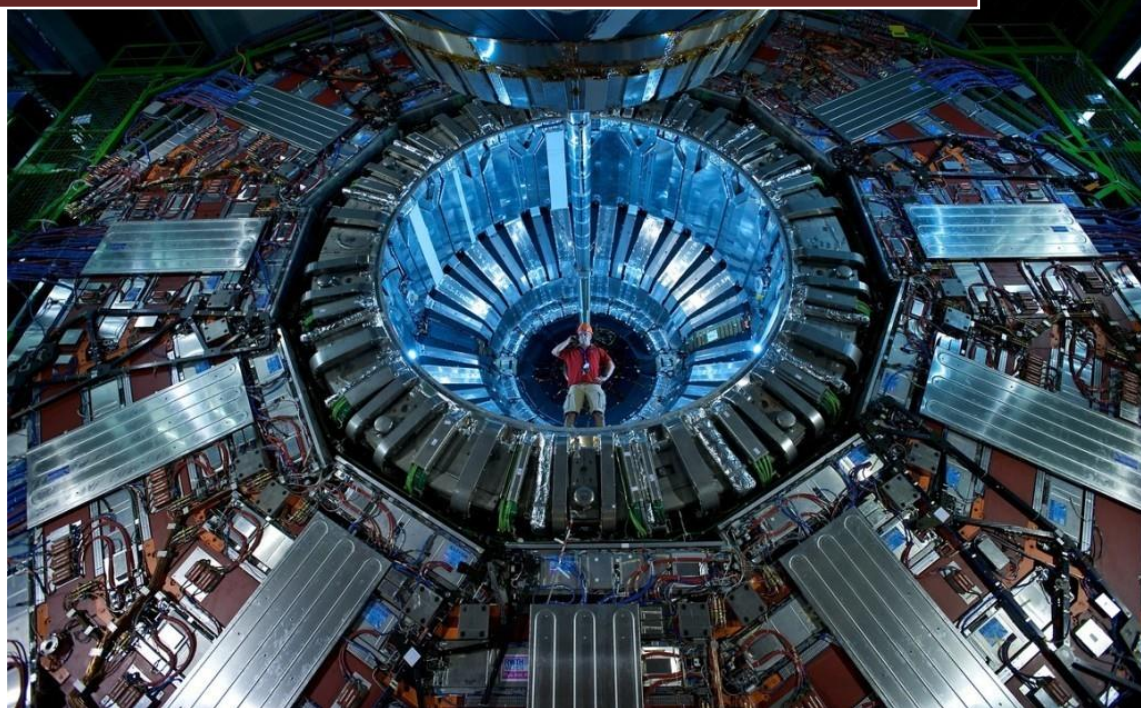


L'estructura de la matèria. De Rutherford a l'ALBA

2a Versió



Publicacions CRECIM
Col·lecció REVIR 2016
2a versió 2019



Estructura de la matèria. De Rutherford a l'ALBA", seqüència didàctica per a l'estudi de l'estructura atòmica. Creada per Digna Couso, Lluïsa Herreras i Josep Olivella.

Maquetació i revisió: Maria Navarro i Maria Dalmases

2a Versió: Caterina Solé i Maria Navarro

Es distribueix sota una llicència Creative Commons Atribució-NoComercial-SenseDerivar 4.0 Internacional

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

totes les imatges utilitzades són pròpies o d'ús lliure

Citar com:

Couso, D., Herreras, Ll., Olivella, J., Solé, C. i Navarro, M. (2019). *Estructura de la matèria. De Rutherford a l'ALBA. Seqüència didàctica per a l'estudi de l'estructura atòmica*. Barcelona: Publicacions CRECIM. 2a Versió.

El projecte REVIR és un projecte del CRECIM, amb el suport de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Indicacions per al professorat

Objectius didàctics de la seqüència

Aquesta seqüència pretén que l'alumnat reflexioni entorn què és la ciència i, principalment, sobre com aquesta construeix el coneixement. La reflexió es fa en el context de l'estudi de l'estructura interna de la matèria i més concretament en el desenvolupament del model atòmic. Per tant, mentre que l'alumnat treballa en profunditat el model atòmic de Rutherford i l'evolució d'aquest fins als models atòmics actuals, aprofundeix també en la manera en què la ciència construeix i valida el coneixement.

