

KIMIKA IRAKASKUNTZAN

IRUINEA 1979

KIMIKA IRAKASKUNTZAN

Miren Josune Aristondo

Maite Arraia

Jacinto Iturbe

Jabier Larrazabal



AURKIBIDEA

SARRERA.....	2
MOL KONTZEPTUA OHO MAILAKO IKASLEEKIN.....	4
MOL KONTZEPTUA BUP-EKO ETA FP-KO IKASLEEKIN.....	25
MOL KONTZEPTUA COU MAILAKO IKASLEEKIN.....	44
MOL KONTZEPTUA UNIBERTSITATEKO KIMIKA OROKORRAKO IKASLEEKIN.....	67
KIMIKAREN IRAKASKUNTZA ETA PIAGET-EN LANAK.....	97

SARRERA

Gaur eguneko sozietateko irakaskuntzan Natur Zientzien tokia argia da. Pertsona baten heziketa orokorra denik ezin daiteke esan Naturan agertzen eta gertatzen diren fenomenoet buruzko ezagumendu azalezko bat ez dagoenean, edo eta Teknologiarik esker bortxaturiko fenomenoet buruzko ideia apal bat ez dagoenean. Kimikaren kasua, honetan, argigarria da. Natur Zientzietatik Kimika izango da, behar bada, eguneroko bizitzan gehien nabaritzen dena. Errealitate honek Kimikazko irakasleak erantzunkizun handi baten aurrean jartzen gaitu. Ikasleak kimikazko lehendabiziko klaseetan galdera pila baten erantzunaren zati daude, eta irakaslea, teoria abstraktuen bidez azaltzen saiatzean, ez da ikaslearen parean jartzen; irakasleak, ikasleak ulertzen ez duen eran erantzungo du; Plutonen hitz egiten den erdaraz arituz, erresultatu berdina lortuko luke. Ondorioz, ikasleengan desinteresa eta Kimikaren aurkako gorrotoa.

Problemaaren muina psikopedagogikoa da. Irakasleak ikaslearen mentalitatea bereganatu behar du, eta honen arauera gaiak azaltzen saiatu. Ez da erraza. Formazio-eza (desformazio ez denean) nagusi da. Irakaslearen lana eduki edo kontenitu batzu

sar erazten laguntzea dela dirudi. Guk ez dugu hori uste, eta alternatiba bat bilatzen ari gara. Hasteko -hasieratik ezin da dena goitik behera alternatiboki presentatu-, gai bat aukeratu dugu, Kimikaren irakaskuntzan ia kurtsu guztietan azaltzen den kontzeptu bat, eta beti era berdintsu batetan azaltzen dena, MOL kontzeptua, hategia. Kontzeptu honek OHOkoko ikasle batentzat edo Kimika aztergai duen ikasle batentzat, esangura desberdina zeharo du. Horregatik era desberdinetan azaltzen dugu guk hemen.

Ba dakigu egokiena edo onena ez dela izango, bai, behintzat, lehen hurbilketa bat. Eta hurbilketa honek kritika bat behar du, osotasun handiago bat behar du, eta hori lan hau egin dugu non artean ez da posible. Partaide gehiago behar dira, esperientzia gehiago behar da. Hona heldu zaren irakurle, gonbidatuta zaude.

UEUko KIMIKA taldea

MOL KONTZEPTUA OHO MAILAKO IKASLEEKIN

Oinarrizko Heziketa Orokorran azken urteetan dauden ikasleentzat Kimika zerbait berri da, ez daki Kimika zertaz doan. Horregatik lehen helburua Kimikaren definizio-eremua erakustea da: erreakzioak, aldakuntzak, ... Hauk azaltzeko Kimikak hizkuntza berezi bat du, formulazioa, eta neurtzeko erabiltzen dituen unitateak ere berriak dira, ez dira ohizkoak. Mola, hain zuzen, Kimikan erabiltzen den masa-unitatea da.

MOL KONTZEPTUA OHO MAILAKO IKASLEEKIN

- Materia	6
Materia homogenoa eta heterogenoa.....	9
- Nahasteak.....	11
Nahasteak bereizten.....	13
Substantziak deskonposatzen. Elementuak.....	15
- Sinboloak.....	18
- Substantziak lortzen.....	19
- Substantziek elkarrekin erreakzionatzen dute.....	21
- Unitate baten bila: mola.....	23

MATERIA. -

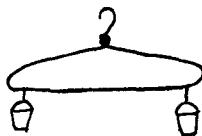
Ikasgai honetarako behar duzun materialea:

- arkatzak
- boligrafoak
- balantza bat
- koadernoak
- liburuak
- klariona
- harriak
- zuk nahi duzun edozer gauza.

Balantza zuk edo zeure taldeak egin dezakezu:

Behar duzuna:

- pertxa bat
- plastikozko bi platertxo
- soka fin bat, platertxoak lotzeko
- beirazko bi ontzi, bat bestea baino handiagoa
- Ahal bada, probeta bat.



Hau dena gerturik dituzunean, gauza horik har itzazu binaka eta erantzun iezaizkiezu galdera hauei:

- . Zerk pisatzen du gahiago, koadernoak ala libururak?
- . " " " " " " arkatzak?
- . " " " " " " harri batek?
- . " " " " harri batek ala besteak?.

Eta abar. Hau jakiteko, beharrezkoa bada, balantza erabil dezakezu.

Orain, bolumenaz pentsatzera goazen.

- . Zerk du bolumen handiagoa, liburuak ala harriak?.
- . " " " " " " koadernoak?.
- . " " " " " " boligrafoak?.
- . " " " " " harri batek ala besteak?.

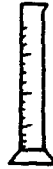
Bi gorputzen bolumenak neurtzeko problemarik ba duzu, adibidez,
bi harritxoen bolumenak, hau egin dezakezu:



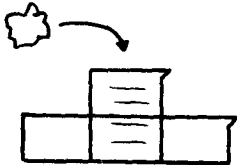
ONTZI TXIKIA
(UREZ BETETA)



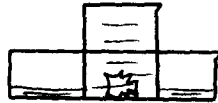
ONTZI HANDIA
(HUTSIK)



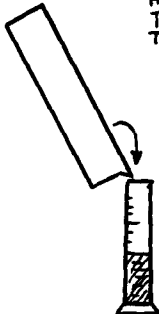
PROBETA



HARRIA UREZ BE-
TETAKO ONTZI
TXIKITAN SAR.



URAK GAINEZKA
EGITEN DU ETA
ONTZI HANDIRA
ISURTZEN DA.
ISURTZEN DEN URAK
ETA HARRIAK BOLU-
MEN BERDINA DUTE.



ONTZI HANDIAN DAGOEN
URA PROBETARA PASATZEN
DA, ETA HOR NEURTU.

HARRIAREN BOLUMENA
PROBETAN NEURTZEN DUGU.

Honela, harri baten bolumena neurtzen duzu. Bigarren harriaz egin ezazu gauza berbera. Orain nork kanporatzen duen ur gehiago ikusiko duzu. Orduan, zerk du bolumen gehiago?.

Datu guztiak hartu dituzu?.

Orain datu guztiekin bai ala ez ipiniaz koadro hau bete ezazu:

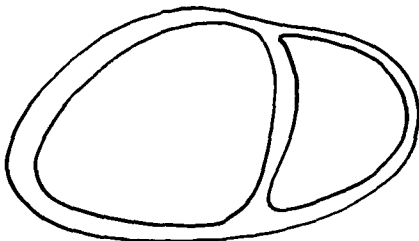
	Bolumena, ba du?.	Pisatzen du?.
Boligrafoa	_____	_____
Arkatza	_____	_____
Liburua	_____	_____
Harria	_____	_____
Klarioana	_____	_____
Denbora	_____	_____
Olio	_____	_____
Airea (✱)	_____	_____
Ura	_____	_____
Kafesnea	_____	_____
Beroa	_____	_____
Ogi zati bat	_____	_____
Abiadura	_____	_____

Zein desberdintasun ikusten duzu?

Erantzunak ikusiz zenbat talde egingo zenuke?

Talde horiekin bete ezazu multzo hori

(✱) Airearen pisuaz konturatzeko, puxika hats eta putzituak pisatu.



Bi taldetan banatu badituzu, batetan "materiak" ipini dituzu, baiezko erantzunak zeukatenak, eta bestean materia EZ direnak.

Ez badute bolumenik eta ez badute pisatzen, ez dira materia.

MATERIA HOMOGENOA ETA HETEROGENOA. -

Orain begira ezazu ondo boligrafo bat. Parte guztiak berdinak dira?. Ala parte desberdinak ditu?. Liburu batekin egin ezazu berdin. Parte desberdinak ditu ala ez dira ikusten parte diferentak.?

Ura baso batetan begiratzen baduzu, parte edo zati desberdinak ikusten dituzu uretan?.

Klarion zati baten parte desberdinak ditu edo ez dira parte desberdinak ikusten?.

Kafesne baten parte desberdinak ikusten dituzu ala leku guztietan berdina da?.

Erantzunekin, koadro hau bete ezazu. Lehen bezala BAI ala EZ:

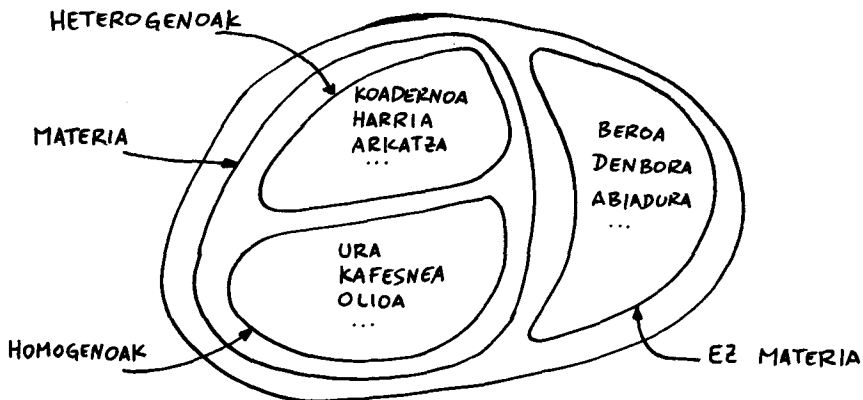
	Parte desberdinak ditu ?
Koaderno	_____
Boligrafo	_____
Kafesnea	_____
Mahai bat	_____
Ura	_____
Azukrea	_____

Galdera hauei erantzun ondoren, materia guztiak berdina dira?.

Orduan, materia barruan bi talde egin genezake:

1. Batean parte guztiak berdina dituztenak ipiniko ditugu.
HOMOGENOAK deituko diegu.
2. Bestean, parte guztiak berdina ez dituztenak.
HETEROGENOAK deituko diegu.

Orain lehengo multzoan beste bi multzo ikusten dugu.



NAHASTEAK. -

- Granitozko harri zati bat har ezazu eta begira ezazu ondo. Dena berdina da ala kolore desberdinako zatitxoak ikusten dituzu?.

Zein taldetan sartuko zenuke?.

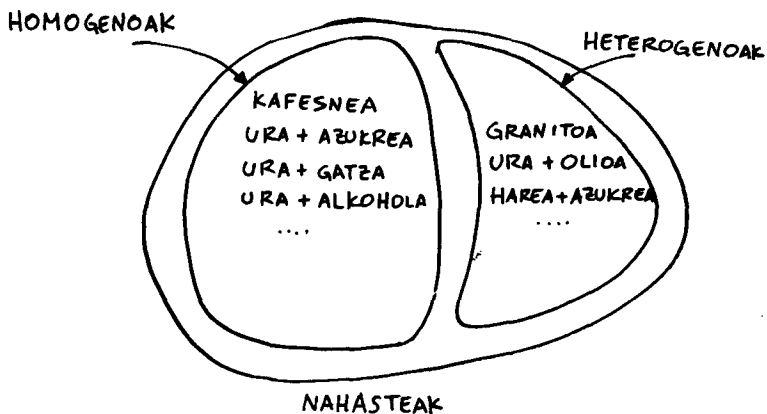
Harri txiki batzu nahastuta daudela esan daiteke.

- Kafesnea prestatzeko kafea eta esnea nahastu behar dituzu. Nahastu ondoren nabaritzen duzu kafea eta esnea?.
- Uretara gatz botatzen ba duzu, nahastu ondoren ikusten dituzu gatz aleak?.
- Alkohola eta ura nahastu ondoren nabaritzen duzu alkohola eta ura?.
- Harea pixkat eta azukrea nahastatzen badituzu plater batetan, nabaritzen dituzu gero azukrea eta harea?.
- Airean oxigenoa, nitrogenoa, anhidrido karbonikoa, eta beste elementu batzu daude, baina zuk nabaritzen dituzu?.
- Olio eta ura ontzi baten ipin itzazu, nahastu ondoren zer pasatuko da?. Zer ikusten duzu?.

Kasu guztietan bi gauza gutxienez nahastu behar izan dituzu. Lortzen dituzunak NAHASTEAK dira. Baina denak ez dira berdinak. Hemen ere bi talde egin daitezke.

Lehengo kasu guztiak har itzazu eta erantzun ezazu galdera hau:
Nahastu ondoren zatiak, nabaritzen dituzu ala ez?.

Baiezko erantzuna dutenekin multzo bat egin ezazu eta ezezko erantzuna dutenekin egin beste multzoa.



Orain beste gauza batez konturatuko gara. Kasu batzutan bi likido nahastu dituzu, bestetan bi solido eta bestetan solido bat eta likido bat. Koadro honetan ipin itzazu:

Likido + likido	Kafesnea		
Solido + likido	Gatza + ura		
Solido + likido	Granittoa		

Azkenez batzutan likido bat lortzen dugu, nahaste hauei "disoluzioak" deitzen diegu.

MATERIA NAHASTETAN AGERTZEN
ZAIGU. MATERIA ESTUDIATZEKO,
NAHASTEAK BEREIZI EGIN BEHAR
DITUGU.

NAHASTEAK BEREIZTEN.-

Orain ba dakizu zer diren nahasteak eta zein eratakoak izan litezke. Nahaste bat egiteko, beti bi gauza edo gehiago batera ipini behar izan ditugu. Nahastu ondoren berriro banandu ahal izango dira?.

(Behar den materialeak: Erlenmeyer, metxeroa, sare metalikoa, termometroa, kortxo zulatua, errefrigera-tzailea, zenbait ontzi, ura eta alkohola).

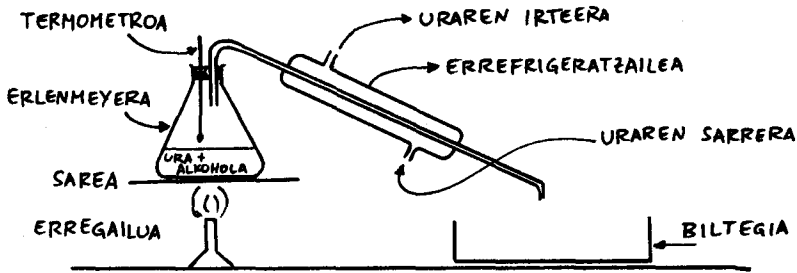
Ura eta alkoholaren nahasketa bat egin ezazu. Egin ezazu irudiko muntaia bat. Dakizunez urak 100º C-tan irakiten du, baina alkoholak 79º C-tan.

KONTUZ!. EXPERIMENTU HAU ARRISKUGARRI DA

Erregailuarekin beroa eman iezaiozu. Termometroa zein tenperatura ari den lortzen begira ezazu.

79º C-ingurura heltzen denean, zer ikusten duzu?.

Alkoholaren baporatzea eman da.



Azkenean errefrigeratzailetik irteten den hoditik tanta batzu irtengo dira. Zer da?. Zer gertatu da?. Zertarako ipintzen dugu errefrigeratzailea?.

Tenperatura 100º C-taraino heldu arte likido bat lortzen dugu: zein likido?.

Berotzen ari den ontzian, gelditzen den likidoa zein da?.

Hemen, nahaste bat bere substantzietan banatu dugu. Banatu den likido bakoitza SUBSTANTZIA da, hau da, alkohola substantzia bat da eta ura beste bat.

Hau jakinda, bete ezazu ondoko koadro hau.

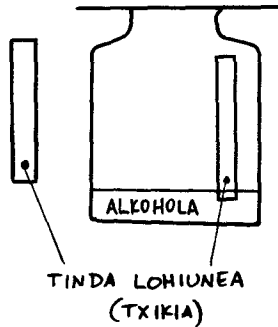
SUBSTANTZIAK		
NAHASTEAK	A	B
Ura + alkohola	Ura	Alkohola
Kafesnea	_____	_____
Ur gazia	_____	_____
Ura azukrearekin	_____	_____
.....	_____	_____
.....	_____	_____

Nahasteak beste metodo batzutataz ere bana daitezke. KROMATO-
GRAFIA da metodo bat.

Behar duzuna .

- Tinda edo errotuladoreak
- Alkohola
- Paper xurgatzailea
- Tapadun poto bat

KONTUZ!. EXPERIMENTU
HAU ARRISKUGARRIA IZAN
DAITEKE.



Paper gainean, irudian dagoen

bezala, tindarekin edo kolore desberdinetako errotuladoreekin lohiune bat egin ezazu. Potoan alkohola ipin ezazu, 2 cm-tako alturaraino. Papera sartzarakoan, alkoholak ez du ikutu behar lohiunea. Lohiune gainean ur tanta batzu jar itzazu, eta poto barruan sar ezazu, tapa ipinita.

Orrialde batetan idatz ezazu zer ikusten duzun, hasi zarenetik 5 minututara, 15 minututara, 30 minututara eta 60 minututara.

Hasierako koloreak banandu egiten dira?.

Ikusi dugunez nahasteak substantzietan banatzen dira.

SUBSTANTZIAK DESKONPOSATZEN.

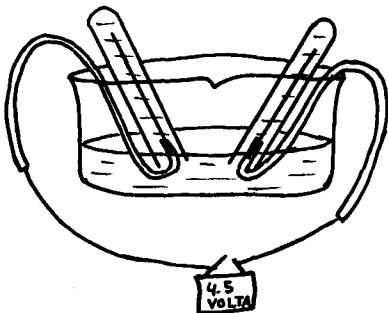
Substantziak ahal izango dira beste zati txikiagotan banandu?.

Substantzia bat har dezagun: Ura. Korronte elektriko baten bidez, ura deskonposatzen den ala ez ikusi behar dugu.

Behar duzuna.

- Ontzi bat
- Grafitozko bi elektrodo (arkatzen minak izan daitezke)
- 30-40 cm-tako bi kable eta pila bat
- Bi saio-hodi, graduatuak badira hobe
- Ura
- Azido sulfuriko kontzentratua, 2 edo 3 cm³.

KONTUZ!. EXPERIMENTU HAU ARRISKUGARRIA DA



Irudian dagoen bezalako mun-
taia bat egin ezazu.

Ontzian ura, azido sulfurikoa-
rekin ipini behar duzu. Azido
sulfurikoa, urak elektrizitatea
garraia dezan erabiltzen da.
Saio-hodiek likido honetaz bete-
rik egon behar dute. Horreta-
rako hatzamarrez estal itzazu,
eta ontzian buruz behera sar
itzazu.

(Azidoak eskuak erre ditzake, hau egin ondoren eskuak ongi garbi).

- Zirkuitua hertsu ondoren eta denboraldi bat pasa eta gero,
zer ikusten duzu?.
- Tutu bietan agertzen diren gasak, beti berdinak dira?.
- Azido sulfutikoa hasieran bezala dagoela, esaten badizut, hau
da, gertatzen ari den guztian ez duela parterik hartzen,
zeintzu izango dira irteten diren gasak?.

