

Itinerari. Descripció detallada

Títol Acceleradors de partícules

Descripció de l'itinerari

Aquesta unitat està dividida en 3 apartats. Està pensada per a ser una unitat de síntesi de tota la física de Batxillerat ja que en el seu desenvolupament es fa esment de molts dels aspectes que han estudiat al llarg de tota la matèria. "Accelerar partícules" ens parla del LINAC, dispositiu essencial en la fase inicial d'acceleració en sincrotrons com l'ALBA. Per a accelerar els electrons s'utilitzen camps elèctrics uniformes que s'aconsegueixen generant diferències de potencial. Al ser accelerats, els electrons adquireixen altes energies sense que això impliqui que la seva velocitat superi la de la llum, ja que cal tenir en compte la Relativitat especial en aquest procés d'acceleració a altes energies. En un sincrotró com l'ALBA, els electrons són obligats a descriure trajectòries circulars, durant les quals, a l'estar accelerats emeten radiació sincrotró, d'acord a les equacions de Maxwell. Maxwell demostrà que la llum era una ona electromagnètica deguda a l'oscil·lació simultània d'un camp elèctric i d'un camp magnètic. "Detectar partícules" mostra com els camps elèctrics es poden utilitzar per a detectar partícules carregades elèctricament com per exemple la radiació beta per mitjà d'un comptador Geiger que utilitza un camp elèctric no uniforme. Ja que hi ha partícules carregades aquestes experimenten una interacció entre elles donada per la Llei de Coulomb, llei que formalment és idèntica a la Llei de la Gravitació Universal de Newton. L'últim apartat "Resum de la unitat" és un apartat de síntesi on es proposen i activitats de recapitulació i es recorden els objectius de la unitat..

Al llarg dels diferents apartats de la unitat apareixen, com a exemple, alguns exercicis resolts. També s'hi pot trobar una col·lecció d'exercicis amb solucions per a que l'alumnat pugui aprofundir en l'assoliment dels diferents objectius.

El símbol  , al costat d'una activitat, indica que hi ha un full d'activitat disponible.

Comentaris generals


La unitat conté tots els continguts referents al camp elèctric. A l'hora està pensada com a unitat de síntesi de tota la física de segon de batxillerat. Així en ella, al parlar de Maxwell es repassa la unitat d'ona (Unitat 6), la de gravitació (Unitat 7), la de física moderna (Unitat 8) i el magnetisme (Unitat 9). D'aquesta manera, si es fa a classe a final de curs, pot servir com a repàs de tot el que s'ha treballat.

Un material interessant es troba en el DVD *El CERN i la Física de partícules* que conté un conjunt de vídeos de curta durada i monotemàtics que poden ser d'utilitat en el tema "Viatge al·lucinant" (Unitat 8)

Pla de la unitat

Apartat/Secció		Activitats	Punts clau	Observacions
1. Accelerar partícules		El sincrotró Alba		Vídeos
1.1 El monitor CRT	El tub CRT			
1.1.1 Canó d'electrons		A1 La massa relativista i la velocitat	• massa relativista	Activitat "TAC" amb full de càlcul
1.1.2 El camp elèctric		A2 Línies de camp entre dues plates conductores paral·leles	• Camp elèctric	Miniaplicació
1.2 Els acceleradors lineals	• Accelerador lineal	Accelerador lineal d'Stanford		Web de l'SLAC
1.2.1 El LINAC				
1.2.2 Potencial elèctric, superfícies equipotencials i línies de camp		A3 Mapa de Potencials A4 Laboratori virtual de física A5 Experiment de Millikan	• Potencial elèctric, línies de camp, equipotencials • gradient	Activitat "experimental" Activitat "TAC" de fislab Activitat "TAC"
1.2.3 Desviar el feix de partícules	• tub CRT, impressora de tinta	Com funciona un CRT Exemple resolt A6 Determinació de la relació e/m	• Camp elèctric, potencial	Miniaplicació Activitat "TAC"
1.3 Els acceleradors circulars	Sincrotró	El generador de Van de Graaff A7 El generador de Van de Graaf	• Camp elèctric, potencial	Article wikipèdia Activitat "recerca"
1.3.1 Acceleradors lineals i circulars		A8 El ciclotró EL LHC A9 Joc del CERN	• Camp magnètic	Activitat "TAC" Web del CERN Miniaplicació del CERN
1.3.2 La radiació			• radiació sincrotró	

