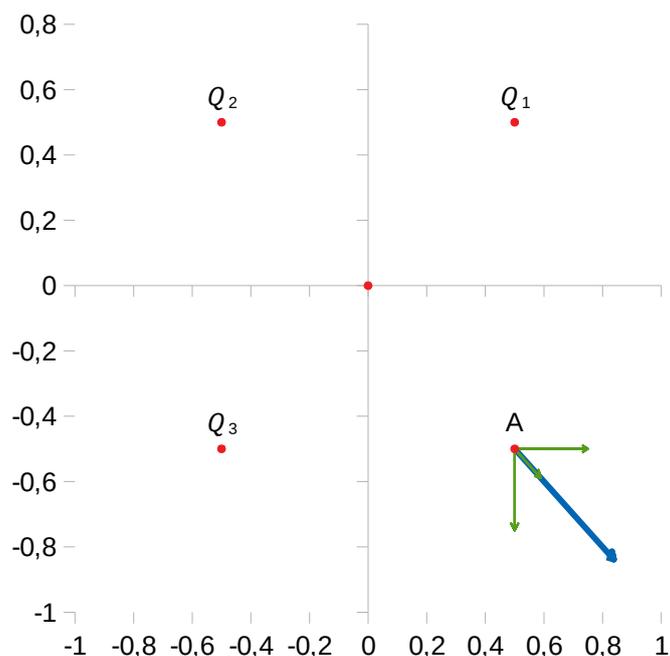
Fuerza resultante sobre la carga en el punto A

$$F^{\rightarrow} = -2,00 \cdot 10^{-6} (1,22 \cdot 10^4 \text{ i} - 1,22 \cdot 10^4 \text{ j}) = -0,0244 \text{ i} + 0,0244 \text{ j N}$$

Módulo

$$|E^{\rightarrow}| = \sqrt{(1,22 \cdot 10^4)^2 + (-1,22 \cdot 10^4)^2} = 1,72 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

$$|F^{\rightarrow}| = \sqrt{(-0,0244)^2 + (0,0244)^2} = 0,0345 \text{ N}$$



Cálculo del potencial y del trabajo realizado por la fuerza del campo para trasladar una carga. (Pestaña «Potencial»)

Distancia de cada carga al punto B

$$r_1 = \sqrt{(0 - 0,500)^2 + (0 - 0,500)^2} = 0,707 \text{ m}$$

$$r_2 = \sqrt{(0 - (-0,500))^2 + (0 - 0,500)^2} = 0,707 \text{ m}$$

$$r_3 = \sqrt{(0 - (-0,500))^2 + (0 - 0,500)^2} = 0,707 \text{ m}$$

Potencial eléctrico creado por cada carga en A

$$V_1(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,00} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_2(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,41} = 6,36 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_3(A) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{1,00} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Potencial en el punto A $V(A) = 2,44 \cdot 10^4 \text{ V}$

Potencial eléctrico creado por cada carga en B

$$V_1(B) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{0,707} = 1,27 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_2(B) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{0,707} = 1,27 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_3(B) = \frac{9,00 \cdot 10^9 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6}}{0,707} = 1,27 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Potencial en el punto B $V(B) = 3,82 \cdot 10^4 \text{ V}$

Trabajo realizado por la fuerza del campo al desplazar la partícula desde el punto A hasta el punto B

$$W = q \cdot (V(A) - V(B)) = -2,00 \cdot 10^{-6} \cdot (2,44 \cdot 10^4 - 3,82 \cdot 10^4) = 0,0276 \text{ J}$$

Trabajo de la fuerza exterior sin variación de energía cinética

$$W(\text{ext.}) = -W = -0,0276 \text{ J}$$

Sumario

PROBLEMAS DE CARGAS PUNTUALES.....	1
● <i>Comienzo.....</i>	<i>1</i>
● <i>Borrado de datos anteriores.....</i>	<i>1</i>
● <i>Datos.....</i>	<i>1</i>
● <i>Resultados.....</i>	<i>1</i>
◇ PROBLEMAS.....	2
1. Tres cargas de $-2,00$, $-2,00$ y $+3,00$ pC se encuentran en los vértices de un triángulo equilátero de $1,00$ nm de lado en un medio (papel) en el que la permitividad eléctrica vale $1,50$. Calcula:.....	2
2. Tres cargas puntuales iguales de 5 μC cada una están situadas en los vértices de un triángulo equilátero de $1,5$ m de lado.....	7
3. Dos cargas eléctricas puntuales de $+2$ y -2 μC , están situadas en los puntos $(2, 0)$ y $(-2, 0)$ (en metros). Calcula:.....	13
4. Tres cargas puntuales de 2 μC se sitúan respectivamente en $A(0, 0)$, $B(1, 0)$ y $C(1/2, \sqrt{3}/2)$. Calcula:.....	16
5. Dadas tres cargas puntuales $q_1 = 10^{-3}$ μC en $(-8, 0)$ m, $q_2 = -10^{-3}$ μC en $(8, 0)$ m y $q_3 = 2 \cdot 10^{-3}$ μC en $(0, 8)$ m. Calcula:.....	19
6. En dos de los vértices de un triángulo equilátero de 2 cm de lado se sitúan dos cargas puntuales de $+10$ μC cada una. Calcula:.....	21
7. Dos cargas eléctricas de $+8$ μC están situadas en $A(0, 0,5)$ y $B(0, -0,5)$ (en metros). Calcula:.....	23
8. Tres cargas eléctricas puntuales de 10^{-6} C se encuentran situadas en los vértices de un cuadrado de 1 m de lado. Calcula:.....	26