
FUNCIONAMENTO DUN CICLOTRÓN

OBXECTIVOS

- Entender o comportamento de cargas eléctricas en movementos en presenza de campos eléctricos e campos magnéticos.
- Comprender o funcionamento do ciclotrón e a súa aplicación como aceleradores de partículas.

FUNDAMENTO TEÓRICO¹

O ciclotrón foi inventado en 1932 por Ernest O. Lawrence e M.S. Livingston en Berkeley. As partículas ou ións inxéctanse no centro de dous obxectos en forma de "D" ocos, chamados "Des". Aplícaselles un campo magnético perpendicular ao plano no que se moven e aceléranse entre cada "D" mediante unha diferenza de potencial. Os radios das órbitas van aumentando tras cada volta e, finalmente, ao conseguir o aumento de enerxía buscado, as partículas son expulsadas para impactar nun branco. É un dos primeiros tipos de aceleradores en uso hoxe en día.

No ciclotrón aplícanse:

- O teorema de conservación da enerxía mecánica.
- O movemento de partículas cargadas en campos eléctricos e magnéticos uniformes.

PROCEDEMENTO

- Visualizar o comportamento dunha partícula cargada en presenza de campos eléctricos e magnéticos:
 - http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/particleMandEField/pInMagneticFieldandE.swf
 - http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones_files/ciclotron.swf
- Visualizar o funcionamento dun ciclotrón, manipulando os datos precisos para analizar a relación entre frecuencia/período e campo magnético.
 - <http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/cyclotron.html>
 - http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_electromagnet/movimiento/ciclotron/ciclo.html
 - http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/newCyclotron/Cyclotron.swf

CUESTIÓNS

- Determinar o potencial eléctrico comunicado para producir a variación de enerxía cinética en cada cambio de D.
- Determinar o valor do campo magnético que produce o xiro da partícula.
- Que sucede se duplicamos o campo eléctrico?
- E se duplicamos o campo magnético?
- Como sería a gráfica que representa a enerxía cinética en función do tempo?

Como debe ser a polaridade do campo eléctrico entre cada "D"?