Prozesu guzti hau uraren ELEKTROLISIA deitzen da. ELEKTROLISIA: zerbait (substantzia bat) elektrizitatearen bidez deskonposatzea da.

Gai hauk identifikatzen.

Ura, bere barnetik korronte elektrikoa pasatzerakoan, deskonposatu egin da bi gasetan. Gas hauk OXIGENO ETA HIDROGENO dira.

URA (substantzia bat) OXIGENOZ eta HIDROGENOZ formatuta dago. Bai oxigenoak eta bai hidrogenoak propietate batzu dituzte. Hodietan agertu diren gasak oxigenoa eta hidrogenoa diren jakiteko, propietate hauk betetzen dituen ala ez ikusiko dugu.

Hidrogenoa airea baino arinagoa da, eta gar bat hurbiltzerakoan, airearen oxigenoarekin detonatu egiten du.

- Suposa dezagun bolumen handien betetzen duen gasa hidrogenoa dela.

Basotik ateratzerakoan hodia, buruz behera mantenduz.

- Pospolo bat piz ezazu, eta hodia buruz gora ipintzerakoan hurbil ezazu pospoloa hodi-ahora. (Hau dena oso arin egin behar duzu, bestela gasak ihes egingo du).

Detonapena entzun duzu?.

Oxigenoa airea baino astunagoa da. Pospolo edo zotz gori bat hurbiltzen bazaio birpistu egiten du.

Experimentu hauekin, hodietan dauden gasak hidrogenoa eta oxigenoa direla esan dezakezu?.

Substantzia bat (ura) beste bi zatitan banatzen dela ikusi dugu.

Hau da, substantzia bat bere ELEMENTUTAN banatu da.

SINBOLOAK. -

Uraren kasuan elementuak oxigenoa eta hidrogenoa dira. Ura bi elementuz dago egina: OXIGENOA eta HIDROGENOA.

Hitz guztia ez ipintzeko, letra batez baliatuko gara eta honela ipin dezakegu:

H idrogenoa → H

O xigenoa → O

Hasten diren letrez adieraziko ditugu. H-ari eta O-ari

SINBOLOAK deitzen zaie.

Kable elektrikotan dagoen haria, dakizuenek kobrea da. Elementu bat da, ez substantzia bat. Kobrezko haria ezin da beste gauza batzutan banandu, horregatik elementua dela esaten da. Bere sinboloa Cu da.

Ikusten duzun bezala, bi letrez adierazten dugu, lehenengoa eta bigarrena, baina ez bere euskal hitzezkoak baizik eta latinezko hitzetik. Kobrea latinez CUPRUM da; hortik datorkio sinboloa.

Burdina ere ba dakizu zer den. Burdinazko piezak, xaflak eta abar egiten dira lantegi batzutan. Burdina ere ezin da beste zati desberdinetan banatu, ELEMENTUA izango da.

Bere sinboloa jakiteko, latinezko hitzera joan behar dugu. Latinez burdina FERRUM deitzen da, bere sinboloa, hasierako bi letrak izango da. Horrela: Fe.

Ikatza, erretzeko harri beltz hori, gehien bat karbonoz egin dago. Elementu honen sinboloa, latinez CARBONUM deitzen bada, zein ezango da?.

Bi elementu edo gehiago letra berdinez hasten ba dira, lehengo letraz adierazi beharrean, bi letraz adierazten da, normalki lehenengo biak.

Hau dakizunez, ondoko koadroa bete ezazu:

ELEMENTUA	LATINEZKO HITZA	SINBOLOA
Karbono	<u>C</u> arbonum	C
Burdina	<u>F</u> errum	-
Zilar	<u>A</u> rgentum	-
Urre	<u>A</u> urum	-
Kloro	<u>C</u> hloros	-
Kaltzio	<u>C</u> alcium	-
Berun	<u>P</u> lumbum	-
Oxigeno	<u>O</u> xigenum	-
Hidrogeno	<u>H</u> idro-genos	-
Sufre	<u>S</u> ulphur	-
Kobre	<u>C</u> uprum	-
Potasio	<u>K</u> alium	-
Sodio	<u>N</u> atrium	-
Litio	<u>L</u> ithium	-
Nitrogeno	<u>N</u> itrogenos	-

SUBSTANTZIAK LORTZEN. -

Substantziak bere elementutan banatzen direla ikusi duzu. Elementuetatik substantziak lortzea posible izango da?.

Behar duzun materialeak.

- Ikatza
- Sufrea
- Kobrezko haria
- Burdinazko limadurak
- Ontzi bat: platertxo edo ontzi bat.
- Erregailu bat

KONTUZ!. EXPERIMENTU HAU ARRISKUGARRIA
IZAN DAITEKE.

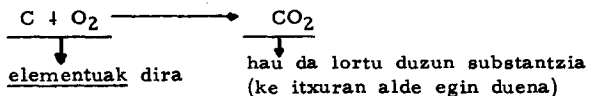
Elementu bakoitza har ezazu, eta ontzian ipini ondoren erre ezazu.

Elementu hauek erretzerakoan airearen oxigenoarekin konbinatzen dira.

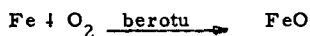
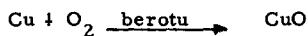
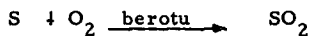
Ikatza erretzerakoan, zer ikusten duzu?. Idatz zure koadernoan ikusten duzun guztia, zer lortzen den, eta abar.

Ke bat ikusi duzu?.

Ke hori, karbonoa oxigenoarekin konbinatu delako irten da, ez da, ba, elementu bat izango, substantzia baizik $\Rightarrow$ izatza erretzerakoan, substantzia hori lortzeko egin duzuna:



Beste elementuak erretzerakoan erreakzio berdinak ematen dira.



LABURPENA. -

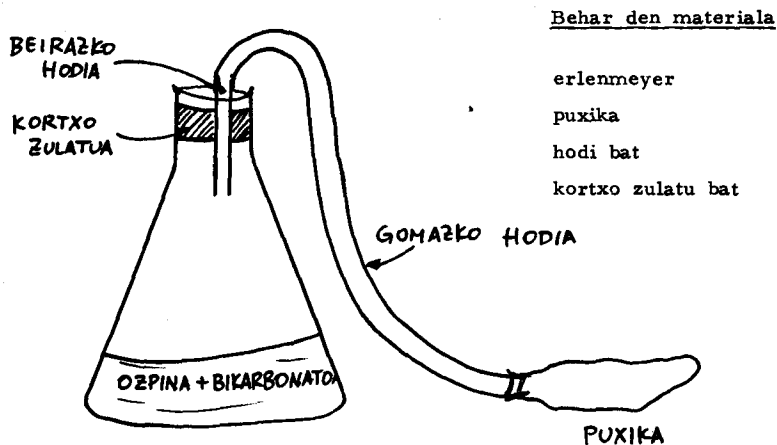
ELEMENTUEK ELKARTZERAKOAN SUBSTANTZIAK
EMATEN DITUZTE.

SUBSTANTZIEK BANATZERAKOAN ELEMENTUAK
EMATEN DITUZTE.

SUBSTANTZIEK ELKARREKIN ERREAKZIONATZEN DUTE. -

Eta bi substantzia elkartzen ba ditugu?.

Ozpin eta bikarbonato pixkat har itzazu, eta horrelako muntaia
bat egin ezazu.



Bikarbonatoa bota, ozpina ontzian degoenean, eta berehala herts ezazu:

Zer ikusten duzu?.

Zer ari da gertatzen?.

Zer da globoa betetzen duena?.

Erreakzio honetan sartu ditugun substantziak hauk dira:

Na H C O_3 $\longrightarrow$ sodio bikarbonatoa

H Ac $\longrightarrow$ azido azetiko (ozpina)

Formulak substantziak erraz adierazteko dira, eta zeintzu elementoz osaturik dauden esaten digute.

NaHCO_3 -an dugu: 3 atomo oxigeno
 karbono atomo bat
 sodio " "
 hidrogeno " "

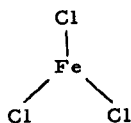
H_2O $\longrightarrow$ beste formula bat da. Urarena.
 Oxigeno atomo bakoitzeko hidrogeno atomo
 bi daude.



HCl $\longrightarrow$ Hidrogeno atomo bat eta kloro beste bat

CuO $\longrightarrow$ Kobre " " " oxigeno "

Fe_3Cl $\longrightarrow$ Burdina atomo batekin 3 kloro atomo daude
 elkarturik.

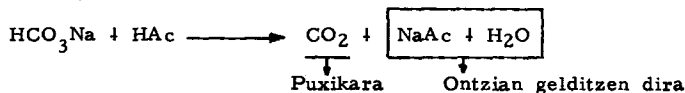


Esan ezazu molekula hauek zeintzu atomo dituzten:

FeO	
SO ₂	
CO ₂	

Globoa betetzen duen gasa, bikarbonatoaren eta ozpinaren artean sortua da; gas hori, anhidrido karbonikoa da, CO₂.

Zein izan da erreakzioa?.



SUBSTANTZIEK BERAIEI ARTEAN ERRAKZIONATZEN DUTE KONPOSATU KIMIKO BATZU EMATEKO.

UNITATE BATEN BILA. -

Atomoak eta molekulak zenbatzeko unitateak behar dira. Arraultzeak zenbatzen ditugunean, dozena erabiltzen dugu. Kimikoek atomoak eta molekulak zenbatzeko MOL izeneko kopuna erabiltzen dute. MOLa oso handia da:

602.000.000.000.000.000.000 edo eta $6,02 \times 10^{23}$. Horrela.

- Karbono MOL batetan $6,02 \times 10^{23}$ karbono atomo daude.
- H₂O " " " " ur molekula daude.
- HCl " " " " azido klorhidriko molekula daude.

Gasen kasuan molak eta bolumenak ba dute erlazio bat.

Gasak estudiatzerakoan ba dakigu 3 faktore eduki behar direla kontutan:

- Bolumena,
- Temperatura, eta
- Presioa

Gas batek 760 mm-tako presioa badu, eta 0° C-tako tenperaturan badago, gas honen MOL batek 22,4 l. betetzen du beti. Hau da.

EDOZEIN GASEN MOLE BATEK 760 MM-TAKO ETA
0° C-TAN, 22,4 L. BETETZEN DU. BETI.

Hau horrela bada:

- 760 mm-tako presioan eta 0° C-tan dagoen gas batek 44,8 l. betetzen ba du zenbat mole dira?.
- Ontzi baten 2,5 mole aire badugu 760 mm-tako presioan eta 0° C-tan, zenbat litro betetzen dute?.

MOL KONTZEPTUA BUP-EKO ETA FP-KO IKASLEEKIN

Kimikaren aztergaia aldakuntza dela argi utzirik, gai honi metodo zientifikoaren atalak aplikatuko dizkiogu, behaketak, legeak, teoriak, ondorioak, eta egiaztapenak. Hau, bide historikoa aplikatuz ongi lortzen da. Honela, molaren kontzeptu klasikora heltzen gara. Dударik gabe, hau da momenturik egokiena kontzeptu hau asimilatzeke.

MOL KONTZEPTUA BUP-EKO ETA FP-KO IKASLEEKIN

1.- Materia zer den. Sarrera.....	27
2.- Materiaren egoerak. Materiaren transformazio fisiko eta kimikoak.....	27
3.- Erreakzio kimikoen tipoak eta ekuazioak.....	30
4.- Erreakzio kimikoen oinarritzko legeak.....	33
5.- Dalton-en teoria atomikoa.....	38
6.- Atomoak eta molekulak. Avogadro-ren hipotesia.....	41
7.- Mol kontzeptua eta aplikazioak.....	42

MATERIA ZER DEN. SARRERA. -

Kimikak materiaren natura, konposaketa eta transformazioak estudiatzen ditu. Materiaren definizio zehatz bat ezin daitekeenez eman, gorputz materialeen berezitasun edo karakteristika arruntak azalduz deskribatuko dugu materia. Inertzia eta hedadura dira materiaren berezitasun funtsezkoenak. Hedaduraren ideia solido eta likidoetan naturala edo berehalakoa da, baina gasetan ez da hain berehalakoa, horregatik hobe da inertziaz mintzatzea, hau da, gorputz materialek jartzen dute erresistentzia beraien higidurazko edo erreposozko egoera aldatzeko.

MATERIAREN EGOERAK. MATERIAREN TRANSFORMAZIO FISIKO ETA KIMIKOAK. -

Materia hiru era desberdinetan edo egoeretan presenta daiteke, solido, likido eta gas deitzen direlarik. Egoera solidoan gorputzek forma eta bolumen konkretu bat dute, beste gorputzekin inolako zerikusirik eduki gabe.

Zurruntasunak eta isurtzeko ahalmen ezak bereizten dituzte solidoak.

Gorputz likidoak, dauzkaten ontzien formetara moldatzen dira, moldatze-ahalmena baitute. Likidoaren forma aldakorra denez, honek likidoari isurtzeko posibilitatea ematen dio. Ahalmen hau oso aldakorra da likidotik likidora, eta, horrela, likido batzu oso higikorrek dira, beste batzu oso biskosoak, haik isurtze ahalmen handikoak, hauk isurtze ahalmen txikikoak.

Likido bakoitzak bolumen konkretu bat du, eta oso zaila da konprimatzea.

Gas-egoeran gorputzek ez dute forma konkreturik, eta ez eta ere bolumen konkreturik, zeren dauzkaten ontzia osoan betetzen baitute, eta ontzi hori itxi egin behar da gasa irten ez dadin.

Gasak oso erraz konprimatzen dira, eta mugagabeki hedatzeko ahalmena dute. Aire kantitate batek 1 atmosferatako presio pean 10%-ean gutxitzen du bere bolumena 0,11 atmosferatako gainpresioz. Kondizio arruntetan gorputzak egoera fisiko konkretu batetan presentatzen dira, baina baldintza hauk aldatzen direnean, gorputz hauk beste egoera fisikotara pasa daitezke.

Gorputz solido bat berotzen denean, bere egoera solidoa gal dezake, eta egoera likidotan aurkituko da. Transformazio honi "fusio" deitzen zaio. Alderantziz ere gerta daiteke, hau da, likido bat hozten denan, gorputz solidotan transformatuko da. Transformazio edo aldaketa hau "solidotze" deitzen da. Solidoak edo likidoak bere gain pairatzen dituzten presio-aldaketak ez dute transformazio-tenperatura aldatzen.

Gas egoeran, gorputzek ez dute forma konkreturik eta bolumen konkreturik ere ez.

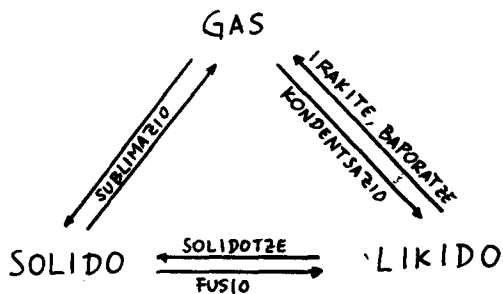
Berotu ondoren, fase guztietako gorputzak gas-egoerara pasazen dira. Prozesu hau gainazalaren bitartez gertatzen da, "baporatze" deitzen delarik; era berean, gasetik likidora pasa daiteke, kondentsazio deitzen den prozesuaren bidez.

Egoera likidotik bapore-egoerara pasatzea likidoaren masa osoan gertatzen denean, transformazioari "irakitzea" deitzen zaio.

Iodoa bezala, beste hainbat solido bapore egoerara-zuzenean pasa daitezke, eta alderantziz, bapore-egoeratik solido-egoerara, likido-

egoeratik pasatu gabe. Transformazio honi "sublimazio" deitzen zaio.

Kondizio edo baldintza konkretu batzutan edozein gorputz hiru egoeretan egon daiteke; adibidez, uraren hiru formak, izotza, ur likidoa eta lurruna batera egon daitezke, presio eta temperatura konkretu batzutan.



Orain arte ikusi ditugun materiaren transformazioak transformazio fisikoak izan dira, hemendik aurrera transformazio edo aldakuntza kimikoak ikusiko ditugularik.

Aldakuntza fisikoak substantzien zenbait propietate aldatzen ditu baina ez da formatzen beste substantzia bat. Aldakuntza edo erreakzio kimikoetan, aldetantziz, substantziaren propietate denak,

guztiz aldatzen dira, beste substantzia berri bat formatu dela esateko arrazioak daudelarik. Bi aldakuntza hauen arteko mugak ez dira oso zehatzak, ba daude prozesu batzu bitarteko esannahia dutenak.

Aldakuntza fisiko eta kimikoen arteko berezitasun ezagunenak hauk dira, batez ere:

1. Aldakuntza edo erreakzio kimikoak erreakzionatzen duten gorputzaren propietateen aldakuntza sakonekin lagunduta doaz; transformazio fisikoetan, alderantziz, gorputzen propietateak oso gutxi aldatzen dira, eta askotan aldakuntza hauk partzialak dira.
2. Transformazio kimikoak izakera edo karaktere iraunkor bat dute, aldakuntza fisikoak, alderantziz, sortzen dituzten kausak jarraitzen duten artean jasotzen dira.
3. Transformazio kimikoetan, energiaren aldaketa garrantzizko bat izaten da, eta transformazio fisikoetan, alderantziz, energiaren aldaketa hau askoz ere txikiagoa da.

3. ERREAKZIO KIMIKOEN TIPOAK ETA EKUAZIOAK. -

Generalki erreakzio kimikoak bost eratan bil daitezke.

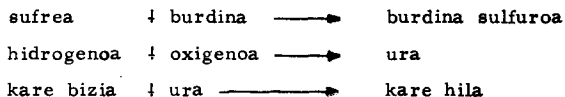
- a). Konbinazio-erreakzioak
- b). Deskonposaketa-erreakzioak
- c). Desplazamenduzko edo substituziozko erreakzioak
- d). Deskonposaketa bikoitzeko erreakzioak edo metatesiak
- e). Barne-bertaldekaketazko erreakzioak edo barne-berrordenaketazko erreakzioak

I kus ditzagun banan banan.

a) Konbinaziozko erreakzio kimikoak.

Bi elementu edo substantzia erreakzionatzen dutenean konposatu bakarra osatzeko, konbinaziozko erreakzio kimiko bat gertatu dela esaten dugu.

Adibidez:

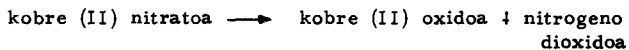


Konposatu biek erreakzionatzen dutenean substantzia bat osatzeko gertatzen den erreakzio kimikoari adizioa deitzen zaio.

b) Deskonposaketa erreakzioak.

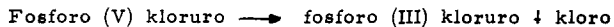
Honela deitzen zaio erreakzio bati zeinean konposatu batek, bi edo substantzia gehiago ematen dituen.

Adibidez:



Deskonposaketan lortzen diren substantziek berriz erreakzionatzen badute lehendabiziko konposatua osatzeko, gertatzen den prozesuari disoziazioa (deselkarketa) deitzen zaio.

Adibidez:



c) Desplazamenduzko edo substituziozko erreakzioak.

Honela deitzen zaie elementu eta konposatu baten arteko erreakzioei, konposatuko elementu bat askatzen delarik. Askatzen den elementua, lehen konposatuan egon arren, elementu berriaren truke aldatzen da.

