

# 12 Atomoaren egitura. Sistema Periodikoa

## ATARIAN

- Dalton-en teoria atomikoaren arabera, materia bata bes-tetik banandurik dauden eta suntsiezinak diren partikula materialez eratuta dago: partikula horiek atomoak dira. Elementu bereko atomoek beti dituzte masa berbera eta propietate berberak, beste elementuen atomoek dituzten masak eta propietateak ez bezalakoak.

Konposatuak atomoen elkarketaz eratzen dira. Konposatu bat eratzen duten atomoen artean zenbaki bakun eta konstanteen erlazioa dago.

Teoria horrek ekarri zituen berrikuntzen artetik, azpimarratzekoak dira bi ideia hauek, batik bat: materia ez-jarraia da (alegia, partikula txiki eta aldaezinez eratuta dagoela), eta bestalde, erreakzio kimikoak partikula horien —atomoen— berrantolaketaren ondorio dira.

- Elementu baten masa atomikoa, elementu horren atomoen batez besteko masa da, masa atomikoaren unitate-tan adierazita.

Masa atomikoaren unitatea karbono atomo berezi baten hamabirena da, zehazki, karbono-12 atomoarena, hama-birena.

Elementuen masa atomikoa erlatiboa da, beti konparatzen baita unitate patroiarekin.

- $M_r(\text{CCl}_4) = 1 \cdot 12 \text{ u} + 4 \cdot 35,5 \text{ u} = 154 \text{ u}$   
 $M_r(\text{NO}_2) = 1 \cdot 14 \text{ u} + 2 \cdot 16 \text{ u} = 46 \text{ u}$   
 $M_r(\text{Br}_2) = 2 \cdot 79,9 \text{ u} = 159,8 \text{ u}$   
 $M_r(\text{HF}) = 1 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 19 \text{ u} = 20 \text{ u}$

- $E_z = \frac{1}{2} m v^2$

$$E_z = \frac{1}{2} 5 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = 1000 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 1000 \text{ J}$$

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Higikaria X ardatzaren norabidean desplazatzen dela joko dugu. Horren arabera,  $\vec{v} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \vec{i}$

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} = 5 \text{ kg} \cdot 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \vec{i} = 100 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \vec{i}$$

Energia zinetikoa 1000 J-koa da, eta momentu lineala, honako hau:  $100 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \vec{i}$ , abiaduraren norabide eta noranzko berberetan.

- $1 \text{ pm} = 1 \cancel{\mu\text{m}} \frac{1 \text{ m}}{10^{12} \cancel{\mu\text{m}}} = 10^{-12} \text{ m}$

$$0,25 \text{ nm} = 0,25 \cancel{\mu\text{m}} \frac{1 \text{ m}}{10^9 \cancel{\mu\text{m}}} = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$226 \mu\text{m} = 226 \cancel{\mu\text{m}} \frac{1 \text{ m}}{10^6 \cancel{\mu\text{m}}} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$0,36 \text{ fm} = 0,36 \cancel{\text{fm}} \frac{1 \text{ m}}{10^{15} \cancel{\text{fm}}} = 3,6 \cdot 10^{-16} \text{ m}$$

$$1085 \text{ cm} = 1085 \cancel{\text{cm}} \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} = 10,85 \text{ m}$$

$$20 \text{ dm} = 20 \cancel{\text{dm}} \frac{1 \text{ m}}{10 \cancel{\text{dm}}} = 2 \text{ m}$$

$$38,45 \text{ am} = 38,45 \cancel{\text{am}} \frac{1 \text{ m}}{10^{18} \cancel{\text{am}}} = 3,845 \cdot 10^{-17} \text{ m}$$

$$18500 \text{ nm} = 18500 \cancel{\text{nm}} \frac{1 \text{ m}}{10^9 \cancel{\text{nm}}} = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

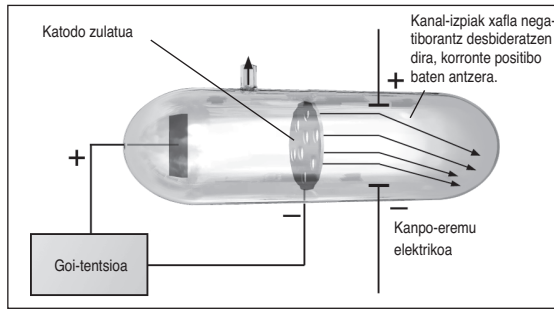
$$10^8 \text{ nm} = 10^8 \cancel{\text{nm}} \frac{1 \text{ m}}{10^9 \cancel{\text{nm}}} = 0,1 \text{ m}$$

$$2 \cdot 10^5 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^5 \cancel{\mu\text{m}} \frac{1 \text{ m}}{10^6 \cancel{\mu\text{m}}} = 0,2 \text{ m}$$