L'alumnat utilitzarà un model analògic (similar als utilitzats històricament en el descobriment de l'estructura interna de l'àtom) en el qual haurà d'esbrinar la forma d'un objecte que no pot "veure" de manera directe. D'aquesta manera s'enfrontarà a les dificultats que suposa conèixer allò que no podem "veure" de manera directe (com és el cas de l'estructura de la matèria).

A continuació, s'utilitzarà una simulació digital en la qual es reproduïx l'experiment de Rutherford que va portar al descobriment del nucli de l'àtom i a la revisió del model de Thomson, que era el vigent i considerat com a vàlid a l'època. L'alumnat ha de comprendre quines evidències tenia Rutherford que el van portar a transformar el model de Thomson i les dificultats experimentals d'aquest procés.

Finalment, s'espera que l'alumnat conegui, tot i que no de manera específica, el funcionament dels diferents tipus d'acceleradors existents i, en particular, el que tenim més a prop: l'ALBA. Més enllà dels coneixements en l'àmbit de la física, de nou pretenem que els alumnes comprenguin el desafiament al que s'enfronta la comunitat científica actual quan fa recerca encara amb més profunditat de l'estructura de la matèria.

Material, muntatge experimental i eines digitals que es fan servir

Per a la realització de la seqüència serà necessari el següent material:

- Diferents taulells amb diferents formes amagades tal i com s'indica a la imatge :



- Bales de mida diferent
- Accés a les simulacions següents:
 - o http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/rutherford/historical_scatterin_g2.swf
 - o https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_es.html

Estructura de la seqüència

La seqüència té una durada de 4h i es divideix en 4 parts principals: La introducció amb una durada de 1 hora, la primera part de 2 hores de durada i la segona part amb la conclusió que tenen una durada d'1 hora:

Introducció: Plantejament del problema o repte

1. Hem vist l'estructura de la matèria?
2. Una altra manera de "veure"

Primera part: Estudi del model atòmic de Thomson i de l'experiment de Rutherford. Elaboració del model de Rutherford a partir de les evidències científiques trobades.

3. Estructura de l'àtom. L'anàlisi del model de Thomson.
4. L'experiment de Rutherford

Segona part: Exploració dels mètodes actuals que permeten conèixer l'estructura de la matèria.