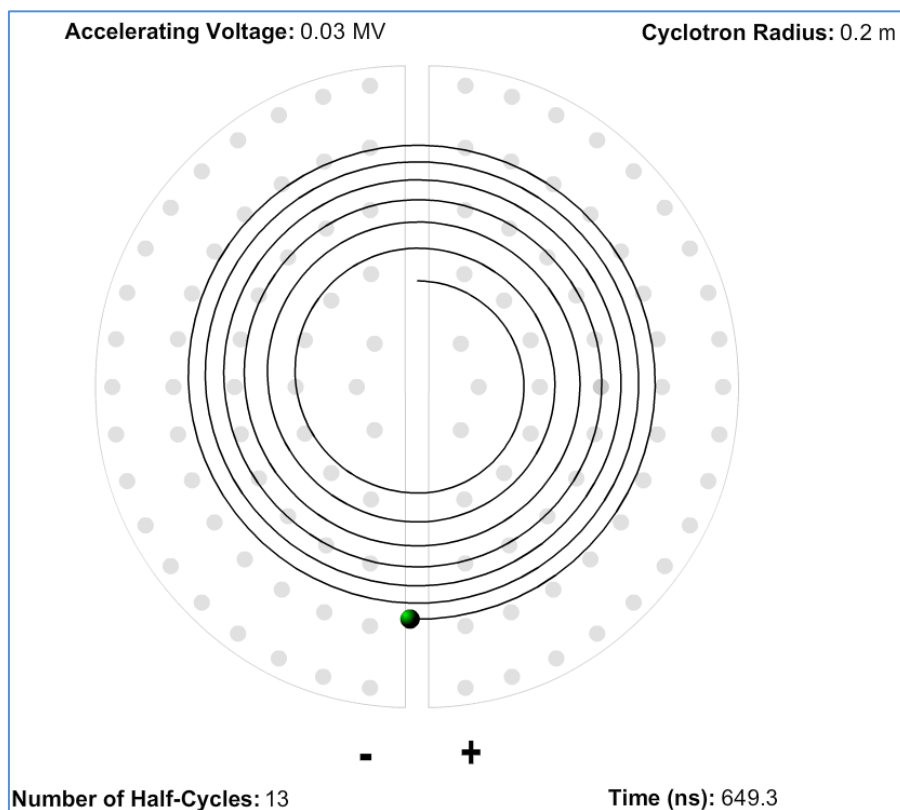
1

<http://cerezo.pntic.mec.es/~jgrima/Ciclotron.htm>

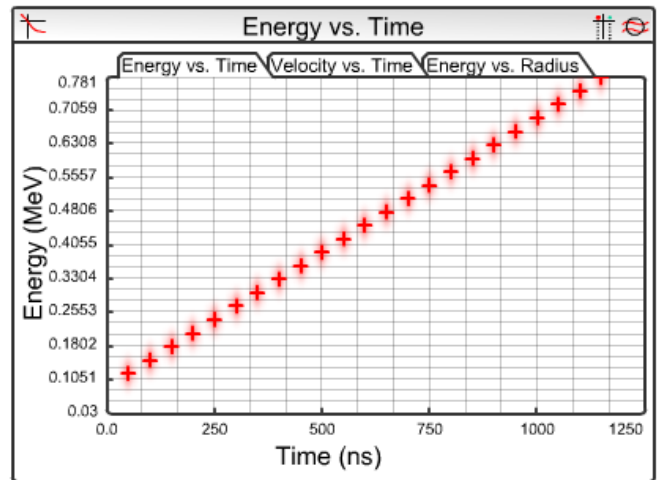
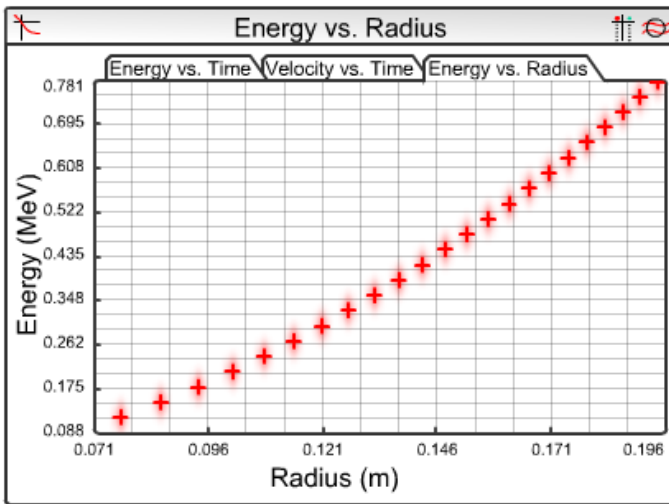
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/ciclotron/ciclo.html>

EXEMPLOS DE CUESTIÓNS

1. Describe, brevemente, en qué consiste o funcionamento dun ciclotrón e as variables que determinan o seu funcionamento.
2. Nun determinado ciclotrón, os protóns describen unha circunferencia de 0,2 m de radio pouco antes de emerxer. A frecuencia do potencial alterno entre as “D” é de 10 MHz. Despreciando os efectos relativistas, calcular:
 - a) O campo magnético empregado
 - b) A velocidade dos protóns cando saen do acelerador
 - c) A enerxía dos protóns en J e MeV
 - d) O número mínimo de voltas completas dos protóns se o máximo de potencial entre as “D” é de 0,03 MV
 - e) Repetir os cálculos para un deuterón de masa 2,014 u e para unha partícula alfa de masa 4,003 u.
 - f) Xustificar á gráfica da enerxía en función do tempo
 - g) Por que varía a polaridade do campo eléctrico entre cada “D”
 - h) Cómo varía a frecuencia en función do radio do ciclotrón?
3. A partir dos datos obtidos do simulador do ciclotrón que aparecen na figura, determina:
 - a) A frecuencia do ciclotrón
 - b) Se o campo magnético aplicado foi de 656 mT e a carga da partícula é de $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Sabendo que 1 u equivale a $1,66 \cdot 10^{-27}$ Kg, de que partícula se trata?.