## MATERIAREN IZAERA ELEKTRIKOIA

1. Eremu elektriko bat zeharkatzen dutenean, izpi kato-dikoak xafla positiborantz desbideratzen dira. Horrek adierazten digu karga elektriko negatiboa dutela; hau da, izpien kargak eta plakarenak aurkako zeinua dutela.

Eremu elektrikoa zeharkatzean, kanal-izpiak korrante positibo baten antzera jokatzen dute, plaka negatiborantz doaz eta.



2. Kanal-izpiak osatzen dituzten partikula positiboak atomoen ioiak direlako, eta horien masa elementu motaren arabera delako. Atomo bati elektroia kentzean geratzen den partea dira.

Partikula negatiboak, ordea, elektroiak dira (izpi katodikoak), eta elektroia guztiak berdina dira, diren atomoak direla.

- Kasu batean elektroien karga delako, negatiboa, (izpi katodikoak), eta bestean, elektroia bat galdu duen atomoaren karga delako, positiboa (kanal-izpiak).

### ATOMOAREN EGITURA

3. E. Rutherford ohartu zen atomoaren masa kalkulatzeko emaitza (elektroien eta protoien masen batura) ez zetozeela bat esperimenduak emaitzekin. Horrek pentsarazi zion atomoan ba omen zela beste partikularen bat, hori ere masaduna.

Partikula azpiatomikoetatik, neutroia aurkitu zen azkenengoa, zeren esperimenduak, ordura arte, elektrizitatearen ingurukoak izaten baitziren, eta neutroiek kargarik ez dutenez, ez zen haien portaeraren arrastorik sumatzen.

- Esperimenduan,  $\alpha$  partikula gutxi errebotatzen zuten urrezko xafan, pasatu ezinik. Horretaz jabetuta, Rutherford-ek pentsatu zuen, atomoen masaren parte handiena (protoi eta neutroien masa) puntu zehatzetan kontzentratu egongo zela, nukleoetan hain zuzen, eta horixe zela behatutakoaren efektuaren arrazoia.

8. a)  $A_r(\text{Ga}) = 68,95 \text{ u} \cdot \frac{60,16}{100} + 70,95 \text{ u} \cdot \frac{39,84}{100} = 69,75 \text{ u}$

b)  $A_r(\text{Si}) = 27,985792 \text{ u} \cdot \frac{93,03}{100} + 28,990654 \text{ u} \cdot \frac{3,90}{100} + 29,986320 \text{ u} \cdot \frac{3,05}{100}$

$A_r(\text{Si}) = 28,08 \text{ u}$

### TEORIA KUANTIKOAREN HASTAPENAK

9. Planck-en teoriak hautsak harrotu zituen proposatzen zuelako gorputzek igorritako erradiazio elektromagnetikoak energia-balio zehatzak baino ezin zituela

### ELEMENTU KIMIKOAK ETA ISOTOPOAK

Atomo neutroak	Zenbaki atomikoa (Z)	Masa-zenbakia (A)	Protoi kopurua (Z)	Neutroi kopurua (N = A - Z) (= protoi kop.)	Elektroi kopurua
$^{35}_{17}\text{Cl}$	17	35	17	18	17
$^{37}_{17}\text{Cl}$	17	37	17	20	17
$^{235}_{92}\text{Cl}$	92	235	92	143	92
$^{65}_{29}\text{Cu}$	29	65	29	36	29
$^{210}_{81}\text{Tl}$	81	210	81	129	81
$^{214}_{82}\text{Pb}$	82	214	82	132	82
$^{18}_8\text{O}$	8	18	8	10	8
$^{200}_{80}\text{Hg}$	80	200	80	120	80
$^{12}_6\text{C}$	6	12	6	6	6
$^{13}_6\text{C}$	6	13	6	7	6
$^{14}_6\text{C}$	6	14	6	8	6

5. Dalton-en ustez, elementu kimikoak atomo zatiezinez eratuta zeuden, eta elementu bereko atomo guztiak masa eta propietate berberak zituzten.