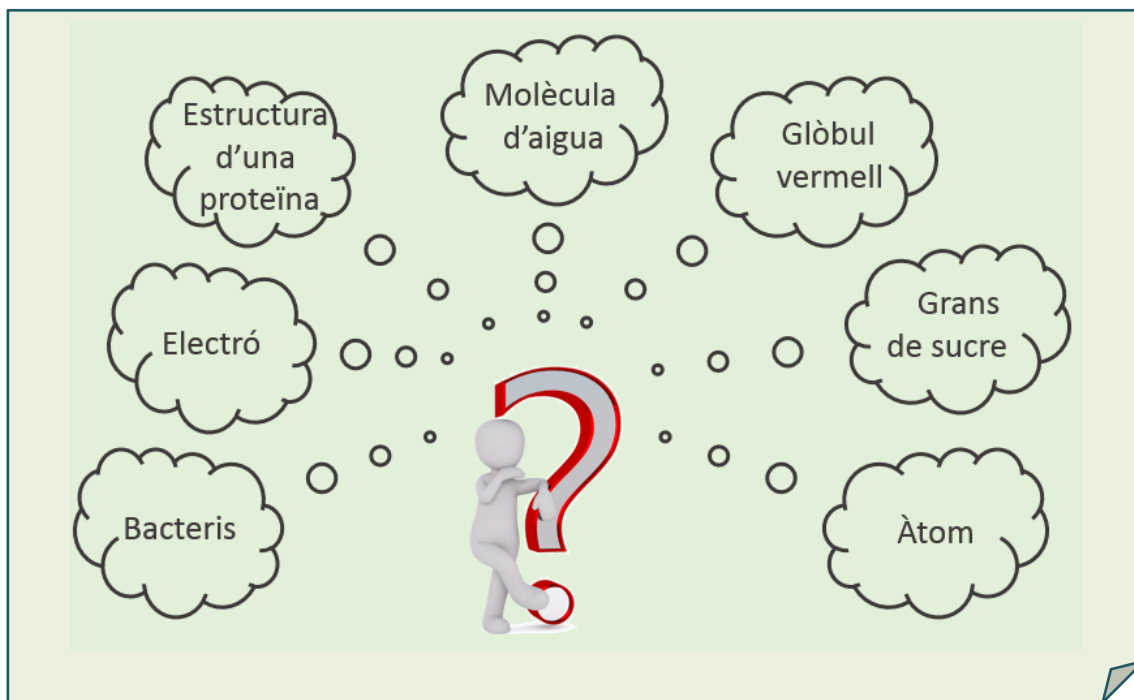
5. El LHC i l'ALBA

Conclusió: Reflexió entorn el repte plantejat a l'inici del taller.

6. L'estructura de la matèria

1. Hem “vist” l’estructura de la matèria?

En el requadre que hi ha a continuació, tens diferents elements que ben segur que coneixeràs i, fins i tot, has après a l’aula què són:



Completa al teu dossier:



1.a. La comunitat científica actual considera que tots aquests elements existeixen. Creus que tots ells es poden “veure”? Si creus que no, quins creus que no “ha vist” mai ningú?

1.b. Si penses que algun d'ells no l'ha pogut “veure” mai ningú, com pot ser que la comunitat científica accepti la seva existència?

2.2. Una altra manera de “veure”

A la taula trobaràs un tauler gran de fusta sota el qual s'ha amagat un objecte. La teva tasca consistirà en descobrir la forma i la mida d'aquest sense veure'l. Per aconseguir-ho, disposes d'unes bales de mida diferent.

Discuteix en grup:



Dissenya un mètode experimental per poder esbrinar la forma i la mida de l'objecte desconegut.

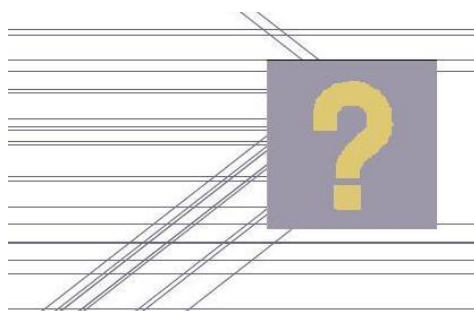


Fig.2. Esquema de la taula de fusta amb l'objecte amagat i les trajectòries de les bales.

Completa al teu dossier:



- 2.a.** Com determinaràs la mida de l'objecte?
- 2.b.** Com descobriràs la forma de l'objecte?
- 2.c.** Com detectaràs si els objectes tenen detalls més petits?
- 2.d.** Com podries confirmar les teves conclusions sobre la forma i la mida de l'objecte desconegut sense mirar-lo?

Amb ajuda de bales de mides diferents i d'un full de paper situat a la part superior del tauler fes un esbós de les trajectòries que segueixen les bales a l'anada i a la tornada. Analitza les trajectòries obtingudes i fes un dibuix de la forma de cada objecte.

Quan hagis descobert la forma del teu objecte, et proposem que esbrinis la forma d'altres.

Completa al teu dossier:



2.e. Quina relació creus que existeix entre el que has fet amb l'objecte desconegut i el que fan els científics?

2.f. Quines limitacions tenen els mètodes ens els que “hi veiem” sense veure-hi?

2.g. Què hagués passat si les dues bales haguessin estat grans? I si haguessin estat petites?

3.3. Estructura de l'àtom. L'anàlisi del model de Thomson

En els apartats anteriors hem vist algunes estratègies que podem utilitzar per a conèixer la forma, la mida o l'estructura de l'interior d'un objecte, d'una substància o, en general, de la matèria.

Una de les aventures més apassionants que podem trobar en la història de la ciència és la d'esbrinar com és l'interior de la matèria. Aquesta recerca ha estat paral·lela a altres descobriments que van fer poder trobar models cada vegada més explícits de les evidències que es van anar trobant.

Què diu l'història de la ciència?