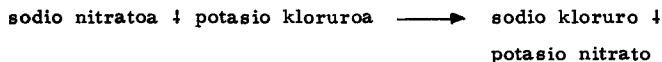
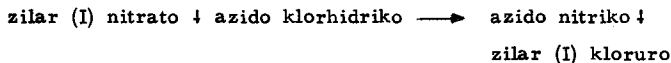
Adibidez:



d) Deskonposaketa bikoitzeko erreakzioak edo metatesiak.

Bi konposatuen arteko erreakzioei deitzen zaie honela, elkarren artean elementuak trukatzeko direlarik, eta bi konposatu berri lortzen dira, kimikoki erreakzionatu dutenen antzekoak. Desplazamendu edo lekualdatze bikoitzaren baliokidea da erreakzio hau.

Adibidez:

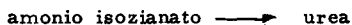


e) Barne-berrordenamendua.

Transformazio kimiko honetan konposatu bat beste konposatu batetan bihurtzen da, materiaren aldakuntzarik egon gabe. Transformazio honi aldaketa isomeriko ere deitzen zaio, eta

bigarren konposatua era berean lehendabiziko konposatuan transformatu ahal bada, tautomeria deitzen da.

Adibidez:



Kasu honetan ez dira atomoak aldatzen, ez eta atomoen kopurua, baizik eta atomoek molekularen barruan duten posizioa.

4. ERREAKZIO KIMIKOEN OINARRIZKO LEGEAK.-

Legeak hauk dira:

- a) Lavoisier-en legea
 - b) Proust-en legea
 - c) Proporzio multipleen legea.
 - d) Elkarrekiko proporzioen legea.
 - e) Gay Lussac-en legea.
- a). Meteriaren kontserbazioaren legea, edo Lavoisier-en legea.

Sistema baten barnean edozein aldakuntza gertatzen denean, bere masa konstante segitzen du; hau erreakzio kimiko batetan honela planteatu daiteke:

"ERREAKZIONATZEN DUTEN GORPUTZEN MASA
ETA LORTZEN DIREN GORPUTZEN MASA BERDI-
NAK DIRA".

Lege hau Jean Rey (1583-1645) sendagile eta kimikariak lehen aldiz kontutatu zuen ere, Antoine Laurent Lavoisier-i

(1743-1794) sor zaio bere baieztapena, eta generalizazioa. Lege honen lehen saio zorrotza Landolt kimikariak 1893-1908 urteen tartean egin zuen, sistemaren pisua erreakzio-natu baino lehen eta gero berdinak zirela egiaztatuz.

Materiaren iraunpenaren (kontserbazioaren) lege hau ez da guztiz zehatza, zeren fisika modernoan materia eta energiak muin edo esentzia berdina baitute.

b). Proust-en legea edo proportzio definituen legea.

1801.ean enuntziatua izan zen era hau esaten zuen:

"BI ELEMENTU EDO GEHIAGO ELKARTZEN
DIRENEAN KONPOSATU KONKRETU BAT
OSATZEKO, BERAIEK PISUEN ARTEKO ERLAZIO
ALDAEZIN BATEZ ELKARTZEN DIRA".

Adibidez, kobre (II) oxidoa lortzen badugu kobrea oxigenotan berotuz, zein kobrea azido nitrikotan disolbatuz, eta kobre (II) nitratoa kristalizatuz eta kaltzinatuz, lortzen dugun kobre oxidoaren 80%-a kobre hutsa izango da, eta 20%-a oxigenoa.

Hidrogenoak eta oxigenoak erreakzionatzen dutenean ura lortzeko oxigenoaren eta hidrogenoaren masaren arteko erlazioa konstantea da, laborategian uraren deskonposizioa egiten dugunean elektrolisiaren bidez, datu hauk jasoko ditugu:

Uraren masa	Oxigenoaren masa	Hidrogenoaren masa
41,4 gr.	36,7 gr.	4,6 gr.
18,0 gr.	16,0 gr.	2,0 gr.
10,8 gr.	9,5 gr.	1,2 gr.

Ikusten denez, oxigenoaren eta hidrogenoaren masa zatikatzen. baditugu, konstante bat lortzen da. Proust-en legea egiaztatuz:

$$\frac{\text{Oxigenoaren masa}}{\text{Hidrogenoaren masa}} = \frac{36,7}{4,6} = \frac{16,0}{2,0} = \frac{9,5}{1,2} = 8,0 = \text{konstante}$$

Berdin pasatzen da burdina zati bat herdoiltzen edo oxidatzen uzten dugunean. Horrela egiten badugu, ikusiko dugu nola lortzen diren produktuak burdina hutsak baino masa handiago duten. Zinkarekin eta alumnioarekin berdin gertatzen da. Zer esan nahi du honek?. Metaleak zerbait jaso duela herdoiltzera-koan. Formatzen den substantzia analizatzerakoan, substantzia hori metalearen eta oxigenoaren arteko konposatu bat dela ikusten da. Beraz, herdoiltzea metale baten aireko oxigenoarekin konbinazioa baizik ez da.

c). Proportzio multipleen legea.

Bi edo elementu gehiago proportzio desberdinetan erreakzionatu ahal dutenean konposatu desberdinak formatzeko, erlazio bat gortetzen da. Adibidez:

Oxigenoak eta kobreak bi proportzio ez-berdinetan erreakzionatzen dute, bi oxido desberdin emateko, bata 79,9% kobre duelarik, eta besteak 88,8%. 1 gramo oxigenoarekin erreakzionatzen duen kobre

kantitatea kalkulatzen badugu kasu bakoitzean:

$$\frac{79,9 \text{ gr kobre}}{20,1 \text{ gr oxig.}} = 3,97 \text{ gr kobre/gr oxigeno}$$

$$\frac{88,8 \text{ gr kobre}}{11,2 \text{ gr oxig.}} = 7,9 \text{ gr kobre/gr oxigeno}$$

Ikusten dugu kobre kantitate bat bestearen doblea dela, hau da, oxigeno kantitate batekin erreakzionatzen duten kobre kantitateak oxidoa formatzeko 1 eta 2 erlazioan daudela. Beste kasu batzutan berdin gertatzen, orduan zera esan dezakegu:

"ELEMENTU BATEN KANTITATE KONKRETU BATEKIN ERREAKZIONATZEN DUTEN BESTE ELEMENTU BATEN KANTITATEAK KONPOSATU EZ-BERDINAK ESATZEKO, ZENBAKI OSOEN ERLAZIOAN DAUDE".

Hau da proportzio multipleen legea, Dalton-ek asmatua (1803) eta Berzelius-ek baieztatua konposatu askorekin.

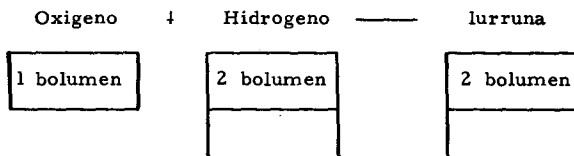
d). Gay-Lussac-en legea.

Ezagutzen ditugun elementu edo konposatu asko gasak dira; hau dela eta, kontutan edukirik beraien bolumena neurtzea pisua neurtzea baino errazagoa dela, guztiz logikoa da gasak konbinatzen direnean beraien bolumenen arteko erlazioa estudiatzea, eta ez bakarrik pisuen arteko erlazioa.

Adibidez:

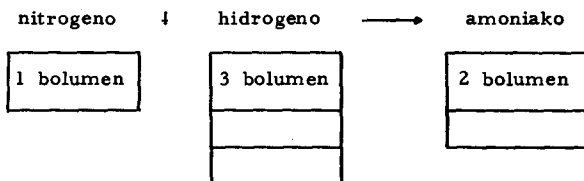
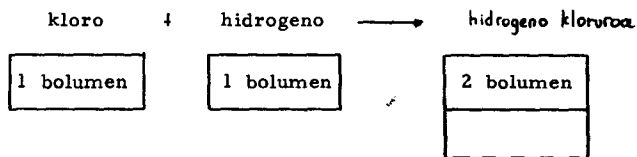
Ur lurruna formatzerakoan, oxigenoarekin eta hidrogenoarekin ikusi zen oxigeno bolumen bat hidrogeno bi bolumenekin erreakzionatzen zutela lurrunezko bi bolumen osatuz, bolumen

guztiak tenperatura eta presio berdinean neurtuak zirenean.



Erreakzionatzen duten gas hauen bolumen erlazioa ez da kasu berezi bat baizik eta, Gay-Lussac-ek ikusi zuen bezala, gasen arteko erreakzio guztieran gertatzen da.

Adibidez:



Gay-Lussac-ek 1808.ean, gasen konbinaziorako bolumen legea formulatu zuen, zera esanez

"EDOZEIN ERREAKZIO KIMIKOTAN PARTE HARTZEN DUTEN GAS GUZITEN BOLUMENEA ZENBAKI OSOEN ERLAZIOAN DAUDE".

Lege honek, lehen esan den bezala, ez du baliorik gorputz solidoztat eta likidoztzat, soilik gasentzat balio du.

Gay-Lussac konturatu zen formatzen diren gasen bolumena konbinatzen diren gasen bolumenen batura edo txikiago zela.

5. DALTON-EN TEORIA ATOMIKOA. -

Erreakzio kimikoen oinarritzko legeak edo lege ponderalak eta materiaren egitura azaltzeko, 1808.urtean, Dalton-ek teoria atomiko bat proposatu zuen. Teoria horretan, Dalton-ek postulatu hauk suposatzen zituen:

1. Elementuak partikula (zatiki) bereizi eta hautsiezinez osatuta daude. Partikula hauei atomo deitzen zaie.
2. Elementu baten atomo guztiak berdinak dira, masatan eta beste kualitate guztietan.

Oharra: Elementu baten atomo guztiek ez dute masa berdina, batzuk pisu gehiago dute besteek baino: isotopoak dira. Baina propietate kimiko berdinak dituzte.

3. Elementu desberdien atomoak masa eta propietate desberdinak dituzte.
4. Konposatuak formatzeko dagozkien atomoak batzen dira, erlazio numeriko sinple batetan. Konposatu konkretu baten atomoak masa eta beste propietatetan berdinak dira.

Dalton-en suposizioekin, Lavoisier-en, Proust-en eta proportzio multipleen legeak azaltzen direla ikusiko dugu, baina ez Gay-Lussac-ena.

a). Lavoisier-en legea:

Atomoek hautsiezinak eta izaterakoan erreakzio kimikoetan atomoen birmoldaketa bat gertatzen da soilik, horregatik ez da izango masa aldaketarik.

b). Proporzio definituen legea:

A elementuaren n atomo B elementuaren m atomoekin erreakzionatzen badute, beraien pisuak a eta b direlarik, erresultatzen den konposatuaren pisua ($na + mb$) izango da, eta konposatuatua osatzen duten elementuen pisuen arteko erlazioa $\frac{na}{mb}$ izango da. Konposatuaren atomo guztiak berdinak diren legez, n eta m konstanteak baitira, atomo pila bat osatzen duten elementuen pisuen arteko erlazioa berdinak dira, zeren a eta b aldaezinak izaterakoan erlazioa ere aldagaitza da.

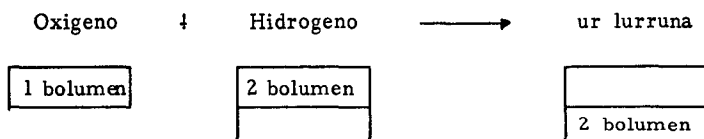
c). Proporzio multipleen legea:

Bi elementuk erreakzionatzen badute proporzio desberdinetan konposatu derberdinak osatzeko, honek zera esan nahi du, beraien atomoak erlazio numeriko desberdinetan elkartzen direla; A elementuko atomo batek B elementuko batekin eta birekin erreakzionatzen badu, B elementuaren pisuen kuantitateak (bat eta bi atomo) A elementuaren kuantitate berdinarekin (atomo bat) erreakzionatzen dutela. Horrela, B elementuaren pisuen kuantitateak erlazio ximple batetan aurkituko dira (kasu honetan 1 eta 2).

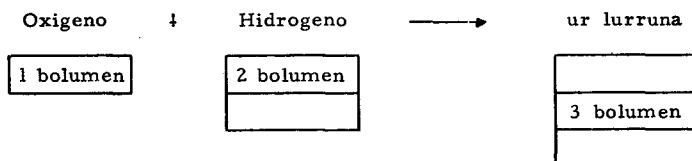
A eta B elementuen atomoak beste edozein erlazio numeriko osoan elkartzen badira, elkar erreakzionatzerakoan zera ikusiko da, A eta B elementuen pisuen arteko erlazioa ere zenbaki osoen arteko erlazioa izango dela.

d). Gay-Lussac-en legea:

Dalton-en teoria atomikoekin ezin zen Gay-Lussac-en legea azaldu. Hau experimentalki ikusten da: oxigenoak hidrogenoarekin erreakzionatzerakoan ur lurruna formatzeko, bolumenak erlazio honetan aurkitzen dira:



Dalton-en teoriaren arauera, hau honela idatzi beharko zen:



Hau da, teorikoki hiru bolumen ur lurruna formatu behar ziren eta praktikan 2 bolumen formatzen dira.

6. ATOMOAK ETA MOLEKULAK. AVOGADRO-REN HIPOTESIA

Amadeo Avogadro fisikari italiar bat izan zen. Honek Gay-Lussac-en erresultatu experimentalak eta Dalton-en teoria atomikoa elkartzen ahalegindu zen, azkenean hipotesi hau botatuz, gas elementuen azken partikulak ez direla atomoak, baizik eta etomo zenbaltzuren bilkura -gehienetan bi- molekula deitzen zielarik. Erreakzionatzerakoan, molekulek libre uzten dituzte atomoak, hauk beste era batetara biltzen direlarik molekula berriak osatzeko. Honela enuntziatu zen Avogadro-k bere Printzipioa:

"GAS DESBERDINEN BOLUMEN BERDINAK, PRESIO ETA
TENPERATURA BERDINETAN NEURTUAK, MOLEKULA
KOPURU BERDINA DUTE"

Konklusio berdinetara heldu zen urte batzu beranduago, 1814.ean Ampère fisikari frantsesa.

Dalton-entzat gasen konposatuen azken partikulak konposatuak ziren, baina gas elementalenak -hidrogenoarenak, oxigenoarenak, kloroarenak- alderantziz, sinpleak ziren. Avogadro-rentzat eta Ampère-rentzat gas elementalen azken partikulak ere konposatuak ziren, unitate berdinekin osatuta egon arren.

Atomoek erreakzio kimikoetan parte hartzen duten azken unitateak edo unitate txikienak dira, molekulak, alderantziz, aldakuntza fisikoetan parte hartzen duten azken unitateak dira.

Canizzaro kimikari italiarra izan zen 1858.ean Avogadro-ren hipotesia-ren esannahiaz eta zenbait aplikazioz jabetu zen lehen kimikaria, eta hipotesi hau baieztatu zuena.

7. MOL KONTZEPTUA ETA APLIKAZIOAK

Teoria atomikoa osatzen badugu Avogadro-ren hipotesia kontutan edukirik, teoria atomiko-molekularra edukiko dugu. Teoria honen arauera, postulaturiko atomoak eta molekulak nolakoak diren ikusteko, atomoen eta molekulen propietate fisikoak ikusi behar dira. Lehen estudiatu ziren propietate fisikoak atomoen eta molekulen pisua izan ziren, hau da, pisu atomikoa eta molekularra.

Pisu atomiko eta molekularra absolutua ezin zela determinatu konturatu zen Canizzaro 1858.ean. Horregatik hartu zuen hidrogenoa substantzia erreferentzial bezala, eta bere pisu molekularrari 2 asignatu zion.

Eta 2 gramotan dauden partikula kopuruari mole deitu zion. Geroztik, 1903.ean Rutherford-ek ikusi zuen 2 gramo hidrogeno baldintza normaletan, hau da, 1 atmosferatako presiopean eta 0°C-tako temperaturan, 22,4 litro betetze zituela, eta $6,023 \cdot 10^{23}$ molekula edukitzen zituela. Beste gasetan ere hau kunplitzen zen, edozein gasen 22,4 litrotan, baldintza normaletan, $6,023 \cdot 10^{23}$ molekula zegoela.

Hau da, edozein gasaren $6,023 \cdot 10^{23}$ molekula mole bat bat da. Edozein gasarren mola bat bere pisu molekularra gramotan erreferitua da.

Avogadro-ren printzipioa kontutan edukirik, edozein gasaren pisu molekularra kalkula dezakegu, bi gauza jakinez gero: erreferentzia bezala hartzen dugun gasaren pisu molekularra -hau da, hidrogenoaren pisu molekularra- eta gas horren hidrogenoarekiko dentsitate erlatiboa.

$$D_A(H_2) = \frac{A \text{ gasaren bolumen baten pisua}}{H_2 \text{ bolumen berdinareneko pisua}} =$$

$$\frac{A \text{ gasaren molekula baten pisua} \cdot n \text{ molekula}}{H_2 \text{ gasaren molekula baten pisua} \cdot n \text{ molekula}}$$

Zeren baldintza berdinetan dauden A eta H_2 gasaren bolumen berdinetan molekula kopuru berdina dago.

Azken erlaziotik, sinplifikatu z, zera ateratu dezakegu.

$$D_{A(H_2)} = \frac{A \text{ gasaren molekula baten pisua}}{H_2 \text{ gasaren molekula baten pisua}} =$$

$$= \frac{A \text{ gasaren pisu molekularra}}{H_2 \text{ gasaren pisu molekularra}}$$

A gasaren pisu molekularra = $D_{A(H_2)} \cdot \text{Hidrogenoaren pisu molekularra}$.

Formula honekin kalkulatu ziren hainbat gasen pisu molekularrak

Konposatua	Pisu molekularra
CH_4 (metano)	16
NO (nitriko oxidu)	30
N_2O (nitroso oxidu)	44
SO_2 (sufre dioxido)	64
CO_2 (karbono dioxido)	44

MOL KONTZEPTUA COU MAILAKO IKASLEEKIN

Mol kontzeptua erreakzio kimikoetatik ateratzen den bezala intuitiboa izatea gerta daiteke, baina aurrerago jo behar da, kontzeptu hau era abastraktuago bates presentatzen da, materiaren partikula elementalekin erlazionatuz. Halaber, molaren kontzeptu berrria (^{12}C -arekiko) azaltzen da.

MOL KONTZEPTUA COU MAILAKO IKASLEEKIN

Materiaren Natura elektrikoa.....	46
Zenbait fenomeno elektriko.....	46
Elektroiaren aurkikuntza eta propietateak.....	50
Protoiaren aurkikuntza eta propietateak.....	54
Neutroiaren aurkikuntza eta propietateak.....	55
Elementuen pisu atomikoa, Masen espektrometroa'....	58
Mol eta atomo-gramo.....	61
Ariketak.....	65

MATERIAREN NATURA ELEKTRIKOA

Grabitatearen ondorioak aspalditik ezagutzen ditugu. Dakigunez, gorputz guztiak (solidoak, likidoak eta gasak). libreki erortzen dira Lurrera, Lurraren edo bere erdigunearen erakarpen-indarrak eraginda. Baina Lurrean dagoen gorputz bat ez da libreki gorantz joaten; hau da, Lurrak ez du gorputz hori uxatzen.

Orduan, zera esan genezake, grabitate-indarrak erakarpenekoak direla eta grabitate-eremuak ez duela uxatze-indarririk sortzen.

Ostera, indar elektrikoak era bietakoak izan daitezke.

Goazen, ba, orain, indar elektrikoak, eta indarrok eta materiak elkarrekin dituzten harremanak ikustera.