Gaur egungo teoriaren arabera, elementu kimikoak atomoz osatuta daude, baina horiek zatigarriak eta aldakorrak dira. Elementu baten atomo guztiak zenbaki atomiko bera dute (hots, protoi kopuru bera), baina masa atomiko desberdina izan dezakete, elementu berekoak izan arren.

6. Gerta daiteke karbonoaren isotopo batek eta nitrogenoaren isotopo batek masa-zenbaki berbera izatea, neutroi kopuru egokiak izanez gero.

Haatik, karbonoaren isotopoak ezin izan dezake nitrogenoaren isotopo baten zenbaki atomiko berbera, kasu horretan ez bailitzateke karbono atomoa, nitrogeno atomoa baizik.

7. Masa-zenbakia nukleoan dauden protoien eta neutroien batura da. Isotopoaren masa ia-guztia nukleoarena da. Bestalde, protoi eta neutroi bakoitzaren masa 1 u inguru denez, protoien eta neutroien kopuru totalak eta isotopoaren masak (u unitatetan emanda) balio bera dute, gutxi gorabehera.

izan. Balio horiek adierazpen matematiko baten bidez kalkula zitezkeen, eta gainera, erradiazioaren maiztasunaren arabera ziren.

Energia-kantitate hori balio jakineko paketetan igorri edo xurgatu zitezkeen soilik; hau da, energia kuantizaturik zegoen.

10. Inguruneko tenperaturan dauden gorputzek, liburuak adibidez, ez dute argirik igortzen, horretarako tenperatura altuagoa izan beharko lukete eta.

Kolorea maiztasun zehatzeko uhin elektromagnetikok sortzen dute, islatzen direnean. Liburu gorriak xurgatu egiten du datorkion argi zuri gehiena, kolore gorriko uhin-luzerari dagokion erradiazioaren partea izan ezik. Xurgatu gabeko erradiazio horiek islatu egiten dira gorputzean, eta horietatik dira guk ikusten ditugunak.

11. Efektu fotoelektrikoa gertatzen da erradiazio elektromagnetiko batek, gainazal metaliko batean erasotzean, gainazalako elektroiak igortzen dituelako.

Efektu fotoelektrikoaren ezaugarriak:

- Elektroiak bakarrik ateratzen dira igorritako erradiazioaren maiztasuna balio jakin batetik gorakoa denean. Maiztasunaren balio horri atari-maiztasuna deritzen.

Balio hori gainazal metalikoaren materialaren araberakoa da. Maiztasuna atari-balioetik beherakoa bada, ez da elektroirik igortzen, erradiazio erasotzailea intentsitate handikoa izan arren.

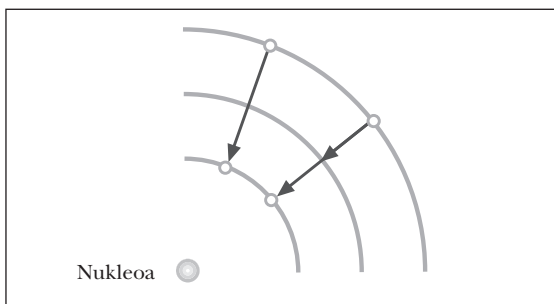
- Zenbat eta handiagoa izan erradiazioaren maiztasuna, igortzen diren elektroiek hainbat eta energia zinetiko handiagoa izango dute.

- Maiztasunaren ordean erradiazioaren intentsitatea handitzen bada, elektroiak energia zinetiko berberekin igorriko dira, baina elektroien gehiagotako dira denbora-unitateko.

Elektromagnetismoaren teoria klasikoak ez zuen egoki arrazoitzen efektu fotoelektrikoaren fenomenoak, teoria horren arabera uhinaren energia anplitudearen araberakoa baitzen, eta horrenbestez, uhinak edozein balioetako energia izan zezakeen. Eredu horri jarraituz, bada, argitu gabe geratzen zen zergatik iritsi behar den atari-maiztasunera elektroiak igor daitezkeen, edo zergatik elektroien bakoitzak energia berbera kontsumitzen duen erazututa ateratzeko, soberan geratzen zaion energia bere energia zinetikoa handitzeko erabiltzen duen.

