



Fisika eta Kimika

IKERTU SAILA

DBHko 4. mailarako Fisika eta Kimika liburua
Zubia Editoriala, S. L.ren eta Santillana Educación, S. L.ren
Hezkuntza Argitalpenetarako Sailean **Joseba Santxo Uriarteren**
eta **Teresa Grence Ruizen** zuzendaritzapean sortu, taxutu
eta gauzaturiko talde-lana da.

Liburu honen prestatze- eta argitaratze-lanean
honako talde honek esku hartu du:

M.^a del Carmen Vidal Fernández

David Sánchez Gómez

José Luis de Luis García

EDIZIOA

Ainhoa Basterretxea Llona

David Sánchez Gómez

Bárbara Braña Borja

PROIEKTUAREN ZUZENDARITZA

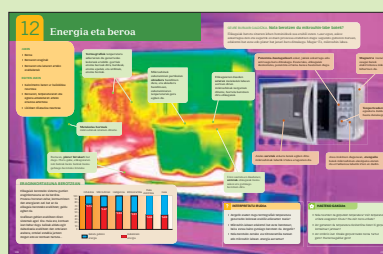
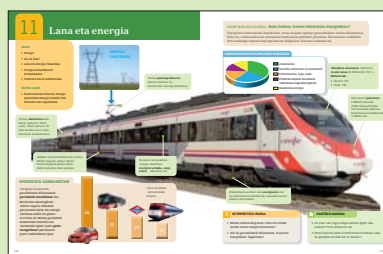
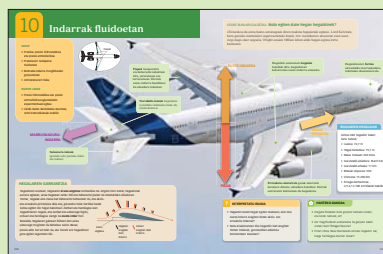
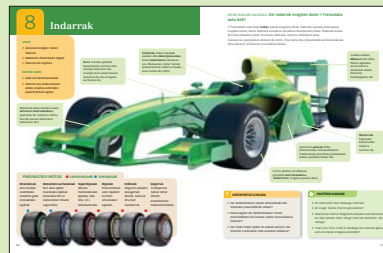
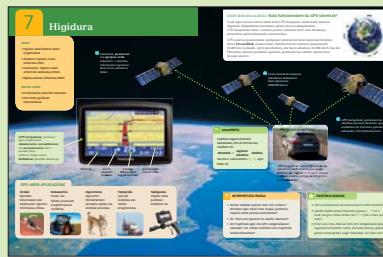
Joseba Santxo Uriarte

Antonio Brandi Fernández

Liburu honetako ariketak ezin dira inola ere liburuan bertan egin.
Ariketetan proposatzen ditugun taulak, eskema eta gainerako
baliabideak ikasleak koadernoan egin beharrekoen ereduak baino ez dira.



1. Magnitudeak eta unitateak	6
1. Ikerketa zientifikoa	10
2. Magnitudeak	13
3. Neurketa eta erroreak	15
4. Datuen azterketa	17
IKERTU. Disoluzio baten kontzentrazioaren eta haren dentsitatearen arteko erlazioa	24
2. Atomoak eta sistema periodikoa	26
1. Atomoaren partikulak	29
2. Eredu atomikoak	31
3. Elektroien banaketa atomo batean	36
4. Elementuen sistema periodikoa	38
5. Elementuen propietate periodikoak	40
IKERTU. Metalen propietateak	48
3. Lotura kimikoa	50
1. Lotura kimikoak substantzietan	53
2. Atomoen arteko lotura motak	54
3. Lotura ionikoa	54
4. Lotura kobalentea	56
5. Lotura metalikoa	58
6. Molekulen arteko loturak	59
7. Substantzien propietateak eta loturak	62
IKERTU. Substantzien propietateak eta lotura	68
4. Karbonoaren kimika	70
1. Karbonoaren konposatuak	73
2. Hidrokarburoak	76
3. Konposatu oxigenatuak	80
4. Konposatu nitrogenatuak	82
5. Interes biologikoko konposatu organikoak	83
IKERTU. Sendagai bat egitea	90
5. Erreakzio kimikoak	92
1. Erreakzio kimikoa: nola gertatzen da?	95
2. Erreakzio kimikoen energia	97
3. Erreakzio kimikoen abiadura	98
4. Substantzia kantitatea neurtzea. Mola	99
5. Erreakzio kimikoei buruzko kalkuluak	102
IKERTU. Masaren kontserbazioaren legea	110
6. Erreakzio kimikoen adibideak	112
1. Azidoak eta baseak	116
2. Errekuntza-erreakzioak	122
3. Sintesi-erreakzioak	124
IKERTU. Antiazido bat baloratzea	132



7. Higidura	134
1. Higidura deskribatzen duten magnitudeak	137
2. Abiadura	139
3. Higidura zuzen uniforme (HZU)	140
4. Azelerazioa	145
5. Higidura zuzen uniformeki azeleratua (HZUA)	146
6. Higidura zirkular uniformea (HZRU)	150
IKERTU. HZUA baten aldiuneko abiadura neurtzea	158
8. Indarrak	160
1. Gorputzei eragiten dieten indarrak	164
2. Newtonen dinamikaren legeak	168
3. Indarrak eta higidura	172
IKERTU. Dinamikaren oinarritzko printzipioa	180
9. Grabitazio-indarrak	182
1. Grabitazio-indarra	186
2. Pisua eta grabitatearen azelerazioa	189
3. Planeten eta sateliteen higidura	190
IKERTU. Indar zentripetua	200
10. Indarrak fluidoetan	202
1. Presioa	205
2. Presio hidrostatikoa	207
3. Presio atmosferikoa	208
4. Presioaren hedapena fluidoetan	212
5. Bultzada-indarra murgildutako fluidoetan	213
6. Atmosferaren fisika	216
IKERTU. Arkimedesen printzipioa	224
11. Lana eta energia	226
1. Energia	229
2. Zer da lana?	230
3. Lana eta energia mekanikoa	232
4. Energia mekanikoaren kontserbazioa	234
5. Potentzia eta errendimendua	236
IKERTU. Energia mekanikoaren kontserbazioa	244
12. Energia eta beroa	246
1. Beroa	249
2. Beroaren eraginak	250
3. Beroaren eta lanaren arteko eraldaketak	256
IKERTU. Metal baten bero espezifiko neurtzea	264
Eranskinak	267
1. Formulazio ez-organikoa	268
2. Formulazio organikoa	278
3. Elementuen sistema periodikoa	284

2

Atomoak eta sistema periodikoa

JAKIN

- Atomoaren partikulak
- Eredu atomikoak
- Elektroien banaketa atomo batean
- Elementuen sistema periodikoa
- Elementuen propietate periodikoak

EGITEN JAKIN

- Sistema periodikoa erabiltzea
- Metalen propietateak laborategian aztertzea



Xenon-argiak **argitsuagoak** dira ohiko halogenoak baino. Distantzia handiagoa argitzen dute, eta beraz, segurtasuna handitu egiten da.

Xenon-argiek ematen duten argia **urdinxkagoa** da argi halogenoena baino. Eguzki-argiaren antz handiagoa du.

Xenonak **erantzun azkarragoa** du beste elementu batzuek, hala nola argonak, baino.

GEURE BURUARI GALDEZKA. Nola argitzen dira xenon-argiak?

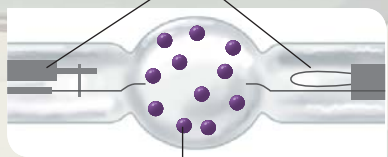
Xenona giro-tenperaturan gas-egoeran dagoen elementu kimiko bat da.

Ez da oso ugaria: airearen 20 milioi litroko, litro bat xenon dago.

Hainbat gauzatarako erabil daiteke, baina, azken urteetan, asko erabili izan dira automobil askotan jartzen diren argietan; izan ere, ohiko lanpara halogenoek baino gehiago argitzen eta irauten dute.

1. Lanpararen barruan, tungstenozko bi elektrodo daude, bereizita, harizpirik gabe. Haien artean, gasak daude: xenona, merkurioa eta beste batzuk.

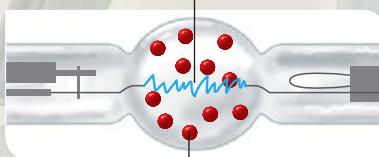
Tungstenozko elektrodoak



Kitzikatu gabeko atomoak

2. Tentsio handia eraginez gero, deskarga-arku bat sortzen da elektrodoen artean. Arku horrek gasaren atomoak kitzikatzen ditu, eta atomoek energia xurgatzen dute.

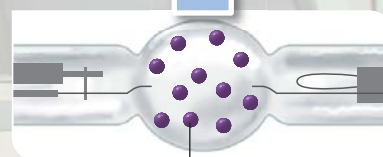
Arkua



Kitzikatutako atomoak

3. Ondoren, atomoak beren aurreko egoerara itzultzen dira, eta energia hori argi gisa igortzen dute.

Igorritako argia



Kitzikatu gabeko atomoak

Gaur egun, xenon-argiak **argi laburretan** eta **argi luzeetan** erabiltzen dira.



INTERPRETATU IRUDIA

- Tungstenozko harizpirik ba al dago xenon-argietan? Nola kitzikatzen dira gasen atomoak xenon-argi baten barruan?
- Xenon-argiak erabilia auto bat gauez gidatzea seguruagoa dela esaten da. Zergatik esaten da hori?



HASTEKO GAKOAK

- Zer partikula osatzen dituzte atomoek?
- Gogoratu. Taula periodikoko zer lekutan dago xenona?
- Zer elementu mota da?

Materia eta partikulak

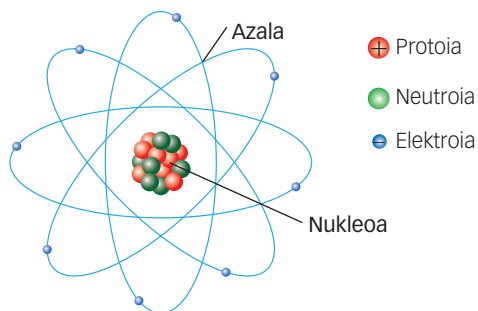
Teoria zinetikoaren arabera, partikula txikiak osatzen dute materia. Partikula horien arteko indarra nolakoa den, materia solido-, likido- eta gas-egoeran egon daiteke.

John Dalton (1766-1844) britainiar zientzialariak **teoria atomikoa** enuntziatu zuen. Haren arabera:

- Materia partikula zatiezinez osatuta dago. Partikula horiek atomoak dira.
- Materia zenbait elementu kimikoz osatuta dago.
- Elementu kimiko beraren atomoak berdin-berdinak dira.

Nolakoak dira atomoak?

XX. mendearen lehen herenean egindako azterketei esker dakigu zer partikulak osatzen dituzten atomoak eta partikula horiek nola dauden antolatuta.



$$\frac{\text{Atomoaren erradioa}}{\text{Nukleoaren erradioa}} = \frac{10^{-10} \text{ m}}{10^{-14} \text{ m}} = 10^4 = 10.000$$

Atomoak oso txikiak dira, eta haien nukleoa, are txikiagoa. Nukleoaren erradioa hamar mila aldiz txikiagoa da atomoaren erradioa baino.

Atomoak osatzen dituzten partikulak hain txikiak dira, non komeni baita haien masa eta karga adierazteko unitate atomikoak erabiltzea: $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ e} = 1,66 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

	Protoia	Elektroia	Neutroia
Masa	1 u	1/1.840 u	1 u
Karga	+1 e	-1 e	0

Atomoak, isotopoak eta ioiak

Atomoek protoi adina elektroi dituzte. Espezie neutroak dira.