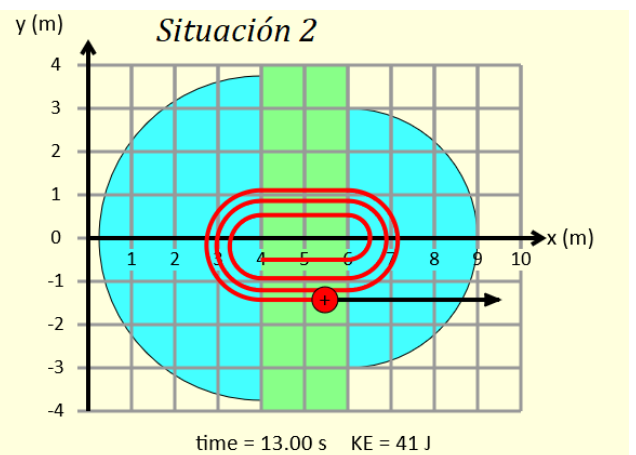
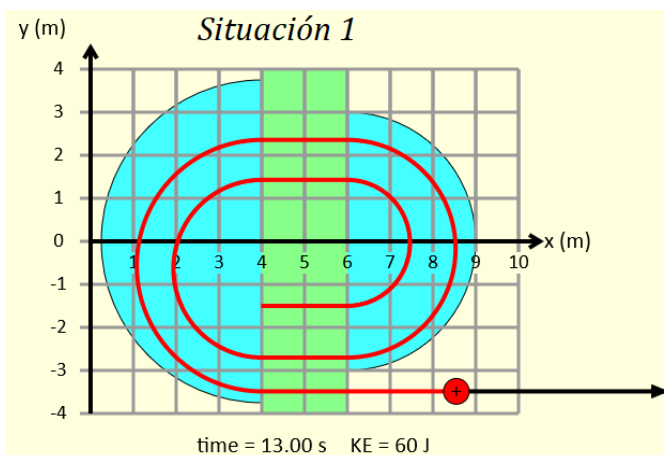
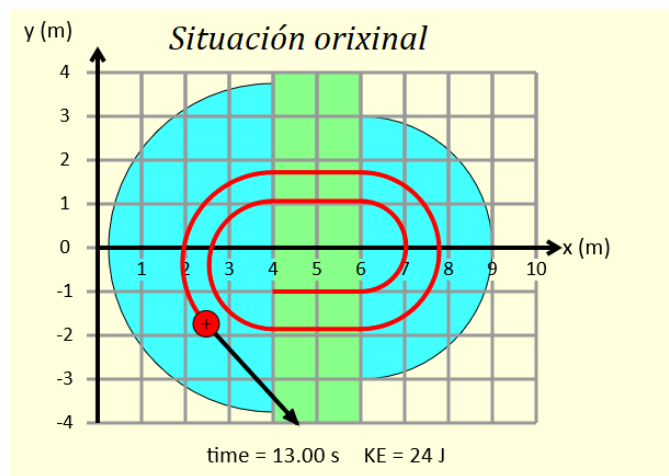


4. Xustifica razoadamente as gráficas da variación de enerxía en cada cambio de polaridade ao pasar polas "D", en función do radio e en función do tempo.



5. Compara, respecto do orixinal, as seguintes situacións, indicando.

- En cal delas se duplica o campo eléctrico.
- En cal se duplica o campo magnético.
- Cómo se xustifican en base a esas modificacións, as variacións do radio de xiro e da frecuencia.



ANEXOS CICLOTRÓN

$$\frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = q \cdot \Delta V = q \cdot E \cdot d$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot E \cdot d}{m} + v_1^2}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$R = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot E \cdot d}{q \cdot B^2}}$$

$$\text{Si } E' = 2E \Rightarrow R' = \sqrt{2}R$$

$$\text{Si } B' = 2B \Rightarrow R' = \frac{R}{2}$$

$$v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m} = 2\pi R \cdot f$$

$$f = \frac{q \cdot B}{2\pi \cdot m}$$