12. Rutherford-ek planteatutakoa ez dator bat atomoen igorpen-espektroarekin igorpen-espektroa ez-jarraitua delako; hau da, igorpena bakarrik gertatzen da energiaren balio jakin batzuetarako. Rutherford-en eredu atomikoaren arabera, elektroiak atomoaren zentrorantz —nukleorantz— jotzen zuen, espiral bat eginez eta energia galduz bere ibilbidean; galdutako energia hori entengabe eta era jarraituan igortzen zen.

13. Hidrogenoa ;  $n = 3$



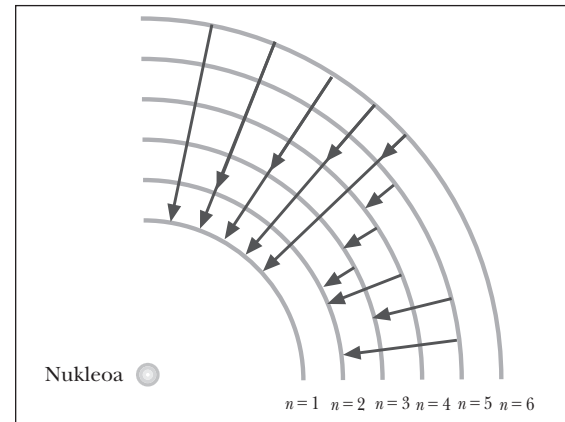
$$\nu_1 = \frac{E_3 - E_1}{h}$$

$$\nu_2 = \frac{E_3 - E_2}{h}$$

$$\nu_3 = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

Hiru erradiazio mota sor ditzake funtsezko egoerara itzultzean.

Hidrogenoa ;  $n = 6$



$$\nu_1 = \frac{E_6 - E_1}{h}$$

$$\nu_2 = \frac{E_6 - E_2}{h}$$

$$\nu_3 = \frac{E_6 - E_3}{h}$$

$$\nu_4 = \frac{E_6 - E_4}{h}$$

$$\nu_5 = \frac{E_3 - E_1}{h}$$

$$\nu_6 = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$$\nu_7 = \frac{E_3 - E_2}{h}$$

$$\nu_8 = \frac{E_4 - E_1}{h}$$

$$\nu_9 = \frac{E_5 - E_4}{h}$$

$$\nu_{10} = \frac{E_4 - E_3}{h}$$

$$\nu_{11} = \frac{E_3 - E_2}{h}$$

$$\nu_{12} = \frac{E_6 - E_5}{h}$$

$$\nu_{13} = \frac{E_5 - E_1}{h}$$

$$\nu_{13} = \frac{E_4 - E_2}{h}$$

$$\nu_{14} = \frac{E_5 - E_2}{h}$$

$$\nu_{15} = \frac{E_5 - E_5}{h}$$

15 erradiazio mota sor ditzake.

## MEKANIKA KUANTIKOA ATOMOARI APLIKATUA

14. Bi ereduaren arteko desberdintasun nagusiak:

- Bohr-en ereduko orbitak nukleoaren inguruko zirkunferentziak dira, eta elektroiak orbita horietan higitzen dira, zirkulutan. Orbital atomikoak, ordea, alegiazko eskualdeak dira, haietan elektroiak kokatzeko probabilitatearen arabera zedarrituak.

- Bohr-en orbitak egoera egonkorak dira, energia-maila baimendukoak.

Orbitalak alegiazko eskualdeak dira, onartzen baita, irizpide gisa, haietan soilik egon daitezkeela energia-maila zehatza duten elektroiak.

- Bohr-en ereduaren, orbitak zehatzak eta ezagunak dira; orbitalak, aldiz, ez dira zehatzak, ziurgabetasun-printzipioak ibilbide zehatzak ukatzen ditu eta.

- Maila elektronikoa energia-maila da. Orbital atomikoak irudikatzen irizpide gisa, kontuan hartzen da non den handiena energia-kantitate jakineko elektroiak egoteko probabilitatea.

15.  $n =$  maila.

Maila horretako orbital motak:  $s, p, d$

Mota bakoitzeko orbital kopurua:  $s \rightarrow 1$   
 $p \rightarrow 3$   
 $d \rightarrow 5$

Orbital bakoitzean bi elektroi egon daitezke, gehien jota. Beraz:

$$\left. \begin{array}{l} s \rightarrow 1 \times 2 e^- = 2 \\ p \rightarrow 3 \times 2 e^- = 6 \\ d \rightarrow 5 \times 2 e^- = 10 \end{array} \right\} 18 \text{ elektroi}$$

Hirugarren energia-mailan 18 elektroi egon daitezke, gehien jota.