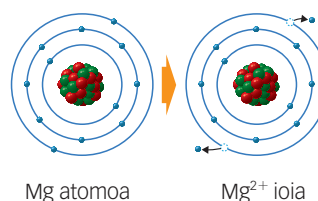
Elementu beraren atomo guztiek protoi kopuru bera dute, baina neutroi kopuru desberdina izan dezakete.

Elementu berarenak izan arren neutroi kopuru desberdinak dituzten atomoak **isotopoak** dira.

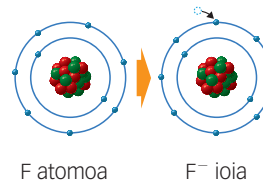
Atomoek elektroiak hartu edo gal ditzakete. Orduan, karga elektrikoa hartu, eta **ioi** bihurtzen dira.

- **Ioi positiboak** elektroiak galdu dituzten atomoetatik datoz.
- **Ioi negatiboak** elektroiak hartu dituzten atomoetatik datoz.

Elektroiak **geruzetan** antolatzen dira. Atomo batek hartzen edo galtzen dituen elektroiak azken geruzan kokatzen dira, edo hartatik desagertzen dira.



Atomoak **elektroiak galtzen baditu, karga positiboa** duen ioi bihurtzen da.



Atomoak **elektroiak hartzen baditu, karga negatiboa** duen ioi bihurtzen da.

Nola adierazten dira atomoak, isotopoak eta ioiak?

Atomoak ikur batez (letra bat edo bikoa) eta bi zenbakiz (A eta Z) adierazten dira:



- X, **ikurra**. Oro har, inisiala edo inisiala eta beste letra bat.
- Z, **zenbaki atomikoa**. Protoi kopurua da.
- A, **masa-zenbakia**. Protoi eta neutroi kopurua da.

Ioiak atomoak bezala adierazten dira, baina, eskuinaldean, goi-indizean, karga idatzita: Fe³⁺, O²⁻.

JARDUERAK

- 1 Adierazi koadernoan zenbat protoi, neutroi eta elektroi dituzten espezie hauek:

- a) ${}^{58}_{28}\text{Ni}$ b) ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ c) ${}^{19}_9\text{F}^-$ d) ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$
 e) ${}^{41}_{19}\text{K}$ f) ${}^{11}_5\text{B}$ g) ${}^{52}_{24}\text{Cr}^{3+}$ h) ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$

1

Atomoaren partikulak

1803an, John Dalton britainiar zientzialariak **teoria atomikoa** enuntziatu zuen. Teoria horren arabera, materia atomo izeneko partikula zatietan osatuta dago.

Zorroztasun zientifiko handiz egindako ikerketa esperimental batzuei esker ondorioztatu zuen teoria hori.

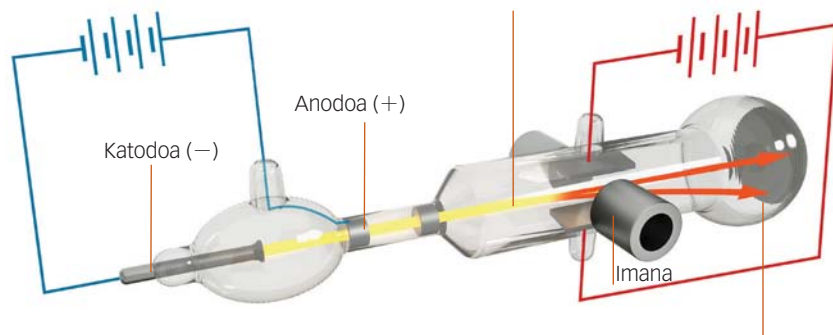
Baina, XIX. mendearen amaieran eta XX. mendearen hasieran, zenbait esperimentuk atomoaren barruan partikula txikiago batzuk zeudela erakutsi zuten. Beraz, teoria atomiko hori berrikusi behar izan zuten, esperimentuekin bat zetozen beste batzuk aurkitzeko.

1.1. Elektroien aurkikuntza

1897. urtean, J. J. Thomson britainiar zientzialariak esperimentuak egin zituen deskarga-hodietan. Gasa oso presio txikian duten beirazko hodi txikiak dira deskarga-hodiak. Hodiaren barruan, bateria elektriko baten polo positiboarekin eta negatiboarekin konektatutako elementu metaliko bana zegoen. Hau gertatzen zen deskarga-hodietan:

Deskarga-hodia: xaflen artean deskarga elektriko bat eragitean, argi izpi bat sortzen zen.

Katodotik irteten den sorta, **izpi katodikoa**, lerro zuzenean hedatzen zen, bidean jarritako biragailu bat mugitzeko gai zen, eta luminiszentzia eragiten zuten hodiaren muturrean.



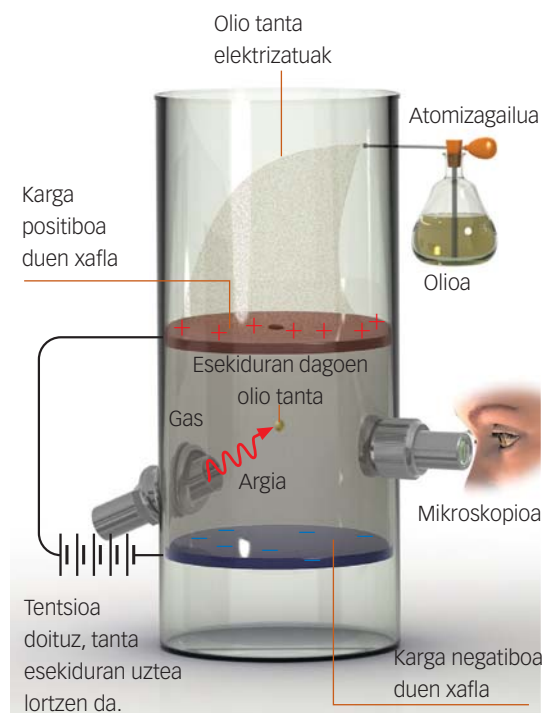
Izpia eremu elektrikoaren eta magnetikoaren eraginez desbideratzen zen. Xafla elektriko positiboak erakartzen zuten. Beraz, **karga negatiboa duten partikulek** izpi katodikoak osatzen dituztela ondorioztatu zuten.

Izpia osatzen zuten partikulak aztertzean, Thomson ohartu zen propietate berak zituztela, hodian sartutako gasa edozein zela ere. Hortaz, gas guztiek partikula bera zutela ondorioztatu zuen. **Elektroi** deitu zion partikula horri, eta hau ezarri zuen:

Atomo guztien barruan, negatiboki kargatutako partikula bat edo gehiago daude. Partikula horiek **elektroiak** dira.

Handik gutxira, 1909an eta 1912an, Robert Millikan (1868-1953) estatu-batu zientzialariak elektroien masa eta karga neurtu zituen.

$$m_{\text{elektroia}} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; \quad q_{\text{elektroia}} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



1909an, zientziaren historiako esperimentu burutsuenetako batean, **Robert Millikan** eta **Harvey Fletcher** zientzialariek esekiduran zeuden olio tantatxoak erabili eta haien karga neurtu zuten.

Zenbait tantaren kargak oinarritzko karga baten, hots, **elektroien kargaren**, multiploak zirela ohartu ziren:

$$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



GOGORATU

Nazioarteko Sisteman (NS), partikulen karga elektrikoa neurtzeko, **coulomba (C)** erabiltzen da. Oso unitate handia da.

Coulomb bat lortzeko, $6,24 \cdot 10^{18}$ elektroik behar dira.

Hori dela eta, eskala atomikoan, oinarritzko karga-unitatea erabiltzen da (ikurra: e). Oinarritzko karga-unitatea elektroien baten karga da.

$$1 e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



GOGORATU

IUPACek (Kimika Huts eta Aplikaturako Nazioarteko Batasuna) **masa atomikoaren unitatea, u**, zehaztu eta $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg-ren baliokidea dela kalkulatu du.

Geroago, masa atomikoaren unitatearen (u) definizioa osatuko dugu.

1.2. Protoiaren eta neutroiaren aurkikuntza

Esperimentuek frogatu dute materiak ez dituela bere propietate elektrikoak beti agertzen, zenbait baldintzatan baizik (esaterako, igurtzi eta gero). Beraz, materia neutroa dela pentsatu behar dugu.

Horrenbestez, zientzialariek atomoetan karga negatiboa duten partikulak aurkitu badituzte, karga positiboa duten partikulak ere izango dituzte. Gainera, atomo bakoitzak karga positiboak adina karga negatibo ditu. 1918an, Ernest Rutherford (1871-1937) britainiar zientzialariak (jatorriz, Zeelanda Berrikoa) **protoia** aurkitu zuen. Protoiak elektroien karga bera du, baina positiboa; bestalde, protoiaren masa 1.840 bat aldiz handiagoa da elektroienarena baino.

$$m_{\text{protoia}} = 1.840 \cdot m_{\text{elektroia}}$$

Azkenik, 1931n, James Chadwick (1891-1974) britainiar zientzialariak ikusi zuen atomoetan beste partikula bat zegoela, protoiaren antzeko masa zuena baina karga elektrikorik gabea. **Neutroi** deitu zion.

Beraz, hauek dira atomoaren funtsezko partikulak:

	Protoia	Elektroia	Neutroia
Masa	$1,673 \cdot 10^{-27}$ kg	$9,11 \cdot 10^{-31}$ kg	$1,675 \cdot 10^{-27}$ kg
Karga	$+1,6 \cdot 10^{-19}$ C	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ C	0

Partikula horiek oso txikiak direnez, eskala atomikoan egingo dugu lan. Eskala horretan, protoiaren masaren eta kargaren antzekoak diren masa- eta karga-unitateak erabiltzen dira, eta horretan, atomoaren partikulen masak eta kargak hauek dira:

	Protoia	Elektroia	Neutroia
Masa	1 u	1/1840 u	1 u
Karga	+1 e	-1 e	0

Gaur egun badakigu atomoan partikula txikiagoak daudela. **Quarkak** dira, eta protoiak eta neutroiak osatzen dituzte.

JARDUERAK

- Nazioarteko Sistemako unitatetan lan egin, zer masa du 3 protoi, 3 elektroia eta 4 neutroi dituen atomo batek? Eta elektroirik izango ez balu?
- Egin aurreko jarduera, eskala atomikoan lan egin.
- Kontuan hartuta protoiaren eta elektroien masak (kg-tan adierazten dituen taulakoak), egiaztatu protoiaren masa 1.840 bat aldiz handiagoa dela elektroienarena baino.

1. ADIBIDE EBATZIA

Kalkulatu zer balio duten elektroien masak eta kargak unitate atomikotan.

Idatzi unitateen baliokidetasuna.

- Protoiaren kasua:

$$\text{Protoiaren masa} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \simeq 1 \text{ u}$$

- Elektroien kasuan:

$$\text{Elektroien masa} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 5,49 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

2

Eredu atomikoak

Elektroien, protoien eta neutroien ezaugarriak ezagutu ondoren, zientzialariek ereduak asmatu zituzten, atomoa nolakoa zen azaltzeko.

2.1. Thomsonen eredu atomikoa

J. J. Thomsonek pentsatu zuen, protoiek elektroiek baino masa handiagoa zutenez, leku handiagoa hartu behar zutela.

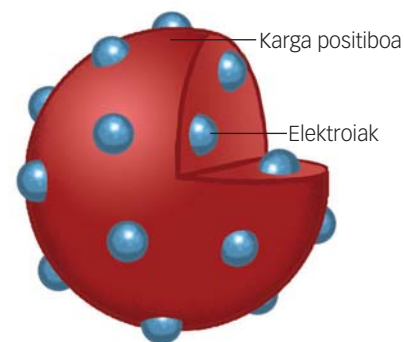
Thomsonen eredu atomikoa, atomoa karga positiboko masa handi bat zen (protoiak), eta hartan txertatuta, elektroiak zeuden.

Atomoa neutroa da; beraz, protoi adina elektroik ditu.