ZENBAIT FENOMENO ELEKTRIKO

Duela hogei eta hamar bat mende deskubritu zen anbarezko ziritxo bat zeta-oihal batekin igurtzen zenean ziritxo horretan propietate bat agertzen zela: anbarezko ziritxoak paper zatiak eta beste horrelako gorputz arintxoak bereganatzen zituela. Horregatik, igurtzeak anbarea kargatu, elektrifikatu egiten zuela esaten zen.

Beirazko edo kautxuzko ziri bat zeta-oihalarekin igurtzita, gauza berdina gertatuko zaigu. Katu baten azalarekin igurtzen badugu ere, elektrifikatu egingu zaigu.

Baina azken bi esperientzia hauen artean funtsezko desberdintasun bat dago. Ikus dezagun:

Zeta-oihalarekin igurtzitako beirazko ziria hari batez eskegitzen badugu, eta katuaren azalarekin igurtzitako kautxuzko ziria berari hurbiltzen, elkar erakarri egingo dute. Hau da kautxuaren gainazaleko kargak erakarri egiten dute beiraren gainazalean daudenak.

Orain, kautxuzko ziriaren ordez, zeta-oihalarekin igurtzitako beirazko ziri bat jartzen badugu, beste ziritxo honek eskegita dagoena uxatu egingo du. Esan genezake, ba, karga elektriko moeta bi daudela:

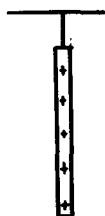
- Zeta-pihalarekin igurtzitako beirazko zirian agertzen denari positiboa (+) deitu diogu, eta
- katuaren azalarekin igurtzitako kautxuzko zirian agertzen denari, negatiboa (-).

Hau da: zeta-oihalaren negatiboa da (-), eta katuaren azalarena positiboa (+).

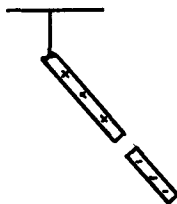
Experimentu hauen adierazpenak:

- Ez da posible gorputz bat kargatzea edo elektrifikatzea, beste bigarren gorputz bat alderantziz kargatzen ez bada.
- Karga gabe agertzen diren gorputzek ere ba dituzte kargak, baina karga positiboen kopurua eta negatiboen kopurua berdinak dira.
- Zeinu berdineko kargak uxatu egiten dute elkar, eta zeinu desberdineko kargen artean erakarpen bat sortzen da.

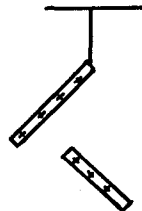
Esan duguna ikusteko, honelako eskematxoak erabil ditzakegu:



a) Zeta-oihalarekin igurtzitako beirazko ziria



b) katu azalarekin igurtzitako katu txu ziria



c) zeta-oihalarekin igurtzitako kautxuzko ziria

Erresultatuak laburkiro:

Materiaren karga		Gorputzen arteko eragin elektrikoa
-	+	Erakarpean
-	-	Uxapena
+	+	
-	0	Ez dago eragin elektrikorik
+	0	
0	0	

Esan dugun bezala, gorputz guztiek barnean, karga elektrikoak daude.

Karga positiboak eta negatiboak kopuru berdinetan badaude gorputz batetan, gorputz hori kargarik ez balu bezala agertuko zaigu.

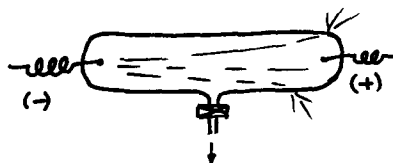
Karga positiboen kopurua negatiboena baino handiagoa bada, gorputz hori positiboki kargatuta agertuko zaigu eta bestera de-nean, negatiboki konportatuko zaigu.

Orain arte ikusi dugunez, materia zer den azaltzeko edo adierazteko ezin dugu ahaztu bere natur elektrikoa. Baina gorputzak atomoz edo molekulaz osaturik badaude, pentsatu behar dugu, atomo edo molekula barnean karga desberdineko partikulak daudela, atomoak eta molekulak neutroak baitira.

Hona hemen hau baieztatzen duten esperientzia batzu:

I.- ELEKTROIAREN AURKIKUNTZA ETA PROPIETATEAK

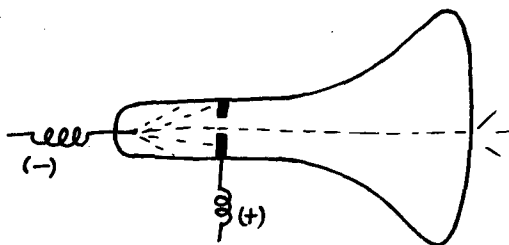
Deskarga-hodiak (Crookes, 1879).



Crookes-ek hauxe ikusi zuen: Hodi bate-tan gas bat sartu, hutsa egin (gelditzen den gas hondakinaren presioa 0,1 atmosferatakoa) eta potentzial-diferentzia egoki baten bidez tximista salta eraz-ten zenean, argitasun berde bat agertzen

zen katodoaren kontrako orman.

Argitasun horren natura aztertzeko, hodiaren forma alda-tu zuen, eta anodo zulatu bat erabili:



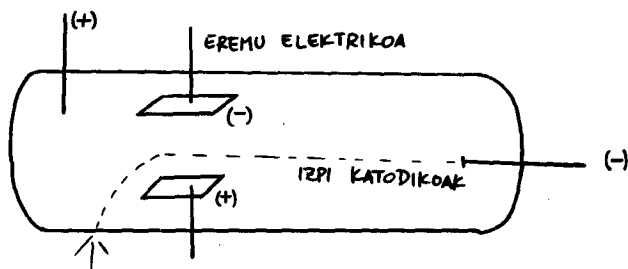
Honela ikusi zuen argitasunaren jatorria katodoa edo polo negatiboa zela, eta izpi hauek, [ZPI KATODIKOAK] deituak izan zi-ren.

[zpi katodiko]en trajektoria zuzena da, anodo zulatua era-biliz ikusten den bezala.

Izpi katodikoaren propietateak aztertzeko, Thomson-ek eremu elektrikoak eta magnetikoak ezarri zizkion deskarga-hodi bati.

Horrela, zera ikusi zuen:

- a) Eremu elektrikoaren eraginez, izpi katodikoaren trajektoria zuzena, okertu (desbideratu) egiten zen, eta eremu horren polo positiborantz joaten ziren. Beraz, izpi katodikoek karga dute, eta gainera negatiboa.
- b) Eremu magnetikoaren eraginez ere trajektoria ere okertu egiten zen, beraz, izpiak partikulak, gorpuskuluak, dira.



Honelako esperimentu batekin lortu zuen Thomson-ek izpien negatibotasuna agertzea.

Thomson-en ideia hauxe izan zen: "Katodotik ateratzen diren izpiak partikula negatiboak dira". Eta ideia hau azaldu ondoren izpien propietate inertzialen bat agertu beharra ikusi zuen, eta partikula hauen karga/masa (q/m) erlazioa experi-

mentalki atera zuen. Hona hemen nola:

E eremu elektrikoaren intentsitatea bada, eta q izpi katodiko baten karga, indar elektrikoaren balioa $F = E \cdot q$ izango da. Eta F indarrak azelerazio bat emango dio partikula horri; hau da, $F = m \cdot a$; m , partikularen masa delarik.

Berdintasun bi hauek kontutan harturik,
$$a = \frac{E \cdot q}{m}$$

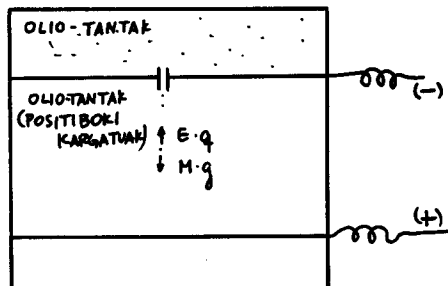
E magnitude ezaguna izango da esperientzia bakoitzean.

Partikulen abiadura eta azelerazioa, hodiaren neurriak eta partikulen desbideaketa ezagutuz, ateratzen ditugu, eta horrela q/m ezaguna izango dugu.

Erlazio honentzat Thomson-en atera zuen balorea hau zen:

$$q / m = - 1,75 \cdot 10^{-11} \text{ coul/kg}$$

Thomson-en esperientzia kuantitatibo hau Millikan-ek osatu zuen, partikula hauen karga determinatuz, esperientzia sinple baten bidez.



Pulberizatzaile batekin olio tanta tanta txikiak egin zitu-
tuen eta positiboki kargatuz, gelaxka txiki batetan sartu. Ge-
la horretatik irtetzeko, zulo txo bat zegoen eta irtenaz batera,
eremu elektriko batetara eramaten zituen. Eremu horren intentsi-
tatea aldatuz, tanta bakoitza oreka estatikotan gelditzen zenean,

$$E \cdot Q = M \cdot g \quad \rightarrow \quad Q = \frac{M \cdot g}{E}$$

M : olio tanta bakoitzaren masa

g : grabitatearen azelerazioa

E : eremu elektrikoaren intentsitatea

Q : olio tanta bakoitzaren karga.

Millikan-ek ateratako Q-ren balio guztiak $1,6 \cdot 10^{-19}$ Cou-
lomb-takoak, edo eta bere multiplo osoak izaten ziren. Karga hau
karga elemental bezala hartua izan zen. Karga hau elektroiarena
da. Millikan-i gertatu zitzaiona hauxe izan zen: Positiboki kar-
gatzen ziren olio tantak, elektroï bat, bi edo hiruren faltan
baitzeuden. Horregatik Q karga hori elektroï kargaren multipløa
zen. Eta behin Q (elektroiarena) eta q/m ezagutuz, posible
izan zen partikula katodikoaren edo elektroien masa jakitea.

Horrela, hauxe ondoriatu zen: izpi katodikoak, elektroïak
balzik ez direla.

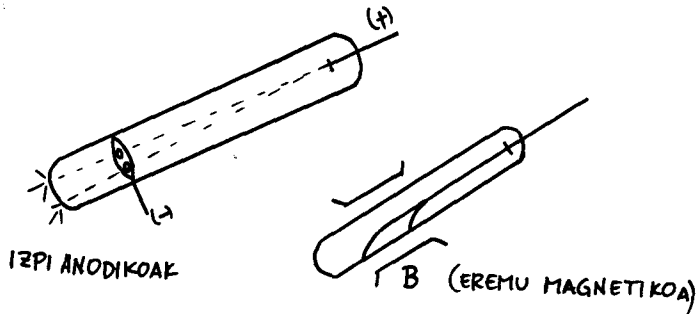
II.- PROTOIAREN AURKIKUNTZA ETA PROPIETATEAK

Deskarga-hodiak (Goldstein, 1886)'

Lehen esan dugun bezala, hodi baten barruan hutsa egiterakoan gas hondakin bat geratzen da.

Eta gas honen partikulak oso erraz ionizatzen dira izpi katodikoekin topo egiterakoan; honela positiboki kargatu eta katodorantza higituko dira. Ikus dezagun;

Deskarga-hodi batetan, eta katodo zulatu bat erabiliz, oso erraz ikusten da fenomeno hau. Anodotik atera eta katodo inguruko ormara doazen izpiak edo "izpi anodikoak" ikusten dira.



Goldstein-ek egin zuen esperientzia hau eta horrez gainera zera ikusi zuen, izpi hauek desbidatu egiten dutela heuren bide zuzena (trajektoría) eremu elektrikoaren eta magnetikoaren eraginez.

Partikula positiboak dira. Izpi anodikoek katodikoekiko berezitasun bat zeukaten: eremu magnetikoa ezartzen zenean, trajektoria desberdinak agertzen ziren hodiko gasa aldatzen zenean edo eta gas-hondakin bezala gas-nahaste bat erabiliz. Hau da, nahiz eta beti positiboak izan, masa, eta masaz dependitzen diren magnitudeak, hodiko gasarekin batera aldakorrak ziren. Zergatik? Lehen esan dugun bezala, izpi anodikoak gas-hondakinaren ioi positiboak direlako.

Gas-hondakin bezala hidrogeno atomikoa erabiliz, ateratzen ziren izpi anodikoak protoiak ziren; horrela aurkeztu zen protoia, eta, ostean bere propietateak (karga eta masa) aurkitu ziren.

Protoiaren karga elektroiaren balore berdina agertu zitzaion, baina zeinu desberdina; protoiaren masa elektroiarena baino 1840 aldiz handiago zen. Esan dezakegu, ba, elektroiaren masa arbuia garria dela protoiarenarekin konparatzen badugu.

III.- NEUTROIAREN AURKIKUNTZA ETA PROPIETATEAK

Historian zehar neutroia aurkitzeko eta bere propietateak estudiatzeko bide bi egon direla esan genezake:

- a) Izpi anodikoen propietateak estudiatzeko Ne elementua erabili zenean (gas-hondakin bezala), trajektoria desberdin bi agertzen ziren (masa desberdin bi agertzen ziren) Lehenengoz, gas puru bat baino gas-nahaste bat zegoela pentsatu zuten. Geroztik, Aston-ek konprobatu zuen

neon elementuak atomo-moeta bi zeuzkala, masa desberdinekoak, eta horregatik eremu magnetiko batetan, trajektoria desberdinak agertzen zirela. Neon elementuaren atomo bi hauek, masa izan ezik, beste propietate guztiak berditan zituzten. "Isotopo" deituak izan ziren.

Hau da, neon elementuak isotopo bi ditu. Honelako esperientzia berdinak beste elementuekin eginda, beste isotopo asko aurkitu ziren. Ezagutzen ditugun elementurik gehienek isotopoak dituzte.

Isotopoen masak desberdinak direnez gero, masa eta masaz dependitzen duten propietateak ere desberdinak izango dira. Baina ikuspuntu kimikotik, elementu baten isotopo guztiak berdinak dira.

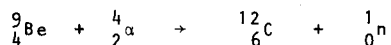
Orduan, ba, Naturan agertzen den elementu kimiko baten masa-propietateak aztertzerakoan, kontutan hartu beharko ditugu bere isotopo naturalak eta beraien ugaritasuna edo portzentaiia.

Dena dela, elementu baten isotopoak, propietate elektriko berdinak badituzte, protoi- eta elektroikopuru berdinekoak dira, eta masen desberdintasuna beste partikula batzutan egon beharko da oinarrituta. Hirugarren partikula hori neutroia da.

Horrela, ba, Dalton-en teoriaren kontra joanik, elementu baten atomo guztiak zerbait desberdin zeukatela ikusi zen.

b) Erradioaktibitate artifiziaia

Chadwick-ek, 1932. urtean, transformazio edo erreakzio nuklear hau lortu zuen:



Erreakzio honetatik erradiazio bat lortu zuen, eta erradiazio hau éz zen desbikatzen éz eremu elektrikoekin ez eta magnetikoekin. Hau da, ikuspuntu elektromagnetikotik, neutroa zen, baina masaren alde tik protoien antzekoa. Neutroia zen

Protoiaren, elektroiaren eta neutroiaren aurkikuntza eta propietate batzu ikusi ditugu. Hiru partikula hauk atomo baten barruan egonkor edo estable direnak dira.

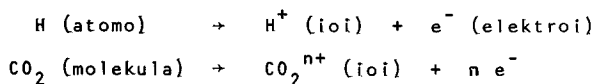
Oinarritzko partikulen aurkikuntzak, ordurarte ezagutzen zen Teoria Atomiko-Molekularraren hipotesiak aldatu egiten ditu. Argigarri bezala, laburpen bázala, puntu batzu jartzen ditugu hemen, aurrera jarraitu baino lehenago:

- Elementu kimiko baten unitate fisikoa atomoa da.
- Elementu baten atomo guztiak ez dira berdinak.
- Atomo baten oinarritzko partikulak hiru dira: protoia, neutroia eta elektroia.
- Elementu baten atomo guztien éz zugarria beraien protoi-kopurua da, eta atomoak neutroak direnez gero, baita ere elektroi-kopurua.
- Elementu baten isotopoeak dituzten desberdintasunak, neutroi-kopuruari daude lotuta.

ELEMENTUEN PISU ATOMIKOAK. MASEN ESPEKTROMETROA

Lehen esan dugun bezala, izpi anodikoak gas-hondakinaren ioi positiboak baizik ez dira. Ioi positibo hauen masa hodian egon diren atomoei edo molekulei dagokiena izango da.

Gas-hondakin bezala erabil ditzakegun adibide bi:



Demagun M : atomoaren edo molekularen masa

m_i : ioi positiboaren masa

m_e : elektroiaren masa

$$M = m_i + n \cdot m_e \quad n ; \text{ gas-hondakinaren atomoak edo molekulak galdutako elektroi-kopurua delarik}$$

Baldintza kontrolatu batztutan, posible da atomo bakoitzak (edo molekula bakoitzak), elektroi bat bakarrik galtzea, eta, lehen esan dugunez, elektroiaren masa arbuia garria denaz, $M \sim m_i$.

Hau da, pisu atomikoak edo molekularrak determinatzeko, normalki erabiltzen diren metodoak atomoen edo molekulen ioi monopositiboak ematen dituzte.

Pisu atomikoa eta pisu molekularra, kontzeptu bezala oso

berdintsuak dira; pisu atomikoa ez da atomo baten pisua, eta berdin gertatzen da pisu molekularrarekin.

A atomo baten pisu atomikoa hauxe da:

A-ren pisua, beste atomo baten pisuarekiko. Hau da, atomo bat hartzen dugu erreferentzia bezala, eta bere masarekiko neur-tuko ditugu beste atomo guztien masak.

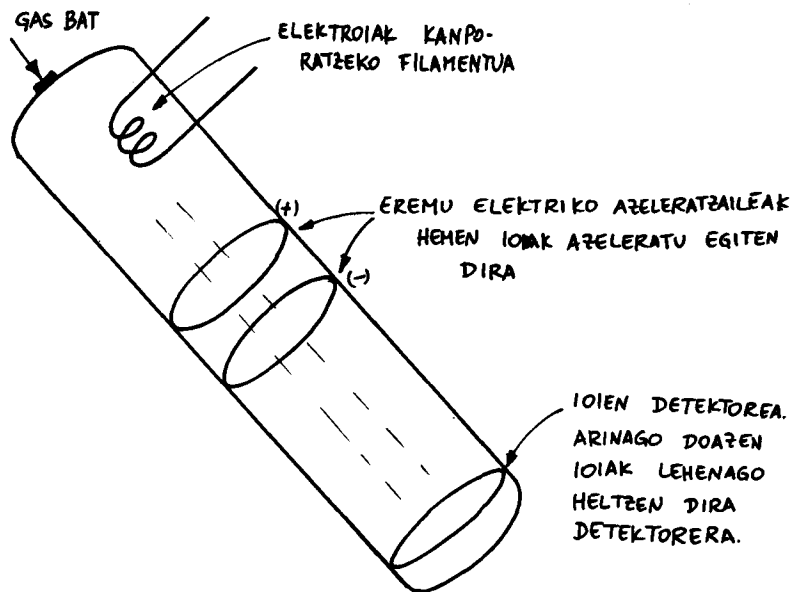
Bestalde, Teoria Atomiko-Molekularrean ikasita daukagun be-zala, Avogadro-ren zenbakian ($6,022 \cdot 10^{23}$) dauden partikulen (atomo edo molekula) gramotan, mol bat edo atomo-gramo bat izan-go da.

Horrela, guk hau esaten dugunean, merkurioaren pisu atomi-koa 200,6 dela eta berunaren pisu atomikoa 207,2 dela, esaten duguna zera da, $6,022 \cdot 10^{23}$ merkurio atomoen masa 200,6 gra-mo dela, eta $6,022 \cdot 10^{23}$ berun atomoen masa 207,2 dela. Orduan, ba, zenbaki biok, 200,6 eta 207,2, zenbaki erlatiboak dira.