16. Sufrea:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$   
 $(Z = 16)$

Iodoa:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$   
 $4d^{10} 5p^5 (5p_x^2 5p_y^2 5p_z^1)$  ( $Z = 53$ )

Estrontzioa:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$   
 $(Z = 38)$

## ELEMENTUEN SAILKAPEN PERIODIKOA

17. Lege periodikoak desberdin enuntziatzen dira Mendeleiev-ek masa atomikoen arabera ordenatu zituelako elementuak, eta gaur egungo legearen arabera, ordea, zenbaki atomiko txikienez handienekora ageri dira. Beharrezkoa izan zen egokitzapen hori, zenbaki atomikoa delako benetako irizpidea elementuak bereizteko, berbera baita elementu beraren atomo guztietan.

18. Ezkerretik eskuinerantz, atomo bakoitzak aurrekoak baino protoi bat gehiago du egitura; hau da, atomo horren zenbaki atomikoa aurrekoarena baino unitate bat handiagoa da. Horren ondorioz, atomoak elektroi bat gehiago izan behar du bere egitura elektronikoa, neutroa izateko, eta  $n = 3$  energia-mailetan edo hortik gorako mailetan 18 elektroi sar daitezkeenez gehien jota, 18 talde behar dira taulako maila bat osorik bete dadin. Era horretan, talde bereko atomoek egitura elektronikoa berbera dute beren maila azalekoen.

Taulak zazpi periodo ditu, orain arte ez baita aurkitu —ezta sintetizatu ere— bestelako elementu aski egonkorrik, propietateak eta ezaugarriak aztertzeke bezainbesteko denbora bizi denik eta jadanik taulan daudenak baino nukleo handiagoa duenik, aurki zitezkeen guztiak bizkorregi desintegratzen baitira.

Talde bereko elementu guztiak antzeko propietateak dituzte propietate horiek balentzia-egitura elektronikoa araberakoak direlako. Talde bereko elementuek egitura elektronikoa berbera dutenez maila azalekoenak, propietateak ere antzekoak dira.

19. P ( $Z = 15$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$   
 3. periodoa; 15. taldea (5B)

Sr ( $Z = 38$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$   
 5. periodoa; 2. taldea (2A)

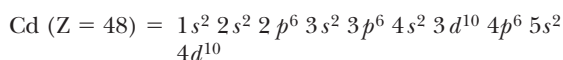
Sb ( $Z = 51$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$   
 $4d^{10} 5p^3 (5p_x^1 5p_y^1 5p_z^1)$   
 5. periodoa; 15. taldea (5B)

Ag ( $Z = 47$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$   
 $4d^9$   
 5. periodoa; 11. taldea (1B)

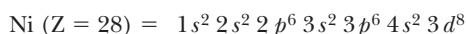
Ti ( $Z = 22$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$   
 4. periodoa; 4. taldea (4A)

Mn ( $Z = 25$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$   
 4. periodoa; 7. taldea (7A)

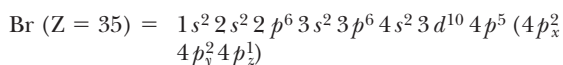
Zr ( $Z = 40$ ) =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^2$   
 5. periodoa; 4. taldea (4A)



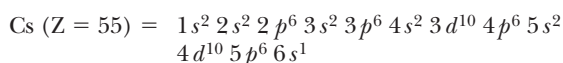
5. periodoa; 12. taldea (2B)



4. periodoa; 10. taldea (8)

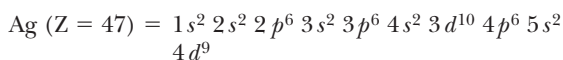
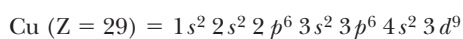


4. periodoa; 17. taldea (7B)

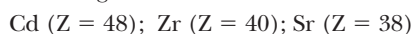


6. periodoa; 1. taldea (1A)

20. Kobrea (Cu) eta zilarra (Ag) talde berean daude, baina zilarrak zenbaki atomikoa handiagoa du; beraz, kobreak baino maila elektroniko gehiago ditu, eta ondorioz, erradio atomiko handiagoa. Konfigurazioei erreparatuta, hauxe ageri da:



21. Ordena gorakorra:



Periodo berean, erradio atomikoa luzatu egiten da zenbaki atomikoa jaitsi ahala.