2.2. Urrezko xaflaren esperimentua

Hans Geiger (1882-1945) eta Ernest Marsden (1889-1970) Ernest Rutherforden laguntzaileak ziren, eta erradioaktibitateari buruzko zenbait eza-gutzatan oinarrituta, esperimentu bat egin zuten.

Uranioa zuten alfa izpiak igortzen zituzten materialak erabili zituzten. Izpi horiek karga positiboko partikulaz daude osatuta, eta energia handia dute.

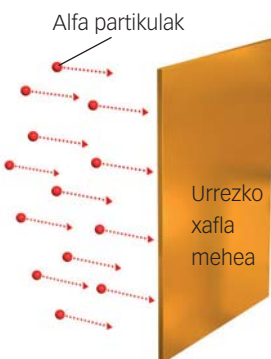
**Thomsonen eredu atomikoaren**

eskema. Karga positiboa gorri adierazita dago, eta karga negatiboa, urdinez.

Eredu horri **mahaspasa-budin** deitu zitzaion; protoiek osatzen dute masa, eta elektroiak mahaspasak izango lirateke.

1. Esperimentuaren planteamendua

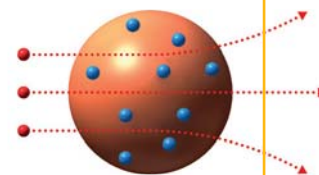
Urrezko xafla oso mehea (atomo gutxiko lodierakoa) erabili zuten, eta haren aurka, **alfa partikulen** (karga positibokoak) sorta bat jaurti zuten.



2. Zer aurkitzea espero zuten?

Thomsonen eredua zuzena balitz, eta protoiek masa handia dutenez, haien karga oso sakabanatuta egongo litzateke. Alfa partikulen zurrustak (oso karga positibo kontzentratua duena), abiadura handia izango balu, zailtasunik gabe zeharkatuko luke urrezko xafla.

Zetazko paper-orri baten kontra zetazko paperezko bola trinkoak jaurtitzea bezalakoa izango litzateke.



3. Nola egin zuten?

Irudikoaren moduko berunezko bloke batean, material erradioaktiboa (uranioa) ipini zuten. Material horrek alfa izpiak igortzen zituen. Zuloaren norabidean irteten ziren izpiak zuzenean iristen ziren urrezko xaflara.

Alfa partikulek urrezko xafla jo ondoren zer ibilbide zuten jakiteko, argazki-film bat jarri zuten xaflaren inguruan.

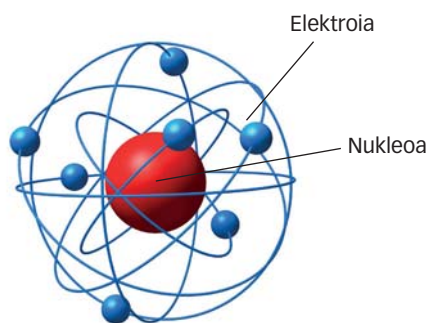


4. Zer aurkitu zuten?

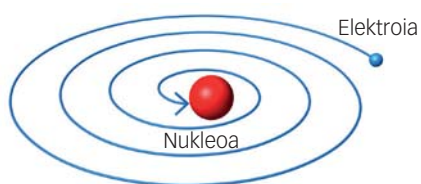
- Alfa partikula gehienek desbideratu gabe zeharkatu zuten xafla.
- Partikulen portzentaje txiki bat pixka bat desbideratzen zen xafla zeharkatzean.
- 10.000 alfa partikuletatik batek errebotatu eta atzera egiten zuen.

? INTERPRETATU IRUDIA

- Imaginatu zetazko paper-orri baten kontra zetazko paperezko bola trinkotuak jaurtitzen dituzula eta batzuek errebotatu egiten dutela. Zer jotzen dute bolatxo horiek, zure ustez?



Atomoaren irudikapena, Rutherforden arabera. Elektroiak nukleoaren inguruan biratzen dira, orbita zirkularretan, planetek Eguzkiaren inguruan duten mugimenduaren antzera.



Elektroia nukleoaren inguruan planeta bat Eguzkiaren inguruan bezalaxe biratuko balitz, **energia igorriko luke**. Horren ondorioz, kiribil bat egingo luke, eta azkenean, nukleoan eroriko litzateke.

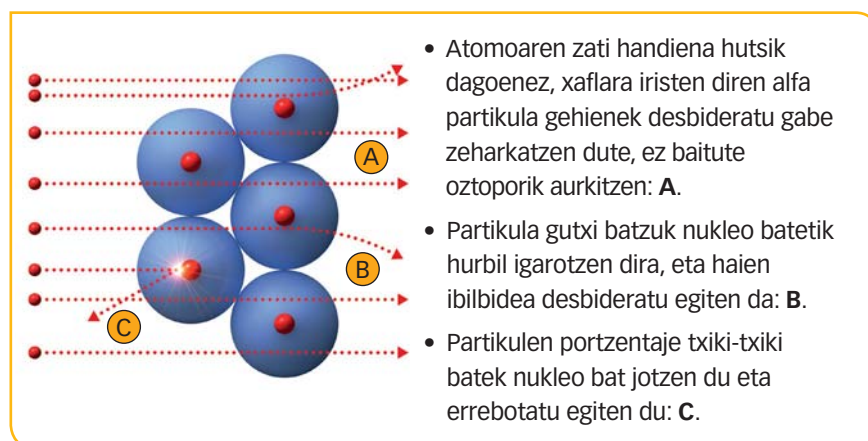
2.3. Rutherforden eredu atomikoa

Urrezko xaflaren esperimentuaren emaitzak zientzialariak harritu zituen, ezin baitzuten azaldu zergatik errebotatzen zuten alfa partikula batzuek. Rutherforden esanetan, oso bitxia izan zen: «erretzeko paper bati tiro egi-tean, hura zeharkatu beharrean, balak errebotatu izan balu bezala».

Rutherforden arabera, hau izan zitekeen arrazoi bakarra: atomoaren karga positiboa oso leku txikian kontzentratuta egotea, oso sakabanatuta egon beharrean. Beraz, alfa partikulek esparru horren kontra jotzean, zeinu bereko kargak elkar aldaratzen zuten, eta partikulek errebotatu egiten zuten. Horren ondorioz, eredu hau asmatu zuen:

Rutherforden ereduak, atomoak oso nukleo txikia du, eta han, protoiak eta neutroiak daude. Hor biltzen da atomoaren karga positibo guztia, baita masa gehiena ere; elektroiak nukleoaren inguruan biratzen dira, eta azala eratzen dute.

Rutherforden ereduak urrezko xaflaren esperimentua azaltzen du.

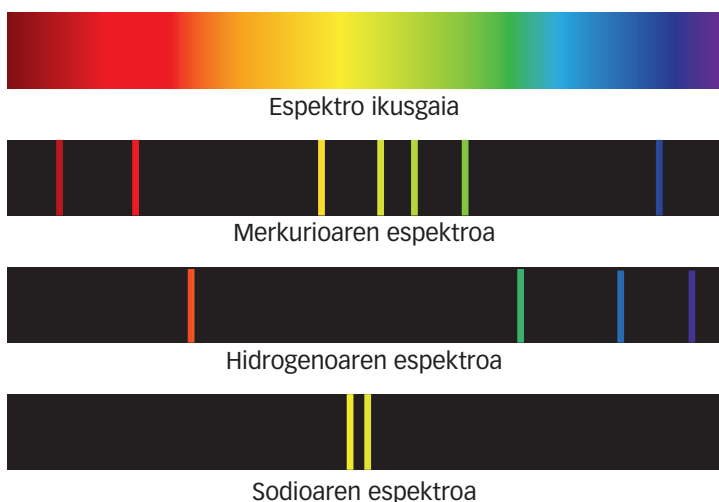


Rutherforden ereduak azaltzen ez dituen zenbait gauza

Rutherforden eredu atomikoak oso ondo azaltzen zuen urrezko xaflaren esperimentua, baina ez, ordea, beste gertaera esperimental batzuk:

- **Atomoaren egonkortasuna.** Karga duen partikula bat biratzen denean, energia igortzen du. Nukleoaren inguruan mugitzean, elektroiak energia galduko luke apurka-apurka; azkenean, nukleoaren gainean erori, eta atomoa suntsitu egingo litzateke.
- **Atomoen espektroa.** Atomoak oso tenperatura altuan berotzen direnean edo deskarga elektriko bat ematen zaienean, balio jakin batzuetako energia igortzen dute. Horrek adieraz dezake atomo baten elektroiek energia jakin bateko erradiazioa baino ezin dutela igorri.

Elementu bakoitzaren atomoen espektroak adierazten du elementu horrek zer erradiazio igor ditzakeen. Irudian, elementu batzuen espektroa eta argi ikusgaia osatzen duten erradiazioak aldaratzen dira.



2.4. Bohren eredu atomikoa

1913an, Niels Bohr (1885-1962) daniar fisikariak beste eredu atomiko bat asmatu zuen, eta hari esker azaldu zuen zergatik ziren egonkorak atomoak eta zergatik sortzen ziren behatutako espektro atomikoak.

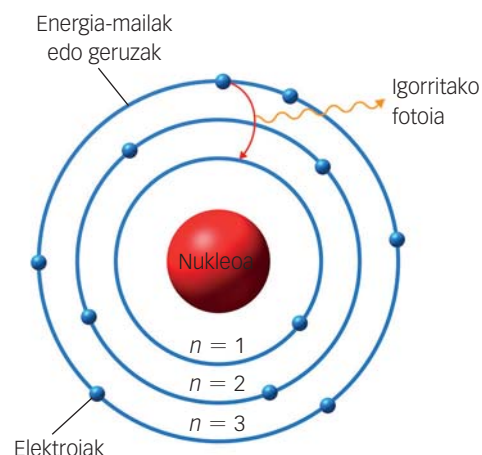
Eredu hori ondorioztatzeko, Bohrek suposatu behar izan zuen atomoak ez zirela partikula elektriko makroskopikoak bezala portatzen; ideia hori mekanika kuantikoaren oinarria izan zen.

Bohren eredu atomikoak:

- Atomoak nukleoa eta azala ditu. Nukleoan, protoiak eta neutroiak daude, eta azalean, berriz, elektroiak.
- Elektroiak zenbait orbitatan baino ezin dira mugitu. Orbita horietan biratzen bada ere, elektroiak ez du energia igortzen. Orbita bakoitzean, elektroiak energia jakin bat du; nukleotik zenbat eta hurbilago, orduan eta energia gutxiago du.
- Elektroia bat orbita batetik beste batera igarotzean, espektro atomikoetan ikusten dugun energia xurgatzen edo igortzen du.

Bohren ereduari **geruzen eredu** ere baderitzo, atomoen elektroiak geruzetan edo mailetan antolatzen baitira. Geruza bakoitzean, elektroiek energia jakin bat dute.

Atomoak berotu edo deskarga elektriko bat ematen badiegu, elektroiak energia hartu, eta kanporagoko orbitetara igaro daitezke. Handik gutxira, barruko orbitetara itzuliko dira, eta prozesu horretan, energia igorriko dute.



Bohren atomoa. Elektroia bat kanpoko geruza batetik barrurago dagoen geruza batera igarotzean, fotoia bat igortzen du.

Fotoiek espektroetan erregistratzen diren erradiazioak eratzen dituzte.

JARDUERAK

5 Osatu esaldi hauek zure koadernoan.

Daltonen eredu atomikoa

- Materia partikula _____ osatuta dago. Partikula horiek _____ dira.
- Deskarga-hodietan egindako esperimenduak atomoetan _____ eta _____ zeudela frogatu zuten.