Röntgen va descobrir els raigs X mentre estudiava els "raigs catòdics" que, a finals del segle XIX, constituïen un dels camps principals d'estudi en la física. Experiments detallats mostraven de manera clara que els "raigs catòdics" eren en realitat un feix de partícules de càrrega negativa. J.J. Thomson va demostrar que aquestes es trobaven a l'interior de tots els àtoms, fos l'àtom que fos, i els va anomenar **corpuscles**. Més endavant aquestes partícules van ser batejades amb el nom **d'electrons**.

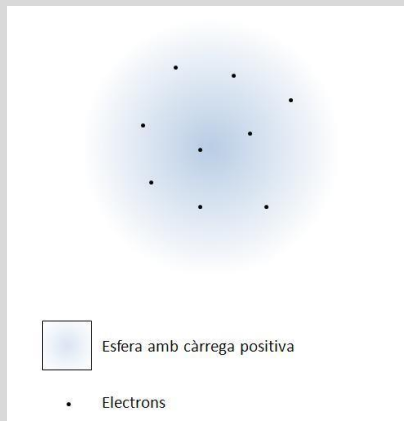


Fig. 4. Model de l'àtom de J.J. Thomson.

Si l'àtom, indivisible fins llavors, contenia al seu interior unes partícules més petites (els electrons) es podia plantejar la pregunta de com estaven col·locats aquests electrons en l'interior de l'àtom. J.J. Thomson va proposar l'any 1904 un model teòric que donava resposta a la pregunta sobre quina era l'estructura de l'àtom.

Paral·lelament, a principis del segle XX havia fet aparició un altre importantíssim camp d'investigació: la radioactivitat. **Rutherford** i els seus col·legues **Geiger** i **Marsden** estaven estudiant la radiació alfa quan van donar amb uns resultats, per a ells, sorprenents. La comprensió d'aquestes dades feia necessari estudiar quina era l'**estructura de l'àtom**.



L'objectiu d'aquest apartat és analitzar el que Rutherford esperava trobar basant-se en el model d'àtom de Thomson.

Rutherford va dissenyar un experiment consistent a bombardejar amb partícules alfa unes làmines molt primes d'un determinat metall, com per exemple l'or. Per fer les seves prediccions es basà en el model atòmic acceptat aleshores: el model atòmic de Thomson. Rutherford va suposar que obtindria el següent mapa de trajectòries:

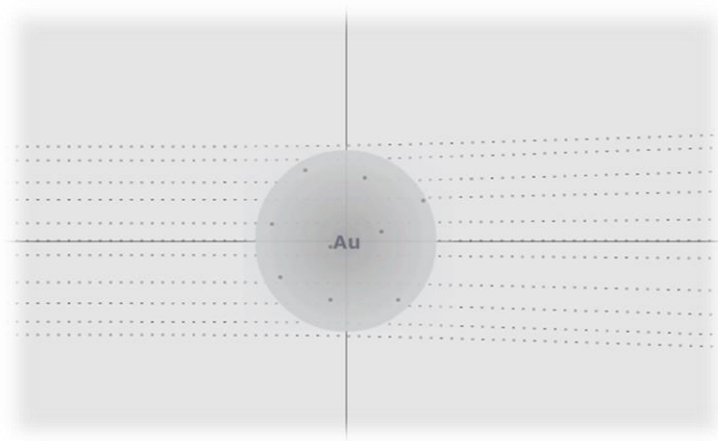


Fig. 5. Predicció de Rutherford de les trajectòries de les partícules alfa quan travessaven un àtom d'or.

Completa al teu dossier:



3.a. Com creus que Rutherford, amb el mapa de trajectòries que havia predit i que podeu observar a la figura anterior, podia explicar:

- a)** que les partícules alfa travessen l'àtom
- b)** que quan travessen l'àtom es desvien una mica
- c)** que les que no travessen l'àtom també es desvien

Així, a partir de l'estudi de les trajectòries seguides per aquests projectils es podria tenir evidències del model teòric d'àtom suposat o refutar-ho i proposar un altre model, si calgués, per tal d'explicar els resultats que s'obtinguessin al fer l'experiment.