Kontzeptu hau kontutan hartuz eta gero, ikusiko dugu ele-mentuen pisu atomikoak nola determinatzen diren.

1.- 1910. urtean Thomson-Aston-Dempster -T.A.D.- aparatu bat desarroilatu zuten, ioi positiboek masak neurtzeko helburuarekin, espektrometro izenekoa. Orain, espektro-metro moeta asko daude, baina guk bat bakarrik deskri-batuko dugu.

2,- Orain ioi positiboak maneiatzen direla kontutan hartu behar da, molekulen edo atomoen ordez.



Gasa (elementu soila edo konposatua) sartzen denean espektrometrora, elektroien-sorta batzurekin bonbardatu egiten dira bere atomo edo molekulak, eta horrela ioi monopositiboak lortzen ditugu (H^+ , H_2^+ , H_2O^+ , O^+ , ...). Eskemak adierazten duen bezala, ioiak sartu erazi egiten dira eremu elektriko batetan, ioi guztiok energia zinetiko berdina eduki dezaten. Horrela, ioiak 1 eta 2 badira, eremu elektrikotik kanpora irtetzen direnean, Graham-en legeaz,

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 ; \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

Abiadurak neurtuz, - detektorera heltzeko behar ditzuten denboreen alderantzizko proportzionalak-, ioi bi hauen masa erlatiboak jakin ditzakegu.

Esate batetarako, nitrogeno gasa (nitrogeno atomikoa) espektrometroak sartzen badugu, denbora bi agertzen dira, zeren masa desberdineko atomo moeta bi dauzka nitrogenoak, eta abiadurak neurtuz, elkarren masa erlatiboak jakin ditzakegu.

Baina, nola jakiten dugu elementu baten masa atomikoa edo pisu atomikoa deritzona ?

Lehen esan dugun bezala, "standard" edo elementu erreferentzial baten bidez. Lehen ezarritako standard elementua hidrogenoa izan zen; azter dezagun, ba, hidrogeno atomikoa espektrometroan.

Hidrogeno elementuak hiru denbora ematen ditu. Denborarik txikiena izango da isotopo arinenari dagokiona. Eta isotopo hori izango da gure lehen erreferentzia. Isotopo horri 1 pisu atomikoa jarriko diogu. Bere sinboloa, H izango da.

Eta, nola jakin, esate batetarako oxigeno elementuaren pisu atomikoa hidrogenoarekiko, metodo honetaz baliaturik ?

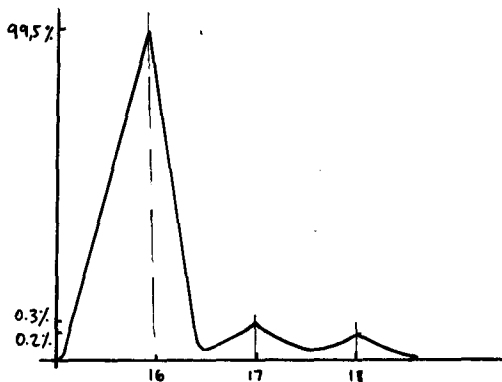
Ikus dezagun. Oxigenoak espektrometroan hiru denbora desberdin emango dizkigu, bere hiru isotopoei dagozkienak, eta hi-

ru isotopoen masa erlatiboak eterako dira.

Eta gainera, datu hauk osatzeko, isotopo bakoitzaren denbora, hidrogenoak eman digunarekin konpara dezakegu. Eta horrela atera isotopo bakoitzaren masa hidrogenoarenarekiko; masak hauk dira: 15,9949; 16,9991 eta 17,9992. Zenbaki hauk laburtzeko, erabiliko ditugun ikurrak hauk izango dira: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ eta $^{18}_8\text{O}$.

Hiru isotopo hauk dira oxigeno elementuaren osagaiak eta elementu atomikoa jakiteko, hirurak hartu behar ditugu kontutan. Baina, nola ?

Espektrometro zehatzetan, detektorearen lana ez da bakarrik izaten denbora desberdinak markatzea; denbora edo marka bakoitzaren ugaritasuna edo frekuentzia ere neurtu egiten du; hau da, elementu batek agertzen dituen isotopoen ugaritasuna neurtzen du, eta datu hauk ehuneko hainbestetan ematen ditu. Grafikoki datuak honela agertzen dira:



Eskema honen adierazbidea hauxe da:

100 atomotato muestra batetan, 99,5 atomo ^{16}O -zkoak dira
0,3 atomo ^{17}O -zkoak
0,2 atomo ^{18}O -zkoak

Oxigenoaren pisu atomikoa hidrogenoarekiko, hau da:

$$\begin{aligned}\text{Pisu at.} &= \frac{15,9949 \cdot 99,5 + 16,9991 \cdot 0,3 + 17,9992 \cdot 0,2}{100} \\ &= 15,9994\end{aligned}$$

Zenbaki hau izango da elementuaren pisu atomikoa, hots, isotopo guztien batezbesteko masa.

Beste standard bat erabiltzen dugu orain hidrogenoa erabili beharrean. Bigarren standard hau karbonoaren isotopo bat da, eta bere pisua, hidrogenoarekiko, 12,0000 da, eta ^{12}C -ren (karbono hamabiren) pisu isotopikoa 12 da.

Horrela, ^{16}O -aren pisu atomikoa 15,994 bada, oxigeno atomo baten pisua hau izango da, $\frac{^{12}\text{C-ren pisua}}{12}$ 15,994. Horregatik,

erdi-bidean isotopo hau jarri arren erabilgarriagoa delako, azken batez lehengo erreferentzi berdinari jarraitzen diogu. Gorago izendatutako nitrogenoaren bi isotopoen pisuak, 14,003 eta 15,000 dira.

Molekula baten pisu molekularra zein den jakiteko, era bi ditugu, gai honetan ikusten gauden bezala.

a) Konposatua gas bada, edo gasetan erraz bihurtzeko modukoa, espektrometroaren bitartez jakin dezakegu pisu molekularra hidrogenoarekiko, edo eta ^{12}C -arekiko.

b) Bestela bada, eta bere konposizioa jakina badugu, molekula hori osotzen duten atomoen pisu atomikoen baturak emango digu pisu molekularra.

Pisu atomikoez eta pisu molekularrek ez balute beste esan nahirik, oso gauza txikia izango litzateke gure gai honetan lortu duguna..

Baina Avogadro-ren hipotesia eta Avogadro-ren zenbakia kontutan hartzen baditugu, atomo-gramo eta mol kontzeptuarekin topatzen gara.

Atomo-gramo: elementu baten $6,022 \cdot 10^{23}$ atomok daukaten masa, gramotan da. Atomo-gramoa, orduan, masa-unitate bat baino ez da; eta elementu bakoitzarentzat atomo-gramo hori adierazten digun zenbakia bere pisu atomikoa. Hau da, oxigenoaren pisu atomikoa 15,994-koa da, eta ^{16}O -aren atomo-gramo bat = 15,994 gramo oxigeno.

Mola: konposatu baten $6,022 \cdot 10^{23}$ molekulek daukaten masa gramotan.

Atomo-gramoa eta mola, kontzeptu bezala, berdinak dira; bata elementuei dagokie, eta bestea konposatuei.

ARIKETAK

- Nola jakin dezakegu izpi katodiko guztien abiadura berdina dela ?
- Nola egingo genuke Millikan-en esperientzia olio tantak negati-
boki kargatuz ? Aterako genituzkeen emaitzak, baliokoak izango
ote lirateke ?
- Zergatik dauzkate izpi anodikoek abiadura desberdinak ?
- Azal ezazu materiaren natura elektrikoa adierazten duen feno-
meno bat.
- Zergatik uste duzu zaila izan zela neutroiaren aurkikuntza ?
- Deskarga-hodietan, eta presioa oso txikia denean bakarrik,
ikusten dugu tximista salta edo jauzi erazi egiten dela. Pre-
sio handitan ez dugu horrelakorik ikusten. Zerikusirik eduki-
ko al du fenomeno honek gasaren konduktibitatearekin ?
- Millikan-ek, bere experimentuaren ondorio bat bezala, zera
esan zuen, atomoen osagai bat elektroia zela. Experimentu ho-
ri deskribatzen dugunean, agertzen da hori ?
- Izpi katodiko hodi batetan 10000 Volta-tako potentzial-dife-
rentzia bat dago. Kalkula ezazu elektroiek dauzkaten energia

eta abiadura, anodoaren kontra topo egiten dutenean. Lehen-
dabizi, elektroien masa kalkula.

- Millikan-en experimentuan, olio-tanta bat hartu dugu. Bere den-
tsitatea eta arradioa $0,91 \text{ gr/cm}^3$ eta $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ -takoak
dira. Ereku elektrikoaren plaka bien arteko distantzia $1,2 \text{ cm}$ -
takoa da. Plaka bien artean 6650 Volta -tako potentzial-dife-
rentzia dagoenean, olio-tanta hori orekan geratzen da; zein
izango da bere karga ? Zenbat elektroï kendu zaizkio olio-
tanta horri ?
- Kobre elementuaren pisu atomikoa $63,54$ da. Zenbat kobre- ato-
mo daude a) $31,77$ gramotan ? b) kobre atomo-gramo batetan ?
- Naturan agertzen den nitrogenoak isotopo bi ditu, bata, ^{14}N
(p. at., $14,003$), eta bere ugaritasuna, $99,64 \%$ da; bestea
 ^{15}N da (p. at., $15,000$) eta bere ugaritasuna, $0,36 \%$ da.
Zein da nitrogenoaren pisu atomikoa ?
- Espektrometro batetan agertzen diren isotopoak 1 eta 2 di-
renean, honelako berdintasun bat jarri dugu: $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$;
eta gero, haxe esan dugu, isotoporik arinenak izango dira az-
karren helduko direnak detektorera, eta denbora hauk neurtuz,
masa erlatiboak jakin ditzakegu. Hau da, m_1/m_2 ezagutu.
Azal ezazu esaldi honen eta goiko berdintasunaren erlazioa.

MOL KONTZEPTUA UNIBERTSITATEKO KIMIKA OROKORRAKO IKASLEEKIN.

Mola kontzeptu asimilatu bat behar du izan. Hala ere, berreskuratzeko bezala presentatzen da hemen, hots, praktika kimikotik sortutako kontzeptu bat bezala. Azkenean, Avogadro-ren zenbakia determinatzeko zenbait bide azaltzen dira.

MOL KONTZEPTUA UNIBERTSITATEKO KIMIKA OROKORRAKO IKASLEEKIN

I.- Neurketak.....	69
II.- Erreakzio kimikoa.....	69
III.- Erreakzio kimikoak neurtzen.....	70
IV.- Molekula.....	77
V.- Molaren definizioa.....	81
VI.- Gasen bolumen molarra.....	86
Avogadro-ren zenbakia determinatzeko metodo batzu..	88
1.- Karga elektrikoaren metodoa.....	89
2.- Desintegrazio erradioaktiboaren metodoa.....	90
3.- X izpien difrakzioaren metodoa.....	92
4.- Gainazaleko geruzaren metodoa.....	94

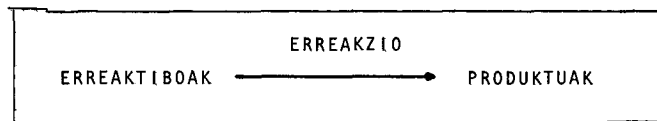
I.- NEURKETAK. MASAREN GARRANTZIA

Materia estudiatzerakoan -Natur Zientzien helburua berau-, berehala nabarituko dugu, beste propietate batzuren artean, MASaren propietatea. Propietate hau zientifikoki estudiatzeko, era batetara edo bestetara kuantifikatu egin behar da. Horretarako neurketak egiten ditugu, eta edozein materia-parteren masa jakin genezake balantzaren bidez. Hau beste era honetara esan daiteke: materia-parten baten ~~a~~ zugarri bat masa dela. Baina materia ezagutzeko bide hau, bide fisikoa, ez da bide bakarra.

II.- ERREAKZIO KIMIKOA

Materia aztertzeke beste bide batzu ere ba daude. Adibidez, materiaren aldakortasunaren azterketa beste bide bat da materia estudiatzeko. Denok dakigu materia moeta bat (bikarbonatoa -sodio hidrogenokarbonatoa-, adibidez) beste materia moeta batekin kontaktuan jartzerakoan (azido klorhidrikoa, adibidez), aldakuntza bat gertatzen dela, eta honen ondorioz, lehenago ~~ez~~ zeuden materia-moeta batzu agertzen zaizkigula (karbono dioxidoa, sodio kloruroa). Materia-aldakuntza honi ERREAKZIO deritzo; bikarbonatoari eta azido klorhidrikoari ERREAKTIBO deritze, eta karbono dioxidoari eta sodio kloruroari, PRODUKTUAK. Hau, laburki, honela idatz dezakegu:

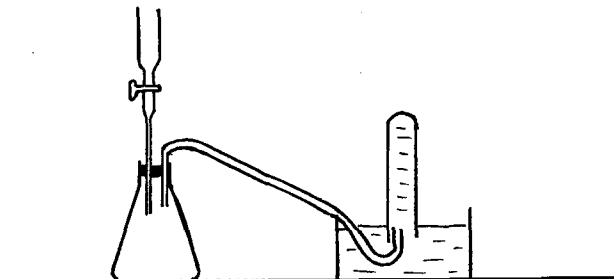
bikarbonato + azido klorhidriko → karbono dioxido + sodio kloruro



Materia estudatzerakoan ba dirudi materiaren aldakuntzak, erreakzioak, estudiatzea beharrezkoa dela, eta hauk gertatzeko beharrezko diren baldintzak. Hau da, hain zuzen, Kimikak betetzen duen lana. Erreakzioak aztertzerakoan, masak duen garrantzia berehala nabarituko da.

III.- ERREAKZIO KIMIKOAK NEURTZEN

Demagun bikarbonatozko masa konkretu bat, 10 gr, eta azido klorhidrikozko disoluzio baten 100 cm³ (disoluzioan 4 gr. azido purua, eta bestea ura). Hauk nahiko izango dira praktikan aldakuntza bat nabaritzeko. Horretarako, honelako muntaia bat egin behar da:



Azido klorhidrikozko disoluzio bat prestatzen.

Normalki saltzen den azido klorhidrikoa oso kontzentratua, erreakzioetarako ez-zehatza eta arriskugarria da. Beraz, hobe da diluitzea. Nahiko izango da disoluzio 100 cm³-tan 4 gr puru edukitzea. Hau prestatzeko bidea hau da:

 AZIDO KLORHIDRIKOA BOTILETAN, URETAN DISOLBATURIK, SAL- TZEN DA.	d = 1.18 35.4% BOTILETAN, DENTSITATEA ETA EHUNEKO HAINBESTEA JARTZEN DIRA $100 \text{ gr} \begin{cases} 35.4 \text{ HCl} \\ 64.6 \text{ H}_2\text{O} \end{cases}$	$1 \text{ litro} = 1180 \cdot \frac{35.4}{100} \text{ gr HCl}$ AZIDO HAU OSO KON- TENTRATUA DENEZ, DI- LUITU BE- HAR DA.
100 cm ³ -ko 4 gr HCl duen disoluzio bat egin nahi da		
 BOTILATIK BOLU- MEN BAT HARTZEN DUGU, ADIBIDEZ, V litro BOLUMEN HORRETAN, $\frac{1180 \cdot \frac{35.4}{100} \cdot V}{100} \text{ gr. HCl puru}$ daude	V bolumena nahi den kontzentrazioaraino diluitzen da. Disoluzioaren bolumena, hau da: $V(\text{dis.}) = 1180 \cdot \frac{35.4}{100} \cdot V \cdot \frac{100}{4} \text{ litro}$ Bolumen hori lortu arte, urez diluitzen da. V(dis.)-en 100 cm³-ko HCl-eko 4 gr daude.	

Azidoa bikarbonatoari gehitzean, burbuila batzu ikusiko ditugu. Burbuila horik karbono dioxidozkoak dira, hau gasa baita. Azidoa poliki poliki gehitu; lorturiko gasak erlenmeyerean eta hodian dagoen airea deslekutu egingo du, eta gasburetan biltzen da. Azido guztia gehitzerakoan (kontuz, erlenmeyera ezin da inoiz airetara irekita egon, gasa airera joango bailitzateke; horregatik azidoa gehitzeko erabili den bureta hertsita egon beharko da). Erreakzioa zeharo bukatuta dagoenean -hots, burbuila gehiago ateratzen ez denean-, gasburetan bildutako gasa neurtuko dugu (adibidez, jeitsi den nuraren nibela neurtuz).

Erresultatua idatzi egingo dugu:

	Azido	Bikarbonato	gas
1. exper.			

Masak aldakuntzan duen eragina ikusteko (hauxe baita momentuko helburua), erreakzioa erreaktibo-kantitate desberdinekin berregingo dugu. Har ditzagun orain bikarbonatozko 5 gr eta lehen bezala prestaturiko azido klorhidrikozko disoluzioaren 50 cm^3 , hau da, 2 gr azido klorhidriko purua.

Experimentuen erresultatua aurreko experimentuan bezala idatziko dugu:

	Azido	Bikarbonato	Gasa
1. exper.			
2. exper.			

Beste kantitate batzurekin eginez, lorturiko gasaren bolumenak desberdinak izango dira. Ikusten da, beraz, erreakzioaren ondorioak erreaktiboen masaren araueraoak direla, hots,

PRODUKTU GEHIAGO EDO GUTXIAGO LORTUKO
DUGU, ERREAKTIBOEN MASA GEHIAGO EDO
GUTXIAGO DUGUNEAN.

Ondorio hau ia elementala da, edonork ikus lezakeen zerbait da. Baina erreaktiboen masa berdina izan arren, erresultatuak zeharo desberdinak izango dira. Horretarako nahiko izango da ondoko experimentuak egitea:

	azido	bikarbonato	masa totala	Gasa
1. exp				
2. exp				
3. exp				
4. exp				

Beraz, nahiz eta erreaktiboen masa totala berdina izan, lortzen diren gasen bolumenak desberdinak dira, eta erreakzioaren ondorioak desberdinak dira erreaktiboen masa erlatiboa aldatzen denean, hots,

ERREAKTIBOEN MASAK ALDATZEN DIRENEAN,
ERREAKZIO BATEN ONDORIOAK DESBERDINAK
DIRA, NAHIZ ETA MASA OSOA BERDINA IZAN

Erreakzioak estudiatzerakoan, zailtasun bat agertzen zaigu: erreakzioaren ondorioek produktuen proportzioz dependitzen dute. Dependentsia edo menpekotasun hori nolakoa den jakiteko esperientziara jo behar dugu.