Thomsonen eredu atomikoa

- Atomoa karga _____ masa handi bat zen (protoiak), eta hartan txertatuta, _____ zeuden. Atomoa _____ da; beraz, protoiak adina _____ ditu.
- Urrezko _____ esperimendua _____ eredua zuzena zen ala ez egiaztatzeko egin zuten. Esperimenduan, _____ partikulekin bonbardatu zuten urrezko xafla mehe-mehe bat. Partikula horiek karga _____ dute, eta oso erradioaktiboak dira. Partikula _____ urrezko xafla zeharkatzea espero zuten, baina partikula batzuek _____ egiten zutela ohartu ziren.

Rutherforden eredu atomikoa

- Atomoak oso _____ txikia du. Han, _____ eta _____ daude. Hor biltzen da atomoaren karga positibo guztia, baita masa gehiena ere. Elektroiak _____ inguruan biratzen dira, eta _____osatzen dute.
- Rutherforden ereduak ez du azaltzen zergatik bira daitezkeen _____ inguruan _____ galdu gabe; izan ere, horrela, _____ amaituko litzatekeen _____ egingo lukete.

Bohren eredu atomikoa

- Atomoak _____ eta _____ ditu, _____ereduak adierazi bezala. _____ zenbait _____ baino ezin dira mugitu, eta haietan ez dute _____ igortzen. Elektroia baimendutako _____ bestera igaro daiteke, eta prozesuan, energia hartu edo galtzen du.
- Bohren ereduari _____ ere baderitzo, atomoen elektroiak _____ antolatzen baitira _____ inguruan.

2.5. Gaur egungo eredu atomikoa

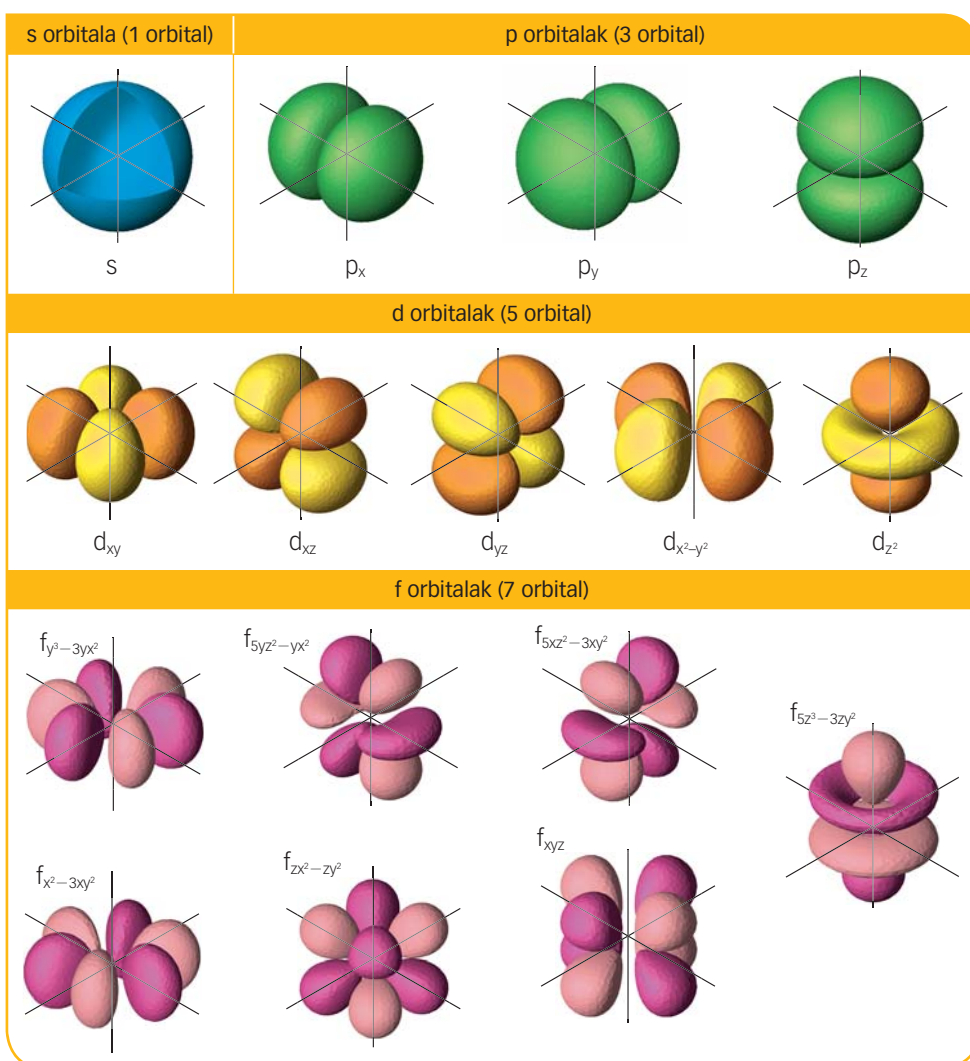
Elementu askoren atomoen espektroak ikertzean, Bohren eredu atomikoaren bidez azaldu zitezkeenak baino askoz marra gehiago zeudela ikusi zuten.

Marra gehiago bazeuden, horrek esan nahi zuen atomoaren elektroiak energia-maila desberdin askotan egon zitezkeela.

Atomoari mekanika kuantikoaren printzipioak aplikatuz, Erwin Schrödinger (1887-1961) austriar zientzialariak ondorioztatu zuen geruza edo energia-maila bakoitzean azpimailak zeudela. Geruza bakoitzean zenbat azpimaila zeuden zehaztu zuen, baita azpimaila bakoitzean elektroiak nola banatzen diren ere.

Orbital atomikoak

Elektroiari nukleoaren inguruan dituen kokapen guztietan argazki bana egin ahalko bagenio, puntu-hodei bat lortuko genuke, eta hodei hori trinkoagoa den lekuetan, elektroia aurkitzeko probabilitatea handiagoa izango litzateke. Schrödingerrek atomo baten elektroia bakoitzaren posizioa jakiteko funtzio matematikoa aurkitu zuen. Funtzio horren adierazpen grafikoak erakusten du non egongo den elektroia probabilitate handienarekin.



Espazio-eskualde batean elektroia egoteko probabilitatea handia bada (% 90etik gorakoa), eskualde horri **orbital** esaten zaio.

Azalaren zer geruza hartzen den kontuan, orbitalek forma eta tamaina desberdinak izan ditzakete. Geruza batean, forma bera edo oso antzeko forma duten orbital bat baino gehiago egon daitezke, orientazio desberdinarekin. Orduan, mota bereko orbitalak direla esaten da.

Orbital mota bakoitzari letra bat esleitzen zaio. Eta orbital bat baino gehiago badaude, orientazio espazialari dagokion azpiindize baten bidez bereizten dira.

Behatu taulan zenbait orbitalen formari.

Orbitalen kokapena

Schrödingerren ikerketek esker, atomoaren azaleko geruza bakoitzean zer orbital dauden jakin dezakegu:

- 1. geruza. s orbitala soilik.
- 2. geruza. s eta p orbitalak.
- 3. geruza. s, p eta d orbitalak.
- 4. geruza eta hurrengoak. s, p, d eta f orbitalak.

Orbital bat izendatzeko, geruzaren zenbakia eta motaren letra adierazten dira; esate baterako, 2s, 5p, etab.

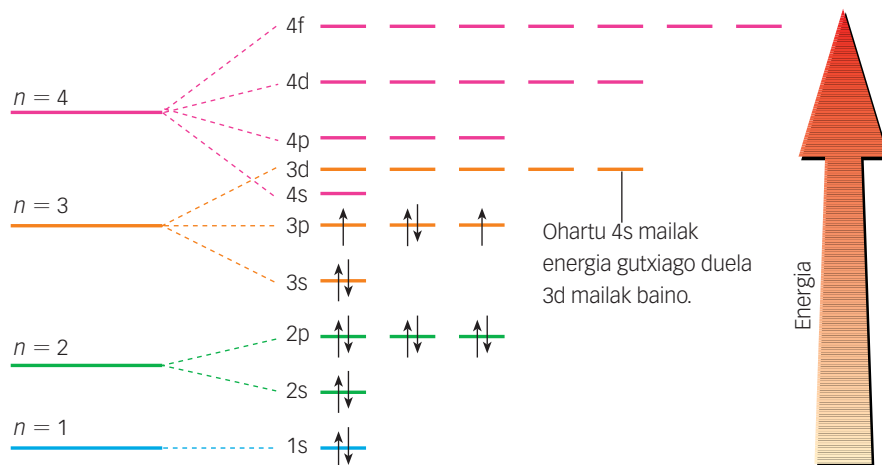
Mota bereko orbitalek forma bera dute. Haien tamaina, ordea, handiagoa da, zenbat eta handiagoa izan geruzaren zenbakia. Hau da, 2s eta 5s orbitalak esferikoak dira, baina 5s orbitala handiagoa da.

Orbitalen energia

Oro har, orbitalen energia geruzaren arabera da. Zenbait kasutan, aldaketak gertatzen dira elektroien arteko interakzioen ondorioz. Dena den, energia-ordena zein den jakin daiteke.

Moeller-en diagrama ordena hori gogoratzeko arau mnemotekniko bat da. Marjinako laukian, diagrama nola erabil daitezkeen dago azalduta.

Mota bereko orbital guztiek energia bera dute, baldin eta geruza berean badaude, betiere, atomoa ez badago eremu magnetiko batean. Geruza bakoitza energia-maila bati dagokiola kontuan hartzen badugu, orbital mota bakoitza azpimaila bat izango da.



Lehen lau mailetan dauden **orbitalen energia-ordena**.

Gezi beltzek orbital bakoitzean egon daitezkeen elektroiek adierazten dituzte.

Ohartu betetze-arauak bete egiten direla.

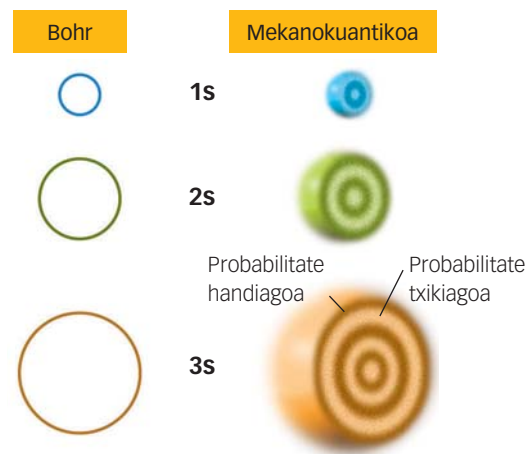
JARDUERAK

6 Orbital hauetatik, esan zeinek duten forma bera:

- 1s • 4f • 2p • 5s • 3s • 5p • 3d • 5d

7 Atomo batek 5p orbital guztiak betetzeko adina atomo ditu.

Idatzi koadernoan elektroiek dituzten orbital guztiak.

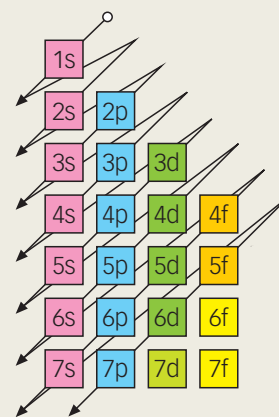


Elektroi batek egingo lukeen **orbita**, Bohren ereduaren arabera, eta **orbitala**, eredu mekanokuantikoaren arabera.

Orbitalen muga bat dator elektroia aurkitzeko probabilitate handiena duen guinearekin, baina elektroia beste leku batzuetatik ere igarotzen da.

? GOGOAN IZAN

Orbitalen energia-ordena:
Moellerren diagrama



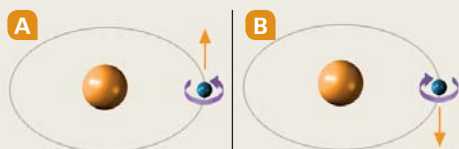
Ordena hori gogoratzeko, diagonalen araua edo **Moellerren diagrama** erabiltzen da. Hartan, orbital motak adierazten dira; hau da, **2p** idazten denean, hiru **2p** orbitalak adierazten dira; **3d** idazten bada, bost **3d** orbitalak adierazten dira; eta **4f** idazten bada, zazpi **4f** orbitalak adierazten dira.