22.  $\text{Li} = 1s^2 2s^1$

Errazen bananduko den elektroia 2. mailan dagoena da, bera delako nukleotik urrunen dagoena, eta horrenbestez erakarpen txikiena jasaten du nukleoaren partetik.

23. Kloroa eta bromoa talde berekoak dira, baina bromoaren zenbaki atomikoa handiagoa da; hau da, erradio atomiko handiagoa du. Beraz, bereganatutako elektroiak erakarpen txikiagoa jasaten du kloroaren kasuan baino. Horregatik, kloroak bromoak baino joera handiagoa du elektroia bereganatzeko.

Kloroa eta sufrea periodo berean daude, eta kloroaren erradioa pixka bat txikiagoa da, karga nuklearra handiagoa duelako, eta maila elektroniko berberak. Beraz, elektroien berriak jasango duen erakarpena handiagoa izango da kloroaren kasuan. Kloroak sufreak baino joera handiagoa du elektroia bereganatzeko.

$$3. A_r ({}^{16}\text{O}) = 15,9949; \text{ugaritasuna: } \% 99,759$$

$$A_r ({}^{17}\text{O}) = 16,9991; \text{ugaritasuna: } \% 0,037$$

$$A_r ({}^{18}\text{O}) = 17,9992; \text{ugaritasuna: } \% 0,204$$

$$A_r (\text{O}) = 15,9949 \text{ u} \frac{99,759}{100} + 16,9991 \text{ u} \frac{0,037}{100} + 17,9992 \text{ u} \frac{0,204}{100} = 15,999 \text{ u}$$

Oxigenoaren masa atomikoa: 15,999

24. Oxigenoa eta selenioa talde berekoak dira. Horregatik, zenbaki atomikoa txikiagoa duenez, oxigenoa selenioa baino elektronegatiboagoa da.

25. Silizioa aluminioa baino elektronegatiboagoa da, zeren, biak periodo berekoak izanik, silizioak aluminioak baino zenbaki atomiko handiagoa baitu.

## JARDUERA ETA PROBLEMA EBATZIAK

$$1. A_r ({}^{63}\text{Cu}) = 62,9296 \text{ u}; \text{ ugaritasuna: } \% x$$

$$A_r ({}^{65}\text{Cu}) = 64,9278 \text{ u}; \text{ ugaritasuna: } \% (100 - x)$$

$$A_r (\text{Cu}) = 63,546 \text{ u}$$

$$63,546 \text{ u} = 62,9296 \text{ u} \frac{x}{100} + 64,9278 \text{ u} \frac{100 - x}{100}$$

$$6354,6 = 62,9296x + 64,9278 (100 - x)$$

$$6354,6 = 62,9296x + 6492,78 - 64,9278x$$

$$(64,9278 - 62,9296)x = 6492,78 - 6354,6$$

$$x = \frac{138,18}{1,9982} = 69,15$$

$$100 - 69,15 = 30,85$$

$${}^{63}\text{Cu}\text{-aren ugaritasuna: } \% 69,15$$

$${}^{65}\text{Cu}\text{-aren ugaritasuna: } \% 30,85$$

$$2. A_r ({}^{107}\text{Ag}) = 106,9051 \text{ u}; \text{ ugaritasuna: } \% x$$

$$A_r ({}^{109}\text{Ag}) = 108,9047 \text{ u}; \text{ ugaritasuna: } \% (100 - x)$$

$$A_r (\text{Ag}) = 107,868 \text{ u}$$

$$107,868 \text{ u} =$$

$$= 106,9051 \text{ u} \cdot \frac{x}{100} + 108,9047 \text{ u} \cdot \frac{100 - x}{100}$$

$$10786,8 = 106,9051x + 10890,47 - 108,9047x$$

$$(108,9047 - 106,9051)x = 10890,47 - 10786,8$$

$$x = \frac{103,67}{1,9996} = 51,85$$

$$100 - 51,85 = 48,15$$

$${}^{107}\text{Ag}\text{-aren ugaritasuna: } \% 51,85$$

$${}^{109}\text{Ag}\text{-aren ugaritasuna: } \% 48,15$$