4.4. L'Experiment de Rutherford

Per dur a terme aquest experiment, Rutherford va treballar amb una placa metàl·lica ja que no podia treballar només amb un àtom. A més a més, com que no podia treballar tampoc amb partícules alfa individuals va treballar amb una font radioactiva que emetia moltes partícules alfa. Per altra banda, quan Rutherford va dur a terme aquest experiment, no podia visualitzar les trajectòries de les diferents partícules alfa; només podia saber en quina posició arribaven.

Un cop les partícules alfa havien travessat la placa metàl·lica incidien sobre una pantalla obtenint-se així un breu flaix de llum, un centelleig, que s'observava a través d'un visor mòbil que es podia col·locar en diferents posicions modificant l'angle del visor amb l'horitzontal. Un cop travessada la placa metàl·lica, les partícules alfa es podien dispersar en diferents angles. El nombre de flaixos en un cert angle es podia mesurar col·locant el visor en aquella posició.



L'objectiu d'aquesta activitat és analitzar si l'experiment de Rutherford confirma el model atòmic de Thomson.

Completa al teu dossier:

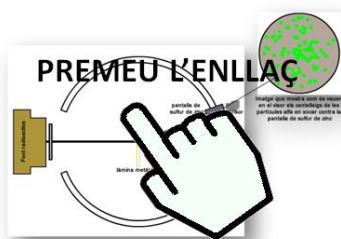


4.a. Tenint en compte el model de Thomson, en quins angles hauries de col·locar el visor per a obtenir la majoria de flaixos possibles?

4.b. Segons el model de Thomson, esperaries obtenir algun flash per a angles grans?

Per tal de comprovar la teva predicció, utilitzaràs una **miniaplicació d'Internet**. Tria en la simulació els següents valors: **gold, partícules alfa de 3.0 MeV**.

Per posar en marxa la simulació i aturar-la cal prémer el botó **FireParticles**.



http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/rutherford/historical_scattering2.swf

Completa al teu dossier:



4.c. Què observes quan el visor es col·loca en angles petits?

4.d. Què observes quan el visor es col·loca en angles grans?

4.e. Com explicaries els resultats que has obtingut en la simulació per a angles grans?

4.f. Es pot concloure que el model atòmic de Thomson està d'acord amb els resultats que has obtingut en la simulació?

4.g. En aquell moment històric, sabien que la partícula alfa era molt més grossa i massiva que els electrons. A partir d'aquesta informació, podries afegir algun aspecte a l'explicació que has donat a la pregunta anterior?

4.h. **Predicció:** Fes una proposta del nou model d'àtom que penses que Rutherford es va plantejar per a poder explicar els resultats obtinguts en el seu experiment. Fes un esquema de la teva proposta.

A continuació, disposes d'un enllaç a una simulació que ens permet entendre els resultats que va obtenir Rutherford però tenint en compte el model atòmic acceptat per la comunitat científica actual: https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_es.html

5. El LHC i l'ALBA

Science Journal

Altre lloc gestionat amb el WordPress

 Cerca

Pàgina d'inici

Acceleradors de partícules

Publicat el [17/02/2012](#)

Ei gent!!

L'altra dia vaig anar a una de les xerrades dels "dissabtes de la Física" que fan a la UAB. El professor va parlar del detector ATLAS que podria haver trobat candidats a una partícula elemental que els físics anomenen "bosó de Higgs".

A la xarxa he trobat que l'ATLAS és un detector de partícules que es troba instal·lat en el LHC, però no acabo d'entendre que és això del LHC. Algú m'ho sabria explicar?

Publicat dins de [General](#) | [5 respostes](#)

5

ARXIU

▪ [febrer 2012](#)

META

▪ [Entra](#)



Miquel el 17/02/2012 a les 16:42 ha dit:

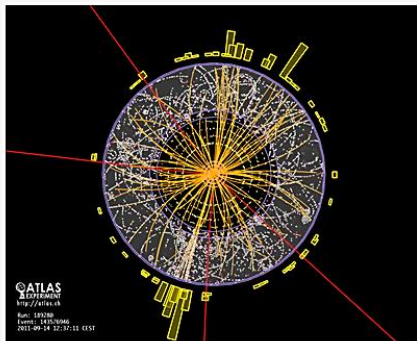
Hola Joan:

Jo treballa en el detector ATLAS i et faré cinc cèntims de què és el LHC i com funciona. El LHC (Large Hadron Collider) és un accelerador de partícules que es troba enterrat a més de 100 m de profunditat sota la frontera francosueïssa i té uns 27 km de circumferència.