3

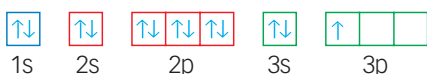
Elektroien banaketa atomo batean

? BEHATU

Elektroien biraketa



Nukleoaren inguruan biratzeaz gain, elektroiak beren ardatzaren inguruan ere biratzen dira. Beren ardatzaren inguruko biraketa hori noranzko batean zein bestean izan daiteke.



Aluminioaren konfigurazio elektronikoa.



Silizioaren konfigurazio elektronikoa.



Fosforoaren konfigurazio elektronikoa.

Azpiraila	Elektroi kopurua
s	2
p	6
d	10
f	14

Azpiraila bakoitzean sartzen diren elektroien kopurua.

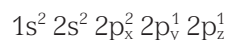
3.1. Konfigurazio elektronikoa

Atomo baten **konfigurazio elektronikoa** elektroiak atomo horren nukleoaren inguruan banatzeko modua da.

Atomo baten konfigurazio elektronikoa lortzeko, printzipio hauek izan behar dira kontuan:

1. Orbital bakoitzean, **bi elektro**i egon daitezke gehienez. Eta elektro horiek kontrako spinak dituzte.
2. Elektroiak **energia gutxien** duen eta hutsik dagoen orbitalean kokatzen dira.
3. Energia bereko orbitalak (3 p orbital, 5 d orbital edo 7 f orbital) betetzen direnean, elektro bat jartzen da orbital bakoitzean, eta denek elektro bat dutenean, bigarren elektroia kokatzen da. Horren helburua da **spin bera duten ahalik eta elektro gehien** egotea, hori baita konfigurazio egonkorrena.

Adibidez, oxigeno atomo batek zortzi elektroitu, eta haren konfigurazio elektronikoa hau da:



Konfigurazio elektronikoa kutxen eta gezien bidez ere adieraz daiteke. Kutxa bakoitzak orbital bat adierazten du, eta geziak, elektroien spina; gorantz, zentzu batean, eta beherantz, bestean.

3.2. Balentzia-elektroiak

Atomo batean, elektro garrantzitsuenak azken geruzan daudenak dira. **Balentzia-elektroi** deritze, eta haiek zehazten dute atomoen portaera kimikoa.

Elementua	Z	Konfigurazio elektronikoa	Balentzia-geruza
O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	$2s^2 2p^4$
He	2	$1s^2$	$1s^2$
Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	$2s^2 2p^6$
Kr	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$	$4s^2 4p^6$

Atomo batek azken geruzako s eta p orbitalak beteta dituenean, geruza beteta duela esaten da. Hori gertatzen zaie gas geldoei: haien konfigurazioa $s^2 p^6$ da balentzia-geruzan. Salbuespen bat dago: helioa; haren konfigurazio elektronikoa $1s^2$ da, 2 elektro baititu.

Gas geldo baten atomo batek baino elektro bat gehiago duen atomo batek elektro hori hurrengo geruzan jarriko du.

3.3. Konfigurazio elektronikoa eta taula periodikoa

Aurreko ikasturteetan ikusi dugunez, elementu kimikoak **taula periodiko** edo **sistema periodiko** deritzon taula batean adierazten dira. Elementuek taula horretan duten kokapena haien konfigurazio elektronikoaren arabera da; bereziki, balentzia-geruzaren arabera.

2. ADIBIDE EBATZIA

Bilatu taula periodiko batean elementu kimiko hauen zenbaki atomikoa, eta idatzi haien konfigurazio elektronikoa. Hurrengo orrialdeetan eta liburuaren amaieran, taula bat daukazu.

• H • B • F • Ca • Ni • Br • Mo • Cs • Sm • W • Tl • Th • Rf • Cn
 • He • C • Ne • Sc • Zn • Kr • Ru • Ba • Ho • Os • Rn • Pu • Sg • Fl
 • Li • N • Na • Cr • Ga • Rb • Pd • La • Lu • Pt • Fr • Es • Hs
 • Be • O • K • Fe • As • Y • Cd • Ce • Hf • Hg • Ac • Lr • Ds

Ondoren, egin taula periodiko baten laukiak. Elementu bakoitzaren laukian, idatzi haren ikurra eta konfigurazio elektronikoa, balentzia-geruzaren hasiera kontuan hartuta. Interpretatu emaitza.

Azken geruzan s eta p orbitalak dituzten elementuak.

	s ¹	s ²	s ² p ¹	s ² p ²	s ² p ³	s ² p ⁴	s ² p ⁵	s ² p ⁶
1	H 1s ¹							He 1s ²
2	Li 2s ¹	Be 2s ²	B 2s ² 2p ¹	C 2s ² 2p ²	N 2s ² 2p ³	O 2s ² 2p ⁴	F 2s ² 2p ⁵	Ne 2s ² 2p ⁶
3	Na 3s ¹							
4	K 4s ¹	Ca 4s ²	Ga 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹		As 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³		Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Kr 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶
5	Rb 5s ¹							
6	Cs 6s ¹	Ba 6s ²	Tl 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ¹					Rn 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ⁶
7	Fr 7s ¹			Fl 7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7p ²				

Trantsizio-elementuak.

d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	d ⁷	d ⁸	d ⁹	d ¹⁰
Sc 4s ² 3d ¹			Cr 4s ² 3d ⁴		Fe 4s ² 3d ⁶		Ni 4s ² 3d ⁸		Zn 4s ² 3d ¹⁰
Y 5s ² 4d ¹			Mo 5s ² 4d ⁴		Ru 5s ² 4d ⁶		Pd 5s ² 4d ⁸		Cd 5s ² 4d ¹⁰
La 6s ² 5d ¹	Hf 6s ² 4f ¹⁴ 5d ²		W 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁴		Os 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁶		Pt 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁸		Hg 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰
Ac 7s ² 6d ¹	Rf 7s ² 5f ¹⁴ 6d ²		Sg 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁴		Hs 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁶		Ds 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁸		Cn 7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹⁰

Lantanoideak eta aktinoideak.

f ¹	f ²	f ³	f ⁴	f ⁵	f ⁶	f ⁷	f ⁸	f ⁹	f ¹⁰	f ¹¹	f ¹²	f ¹³	f ¹⁴
Ce 6s ² 5d ¹ 4f ¹				Sm 6s ² 5d ¹ 4f ⁵					Ho 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁰				Lu 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁴
Th 7s ² 6d ¹ 5f ¹				Pu 7s ² 6d ¹ 5f ⁵					Es 7s ² 6d ¹ 5f ¹⁰				Lr 7s ² 6d ¹ 5f ¹⁴

Interpretazioa:

- Ilara berean dauden elementu guztiak balentzia-geruza bera dute.
- Zutabe berean dauden elementu guztiak konfigurazio elektroniko bera dute beren balentzia-geruzan.
- 3.-10. taldeetako elementuak 4. periodotik aurrera daude, 3d orbitalak 4s orbitalak bete ondoren betetzen hasten baitira.
- 6. periodotik aurrera, 3. taldeko laukian, beste 14 elementu daude, 4f orbitalak 6s orbitalak bete ondoren betetzen baitira.

4

Elementuen sistema periodikoa

Sistema periodikoa (edo taula periodikoa) ezagutzen ditugun elementu kimiko guztiak adierazten dituen taula bat da. Zenbaki atomiko txikienetik handienara daude ordenatuta.

Haren jatorria Dmitri Mendeleievek 1869an proposatutako taula da.

* Hidrogenoa, nahiz eta sistema periodikoko ezkerrean egon, ez da metal bat.

TALDEA	1	2	3	4	5	6	7	8	
ORBITALA	s ¹	s ²	d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	
PERIODOA									
1	1 H* Hidrogenoa 1,008								
2	3 Li Litioa 6,94	4 Be Berilioa 9,012							
3	11 Na Sodioa 23,00	12 Mg Magnesioa 24,31							
4	19 K Potasioa 39,10	20 Ca Kaltzioa 40,08	21 Sc Eskandioa 44,96	22 Ti Titanioa 47,87	23 V Banadioa 50,94	24 Cr Kromoa 52,00	25 Mn Manganesoa 54,94	26 Fe Burdina 55,85	
5	37 Rb Rubidioa 85,47	38 Sr Estrontzioa 87,62	39 Y Itrioa 88,91	40 Zr Zirkonioa 91,22	41 Nb Niobioa 92,91	42 Mo Molibdenoa 95,95	43 Tc Teknezioa (97)	44 Ru Rutenioa 101,1	
6	55 Cs Zesioa 132,9	56 Ba Barioa 137,3	57-71 Lantanoideak	72 Hf Hafnioa 178,5	73 Ta Tantalua 180,9	74 W Wolframioa 183,8	75 Re Renioa 186,2	76 Os Osmioa 190,2	
7	87 Fr Frantzioa (223)	88 Ra Radioa (226)	89-103 Aktinoideak	104 Rf Rutherfordioa (267)	105 Db Dubnioa (270)	106 Sg Seaborgioa (271)	107 Bh Bohrioa (270)	108 Hs Hassioa (277)	

Zenbaki atomikoa

Masa atomikoa (u)

Ikurra (elementu artifizialak, hala nola Tc, karaktere hutsen bidez adierazten dira)

Izena

JARDUERAK

8 Egin elementu hauen konfigurazio elektronikoa: Mg, Mn, P, Ar, Pb eta U. Hartan oinarrituta, esan taula periodikoko zer taldetan eta periodotan dauden.

9 Egin honen antzeko taula bat koadernoan, eta idatzi elementu horien informazioa:

	Taldea	Periodoa	Balentzia-konfigurazioa
Sr			
Ni			
S			
Xe			
Np			

Lantanoideak

Aktinoideak

	f ¹	f ²	f ³	f ⁴	f ⁵	
6	57 La Lantanoa 138,9	58 Ce Zerioa 140,1	59 Pr Praseodimioa 140,9	60 Nd Neodimioa 144,2	61 Pm Prometioa (145)	62 Sm Samarioa 150,4
7	89 Ac Aktinioa (227)	90 Th Torioa 232,0	91 Pa Protaktinioa 231,0	92 U Uranioa 238,0	93 Np Neptunioa (237)	94 Pu Plutonioa (244)

Taulan, ilarak eta zutabeak daude:

- Ilarei **periodo** esaten zaie. Periodo berean dauden elementu guztiek balentzia-geruzaren zenbaki bera dute. 7 periodo daude.
- Zutabeei **talde** deritze. Talde berean dauden elementu guztiek konfigurazio elektroniko bera dute beren balentzia-geruzan. 18 talde daude guztira.