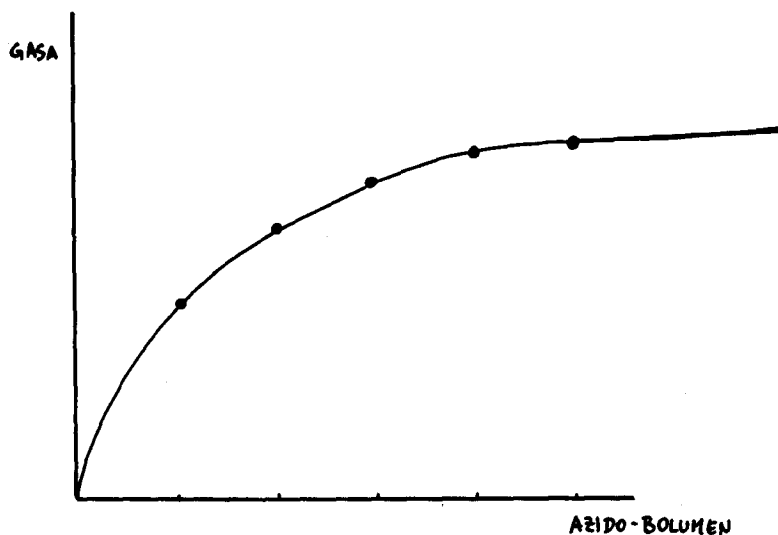
Praktikan aurreko esperientzian oinarrituz ikus genezake menpekotasun hori. Nahiko izango dugu bikarbonato-kantitate fixu bat izatea, eta azido-kantitate aldakor bat izatea. Azido-kantitateak aldatzen doan eran, erreaktiboaren proportzioa aldatu egingo da, eta gas-bolumena, proportzio desberdinetarako neur-tuz, bikarbonato - azido proportzioarekiko erreakzioaren menpe-kotasuna atera dezakegu.

Hau ikusteko, aurreko muntaia nahiko da, baina, oraingoan, azido klorhidriko kantitate osoa ez diogu bikarbonatoari gehi-tuko; aldiz, 10 cm^3 -ka gehituko diogu, eta gehiketa bakoitza egin ondoren, lorturiko gas-bolumena neurtuko dugu. Gero erresul-tatuak honela idatziko ditugu:

Bikarbonato
kantitatea
5 gr

azidoa	10 cm^3	20 cm^3	30 cm^3	
gas-bol.	V_1	V_2	V_3	

Ikusiko denez, momentu batetan, nahiz eta azido gehiago gehitu, ez da gas gehiagorik ikusiko (ez da burbuilarik agertzen). Erreakzioa bukatu da. Lorturiko datuekin errepresentazio bat egin daiteke, eta gas-bolumena bilatu:



Goikodatuaren arabera, azido-kantitatea disoluzioko 50 cm^3 izando da, hots, 2 gr azido.

OHARRA: Bolumen experimentalak eta teorikoak desberdinak izan dira. Hau gainditzeko, experimentua talde desberdinetan egin daiteke, eta bolumenen medioak egin; honela erroreak gutxitu egingo dira. Hau nahiko ez balitz, irakasleak datuen eta erresultatuen arteko desberdintasunen kausak azalduko ditu (tenperatura, fugak, kontzentrazio-erroreak,...), eta experimentu optimoetan lorturiko erresultatuak jarriko ditu.

Beraz, 5 gr bikarbonatorekin, 2 gr azido klorhidriko erreakzionatzen dute. Nahiiz eta azido gehiago bota, erreakzio-rik ez da gertatuko. Hau honela idatziko dugu:

5 gr bikarbonato + 2 gr azido klorhidriko
(+ sinboloak "behar ditu" esan nahi du)

Gauza berdina bikarbonatozko beste kantitate batzurekin egin dezakegu, eta hau ikusiko dugu:

10 gr bikarbonato + 4 gr azido klorhidriko

2,5 gr bikarbonato + 1 gr azido klorhidriko

eta abar.

Azkenean, erlazioa honela idatz dezakegu:

1 gr bikarbonato + 0,4 gr azido klorhidriko (behar ditu)

Baina problema bat sortzen zaigu: beste azidorekin zer gertatzen da ? Adibidez, azido azetikoarekin, azido nitrikoarekin, azido sulfurikoarekin, eta abarrekin ?

Prozedura berdina segituz, hau ikusiko dugu:

1 gr bikarbonato + 0,4 gr azido klorhidriko

1 gr bikarbonato + 0,75 gr azido azetiko

1 gr bikarbonato + 0,73 gr azido nitriko

1 gr bikarbonato + 0,58 gr azido sulfuriko

Beraz, azido desberdinek bikarbonatoarekin erreakzionatzen dute, baina kantitate desberdinak erabiltzen ditugu. Zergatik hau ?

IV. - MOLEKULA

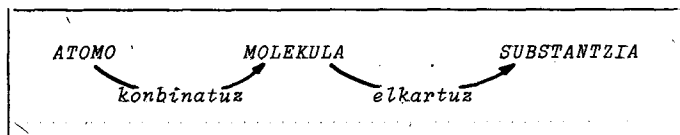
Arrazoia zera da: erreakzioa ez da erreaktiboen masen arauera gertatzen, baizik eta masa horretan dauden partikula-kopururen arauera gertatzen da. Hots, 1 gr bikarbonatotan dauden partikulek 0,4 gr azido klorhidrikotan dauden partikulekin erreakzionatzen dute; 1 gramo bikarbonatotan dauden partikulek 0,75 gramo azido azetikotan dauden partikulekin erreakzionatzen dute, eta abar.

Erreakzionatzen duen partikula bakoitzari molekula deritzo, eta batzutan erreaktibo baten molekula batek beste erreaktiboen bat, bi edo gehiago molekularekin erreakzioa lezake, hala nola bikarbonatoa azido sulfurikoarekin.

OHARRA; Hau dateke Dalton-en teoria berreskuratzeko tokia.

Molekula zera da, beraz, erreakzio batetan parte hartzen duen substantzia baten parterik txikiena. Substantzia hori atal txikiagoetan zatikatuko balitz lorturiko zatikiek ez lukete substantzia horren propietateak edukiko.

Molekularen azalpen teorikoa Dalton-Avogadro-ren teoria atomiko-molekularrak ematen du. Teoria honen arabera, Naturan agertzen diren substantzia guztiak ehunkada bat elementu inguruz osaturik daude, baina elementu hauen parterik txikienak, atomoak, konbinaturik agertzen dira, molekulak sortuz. Molekula pila bat elkartuz, egunero ikusten ditugun substantziak agertzen dira,



Molekula bakar batzu monoatomikoak dira (Argon, Helio...), beste batzu poliatomikoak (bikarbonatoa, azido klorhidrikoa,...), beste batzu atomo-mordo determina ezinez daude osotuak (polimeroak, diamantea...).

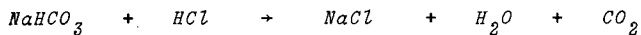
Kimikan substantziak adierazteko beraien molekulek dituzten atomoak azaltzen dira, eta analisisien bidez lorturiko datuetaz, hau idatz dezakegu,

bikarbonato	NaHCO_3	Na, H, C, O, O, O
(substantzia)	(molekula)	(atomoak)
azido klorhidriko	HCl	H, Cl
(substantzia)	(Molekula)	(atomoak)

Erreakzio kimiko batetan, erreaktiboek molekula osatzen duten atomoak berrordetatu egiten dira, ez arbitrarioki, noski, produktuak osatzen duten molekulak lortuz baizik,

<u>Erreaktiboak</u>	<u>Molekulak</u>	<u>Berrorden.</u>	<u>Molekulak</u>	<u>Produktuak</u>
bikarbonato	NaHCO_3	$\text{Na} \cdot \text{HO} \cdot \text{CO}_2$	CO_2 , H_2O	gatzak, ura
az. klorh.	HCl	$\text{Cl} \cdot \text{H}$	NaCl	karbono diox

Hau eskematikoki honela idazten da,



Beste batzutan, atomoen berrordenamenduen kausaz, molekula batek bi molekulekin erreakzionatzen du. Adibidez,



Kimikariek orain problema batekin aurkitzen dira, erreakzioak molekulak egiten dira: molekula bat molekula batekin, molekula bat molekula birekin, eta abar, eta ez sekula molekula zatiekin; eta molekula bakoitzak pisu desberdina duenez, ezin da substantzien pisua erabili substantziekin nola erreakzionatzen duten jakiteko. Zer erabili, orduan ?

Pisua ezin denez erabili, partikula-kopurua erabil daiteke, eta, horrela, hau esan genezake:

Bikarbonato 1 gramotan dauden partikulek azido klorhidrikozko 0,4 gramotan dauden partikulekin erreakzionatzen dute, bietan dauden partikula-kopurua berdina baita.

Eta 1 gramo bikarbonatotan zenbat partikula dago ? Edo eta, zenbat molekula dago ? Eta 0,4 gramo azido klorhidrikotan ? Kopuru hau hain handia da zein ezin baita zenbatu; baina, zergatik 1 gramo bikarbonato ? Zergatik ezin da, adibidez, 1 gramo azido klorhidrikotan dagoen partikula-kopurua aukeratu ? Edo eta 2 gramo azido sulfurikotan dagoen kopurua ?

V.- MOLAREN DEFINIZIOA

Kopuru hori edozein izan daiteke, arbitrarioa baita. Gaur egunean zientzilaria guztiek kopuru berdina hartzen dute unitatetzat, eta erabiltzen dena hau da:

Karbonoaren ^{12}C isotopoaren 0,012 kilogramotan dauden beste atomo hartzen da partíkula-kopuru unitate bezala. Kopuru honi MOL deritzo.

Hau beste era honetara esan daiteke:

^{12}C -zko 0,012 kilogramotan dagoen atomo-kopurua berdina 1 moletan dagoen partíkula-kopurua

OHARRA; Partíkula-kopurura unitate bezala erabiltzea ez da arraroa. Eguneroko bizitzan erabiltzen dugun gauza bat da. Adibidez, nola erosten ditugu arraultzeak? Dozenaka; eta zer da dozena bat? Hamabi unitate dituen kopurua.

Dozena bat arraultze eta dozena bat laranja berdina piztzen dute? Ez, baina kopurua berdina da. Kimikariek ere berdina egiten dute, kopurua berdina erabili eta substantzia desberdinak izan. Kimikariek dozena bat erabili beharrean, MOL bat erabiltzen dute.

Beraz, mol bat unitate bat da, eta unitate honek edozein kantitate fixu batetan zenbat partikula dagoen ematen digu:

Bikarbonatozko 1 molek karbonoaren ^{12}C isotopoaren 0,012 kilogramotan dagoen atomo beste molekula ditu

Bikarbonatozko 10 molek karbonoaren ^{12}C isotopoaren 0,012 kilogramotan dagoen atomo beste molekula ditu, bider 10.

Eta abar.

Kontutan hartu behar da mola kopuru bat dela, eta ez zaila bakarrik molekulei aplikatzen, beste edozein partikula moeta-ri ere aplika dakioken kontzeptu bat da. Horrela,

1 mol elektroï zera da, karbonoaren ^{12}C isotopoaren 0,012 kilogramotan dauden atomo besteko elektroï-kopurua.

Eta, karbonoaren ^{12}C isotopoaren 0,012 kilogramotan, zenbat atomo dago? Edo eta, mol batetan, zenbat partikula dago? Metodo nahiko korapilotsuetaz ballatuz, hau dela ikusi izan da:

$$602,200,000,000,000,000,000,000 = 6,022 \cdot 10^{23}$$

Zenbaki hau, Avogadro-ren zenbakia deitzen da.

Orduan,

1 mol bikarbonatotan, $6,022 \cdot 10^{23}$ molekula daude.
10 mol bikarbonatotan, $6,022 \cdot 10^{24}$ molekula daude.
0,1 mol bikarbonatotan, $6,022 \cdot 10^{22}$ molekula daude.
eta abar.

Ikusten denez, zenbaki hau oso handia da, baina erreakzio batetan parte hartzen duten molekulen kopurua ere oso handia da.

Mol batek duen partikula-kopuruaz konturatzeko, hots, Avogadro-ren zenbakiaz konturatzeko, beharrezko izango dugu konparaketa batzu egitea:

- I.- Adibidez, demagun Avogadro-ren zenbakiaren beste pezeztako txanpon ditugula. Munduan dagoen pertsona bakoitzak 150,000,000,000,000 txanpon edukiko luke... eta Lurrean bizitza ez litzateke posible izango, Lur osoa 10 kilometro lodiera lukeen pezeta-geruza batez estalita egongo bailitzateke.
- II.- Demagun Avogadro-ren zenbakiaren beste paper-horri ditugula, eta bat bestearen gainean jartzen ditugula. Pilo hori Syrio deritzon izarra baino haruntzago helduko litzateke.
- III.- Demagun Avogadro-ren zenbakiaren beste harea-garau ditugula. Harea-kantitate horrek 10 pisutako etxe batek duen garaiera besteko geruza batez Euskal Herri

osoa estaliko luke.

Zergatik aukeratu da ^{12}C -zko 0,012 kilogramotan dagoen atomo-kopurua, eta ez beste ?

Arrazoi historikoak daude. Lehendabizi erabili zen unitatea hidrogenozko 2 gramotan dagoen partikula-kopurua izan zen. Zergatik hau ? Naturan agertzen diren ehun elementuetatik hidrogenoa da arinena, hots, masa atomiko txikiena daukana. Elementuak ordenatzeko, atomoen masa hartu zen arautzat, eta, orduan, hidrogenoa arinena dela gauza jakina zenez, elementu honi unitatearen balorea eman zitzaion arbitrarioki.

Hidrogeno-atomoaren masatzat 1 hartu zen arbitrarioki.

Gero, Gay-Lussac-Charles-en experimentuen ondorioz, Avogadro-k zera postulatu zuen, hidrogenoa ez dela atomoko presentatzen, baizik eta molekula diatomikoka.

Hidrogenoa molekula diatomikoz presentatzen da.
Molekula honen pisua 2 izango da.

Zenbaki abstraktuak erabiltzea ez da egokia, eta orduan unitateei gramo unitateak jarri zitzaizkien; horrela,

Hidrogeno-molekulari 2 gr jarri zitzaion
unitatetzat.

Noski, honek ez du esan nahi molekula batek 2 gramo
pisatzen duenik, baizik eta komoditatez, 2 gramo pisatuko
balitz bezala erabiliko zela.:

1 molekula hidrogeno $\xrightarrow{\text{pisatzen du}}$ 2 unitate arbitrar.
 $\downarrow$
2 gramo

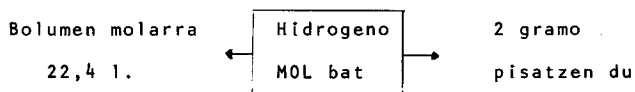
Eta 2 gramo pisatzen duen hidrogeno-kantitateari MOL
deitu zitzaion:

1 molekula hidrogeno $\xrightarrow{\text{pisatzen du}}$ 2 unitate arbitrarior
 $\downarrow$
2 gramo
 $\xleftarrow[\text{hidrogeno-kantitate}]{\text{2 gramotan dagoen}}$ 1 MOL

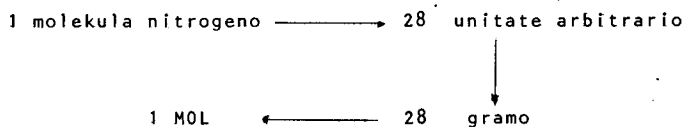
Gero, hidrogenoa erabiltzeko erraza ez denez (gas errekorra
baita), unitate hori beste era erosoago batez definitu zen,
¹²C-arekiko.

VI.- GASEN BOLUMEN MOLARRA

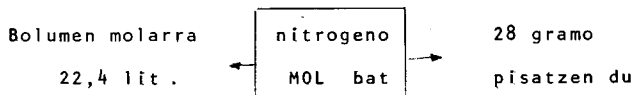
Beste pare bat gauza esan behar da. Bata, hidrogenoaz baliatzean, 2 gramo hidrogeno betetzen duten bolumena, 22,4 litro dela, presioa 1 atmosferatakoa eta temperatura 0°C-takoa direnean. Bolumen honi "hidrogenoaren bolumen molarra" deritzo.



Har dezagun edozein gas bat, nitrogenoa, adibidez. Nitrogenoaren molekulak, hidrogeno-atomoaren eskalan, 28 pisatzen du:



28 gramo nitrogenok 1 mol nitrogeno osatzen du, eta gas honen 28 gramok 22,4 litro betetzen dute, 1 atmosferatan eta 0°C-tan. Beraz,

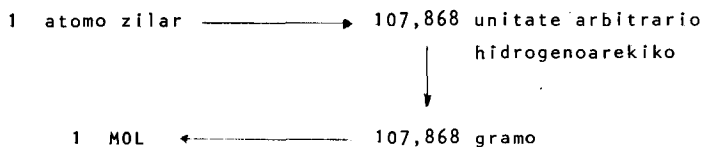


Beste gasekin berdín egínez, ondorio berdina lortuko dugu:

Edozein gasaren 1 molek 22,4 litro betetzen ditu, 0°C-tan eta 1 atmosferatan. Bolumen honi bolumen molarra deritzo.

Esan behar den beste gauza:

Edozein substantziaren mol batetan $6,022 \cdot 10^{23}$ partikula daude, eta, adibidez,



Orduan, 1 mol zilarretan $6,022 \cdot 10^{23}$ atomo zilar daude, eta 1 mol zilar 107,868 gramo pisatzen du.

AVOGADRO-REN ZENBAKIA DETERMINATZEKO METODO BATZU

1811.ean, Avogadro-k zera proposatu zuen, bolumen berdina duten gasek molekula-kopuru berdina dute, temperatura eta presioa konstante mantenduz. Gas baten mol batek 22,4 litro betetzen duela, baldintza normaletan, determinatu zenean, bolumen horretan dauden molekulen kopurua determinatu nahi zen.

Avogadro-ren hipotesia urte askotan geldi zegoen, eta soilik zientzilaria batzuk bultzatu zuten: Ampère, Dumas eta Gerhardt, besteren artan. 1860.ean, Cannizzaro-k eginiko lan batetan, Avogadro-ren hipotesiaren garrantzia onartua izan zen.

Mol batetan dagoen molekulen kopurua determinatzeko lehen saio zehatza Loschmidt-ek (1865) egin zuen (horregatik zenbait tokitan kopuru honi Loschmidt-en zenbakia ere deitzen zaio), gasen teoria zinetiko molekularra aplikatuz. Honela eginik, lorturiko zenbakia $4,1 \cdot 10^{22}$ izan zen.

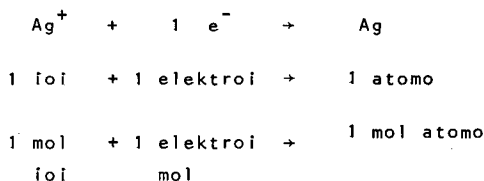
Gero, gutxienez beste 20 metodo erabili ohi dira zenbakiorik determinatzeko. Beti prozedura berdina erabiltzen da: partikula bakar baten propietate bat neurtzen da, eta mol baten propietate berdina. Erlazioa, mol batetan dagoen partikula-kopurua izango da.

Hemen lau metodo presentatzen ditugu, ezagunenak eta errazenenak direnak, hain zuzen.

1.- KARGA ELEKTRIKOAREN METODOA

Hau izan zen Avogadro-ren zenbakia determinatzeko lehen bide zuzena. 1909.ean Mullikan-ek elektroï baten karga neurtu ahal izan zuen, erresultatua, $1,6022 \cdot 10^{-19}$ Coul izanik.

Beste alde batetik, elektrolisiaren fenomenoaz gogoratuz, Ag^+ -zko (Zilar(I)-zko) disoluzio baten zehar korrante elektrikoa pasa erazten dugunean, zilarra depositatuko da anodoan. Anodoan depositatzen den zilar-kopurua pasatu den korrontearen proportzionala edo arauarakoa da; zilar mol bat depositatzeko (107,868 gr), 96486 Coul (1 Faraday) pasatu behar dira, hots, elektroï-mol bat.