Font CERN

En ell s'acceleren protons que es fan xocar frontalment contra altres protons que giren en sentit contrari. D'aquesta manera es poden obtenir partícules encara més fonamentals, com els quarks o el desitjat bosó de Higgs, del qual *"han vist l'ombra de l'ós, però no es pot dir que l'hagin ja caçat"*, en paraules d'un dels físics que treballen en el projecte. Les partícules obtingudes en el xoc es poden analitzar a través de les **traces** que deixen en els detectors.



Font CERN

Completa al teu dossier:



5.a. Quines diferències i similituds trobes entre el mètode experimental de Rutherford i la manera de treballar d'un accelerador de partícules com el LHC?



Carme el 17/02/2012 a les 17:02 ha dit:

Molt interessant això del LHC!

M'han dit que a Cerdanyola del Vallès hi ha un accelerador de partícules anomenat ALBA. Està bé això de tenir un aparell com aquest a casa nostra!



Respon:



Judit el 17/02/2012 a les 17:15 ha dit:

Comptell!

L'ALBA no és pròpiament un accelerador de partícules en el sentit del LHC. En l'ALBA s'acceleren electrons fins a velocitats molt properes a les de la llum. Aquests electrons es fan girar per l'interior d'un tub anomenat anell d'emmagatzematge. Degut al fet que giren molt ràpidament (cada dia recorren prop de 26 mil milions de km) emetent una llum de propietats excepcionals: la **radiació sincrotró** que és bàsicament raigs X. Per aquest motiu es diu que l'ALBA és un **sincrotró**.

Respon:



Enric el 17/02/2012 a les 17:23 ha dit:
Vale tios, però, què fa aleshores un sincrotró?

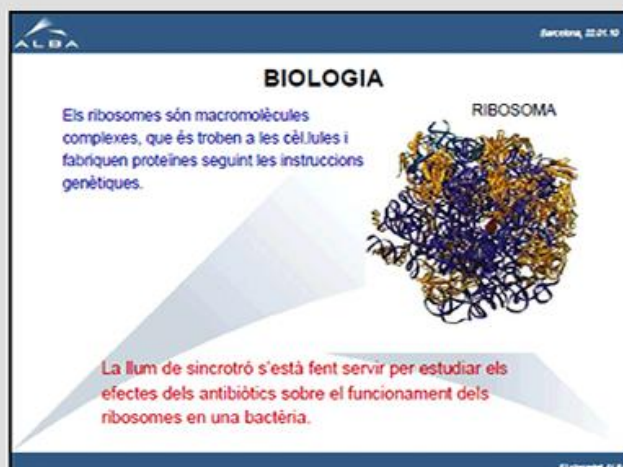
Respon L



Joan el 17/02/2012 a les 17:25 ha dit:
Enric, jo treballo en l'accelerador ALBA i intentaré explicar-te algunes de les aplicacions que té. Per exemple, en medicina es pot utilitzar per obtenir imatges d'alta definició amb un major contrast d'ossos.



En biologia s'usa per estudiar els efectes dels antibiòtics en virus i bacteris.



(Font cells.es)

Per produir microsensores i micromotors la llum sincrotró també resulta ser útil.



(Font cells.es)

Aquestes són algunes de les moltes possibilitats que ofereixen els raigs X que es generen en un síncrotró com l'ALBA.

Respon L

Completa al teu dossier:



5.b. Quines diferències i similituds trobes entre la manera de treballar de l'accelerador de partícules LHC i el síncrotró ALBA?

6. L'estructura de la matèria

Completa al teu dossier:



6.a. En l'activitat que has portat a terme amb "l'objecte amagat", quan has acabat, hem aixecat la fusta per a comprovar quin objecte hi havia a sota. Creus que els científics poden fer el mateix quan s'enfronten al repte de conèixer l'estructura de la matèria?

6.b. Com podem conèixer quina és l'estructura de la matèria?

L'escala de l'univers (Flash animation): <https://observatorio.info/2012/03/la-escala-del-universo-interactiva/>