1., 2. eta 13.-18. taldeei talde nagusi esaten zaie.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
d ⁷	d ⁸	d ⁹	d ¹⁰	s ² p ¹	s ² p ²	s ² p ³	s ² p ⁴	s ² p ⁵	s ² p ⁶
									2 4,003 He Helioa
				5 10,81 B Boroa	6 12,01 C Karbonoa	7 14,01 N Nitrogenoa	8 16,00 O Oxigenoa	9 19,00 F Fluorra	10 20,18 Ne Neona
				13 26,98 Al Aluminioa	14 28,09 Si Silizioa	15 30,97 P Fosforoa	16 32,06 S Sufrea	17 35,45 Cl Kloroa	18 39,95 Ar Argona
27 58,93 Co Kobaltoa	28 58,69 Ni Nikela	29 63,55 Cu Kobrea	30 65,38 Zn Zinka	31 69,72 Ga Galioa	32 72,63 Ge Germanioa	33 74,92 As Artsenikoa	34 78,97 Se Selenioa	35 79,90 Br Bromoa	36 83,80 Kr Kriptona
45 102,9 Rh Rodioa	46 106,4 Pd Paladioa	47 107,9 Ag Zilarra	48 112,4 Cd Kadmioa	49 114,8 In Indioa	50 118,7 Sn Eztainua	51 121,8 Sb Antimonioa	52 127,6 Te Teluroa	53 126,9 I Iodoa	54 131,3 Xe Xenona
77 192,2 Ir Iridioa	78 195,1 Pt Platinoa	79 197,0 Au Urrea	80 200,6 Hg Merkurioa	81 204,4 Tl Talioa	82 207,2 Pb Beruna	83 209,0 Bi Bismutoa	84 (209) Po Polonioa	85 (210) At Astatoa	86 (222) Rn Radona
109 (276) Mt Meitnerioa	110 (281) Ds Darmstadtioa	111 (280) Rg Roentgenioa	112 (285) Cn Kopernizioa	113 (285) Uut Ununtrioa	114 (289) Fl Flerobioa	115 (289) Uup Ununpentioa	116 (293) Lv Livermorioa	117 (294) Uus Ununseptioa	118 (294) Uuo Ununoktioa

Taldea	Izena	Balentzia-konfigurazioa
1	Metal alkalinoak	ns ¹
2	Metal lurralkalinoak	ns ²
3 al 12	Trantsizio-elementuak edo multzoko elementuak	ns ² (n - 1) d ^x (d ¹ -etik d ¹⁰ -era)
13	Boroaren taldea	ns ² np ¹
14	Karbonoaren taldea	ns ² np ²
15	Praktogenoak edo nitrogenoaren taldea	ns ² np ³
16	Kalkogenoak edo oxigenoaren taldea	ns ² np ⁴
17	Halogenoak edo fluoraren taldea	ns ² np ⁵
18	Gas geldoak	ns ² np ⁶
	Barne-trantsizioko elementuak edo f taldeko elementuak	ns ² (n - 2) f ^x (f ¹ -etik f ¹⁴ -ra)

f ⁶	f ⁷	f ⁸	f ⁹	f ¹⁰	f ¹¹	f ¹²	f ¹³	f ¹⁴
63 152,0 Eu Europioa	64 157,3 Gd Gadolinioa	65 158,9 Tb Terbioa	66 162,5 Dy Disprosioa	67 164,9 Ho Holmioa	68 167,3 Er Erbioa	69 168,9 Tm Tulioa	70 173,0 Yb Iterbioa	71 175,0 Lu Lutezioa
95 (243) Am Amerizioa	96 (247) Cm Kurioa	97 (247) Bk Berkelioa	98 (251) Cf Kalifornioa	99 (252) Es Einsteinioa	100 (257) Fm Fermioa	101 (258) Md Mendelevioa	102 (259) No Nobelioa	103 (262) Lr Lawrentzioa

? INTERPRETATU IRUDIA

- Zer taldetan eta periodotan dago urrea? Eta burdina?
- Idatzi koadernoan s²p⁵ balentzia-konfigurazioa duten bi elementuren ikurra.

Elementu kimikoen propietate asko haien konfigurazio elektronikoaren arabera dira.

Elementu kimiko baten **propietate periodikoen** balioak zerikusia du elementu horrek sistema periodikoan duen posizioarekin.

5.1. Atomoen tamaina

Behatu sistema periodikoko elementu kimiko batzuen atomoen tamaina erlatiboari:



- **Talde** bakoitzean, atomoaren tamaina handitu egiten da zenbaki atomikoa handitu ahala.
- **Periodo** bakoitzean, atomoaren tamaina txikitu egiten da zenbaki atomikoa handitu ahala.

3. ADIBIDE EBATZIA

Azaldu zergatik handitzen den talde bateko elementuen atomoen tamaina zenbaki atomikoa handitu ahala. Laguntza gisa, erabili 1. taldeko elementuen balentzia-geruzaren konfigurazio elektronikoa.

Talde bateko elementuen zenbaki atomikoa handitu ahala, periodoa handitu egiten da. Alegia, haien balentzia-elektroiak nukleotik gero eta urrunago dagoen geruza batean daude. Adibidez, Li-an, 2. geruzan daude, eta Cs-aren kasuan, berriz, 6.ean.

Balentzia-geruzak atomoaren tamaina adierazten du: zenbat eta handiagoa zenbakia, orduan eta handiagoa atomoa.

Tamaina erlatiboa	Ikurra	Z	Konfigurazio elektronikoa	Balentzia-mailaren konfigurazioa	Periodoa
•	H	1	$1s^1$	$1s^1$	1
•	Li	3	$1s^2 2s^1$	$2s^1$	2
•	Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$3s^1$	3
•	K	19	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	$4s^1$	4
•	Rb	37	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$	$5s^1$	5
•	Cs	55	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$	$6s^1$	6

4. ADIBIDE EBATZIA

Azaldu zergatik txikitzen den periodo bateko atomoen tamaina zenbaki atomikoa handitu ahala. Adibide gisa, erabili 2. periodoa.

Periodo bereko elementu guztiek geruza berean dituzte beren balentzia-elektroiak. Baina, zenbaki atomikoa handitu ahala, nukleoaren karga positiboa ere handitzen da. Horren ondorioz, atomoaren nukleoak balentzia-elektroiei eragiten dien erakarpena handitu egiten da, eta hortaz, atomoaren tamaina txikitu egiten da.

Ikurra	Elementua	Z	Balentzia-geruzaren konfigurazioa	Taldea
Ne	Neona	10	$2s^2 2p^6$	18
F	Fluorra	9	$2s^2 2p^5$	17
O	Oxigenoa	8	$2s^2 2p^4$	16
N	Nitrogenoa	7	$2s^2 2p^3$	15
C	Karbonoa	6	$2s^2 2p^2$	14
B	Borua	5	$2s^2 2p^1$	13
Be	Berilioa	4	$2s^2$	2
Li	Litioa	3	$2s^1$	1

5.2. Izaera metalikoa

18. taldeko elementuenak izan ezik, atomo guztiak beste atomo batzuekin konbinatzen dira, elementu berarenak izan, beste elementu batenak izan. Hori dela eta, 18. taldeko elementuei gas geldo esaten zaie.

Hori kontuan hartuta, **gas geldoen atomoak egonkorrenak direla** pentsa genezake; alegia, egonkortasun hori lortzeko konbinatzen direla gainerako elementuen atomoak.

Gas geldoak egonkorrak dira, geruza itxiko egitura dutelako; hau da, haien balentzia-konfigurazio elektronikoa $s^2 p^6$ da (8 elektroi), edo $1s^2$, helioaren kasuan.

- Balentzia-geruzan elektroi gutxi dituzten atomoek elektroi horiek galtzeko joera dute; hain zuzen, azken geruza beteta izateko. Elektroiak galtzean, ioi positiboak edo **katioiak** eratzen dituzte. Hori gertatzen zaie 1., 2. eta 13. taldeetako elementuei eta trantsizio-metalei. Ioia karga bat dator galdutako elektroi kopuruarekin.

Atomoa	Konfigurazio elektronikoa	Ioia	Ioia konfigurazio elektronikoa
Li	$1s^2 2s^1$	Li^+	$1s^2$
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	Na^+	$1s^2 2s^2 2p^6$
Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	Mg^{2+}	$1s^2 2s^2 2p^6$
Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	Al^{3+}	$1s^2 2s^2 2p^6$

- Balentzia-geruzan lau elektroi baino gehiago dituzten atomoek zortzi izateko (gas geldoek bezala) falta dituztenak hartzeko joera dute. Kasu horretan, ioi negatiboak edo **anioiak** eratzen dira.

Atomoa	Konfigurazio elektronikoa	Ioia	Ioia konfigurazio elektronikoa
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	F^-	$1s^2 2s^2 2p^6$
O	$1s^2 2s^2 2p^4$	O^{2-}	$1s^2 2s^2 2p^6$
N	$1s^2 2s^2 2p^3$	N^{3-}	$1s^2 2s^2 2p^6$

JARDUERAK

- 10** Ordenatu elementu hauek atomoen tamainaren arabera:

- Tl, Ga, Al, In eta B.
- P, Cl, Mg, Al, Na eta S.
- F, Cs, Mg, P eta Ca.

BA OTE DAKIZU?

Metalak

1. eta 2. taldeetako elementuak oso metal erreaktiboak dira. Oso erraz galtzen dituzte elektroiak; hori dela eta, katioi gisa ikusten ditugu ia beti, konposatuetan.

Ezagutzen ditugun metal gehienak trantsizio-elementuen artean daude: Cu, Ag, Au, Hg, etab. Erreaktibotasun txikiagoa dutenez, beste elementu batzuekin konbinatu gabe egon daitezke.

Giro-tenperaturan, ia metal guztiak solido distiratsuak dira, eta beroaren eta elektrizitatearen eroaleak dira. Hain zuzen ere, ezaugarri horiek bereizten dituzte elementu ez-metalikoetatik.

Elementu baten **izaera metaliko** deritzo elektroiak galtzeko ahalmenari.

- Gas geldo baten konfigurazioa lortzeko elektroiak galtzen dituzten elementuei **metal** esaten zaie. Katioiak eratzen dituzte.
- Gas geldo baten konfigurazioa lortzeko elektroiak hartzen dituzten elementuei **ez-metal** esaten zaie. Anioiak eratzen dituzte.

1	2												13	14	15	16	17	18
Li ⁺	Be ²⁺												Al ³⁺			O ²⁻	F ⁻	
Na ⁺	Mg ²⁺												Ga ³⁺			S ²⁻	Cl ⁻	
K ⁺	Ca ²⁺												In ³⁺			Se ²⁻	Br ⁻	
Rb ⁺	Sr ²⁺															Te ²⁻	I ⁻	
Cs ⁺	Ba ²⁺																	

- Metalak
- Metaloideak
- Ez-metalak
- Gas geldoak

Elementuen izaera metalikoa propietate periodiko bat da, elementuak taula periodikoan duen lekuaren arabera.

- Talde berean dauden metal guztiek karga bereko ioi bat eratzen dute, balentzia-elektroi kopuru bera baitute.
- Horrexegatik, talde bereko ez-metal guztiek karga bereko anioi bat eratzen dute.

14.-18. taldeetan, lehen elementuak baino ez dira ez-metalak. Taldean behera egin ahala, izaera metalikoa handitu egiten da. Izan ere, atomoaren nukleoa da elektroiak erakarri behar dituen, eta zenbat eta elektroi gehiago egon, eta zenbat eta nukleotik urrunago egon balentzia-geruza, orduan eta zailagoa da nukleoak elektroiak erakartzea.

14.-18. taldeetako metalen eta ez-metalen artean, **erdimetalak** edo **metaloideak** daude. Eroankortasun elektrikoari, termikoari edo distira metalikoari dagokienez, tarteko portaera dute. Haietako asko erdieroaleak dira, elektronikan oso garrantzitsuak, hala nola silizioa, germanioa edo arsenikoa.

JARDUERAK

- 11** Esan zenbat elektroi hartu edo galdu behar dituen elementu hauen atomo batek, hurbilen dagoen gas geldoaren konfigurazioa lortzeko. Kopiatu taula zure koadernoan, eta osatu:

Ikurra	Elementua	Balentzia-mailako elektroi kopurua	Hartzen dituen elektroiak	Galtzen dituen elektroiak	Ioaren karga
Rb	Rubidioa	1	0	1	+1
Se					
Ga					
Be					
Sn					
Kr					
I					

PRAKTIKATU

Atomoaren partikulak

19 Osatu taula zure koadernoan.

Atomoa	A	Z	Protoiak	Elektroiak	Neutroiak
C	12	6			6
O	16		8		
F	19			9	

20 Zenbat protoi, neutroi eta elektroi dituzte atomo hauek?

- a) $^{16}_8\text{O}$ b) $^{14}_7\text{N}$ c) ^4_2He d) $^{238}_{92}\text{U}$
 e) $^{14}_6\text{C}$ f) $^{12}_6\text{C}$ g) $^{37}_{17}\text{Cl}$ h) $^{197}_{79}\text{Au}$

Eredu atomikoak

21 Berrikusi urrezko xaflaren esperimntua, eta arrazoitu ea hartatik hau ondoriozta dezakegun:

- a) Atomoak partikula zatietzen dira.
 b) Elektroiak geruzetan antolatuta daude.
 c) Atomoaren zati gehiena hutsik dago.