sincrotró				
1.3.3 Les equacions de Maxwell		Les equacions de Maxwell A10 Generació d'ones em Propagació d'una ona em	<ul style="list-style-type: none"> Equacions de Maxwell ones electromagnètiques 	Vídeos "Universo Mecánico" Miniaplicació phet Miniaplicació micro.magnet
2. Detectar partícules	Detectors LHC	A11 Detectar les radiacions		Activitat "de comprensió"
2.1 El Geiger: un exemple de camp elèctric no uniforme	El detector Geiger		<ul style="list-style-type: none"> Camp elèctric no uniforme 	
2.2 Les partícules carregades	Càrregues puntuals			
2.2.1 el camp elèctric creat per una càrrega puntual			<ul style="list-style-type: none"> camp elèctric 	
2.2.2 La força elèctrica		A12 Explorar la llei de Coulomb A13 Determinació de permitivitats A14 Un model de la dispersió de Rutherford	<ul style="list-style-type: none"> lleï de Coulomb 	Activitat Interactive Physics Activitat de càlcul
2.2.3 Camp elèctric creat per diverses càrregues		Exemple resultat	<ul style="list-style-type: none"> camp elèctric lleï de Coulomb 	
2.2.4 Potencial i energia potencial		Exemple resultat	<ul style="list-style-type: none"> Potencial elèctric Energia potencial elèctrica Treball 	

4. Resum de la unitat	• Síntesi de la unitat	A15 Mapa conceptual de la unitat		
3.1 Objectius	• Objectius de la unitat			
3.2 Activitats finals	• Qüestions i problemes de síntesi	A16  El sincrotró ALBA		Activitat "de cerca"

Recursos emprats

Software

Fulls de càlcul

Interactive Physics

Simulacions del MIT <http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/>. Un conjunt de simulacions de camp elèctric i camp magnètic molt interessants.

Material necessari

Paper mil·limetrat o quadriculat.

Temporització

Unes 5 setmanes

Justificació de la seqüència

El sincrotró ALBA

Vídeos de TV3 i de la Generalitat de Catalunya que ens parlen del sincrotró ALBA

TV3 té un ampli ventall de vídeos que parlen del sincrotró ALBA. Hi podeu accedir des de

<http://www.tv3.cat/>

posant "sincrotró ALBA" en el cercador.

La Generalitat de Catalunya també us parla de l'ALBA

<http://www.gencat.cat/web/multimedia/cat/sincrotró/index.htm>

A1📖 La massa relativista i la velocitat

Activitat "TAC" en la que cal utilitzar un full de càlcul. En l'activitat es proposa estudiar la relació que, d'acord a la teoria de la relativitat especial, hi ha entre la massa d'un objecte i la seva velocitat. El propòsit de l'activitat és que l'alumnat s'adoni de que tot i que l'energia pot augmentar tant com es vulgui, la velocitat d'un objecte no pot superar el valor c

A2📖 Línies de camp entre dues plaques conductores paral·leles

Activitat "TAC" en la que l'alumnat ha d'arribar a concloure que el camp elèctric entre dues plaques conductores paral·leles, que estan molt a prop l'una de l'altra, és uniforme.

<http://www.falstad.com/emstatic/>

Accelerador lineal d'Stanford.