Orduan, $1 \text{ elektroï} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Coul}$

$1 \text{ mol elektroï} = 96486 \text{ Coul}$

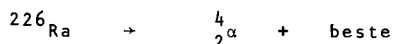
$$1 \text{ mol} = \frac{96486}{1,6022 \cdot 10^{-19}} = \underline{\underline{6,0221 \cdot 10^{23} \text{ partikula}}}$$

Urte askotan hau izan da metodo hoberena Avogadro-ren zenbakia determinatzeko.

2.- DESINTEGRAZIO ERRADIOAKTIBOAREN METODOA

Gauza jakina denez, substantzia batzuren elementuak erradioaktiboak dira, eta denbora bat igarota, deskonposatu egiten dira. Deskonposizioaren ondorioak elementu egonkorak izan daitezke, eta ez dute beste ondoriorik ematen.

Avogadro-ren zenbakia neurtzeko metodo honen oinarria hau da, har dezagun, elementu erradioaktibo bat, radio-226 delakoa. Hau espontaneoki deskonposatzen da, α partikulak emitituz:



Honek zera esan nahi du, $^{226}_{\text{Ra}}$ duen edozein muestra batek, RaCl_2 gatzaren muestra bat, adibidez, poliki poliki α partikulak emititzen dituela, eta geroago eta radio gutxiago dugula.

Geiger kontagailu baten bidez, Radio-226 delakoak zenbat desintegrazio dituen denbora-tarte batetan neur dezakegu:

$$8,15 \cdot 10^{12} \text{ desintegrazio/segundo}$$

Desintegrazio bakoitzaren ondorio, α partikula bat lortzen da, eta beraz, segundoko $8,15 \cdot 10^{12}$ α partikula lortuko ditugu. Baina, gauza jakina denez, α partikula bat helio gasaren nukleo bat da, eta nukleo honek ingurunetik bi elektroi hartzen ditu helio atomo batetan transformatzeko; beraz, segundoko $8,15 \cdot 10^{12}$

helio atomo lortzen ditugu:

$$8,15 \cdot 10^{12} \text{ atomo helio/segundo}$$

Experimentalki, $^{226}\text{RaCl}_2$ kantitate ezagun bat jartzen badugu ontzi hertsia batetan, denbora-tarte konkretu baten zehar, lortzen dugun helioa neur dezakegu. Gasaren bolumena baldintza normaletan neurtuko da, hots, 1 atmosferatan eta 0°C -tan. Honela eginez, urte batetan, $9,54 \cdot 10^{-3}$ litro (baldintza normaletan) lortu ziren, edo eta,

$$\frac{9,54 \cdot 10^{-3} \text{ litro/urte}}{22,4 \text{ litro/mol} \cdot 365 \text{ egun/urte} \cdot 24 \text{ ordu/egun} \cdot 3600 \text{ sg/ordu}} =$$
$$= 1,35 \cdot 10^{-11} \text{ mol/segundo}$$

Beraz, segundo batetan $8,15 \cdot 10^{12}$ atomo lortzen badugu, eta $1,35 \cdot 10^{-11}$ mol, zera ondoriatzen da,

$$1,35 \cdot 10^{-11} \text{ mol} = 8,15 \cdot 10^{12} \text{ molekula (edo atomo)}$$

$$\underline{1 \text{ mol} = 6,037 \cdot 10^{23} \text{ atomo (edo molekula)}}$$

3.- X IZPIEN DIFRAKZIOAREN METODOA

Metodo hau kristaletan eginiko neurketetan oinarritzen da. Lehendabizi, X izpien difrakzioz lortzen diren datuetatik atomo batek kristale batetan betetzen duen bolumena neurtzen da; beste alde batetik, mol batek betetzen duen bolumena dentsitate neurtuz jakiten da. Bi bolumenen arteko erlazioa, Avogadro-ren zenbakia da.

X izpien difrakzioa Von Laue-k aurkituriko fenomeno bat izan zen, eta Bragg-ek eman zuen difrakzioa betetzeko behar den baldintza matematikoa : $n \lambda = 2 d \sin \theta$. Difrakzioaren eta dentsitatearen neurketak oso zehatzak egin daitezkeenez, metodo honek ematen digu Avogadro-ren zenbakia prezisio oso handiz.

Konkretuki silizezko kristaleek diáamantearen kide den egitura bat dute, zelula batek 8 atomo silize dituelarik. Bragg-en legea aplikatuz, zelula baten alboaren luzera $5,4310661 \cdot 10^{-8}$ cm dela ematen du; zelula osoaren bolumena, beraz, $(5,4310661 \cdot 10^{-8})^3 \text{ cm}^3$ izango da, eta atomo bati dagokion bolumena,

$$\frac{(5,4310661 \cdot 10^{-8})^3}{8} = 2,0024666 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3/\text{atomo}$$

Orain faltatzen zaiguna mol baten bolumena. Horretarako, dentsitatearen neurketak behar dira. Hauk oso zehatzak izan behar dira, eta siliziozko kristale oso puruak behar dira egin. Hau da hain zuzen, metodo honen zehaztasunaren muga.

Neurketak eginez, dentsitatea $2,3289939 \text{ gr/cm}^3$ dela ikusi izan da. Mol batek duen bolumena jakiteko pisu molekularra dentsitatez zatikatzen da. Pisu molekularra determinatzeko bideam masa-espektroskopia da. Horrela, silizioarena $28,085435 \text{ gr/mol}$ dela ikusi izan da. Beraz, bolumen molarra,

$$\frac{28,085435 \text{ gr/mol}}{2,3289939 \text{ gr/cm}^3} = 12,059042 \text{ cm}^3/\text{mol}$$

Orain, molearen bolumena atomoaren bolumenaz zatikatuz,

$$\frac{12,059042 \text{ cm}^3/\text{mol}}{2,0024666 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3/\text{atomo}} = \underline{6,022094 \cdot 10^{23} \text{ atomo/mol}}$$

Esan denez, hau da gaur egunean ezagutzen den metodo zehatzena.

4.- GAINAZALALEKO GERUZAREN METODOA

Metodo hau ez-zehatzena izango da, baina laborategian egiteko errazena da. Metodo honen oinarria hau da: azido koipe baten bolumen molarra, molekula baten bolumenaz zatikatzen da; bolumen molekularra uretan formatzen den monogeruzaren hedaduraz determinatzen delarik.

Har dezagun, ba, azido koipe bat -oleikoa, adibidez:
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$ -. Honen dentsitatea eta pisu molekularra jakinez, bolumen molarra jakin dezakegu:

$$\text{Bolumen molarra} = \frac{\text{Pisu molekular}}{\text{dentsitate}} = \frac{283 \text{ gr/mol}}{0,873 \text{ gr/cm}^3} = 323 \text{ cm}^3/\text{mol}$$

Molekula baten bolumena determinatzeko, zera egin dezakegu, har dezagun azido oleikozko bolumen txiki bat, ($V \text{ cm}^3$), disolba dezagun (disolbatzaile egoki bat pentanoa edo petrolio-eterea izan daiteke), kontzentrazioa determinatuz ($C \text{ gr/cm}^3$). Pipeta baten bidez, ur-superfizie batetan heda dezagun. Azidoa uraren zehar monogeruza bat bezala hedatuko da, karboxilo taldeak uretara zuzenduak, eta katea hidrokarbonatua geruza ez-urtsuan geratuko da (hots, pentanotan edo eteretan).

Azido koipeak estaltzen duen gainazala neurtzen da ($A \text{ cm}^2$), eta molekula bakar batez osotutako monogeruzak duen sakontasuna (S) neur daiteke:

$$S \text{ (cm)} = \frac{V \text{ (cm}^3\text{)} \cdot C \text{ (gr/cm}^3\text{)}}{D \text{ (gr/cm}^3\text{)} \cdot A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Zenbait experimentu egin ondoren, S-ren balore medio bat $1,3 \cdot 10^{-7}$ cm da.

Azido koipearen molekula baten bolumena determinatzeko, suposizio bat egiten da, molekula kubikoa dela (Suposizio hau ez da tutik ere egokia, baina ideia bat hartzeko nahiko da).

Orduan, molekula baten bolumena hau izango da:

$$\text{Bolumena} = L^3 = (1,3 \cdot 10^{-7})^3 \text{ cm}^3 = 2,2 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3/\text{molekula}$$

Avogadro-ren zenbakia, beraz, hau izango da:

$$N_A = \frac{\text{mol baten bolumena}}{\text{molekula baten bolum.}} = \frac{323 \text{ cm}^3/\text{mol}}{2,2 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3/\text{molekula}} =$$

$$N_A = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ molekula/mol}$$

Ikusten denez, zenbakia balore zehatzagoetatik urrun dago. Balore desberdinak aurki daitezke molekulentzat beste forma batzu suposatuz:

* Molekulen forma esferikoa (Monogeruzaren sakontasuna diametroa delarik)

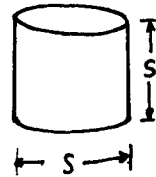
$$R = 1/2 \cdot S : \quad V = 4/3 \cdot \pi R^3 = 1,15 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3/\text{molek.}$$

$$N_A = 2,8 \cdot 10^{23}$$

* Molekularen forma zilindrikoa

$$\begin{aligned} \text{Bolumena} &= \pi (s/2)^2 L \\ &= 1,73 \cdot 10^{-21} \end{aligned}$$

$$N_A = 1,87 \cdot 10^{23}$$



* eta abar.

KIMIKAREN IRAKASKUNTZA ETA PIAGET-EN LANA

Irakaskuntzak problema asko ekartzen ditu, psikologia, pedagogia, gaien prestakuntza... Mende honetako haurraren psikologiaren aztertzaile bat Piaget izan da -eta da. Honen lanaren oinarriak eta aplikazioak gaingiroki (oso gaingiroki) azaltzen ditugu.

KIMIKAREN IRAKASKUNTZA ETA PIAGET-EN LANAK

1 .- Sarrera	99
2.- Piaget-en lana.....	101
a) psikologia.....	101
b) epistemologia.....	108
3.- Kimikaren irakaskuntza.....	109
4.- Ondorioak.....	116
BIBLIOGRAFIA.....	117

KIMIKAREN IRAKASKUNTZA ETA PIAGET-EN LANAK

1.- SARRERA

Irakaskuntzan diharduten guztiek problema psikologikoekin aurkitu dira. Pedagogia bera ez da psikologia konkretizatua baino. Hala ere, psikologian eta filosofian artean amonkomunean dagoen epistemologiaz irakasleak ez ohi dira arduratu. Ezagumenduaren zientzia irakaslearentzat galdera honetan labur daiteke:

Noiz esaten dugu ikasleak gauza bat
dakiela ?

Galdera hau ez da garrantzi gabekoa; psikologiarekin lotuta dago, eta pedagogiarekin zer esanik ere ez dago.

Har dezagun adibide bat. Irakasleak azido bat zer den azaldu nahi die bere ikasleei. Pedagogikoki eginez, eta ikasleek dituzten baldintzapenak psikologikoki gaindituz, irakasleak eduki batzu barreiatzen ditu. Noiz esango du irakasle horrek ikasleak azido bat zer den dakitela ? Azterketa batetan denek aprobaten dutenean ? Ez dirudi nahiko denik. Irakasleak azido ideia bereganatu behar du, eta bere etorkizuneko esperientzietan ideia hori erabili egin behar du.

Horregatik ezin zaio era berdinean azido ideia azaldu 12 urtetako OH0-ko (Oinarritzko Heziera Orokorra) ikasle bati, eta Kimika Unibertsitatean estudiatzen dagoen bati. OH0-koak azido kontzeptuaren aspektu konkretuetan (zaporea, koloratzaileen kolore-aldaketa...) eratuko da, eta Kimika Unibertsitatean estudiatzen ari den bat, aldiz, ez. Bietatik, nork daki azido bat zer den? Noiz esango dugu azido bat zer den dakitela? Hau problema psikologiko-pedagogiko-epistemologiko bat da.

Ez da pentsatu behar problema hau berria denik. Filoso-fiaren historian "ezagutua" eta "ezagutzailearen" problema berdintsua da, eta ehunkada urte ditu. Filosofiak emandako erantzunak, pentsamendu-eskolak taldekatuz, bi multzotan elkar daitezke: Bataren arauera, giza-inteligentzia (ezagutzailea) errealitateara (ezagutua) "aurreegoliturik" (preadapted) aurkitzen da, ezagutu-ezagutzaile erlazioa era natural batez gertatzen delarik. Bestearen arauera, ezagutu-ezagutzaile erlazioa finkatzeko, esperientziaren garrantzia azpimarratzen da, (enpiristak), eta ezagutzailea ez da, azken batez, kanpoko errealitatearen hartzaile hutsa baizik. Psikologo enpirizisten (Skinner, Watson...) arauera, indibiduo bat ez da zuritan aurkitzen den plaka bat baizik, zeinetan, zentzuen bidez, inguruneak inpresioak grabatzen baititu.

Problema oso guzti honi erantzun bat aurkitzen saiatu den bat Piaget izan da. Azken berrogei eta hamar urteetan suizo honek metodologia bat bultzatu du, ondorioak sistematiza-

tu ditu, eta psikologian, pedagogian, filosofian eta beste alor askotan aplikagarria den ezagumenduari buruzko teoria bat proposatu egin du. Hemen, hain zuzen, Kimikaren irakaskuntzari lan erraldoi honen aspektu nagusienak aplikatuko zaizkio.

2.- PIAGET-EN LANA

Jean Piaget, 1918.ean Zoologian doktoratu zen, 21 urtekin. Oinarri biologiko honek ezagumenduaren base zientifikoak sortzen eta elaboratzen permititzen duten mekanismoen desarroiloari eman zion irekidura. 1929.etik Geneva-ko Haur-Psikologiaren eta Pentsamendu Zientifikoaren Historiaren irakasle da, eta Epistemologia Genetikoaren Zentru Internazionalako Zuzentzaile gisan jarraitzen du.

Lan ugari batetan zehar, ideia berri asko eskaini ditu. Gure ezagumenerako basikoak direnak jarriko ditugu:

a) PSIKOLOGIA

Piaget-entzat inteligentzia indibiduo edo organismo baten ingurune sozial edo fisikorako adaptazio aktiboa da. Indibiduo batek gene batzu heredatzen ditu, eta heredentzia honek indibiduoak ingurunearekiko edukiko duen elkarrazio-

natzeko bidea mugatuko du. Horrela izanik, elkarrekintza honen bidez, indibiduen munduko ezagumendua desarroilatzen da.

Beraz, esperientzien eta munduko ezagumenduaren artean erlazio bat dago, eta erlazio honi Piaget-ek "egitura" deitzen dio.

Pertsona batek inguruetik estimulu bat hartzen duenean, estimuluak asimilatu egiten ditu aurretik sorturiko egituren bidez, eta, honela, egitura erlazio berriak sor daitezke.

Halaber, estimuluek ez dute soil soilik indibiduen erantzuna motibatzen, baizik eta aurretiko egiturak (ezagumendua) aldatzen dute. Piaget-en hitzetan, egiturak estimulu berriari akomodatzeko dira.

Ikasle batek erreakzio kimiko bat ikusten duenean, erreakzioaz daukan ezagumenduaren arauera interpretatuko du, eta, beste alde batetik, erreakzioa ikusiz, erreakzioari buruz daukan ideiak ere aldatu egin ditzake.

Inteligentzia adaptazio aktibo bat bada, adaptazioa bat batean ezin daitekeenez egin, periodo batzu egongo dira. Hau izango da Piaget-en aportunaziorik eztabaidatuena, hots, desarroilo intelektualaren periodoak.

Piaget-en arauera, hauk lau dira:

- I.- Sentsomotora Ia : Erreakzio zirkular primarioak
- Ib : Erreakzio zirkular sekundarioak
- Ic : Erreakzio zirkular tertziarioak

II.- Preoperazionala

III.- Operazional konkretua

IV.- Operazional formala

Ikus ditzagun banan banan.

I.- Periodo sentsomotora (Jaiotzatik 1 1/2- 2 urtetara)

Periodo honetan haurrak mekanismo erreflexu inizialak koordinatzen ari da, eta poliki poliki moldatzen ditu, zenbait zentzumen erabiltzen dituen higidura sistematikoak eginez. Piaget-ek hiru etapa bereizten ditu; lehen lau hilabeteetan "erreakzio zirkular primario" deituriko aktuak koordinatzen direlarik. Akzio hauk haurraren gorputz propioan zentratu daude, eta gradualki organizatuagoak dira, akzio koordinatu baten errepetizioa posible bihurtzen delarik.

4-12 hilabetetako tartean "erreakzio zirkular sekundarioak" gertatzen dira, primarioen hedapena berauk. Etapa honetan, haurrak ingurune hurbilari dedikatzen dio atentzioa, intentzionalitatea (aktu interesgarriak irauin eraztea) da etapa honetako garapen oso garrantzitsua. Orain nabaritzen du objektuen permanentzia, hots, objektuak haurraren obserbazioen eta akzioen independenteak direla. Objektuen permanentziarekin espazioaren ideia har-

tzen da. "Espazio hurbila" eta "Espazio urruna" diferentzia-tzen dira. Objektuak higitzen ditu "higidura "aztertze"ko".

Hirugarren etapan objektu berrien esplorazioa aurreratzten da. Berritasuna akzio berriak esploratzeko motibazio nahikoa da Periodoaren bukaeran ez du nahiko errepetizio hutsarekin, erresùltatu berriak sortu nahi ditu. Gaur egunean "ikusteko hel-buruarekin eginiko experimentuak " deitzen den aktuaziobidea aurkezten du haurrak.

II.- Período preoperazionala (2-rik 6-7 urtetara)

Piaget-ek zera afírmatzen du, desarroiloaren atal berri bat hasten dela, haurrak objektuak eta gertaerak sínboloen bidez errerepresentatzeko trebetasuna egituratzen duenean. Trebetasun honek inteligentzia kontzeptual baten hasiera du, eta beste haur batzurekin konpartítua izan daiteke. Período honetan nahiz eta desarroíloa errerepresentazionala izan, pentsamendua oso egozentrikoa da. Besteen ikuspuntuak ez díra kontsideratzen eta, are gehiago, ez du ematen hurrek, beraíenaz gain, beste ikuspunturik egon daitekeenik ere kontsideratzen dutenik. Haur helduagoak beste ikuspuntu daudela konturatzen díra, eta kon-tradíkzioaren kontzeptua sortzen zaíe.

Piaget-entzat, período honen karakterísfika nagusia irrebertsibílitatea da. Período honetan haurrak ez díra gai ekíntzak mentalki berregíteko, eta objektu batek ekíntzat bat pairatzen badu, pairatu aurreko objektuaz ez da gogoratzen. Ho-

rrela, plastilina zati bat formaz aldatzen denean, "plastilina gehiago edo gutxiago" dagoela erantzuten dute haurrek, plastilinarekin hasierako baldintzekin konparatzeko gai ez direlako.

Maila preoperazionala beti prelogikoa da, hitz honi eman dakiokkeen edozein zentzutan. Nahiz eta haurrak periodo honetan, pentsamenduaren posibilitateak asko hedatu -lengoaia periodo honetan finkatzen da-, arrazonomendu logikorako mekanismoek ez dute funtzionatzen, nahiz eta aplikazioak konkretuak izan.

III.- Periodo operazional konkretua (6-7 urtetatik 11-12 urtetara)!

Pentsamendu konkretu-operazionalaren muina errebertsibilitatea da. Orain haurrak edozein aldakuntza edozein objektu pairatu ondoren eta pairatu aurretik konparatzen du, objektua konkretua bada. (adibidez, plastilina zati bat, ur baso bat...).