22 Esaldi hauek Bohren ereduari buruzkoak dira.

- Esan zein diren zuzenak, eta azaldu zergatik:
 a) Protoiak nukleoaren inguruan biratzen dira energia igorri gabe.
 b) Elektroiak nukleotik edozein distantzian biratzen dira.
 c) Nukleotik hurbilen dauden elektroiak dira energia gehien dutenak.

23 Esaldi hauek eredu kuantikoari buruzkoak dira.

- Arrazoitu zuzenak ala okerrak diren:
 a) Elektroi bakoitza nukleoaren inguruan biratzen da, orbita bat eginez.
 b) Lehen mailan, ez dago p motako orbitalik.
 c) Bigarren mailan, bost d orbital daude.
 d) 2p orbitalek energia gehiago dute 3p orbitalek baino.

24 Orbital pare hauetan, tamaina- eta forma-aldeak egon daitezke. Adierazi zure koadernoan.

Orbitalak	Forma-aldea	Tamaina-aldea
2s eta 3p		
2s eta 5s		
3d eta 4d		
2p eta 3d		

25 Egin marrazki bana, orbital hauek alderatzeko:

- a) 1s eta 2s b) 1s eta 4s c) 2p eta 3p d) 2s eta 2p

Elektroien banaketa atomo batean

5. ADIBIDE EBATZIA

Idatzi sufrearen konfigurazio elektronikoa.

Bilatu 5 elementua taula periodikoan. $Z = 16$; alegia, atomo bakoitzak 16 elektroi ditu. Jarraitu Moellerren diagramari, eta ipini 2 elektroi orbital bakoitzean, guztizkoa lortu arte:



Gogoratu 3 2p orbital daudela; beraz, haietan, $3 \cdot 2 = 6$ elektroi sartzen dira.

Energia-maila	Konfigurazioa	Interpretazioa
1	$1s^2$	2 elektroi ditu 1s orbitalean.
2	$2s^2$ $2p^6$	2 elektroi ditu 2s orbitalean. 2 elektroi ditu 3 2p orbitaletako bakoitzean.
3	$3s^2$ $3p^4$	2 elektroi ditu 3s orbitalean. 4 elektroi ditu 3 3p orbitaletan. Hirugarren arauari jarraituz, elektroi bat sartzen da orbital bakoitzean, eta ondoren, bete egiten dira.

26 Idatzi Br eta Pb elementuen konfigurazio elektronikoa, eta interpretatu.

27 Zergatik jar daitezke 4. geruzan 10 elektroi d orbitaletan eta 14 elektroi f orbitaletan?

6. ADIBIDE EBATZIA

Idatzi atomo eta ioi hauen konfigurazio elektronikoa. Zertan dira berdinak?

Atomoa/ioia	Protoi ko.	Elektroi kop.	Konf. elektronikoa
$^{20}_{10}\text{Ne}$	10	10	$1s^2 2s^2 2p^6$
$^{19}_9\text{F}^{-1}$	9	10	$1s^2 2s^2 2p^6$
$^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$	12	10	$1s^2 2s^2 2p^6$

Denek elektroi kopuru bera dute. Konfigurazio elektroniko bera duten espezie kimikoei (atomoak eta ioiak) **isoelektroniko** deritzegu.

28 Osatu koadernoan aurreko jarduerakoaren antzeko taula bat, hauen konfigurazio elektronikoa idatziz: Rb^{1+} , Cl^{1-} , Ca^{2+} eta Se^{2-} . Zer gas geldok du haietako bakoitzaren konfigurazio bera?

Elementuen sistema periodikoa

- 29 Egin koadernoan zutabe hauek dituen taula bat, eta osatu elementu hauen informazioa:
Ne, F, O, I, Be, B, Cu.

Atomoa	Z	Konfigurazio elektronikoa	Taldea	Periodoa	Metala/ez-metala
Ne					

- 30 Zergatik dituzte antzeko propietate kimikoak talde bereko elementuek?
- 31 Hona hemen zenbait elementuren konfigurazioa:
A: $1s^2 2s^1$ C: $1s^2 2s^2 2p^6$
B: $1s^2 2s^2 2p^5$ D: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
Zuzendu zure koadernoan esaldi hauetan dauden akatsak:
a) A 1. taldeko eta 2. periodoko ez-metal bat da.
b) A eta D periodo berekoak dira.
c) B eta C ez-metalak dira.
d) D 3. taldeko eta 1. periodoko metal bat da.

Elementuen propietate periodikoak

- 32 Ordenatu atomoak txikienetik handienera:
a) Cs, Li, Na. b) C, Li, Ne.
c) P, N, As. d) Mg, Ar, Na.
- 33 Saikatu metalak eta ez-metalak:
a) Sodioa b) Berilioa c) Platinoa
d) Karbonoa e) Oxigenoa f) Nikela
- 34 H atomoa ez-metal bat da, nahiz eta 1. taldean egon. Idatzi haren konfigurazio elektronikoa, eta azaldu zergatik eratu daitezkeen H^+ eta H^- ioiak.

7. ADIBIDE EBATZIA

Esan zeinek duen izaera metaliko handiagoa:

- a) Sodioa eta zesioa b) Zesioa eta beruna

Propietate metalikoak ezkerrean handitzen dira periodoetan, eta behean taldeetan.

- a) Sodioa eta zesioa 1. taldean daude. Taldean beheago dagoenak izango du izaera metaliko handiagoa: zesioak.
b) Zesioa eta beruna periodo berean daude, sistema periodikoko seigarrenean. Beraz, periodoan ezkerrean dagoenak izango du izaera metaliko handiagoa: zesioak.

- 35 Ordenatu elementu horien izaera metalikoaren arabera:

- Kaltzioa • Zilarra • Litioa

8. ADIBIDE EBATZIA

Esan zein den izaera ez-metaliko handiagoa duen elementua:

- a) Fluorra eta iodoa b) Nitrogenoa eta fluorra

Propietate ez-metalikoak eskuinalderantz handitzen dira periodoetan, eta gorantz, taldeetan.

- a) Fluorra eta iodoa talde berean daude. Beraz, fluorak izango du izaera ez-metaliko handiagoa, taldean gorago baitago.
b) Fluorra eta nitrogenoa 2. periodoan daude. Fluorak izango du izaera ez-metaliko handiagoa, periodoan eskuinalderago baitago.

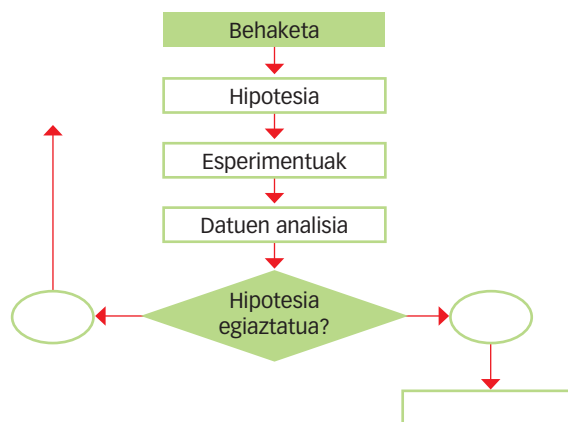
- 36 Ordenatu hauek izaera ez-metalikoaren arabera:

- Fluorra • Sufrea • Kloroa

ZABALDU

- 37 Atomoari buruzko ikerketa metodo zientifikoaren erabilaren adibide bat da.

Thomsonen eta Rutherforden ikerketak oinarri hartuta, osatu eskema zure koadernoan. Adierazi kasu bakoitzean zein izan ziren behaketa, hipotesia, esperimentuak eta datuen analisia, eta esan zer kasutan egiaztatu zen hipotesia eta zeinetan ez.



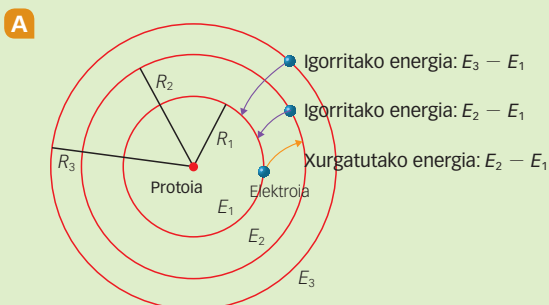
- 38 Ordenatu talde bakoitzeko elementuak jardura kimiko txikiena duenetik handiena duenera:

- a) Sodioa, magnesioa, aluminioa.
b) Fluorra, kloroa, bromoa.
c) Litioa, potasioa, zesioa.
d) Fluorra, oxigenoa, nitrogenoa.

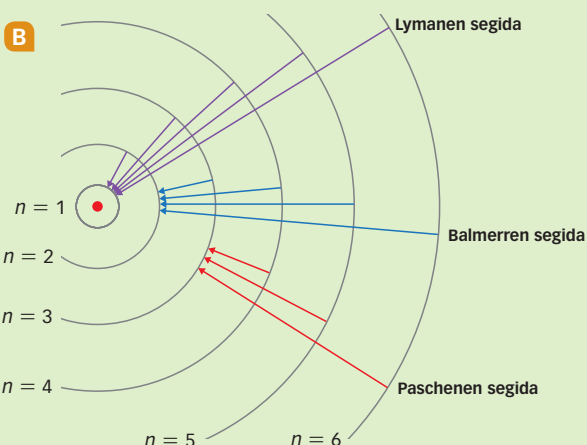


APLIKATU TEKNIKA BAT. **Atomo baten energia-mailen artean trantsizioak identifikatzea**

Bohren eredu atomikoa espektro atomikoak azaltzeko aukera eman zuen lehena izan zen. Begiratu eskema honi: espektro batean igorpen- edo xurgapen-lerroak nola eratzen diren azaltzen da.

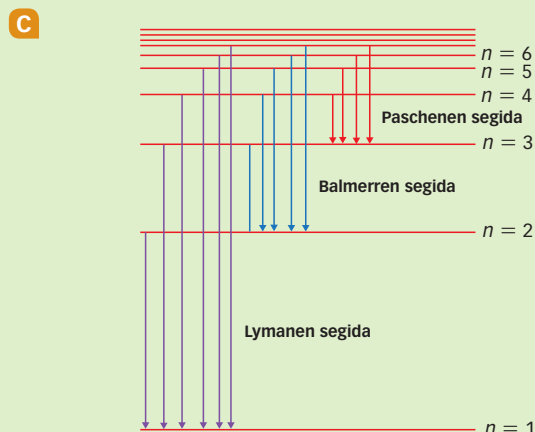


Lerroak atomoen geruzen egituraren arabera azaltzen dira.

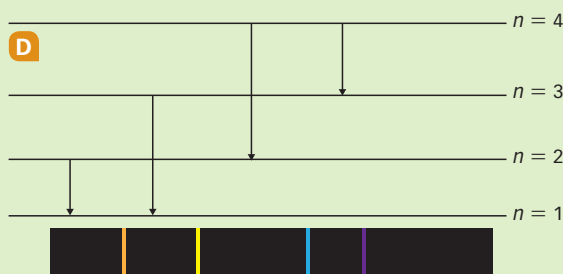


Atomo bakoitzean, zenbait geruza daude, eta elektroiak batetik bestera igaro daitezke, energia igorritik edo xurgatuz.

Substantzia bakoitzean, geruza atomikoen eta nukleoaren arteko distantzia desberdina da; hortaz, substantzia bakoitzak espektro bereizgarria izango du.