Web de l'accelerador lineal d'Stanford, l'SLAC

<http://www2.slac.stanford.edu/vvc/>

A3 Mapa de potencials

Activitat “pràctica” en la que es proposa construir un mapa de potencials per a una zona situada entre dos elèctrodes. Una pila de 4,5 V connectada a 2 elèctrodes metàl·lics generarà un camp elèctric a un full de paper de filtre. Si el paper està mullat amb aigua salada, les diferències de potencial es poden mesurar fàcilment amb un “tester” i visualitzar amb agulles de colors clavades.

A4 Laboratori virtual de física

A la pàgina <http://www.fislab.net> trobareu una miniaplicació, Electrostatica, amb la qual podreu simular el camp i el potencial elèctric que creen càrregues puntuals de diferents valors i signes observant la intensitat i la direcció del camp elèctric en diferents punts i les línies de camp així com la relació que tenen aquestes amb les superfícies equipotencials.

És tracta d'una miniaplicació molt ben treballada en la que es pot observar el camp que crea una càrrega o un sistema de càrregues i el també el potencial. El potencial elèctric es pot mostrar en 3D que és molt útil per explicar “el sentit” de desplaçament de les càrregues en el sí d'un camp.

A5 Experiment de Millikan

Activitat "TAC" que serveix per simular l'experiència duta a terme per Millikan. El que avui dia es coneix com l'experiment de la gota d'oli de Millikan va ser una tasca que durà anys. Robert Millikan va començar l'experiment l'any 1900, mentre era professor de la Universitat de Chicago, amb l'ajut de Fletcher i no va publicar els resultats fins l'any 1913.

L'experiment que aquí es descriu és una versió simplificada de l'experiment original. En la simulació només es veu una gota cada cop i s'assumeix que cau en el buit.

L'experiment consisteix en observar la caiguda d'una gota d'oli carregada, primer, en absència d'un camp elèctric, i després en presència d'aquest camp. En cada cas es representa la velocitat de caiguda de la gota, v , en funció del temps, t . Analitzant els gràfics $v-t$ veureu l'efecte del camp elèctric. La interpretació i comparació dels gràfics us permetrà de deduir com determinar la càrrega elèctrica de la gota.

<http://www.kcvs.ca/site/projects/physics.html>

Com funciona un CRT

Miniaplicació que mostra com funciona un CRT. La miniaplicació permet moure uns imants amb els que es pot desviar el feix d'electrons per tal que incideixi per tota la pantalla. El moviment el pot fer l'usuari o la mateixa miniaplicació si es posa en "automàtic"

<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/tubeB.html>

En cas de disposar d'un monitor CRT vell és molt interessant observar el fenomen en la realitat utilitzant algun imant.

A6 Determinació de la relació e/m

Activitat "TAC". Aquesta activitat permet simular l'experiment que va permetre a Thomson descobrir els electrons i obtenir la seva relació e/m.

<http://www.kcvs.ca/site/projects/physics.html>

En la simulació apareix un dibuix esquemàtic del tub de raigs catòdics. En aquest esquema, en la part de sota, es pot triar si es vol treballar amb un "Beam" (feix) o una "Particle" (partícula). També es pot seleccionar si es vol aplicar un camp magnètic o un camp elèctric. La intensitat de corrent "current" que pot variar entre -100 mA i +100 mA permet aplicar un camp magnètic movent els cursors. El voltatge, en volts, que varia entre -200 V i +200 V, permet aplicar un camp elèctric.

El generador de Van de Graaff

Article de la wikipèdia que parla d'aquest accelerador lineal.

http://es.wikipedia.org/wiki/Generador_de_Van_de_Graaff

A7 El generador de Van de Graaff

Activitat "de recerca". Amb ajuda d'un vídeo de youtube es proposa estudiar el funcionament d'un van de Graaff. L'article de la wikipèdia pot ser útil per comprendre bé el funcionament i construcció.

<http://www.youtube.com/watch?v=7qgM1A3pgkQ>

A8 El ciclotró

Activitat "TAC" per entendre el funcionament d'un ciclotró en el que les partícules es desvien per mitjà de camps magnètics.