Desarrollo intelektual "operazioak" egiteko mailara helda: Operazio hauek (gehiketa, kenketa, zatikaketa,...) haurra-
ren ingurunean dauden objektu errealean klaseen eta erlazioen logika daramate, baina operazioak ez dira isolatuak.

Piaget-en psikologian puntu hau oso garrantzitsua da. Pentsamendu konkretu-operazionalak bultzatzen dituen egiturak logiko-matematikoak dira. Maila edo periodo honi gehiago de-

dikatuko diogu lan honetan.

IV.- Periodo operazional formala (11-12 urtetatik 15-16 urtetara)

Adoleszentziaren hasierarekin, indibiduo baten trebetasuna estudiantzeko sistema baten objektuak eta gertaera guztien arteko konbinazio guztiak aztertzeraz doa. Orain indibiduo bat ez da mogitzen erreal den mundu batetan bakarrik, baizik eta baita ere hipotetikoki posible den mundu batetan ere. Periodo honetan dagoen indibiduoak saio eta errore bide bat erabiliko du, sistema batengan dauden eraginak aztertzeko, eskema bat aurreproposatuz.

Periodo konkretuan dagoen indibiduoak operazioak egin egiten ditu (lehen mailako operazioak), baina formal denak operazioak planteatu egiten ditu (bigarren mailako operazioak). Orain indibiduoak operazioen arteko erlazioak lantzen ditu (proporzioak, operazio hipotetiko-deduktiboak, eta abar), hots, posible diren operazioak eta ez konkretuak direnak soilik.

Piaget-en psikologiari buruzko ideiak bukatzeko, orekaren printzipioa emango dugu. Inteligentziaren garapenak indibiduoak egiten eta performatzen dituen akzio errealetan oinarritzen da. Beharrezkoak dira heldutasuna, esperientzia soziala eta esperientzia fisikoa inteligentziaren aurrerapenerako. Hauetaz gain beste faktore bat ba dago. Demagun indibiduo baten esperientzia sentzor bat gertatzen dela -akzio baten on-

dorioa-, esperientzia berri hau input berri bat da, eta egitura zaharrei egokitzeko ahalegin bat gertatzen da indibiduoaren: hau desorekatze bat da. Indibidua desorekatze hori gaînditzeko egitura berriak sortzen ditu oreka berlortzeko. Desorekatze-orekatze prozesu dialektiko-dinamiko honetan indibiduoak egitura operatiboak sortzen ditu.

Piaget-en lan psikologikoaren iturria esperientzia da. Metodologia praktikoa elkarriketa klinikoa da, batez ere lau urtetatik goragoko hurrekin. Gazteagoekin behaketaz estudiatzen ditu.

Metodo experimental honen bidez, pertsona zaharren eza-gumenduari buruzko aurre-eritzi baztertu dira. Horrela, 6-7 urterarteko haur baten hizkuntza ez da komunikatiboa. Gehiena errepikatze prozesu bat da, edo monologo bat da (bere buruari hitz egiten), edo monologo kolektibo bat da (komunikazio bat sortzeko gogorik ez dagoen berriketa bat).

7 urterarte pentsamendua, pentsatze-ahalmena ez da haurrarenegandik bereizten. Gehiago oraîndik, 8-10 elementutako multzo bat berrordenatuz, objektuen kopurua adierazten duen zenbakia aldatu egiten da, haurraren ustez. "Zenbaki" kontzeptua pertzepzioan oinarritzen da, eta ez aktibitate kontzeptual batetan.

Halaber, kontzeptu topologikoak kontzeptu geometrikoak baino goîzago sortzen dira, eta ondorioz, perspektiba ez da ongi asimilatzen 11-12 urterarte.

b) EPISTEMOLOGIA

1950.etik aurrera Piaget problema psikologikoetatik ezagumendu forma desberdinen estudiora aldatu da. Filosofia-ren adarra den Epistemologia tradizionalak ez du egokiro azaltzen ezagumenduaren desarroiloa. Piaget-ek galdera epistemologikoa abiapuntu psikologiko eta biologiko batetatik planteatzen du, zeren egitura mentalen eboluzioaren ulermena ezagumendu sozialaren izakera argi baitezake.

Erabilietako metodo bat hau da, alor zientifikoan erabiltzen den kontzeptu baten izakera analisatzen da historian zehar, eta indibiduoarengan nola desarroilatzen den analisatu eta elkarrekin konparatu. Horrela egiten du espazioarekin, denborarekin, indarrarekin, eta abarrekin.

Metodo hau Einstein-ek sugeritutako metodo bat da, hain zuzen, abiaduraren kontzeptua nola sortzen den jakin nahi baitzuen, denborarekiko eta espazioarekiko. Piaget-ek zera demostratu zuen, denbora eta abiadura simultaneoki asimilatzen (akomodatzen) diren kontzeptuak direla.

Piaget-en metodo historiko-desarroilista ezagumenduaren natura ulertzeko askoz ere baliagarriago dela frogatu da baita bere aldetik baino. Kontutan hartu behar da "errealitatea" desberdina dela 5 urtetako haur batentzat eta 10 urtetako gazte batentzat, nahiz eta inguruneak berdinak izan, zeren indibiduoaren egitura intelektualak desberdinak baitira.

Kontzeptu zientifikoen natura ulertzeko (lana, indarra, argia,...) ezagutzaileak elkarrazionatu behar du beraiekin aktiboki, eta aktibitateak kausalitatea sortuko du indibiduoaren. Aktibitatea egin egin behar da, ez da nahikoa egiten dela imaginatzea. Ezagumendua ez da erreflexio huts bat.

3.- KIMIKAREN IRAKASKUNTZA

Ikasle baten Curriculum bat osatzerakoan zientzien tokia geroago eta zabalagoa da. Oinarrizko Eskolan, Zientziaren irakaskuntzak garrantzi hazkorra du, zeren,

- a) Hizkuntzen irakaskuntzarako bitarteko oso egoki bat da
- b) Manipulazio-ahalmenak asko desarroilatzen ditu.
- c) Beranduagorako uzten bada zientzien irakaskuntza ikaslegoaren parte oso handi bat ez du Zientziarekiko harreman nahikorik, eta ingurunearen ikuspuntu asko galduko ditu.

Horrela, Oinarrizko Eskoletan Zientziak sartu dira -edo sartzen ari dira-, eta beraien artean Kimika.

Problema orain dator: zer irakatsi behar da? Nola irakatsi behar da? Beharrezko dute irakasleek ikasleekin hitz egitea ikasleen ezagumenduak eta ezagumendu-mailak nabaritzeko. Ikasleen erantzun "txarrak" askoz ere interesgarriagoak dira erantzun "onak" baino, haiek ikasleen kimikarako portaera erakusten baitute.

Zientzien irakaskuntza beharrezkoa dela onartuz, joan gaituzen premia honek sortzen dituen problemak ikusten. Problema bat hau da: Noiz ? NOiz hasten gara zientzia izena merezi duen zerbait haurrei ematen. ? Dударik gabe, haurrak maila logiko bat behar du, beraz, haurra III. periodoan (operazional konkretuan) edo IV. periodoan (operazional formalan) egon beharko da, bestela errebertsibilitatea ez badu ikusten, eta besteen pentsabideak ez baditu onartzen, ezin ahal izango du pattern edo txantiloiz zientifikoak bereganatu. Beraz, zientzia 7 urtetatik aurrera irakatsi beharko da.

Bigarren problema bat dator orain, Zer eta nola ? Curriculum batetan joan behar den ezagumendu-bilduma nola mailakatu ? Eta, are gehiago, mailakatu ondoren, nolako aurkezpena eman behar zaio, zientziaren atal hori ikasleari motibagarri izan dakion, edo, Piaget-en hitzetan, desoreka bat sortu dakion ?

Problema hauk (zer eta nola) erantzuten (edo erantzun bat planteatzen) emango da lan honen enparatuan.

Hala ere, nolabaiteko erantzuna eman baino lehen, operazio konkretuen eta formalen artean dagoen desberdintasuna areagotu egin behar da. Maila konkretu batetan ari den ikasle batek ez du posibilitateetaz pentsatzen, eta errealitate konkretutik kanpo dauden kontzeptu abstraktuak ulertzeko ez da gai. Honek ez du esan nahi formal ez den ikasle batek ezin dezakeela egin maila formal bat exigitzen duen ekintza bat. Egin dezake, baina

mekanikoki egiten du, errepikatuz ikasi baitu (dentsitatearen kalkulua honen adibide arrunt bat da).

Ikusten denez, ikaslegoaren maila operazioanala ezagutzea beharrezkoa da. Hona hemen bi adibide, oso arruntak.

1. adibidea:

Ikasleei zenbait hagaxka zalu ematen zaie, luzeraz, materialiez eta sekzioz desberdinak, eta zera galdetzen zaie, hagaxken okerduran, zeintzu faktore hartzen dute parte ?

Erantzun konkretuak honelakoak dira: "hagaxka luzeagoak gehiago okertzen dira laburrak baino", "hagaxka meheak hagaxka lodiak baino gehiago okertzen dira"...

Erantzun formalak, aldiz, aldagaien kontrola adierazten dute, hots, faktore baten eragina determinatzeko, berste faktoreak fixu mantentzen ditu: "materiale eta luzera berdineko hagaxketan, meheenak gehiago okertzen dira"

2. adibidea:

Lau botila numeratutan lau disoluzio kolore daude (azido sulfuriko diluitu, ur oxigenatua, ura, sodio tiosulfatoa), eta tantakontailu batetan potasio ioduro disoluzio bat dago. Ikasleei, saio-hodi batzu ematen zaizkie, eta zera eskatzen zaie: Botila numeratuetan dauden produktuak erabili kolore hori bat lortzeko, tantakontailuan dagoen disoluzioaren tanta batzu gehituz.

Ikasle konkretuak saioak egin eta egin egiten ditu, posibilitate guztiak aztertzen ez dituelarik, eta zenbait nahaste errepikatuz; ikasle formalak, aldiz, saioak sistema-tikoki egiten ditu, konbinazio posible guztiak identifikatzen dituelarik.

Adibide hauk ez dira nahiko ikasle bat "konkretua" edo "formala" den jakiteko. Egiatan, batetik besterako trantsizioa ez da argia, eta horregatik puntu hauk kontutan hartu behar ditugu:

- 1.- Ikasle konkretu batek aldagaiak kontrola ditzake, aldagaiak gutxi diranean.
- 2.- Ikasle bat -eta ikasle ez den pertsona bat- formala izan arren, gauza ez-ezagun baten aurrean konkretuki jokatu du hasieran.
- 3.- Ikasle batek, konkretua izan arren, itxuraz formalak diren operazioak egin ditzake. Adibidez, arrazonamendu proportzionala formala da, baina konkretua den edozeinek ongi erantzungo dio galdera honi: " 2 sagar 20 peseta balio badute, zenbat sagar eros ditzaket 50 pesetekin ? Hau erantzuteko ez da beharrezko pentsamendu formala, nahiko da serieatze konkretu bat egitea:

2 sagar	20 peseta
1 sagar	10 peseta
?	50 peseta

Baina galdera honela egiten denean, " 2 sagarrek 27 peseta kostatzen badute, zenbat sagar eros ditzaket 53 pesetekin ? " Serietatea ez da berehalakoa, eta ikasle konkretu gehienek ez dakite nola erantzun. (problema erresolbitzeko errezeta bat -hiruaren araua- ez duten artean, noski).

Arrazonamendu proportzionalak soilik ikasle formalek badituzte, Kimika soilik maila formal batetara iritsi direnei soilik azal dakieke ?

Bai eta ez. Egiaitan, arrazonamendi zientifikoa eskatzen duten gaiak, soilik ikasle formalei azalduko zaie baina badaude zientifikoki azal daitezkeen zenbait gauza konkretu, eta hauk ikasle konkretuei azalduko zaie. Halaber, gai berdina era desberdinez azal dakieke ikasleei, eta kontzeptu bat ikasle formalei, eta ikasle konkretuei era desberdinez azaldu beharko zaie.

Hona hemen, taula batetan, ikasle konkretu batek egin dezakeena, eta zer egin ez dezakeena, nahiz eta batzutan formal batek ezin ahal izango du (egitura berria dagoelako, edo nagikeriaz), eta konkretu batek konkretuki egingo du, ekintza errepetitibo batetan sarturik badago.

TAULA

Kimika orokor batetan dauden zenbait ekintza eta aktibitate, konkretuki nola egin daitekeen, eta konkretuki nola ezin daitekeen egin.

KONKRETUKI EGIN DAITEKE	KONKRETUKI EZIN DAITEKE EGIN
1.- Ohiturazko edozein neurketa eta behaketa	1.- Dentsitatearen, erreakzio-beroa- ren, eta beste magnitude "deri- batuen" (hots, direktuki ezin daitezkeenak behatu) neurketak
2.- Behaketetik inferentzia zuzen- nak egin: "egurrezko materia- leak erretan ikusi ondoren, egurrezko materialeak erre egiten direla deduzitzea"	2.- Behaketetik inferentzia ez-zuzen- nak egin: "papera, egurra, eta gasolina erre egiten dira. Hauk karbonoaren konposatuak dira. Beraz, karbonoaren konposatuak erre egiten dira"
3.- Uraren elektrolisiaren behake- tetatik hidrogenoaren masa/ oxigenoaren masa erlazioa konstantea dela inferitzea, (edo bolumena).	3.- Masaren eta bolumenaren erlazioa- ren konstantzia, ura proportzio definitutan dauden atomotaz kon- posaturik dagoela inferitzea.
4.- Molaritatearen definizioan oinarriturik, 1 M den diso- luzio baten 1000 ml prestatu.	4.- Molaritatearen definizioan oin- arriturik, 0,25 M den disoluzio baten 25 ml prestatu, 3 M den disoluzio batetatik.
5.- Elementu baten pisu atomikoa elementu horren 602,200,000,- 000,000,000,000,000 atomoen pisuag da.	5.- Elementu baten pisu atomikoa standard-tzat harturiko beste atomo batekiko masa-erlazioa da.
6.- Azido bat koloratzaile orga- niko batzu kolorez aldatzen dituen substantzia bat da.	6.- Azido bat elektroik bikoteak har- ditzakeen substantzia bat da.

7.- Azido 1 gr neutralizatzeko behar den base-bolumena jakinik, edozein azido-kantitate neutralizatzeko behar den base-bolumen kalkulatu

7.- Base baten kontzentrazioa eta azido-bolumen bat neutralizatzeko behar den basearen bolumena jakinik, azidoaren kontzentrazioa kalkulatu.

Taulan ikusten da maila konkretu batetatik maila formal batetara dagoen diferentzia. Hala ere, ezin da absolututzat hartu behar, baina adierazletzat har daiteke.

Kimika estudiatzen dauden ikasleak era askoatakoa dira. Oinarrizko Heziketa Orokorra estudiatzen ari diren ikasleak normalean maila batetan daude, konkretuan, eta Batxilergoa edo Formazio Profesionala estudiatzen ari direnak ere ehuneko hainbeste handi batetan ere Kimika konkretuki begiratzen dute. Ikasle guztiak ez ezagunak (erreaktibitatea, atomoa, oxidazioa...) teoria ulertezin baten bidez azaltzen zaie. (teoria atomikoa, teoria kuantikoa...). Ondorioak berehala datoz: Kimika irenskaltza da.

Programa zabal bat azaltzeko daukan irakasleak kontutan hartu behar du zer ulertuko duten ikasleek, hots, gauzak oso konkretuak ez badira ikusten, ez du sekula ezer adituko.

Beharrezko da beraz, eredu fisikoak erabiltzea, praktikak egitea nahiz eta irakasleak egin ikasleen aurrean batzutan-, gai bat hasterakoan, eguneroko bizitzatik ateratako adibideak ezagutaraztea, eta abar.

Bestela, eta beste gauza guztiak hoberenak izan arren, ikasleek ez dute sekula Kimikarik ulertuko.

4.- ONDORIOAK

Lan honen aurrean, ezkorrak izan behar gara. Orain arte esandakoa nahiko teorikoa da, eta problema praktikoak, psikologikoetatzen gain, beste era askotakoak ere ba dira: ikasle-irakasle kopuruaren erlazio handia, laborategirik eza, materialerik eza, ikasleei egokituriko liburuaren eza, programa hiperteknifikatua eta gehiegizkoa, ikasleen eta irakasleen ingurunekeo problemak... nolabaiteko ebazpidea exigitzen dute, eta pertsonak ez gara denetara iristen. Beharrezko da problemaren planteamendu zientifikoa -formala- egiterakoan, Kimikaren irakaskuntzan parte hartzen duten faktore guztiak -edo ahal direnak- kontutan hartu, eta -aldagaien bereizketa aplikatuz-, faktoreek banan banan konpondu. Lan honetan faktore psikologikoek ukan ditzaketen eragina aztertzen saiatu gara. Argibide bat izan dela espero dugu. Guretzat, behintzat, izan da.

BIBLIOGRAFIA

Kimikaren irakaskuntzaz kezkatutik dagoen irakasleak beharrezko du "Journal of Chemical Education" aldizkaria ezagutzeari. Bertan, hilerio, Unibertsitate-batxilerratuak mailako praktikak eta esperimentuak datoz, Eskola sekundarioan ematen den kimikari sekzio bat dedikatuz. Helbidea hau da: Circulation Services, 119 W. 24th Street, New York, NY 10011 (U.S.A.). Subskripzioak \$15 inguru balio du. Honez gain, bihileko den "Education in Chemistry" dago (The Chemical Society, Burlington House, London, W1V 0BN, England), garestiago dena (£ 15 urteko). Lan honetarako artikulua berezi hau erabili dütut:

- Ron Good, E. K. Mellon, R.A. Kromhout, "*The work of Jean Piaget*", J. Chem. Ed., 55, 688, (1978).
- Patricia J. Smith, "*Piaget in High School Instruction*", J. Chem. Ed., 55, 115, (1978).
- R. Karplus, "*Chemical Phenomena in Elementary School Science*", J. Chem. Ed., 43, 267 (1966).
- B. S. Craig, "*The Philosophy of Jean Piaget, and its Usefulness to Teachers of Chemistry*", J. Chem. Ed., 49, 807 (1972).
- J. Dudley Herron, "*Piaget for Chemists*", J. Chem. Ed., 52, 147 (1975).

- M. P. Goldstein, Ann, C. Howe, "Application of Piagetian Theory to Introductory Chemistry Instruction", J. Chem. Ed., 55, 171, (1978).

Honetaz, Elhuyar-en ere zerbait argitaratuta dago:

- J. Iturbe "Kimikaren irakaskuntza. Hurbiltze baten bila."

Elhuyar, 4, 4 (1975).

"Kimikaren irakaskuntza.II"

Elhuyar, 7, 11, (1976).

"Kimikaren irakaskuntza. III. Kimikaren irakaskuntzarako oinarri psikologikoak". Piaget eta Kimika. Elhuyar, 11, 22 (1977).

"Asterketak eta ebaluatze-bideak".

Elhuyar, 13, 43, (1977).

Piaget-i buruz eta Piaget beraren liburuak ugari dira.

Gehienak gaztefarraturik daude, eta liburutenda gehienetan aurki daitezke. Hona hemen batzu:

- J. Piaget, Psicología y Epistemología, Ariel
J. Piaget, La representación del mundo en el niño, Morata
J. Piaget, La toma de conciencia, Morata
J. Piaget, La epistemología genética.
J. Piaget, Psicología y Pedagogía, Ariel
J. Piaget, Problemas de epistemología genética, Ariel
J. Piaget, seis estudios de pedagogía, Barral