Hau da, 1. eta 2. geruzen arteko distantzia ez da berbera hidrogenoan eta helioan. Hori dela eta, bi atomo horietan, trantsizio horri dagozkion espektroaren lerroak espektroko eskualde desberdinetan egongo dira.



- 39** Hidrogeno atomoaren Balmerren segidaren lerroak espektroaren eskualde ikusgai daude. Energia gehien duten lerroak espektroaren eremu urdinean kokatzen dira, eta energia gutxien dutenak, berriz, eremu gorrian. Goiko eskeman, esan zein diren segida bakoitzeko energia gehien duen lerroa eta energia gutxien duena.

- 40** Lymanen segida espektroaren eskualde ultramorean kokatzen da.

- Zer lerro geratuko da espektroaren eskualde ikusgai?
- Azaldu zergatik.

- 41** Demagun hidrogeno atomo bati lagineko elektroiak 1. geruzatik 4. geruzara igarotzeko nahikoa energia ematen diogula. Zer lerro ikusiko genituzke elektroiak funtsezko egoerara –nukleotik hurbilen dagoen geruzara– itzultzean?

- 42** B eskeman azaltzen diren lerroetatik, zein ezingo genituzke ikusi? Zergatik?

- 43** Imaginatu orain 2. geruzan oso antzeko energia duten bi azpimaila daudela. Orduan, espektroari xehetasun handiz behatuz gero, 2. geruzatik 1. geruzarako trantsizioko zenbat lerro ikusiko genituzke? Espektroan, elkarrengandik hurbil ala urrun egongo lirateke? Zergatik?

PENTSATZEKO MODUAK. Analisi zientifikoa. **Esperimentu bat interpretatzea**

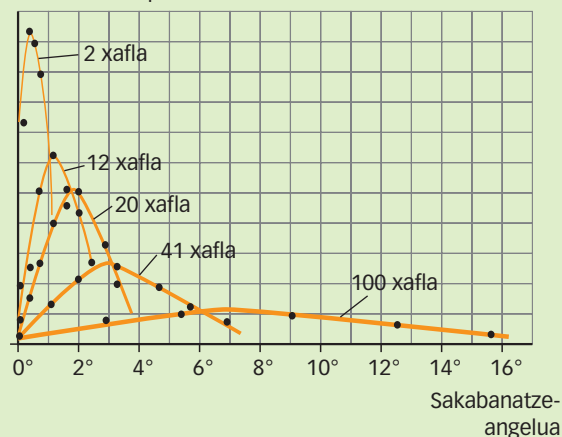
Aurreko esperimentuetan, α partikulen (helio nukleoak) iturri bat erabili zen. Partikula horiek metalezko zenbait xaflaren kontra jaurti ziren, zenbat desbideratzen ziren egiaztatzeko.

Ikerketa hura sakabanatzearen neurri kuantitatibo bat lortzeko egin zen. Horretarako, materia kantitate jakin bat zeharkatzen duen α partikula baten desbideratze-angelu probabileena kalkulatu zen. Ikerketaren puntu nagusiak honako hauek dira:

1. Material beraren lodiera desberdinetan zenbateko sakabanatzea dagoen kalkulatzea.
2. Material desberdinetan gertatutako sakabanatzeak alderatzea.
3. α partikulen abiaduraren (energia) eta sakabanatze kantitatearen arteko erlazioa ezartzea, baldin eta erlaziorik badago.

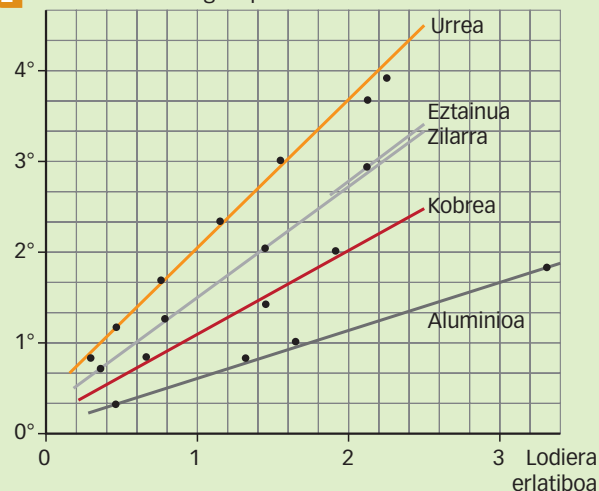
Zenbait lodieratako urrezko xafla batean gertatutako sakabanatzearekin lotutako emaitzak grafiko honetan ageri dira:

1 Sakabanatze-probabilitatea



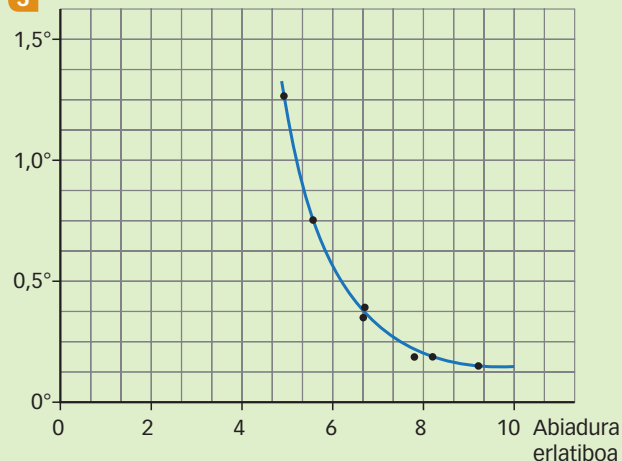
Zenbait materialetan eta zenbait lodieratan gertatutako sakabanatzearen emaitzak grafiko honetan daude:

2 Sakabanatze-angelu probabileenak



α partikulek zenbait abiaduratan izandako sakabanatzea erakusten duten emaitzak grafiko honetan ikus daitezke:

3 Sakabanatze erlatiboa



Iturria: H. Geiger, α partikulen sakabanatzea materialen, 1910.



44 IDAZMENA. Idatzi laburpen txiki bat, irakurri duzun testuko informazio garrantzitsuena aipatuz.

45 Zer ondoriozta dezakezu 1. grafikoa ikusita? Baliagarriak al dira emaitzak artikuluan aipatutako beste materialentzat? Azaldu zure erantzuna.

46 2. grafikoa oinarrituta, ezar al dezakegu erlazioaren bat sakabanatze kantitatearen eta xaflaren metalaren zenbaki atomikoaren artean?

47 Imaginatu esperimentua berriro egiten dela, beste material batzuk erabiliz: kromoa, niobioa eta wolframioa. Zer emaitza espero ditzakegu 2. grafikoa egitean? Egin grafikoa zure koadernoan.

48 Begiratu 3. grafikoari, eta erantzun zure koadernoan: ba al dago erlaziorik α partikulen abiaduraren eta sakabanatzearen artean? Azaldu zure erantzuna.



METALEN PROPIETATEAK



Sufrea Aluminioa Magnesioa Sodioa



GOGOAN IZAN

Sodioa oso metal errektiboa da, eta oso arriskutsua izan daiteke.

Irakaslearen kontrol zorrotzarekin baino ezin da erabili.

Sodioa, magnesioa eta aluminioa hiru metal dira. Esperimentu honetan, haien propietate batzuk egiaztatuko ditugu. Gainera, haietako bakoitzaren izaera metalikoa taula periodikoan duen lekuarekin erlazionatuko dugu. Azkenik, ohiko ez-metal baten portaerarekin alderatuko ditugu.

MATERIALA

- 4 erloju-beira
- 100 mL-ko 5 Erlenmeyer (Na-rako, 250 mL-koa).
- Tentegailua eta saio-hodiak
- Espatula eta matxardak
- Korrante zuzeneko elikadura-iturria
- Bonbillarekin (edo anperometro batekin) korrante zuzeneko zirkuitu bat muntatzeko elementuak
- Metxeroa eta su txikia
- Fenolftaleina (azido-base adierazlea)
- HCl diluitua (0,2 M) eta kontzentr. (2 M)
- Sodioa, magnesioa, aluminioa, sufrea

A. ITXURA FISIKOA ETA EROANKORTASUN ELEKTRIKOA

1. Jarri substantzia horien lagin bana erloju-beiretan. Erreparatu haien itxurari, eta idatzi taulan ikusten dituzun ezaugarriak. Kontuan izan magnesioa eta aluminioa soilik uki ditzakezula eskuekin.
2. Hartu sodio zati handi bat, eta moztu aitzo bat erabiliz.
3. Prestatu korrante zuzeneko zirkuitu elektrikoa. Utzi muturrak irekita (matxarda edo banana itxuran).
4. Jarri zirkuituko terminalak laginaren bi puntutan (materiaren bidez lotuak), eta egiaztatu korrantea igarotzen dela.

	Sodioa	Magnesioa	Aluminioa	Sufrea
Itxura				
Kolorea				
Distira				
Xaflakortasuna				
Eroankortasun elektrikoa				



Sodioaren eroankortasuna



Magnesioaren eroankortasuna



Aluminioaren eroankortasuna

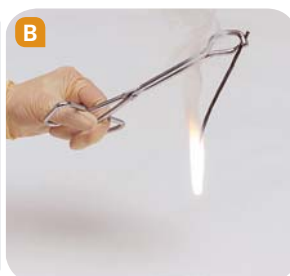


Sufrearen eroankortasuna

B. PORTAERA KIMIKOA

Oxigenoarekiko errektibotasuna

1. Zenbait material oxidatu egiten dira aireko oxigenoarekin kontaktuan daudenean. Begiratu ea erabiltzen ari zaren elementuen itxura aldatu den.
2. Hartu magnesiozko zerrenda zati bat eta heldu matxardekin. Hurbildu metxero bat eta behatu sugarrari. Zeri itxura du sortzen den substantziak?
3. Prestatu aluminio-paperezko zerrenda bat eta heldu matxardekin. Hurbildu metxero bat eta ikusi zer gertatzen den.



GOGOAN IZAN

Sugar batera hurbilduz gero, sufrea erre egiten da. Sortzen den substantzia, SO_2 -a, oso toxikoa da.

ESPERIMENTU HORI EZ EGITEA GOMENDATZEN DA.

Sodioa oxidatu egiten da aireko oxigenoarekin kontaktuan jartzean (A); magnesioa oxidatu egiten da sugar batera hurbilduz gero (B); aluminioa ez da oxidatzen, sugar batera hurbilduta ere (C).

Urarekiko errektibotasuna

1. Hartu 250 mL-ko Erlenmeyer bat, eta bota 100 mL ur. Bota oso sodio kantitate txiki bat uretan (espatularen punta). Behatu zer erreakzio gertatzen den. Erreakzioa amaitutakoan, bota fenolftaleina tanta batzuk.
2. Hartu 100 mL-ko bi Erlenmeyer, eta sartu 50 mL ur bakoitzean. Bota magnesio zati batzuk bakoitzean. Ipini Erlenmeyer bat plaka bero-emalearen gainean, eta berotu, 3-5 minutuan. Bota fenolftaleina tanta batzuk Erlenmeyer bakoitzean. Erreakziorik gertatzen al da?
3. Egin berriro aurreko urratsa, baina aluminioa erabiliz magnesioaren orde.



Fenolftaleina gehitzean likidoak kolore fuksia hartzen badu, disoluzioa alkalinoa izango da. Metalaren hidroxidoa sortu da.

JARDUERAK

- 49** Osatu zure koadernoan metalen portaera kimikoari buruzko esaldi hauek:
- a) Oxigenoarekin azkarren erreakzionatzen duen metala _____ da. _____ astiroago erreakzionatzen du; haren erreakzioa azkartzeko, _____ egin behar da.
 - b) Urarekin azkarren erreakzionatzen duen metala _____ da. _____ astiroago erreakzionatzen du; haren erreakzioa azkartzeko, _____ egin behar da.
 - c) Metal batek oxigenoarekin erreakzionatzean, _____ bihurtzen da, eta urarekin erreakzionatzean, berriz, _____.