<http://www.kcvs.ca/site/projects/physics.html>

Cal recordar que en aquesta unitat es repassen molts dels continguts ja estudiats abans en el curs, com per exemple, les ones i els camps magnètics.

EI LHC

Web del CERN que ens manté al dia de la tasca feta pel LHC.

<http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html>

A9 Joc del CERN

Activitat "TAC". Aquesta miniaplicació del CERN posa a l'alumnat en la sal de control d'un accelerador de partícules en el que ha modificar els diferents paràmetres per tal de que aquest funcioni. Així, en primer lloc ha d'aconseguir la freqüència adequada per a que les partícules s'accelerïn. Tot seguit ha de definir els valors correctes del camp magnètic per a que les partícules descriuïn les òrbites adequades. Si ho aconsegueix, l'accelerador estarà funcionant correctament.

<https://cern50.web.cern.ch/cern50/multimedia/LHCGame/StartGame.html>

Les equacions de Maxwell

Fragments de vídeo de youtube de la serie "Universo mecánico" en el que ens presenten J.C Maxwell i la feina que va fer.

<http://www.youtube.com/watch?v=RYTFGGMhS8o> 1/3

<http://www.youtube.com/watch?v=dITXo32Ttiw> 2/3

<http://www.youtube.com/watch?v=EHxIxo4Cpgw> 3/3

A10 Generació d'ones em

Activitat "TAC" en la que, amb ajuda d'una miniaplicació de PHET, podem generar ones em. Es tracta de fer oscil·lar un electró en una antena. Aquesta vibració genera una ona em que es propaga i, en arribar a una altra antena (el receptor), l'energia de l'ona es transfereix als electrons d'aquesta antena.

La miniaplicació està disponible en català

http://phet.colorado.edu/sims/radio-waves/radio-waves_ca.jnlp

A11 Detectar les radiacions

Activitat "de comprensió" extret de *la Vanguardia* en la que es proposa la lectura d'un text sobre la detecció de partícules. L'article ens parla de J. Charpak i del detector multifils.

A12 Explorar la llei de Coulomb

Activitat "TAC". Què fa que la força elèctrica sigui més gran o més petita? Charles Coulomb va establir que la força elèctrica depèn de la càrrega elèctrica dels cossos implicats i de la distància que els separa, i va dur a terme experiments per a determinar la relació entre aquestes magnituds i la força elèctrica.

En els experiments d'electrostàtica una dificultat pràctica que els complica considerablement és la possibilitat de que els objectes es descarreguin, de manera que cal tenir-los molt ben aïllats i manipular-los amb molta cura. Tot i així, si l'ambient no és molt sec, l'aire és prou conductor com per a descarregar bastant ràpidament els objectes, el que fa que en les condicions normals en un laboratori escolar sigui molt difícil obtenir resultats quantitius.

L'activitat proposa fer un experiment com els que va fer Coulomb, però utilitzant una simulació elaborada amb Interactive Physics.

A13 Determinació de permetivitats

Activitat "de càlcul" en la que es proposa a l'alumnat calcular les permetivitats de diferents medis.

A14 Un model de la dispersió de Rutherford

Activitat "TAC" Es tracta d'utilitzar una simulació d'Interactive physics per investigar la dispersió de Rutherford. Es poden llençar projectils amb una velocitat donada i es tracta d'observar quant es desvien en passar a prop d'un nucli. S'haurà de recollir les dades de la desviació que correspon a cada posició de partida del projectil. També és pot repetir la simulació per a diferents velocitats del projectil..

A15 Mapa conceptual de la unitat

Activitat “de síntesi” en el l'alumnat haurà d'elaborar un mapa conceptual.

A16📖 El sincrotró ALBA

Activitat “de cerca”. A partir d'un text i d'una sèrie d'enllaços web, es proposa a l'alumnat que respongui un seguit de qüestions referents a un sincrotró com l'ALBA.