



5

LANBIDE HEZIKETARAKO Materialak

ANALISI KIMIKO
ETA TRESNA BIDEZKOA

Euskara Zerbitzua
Ikasmaterialak

Toribio Etxebarria
Lanbide Heziketarako Materialak

5

Analisi Kimiko eta Tresna Bidezkoa

Edurne Iturraspe Atxurra
Ane Ribera Gametxogoikoetxea

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2002

ITURRASPE ATXURRA, Edurne

Analisi kimiko eta tresna bidezkoa / Edurne Iturraspe Atxurra, Ane Ribera Gametxogoikoetxea. – 1. argit. – Vitoria-Gasteiz : Eusko Juarlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, 2002

or. ; cm. – (Toribio Etxebarria. Lanbide Heziketarako Materialak ; 5)

ISBN 84-457-1921-1

1. Kimika analitikoa. I. Ribera Gametxogoikoetxea, Ane. II. Euskadi. Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila. III. Izenburua. IV. Bilduma.

543

ARGITARATUTAKO IZENBURUAK:

1. Prototipo elektronikoen garapena eta eraikuntza
2. Finantza kudeaketa
3. Giza baliabideak
4. Kultur animazioa
5. Analisi kimiko eta tresna bidezkoa

Gure esker onik zintzoena Edebé argitaletxeari, ondoko liburuen copyright-aren jabe izanik, zenbait atal itzuli eta argitaratzeko baimena eman izanagatik:

Técnicas de laboratorio químico 2.1: Operaciones básicas

Técnicas de laboratorio químico 4: Análisis químico cualitativo y cuantitativo

Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Sailak onetsia (2002-01-22)

Argitaraldia:	1.a, 2002ko abendua
Ale-kopurua:	600
©	Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila
Argitaratzailea:	Eusko Juarlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Egileak:	Edurne Iturraspe Atxurra Ane Ribera Gametxogoikoetxea
Azala:	Jesús Iturriza
Fotokonposaketa:	Composiciones RALI, S.A. Particular de Costa, 8-10, 7. ^a - 48010 Bilbao
Inprimaketa:	Estudios Gráficos ZURE, S.A. Carretera Lutzana - Asua, 24-A - Erandio Goikoa (Bizkaia)
I.S.B.N.:	84-457-1921-1
L.G.:	BI-86-03

AURKIBIDEA

1. LABORATEGIKO TRESNERIA ETA INSTALAZIOAK	7
1.1. Laborategiko beirazko materiala.....	9
1.2. Berotze-instalazioak laborategian	11
1.3. Hozte-instalazioak laborategian.....	23
1.4. Laborategiko huts-lanak.....	27
1.5. Atmosferikoaren gaineko presioetako lanak	28
1.6. Uraren depurazioa laborategian	33
2. OINARRIZKO TEKNIKAK.....	41
2.1. Ehoketa eta baheketa.....	43
2.2. Iragazketa	44
2.3. Distilazioa eta errektifikazioa	49
2.4. Erauzketa.....	56
2.5. Lurrunketa.....	60
2.6. Kromatografia	63
3. ANALISI KUANTITATIBO EZORGANIKOA	67
3.1. Estekiometria	69
3.2. Oreka kimikoa.....	79
3.3. Zinetika kimikoa	80
3.4. Azido-base orekak. Analisi bolumetrikoa: alkalimetriak eta azidimetriak	82
3.5. Hauspeatze-erreakzioak. Hauspeatze-bolumetriak eta konplexometriak	99
3.6. Elektroien transferentzia-erreakzioak. Oxidazio-erredukzioa.	105
4. ANALISI KUALITATIBO EZORGANIKOA	117
4.1. Katioien martxa analitikoaren I taldea	119
4.2. Katioien martxa analitikoaren II taldea.....	120
4.3. Katioien martxa analitikoaren III taldea	120
4.4. Katioien martxa analitikoaren IV taldea	121
4.5. Katioien martxa analitikoaren V taldea.....	121
4.6. Katioien martxa analitikoaren VI taldea	122
4.7. Martxa analitikoaren eskema orokorra	123
5. ANALISI ORGANIKOA	125
5.1. Analisi organikoa: zenbait konstante fisikoren determinazioa. Konposatu organikoen ezagutza.....	127
5.2. Analisi funtzionala: konposatu organikoen sailkapena.....	142

6. TRESNA BIDEZKO ANALISIA.....	163
6.1. Tresna bidezko analisisa	165
6.2. pH-metroa	170
6.3. Elektrolitoen dioluzioen konduktibitatea.....	172
6.4. Uhertasunaren determinazioa.....	174
6.5. Gas-kromatografia	175
6.6. Absortzio atomikoa	178

*Laborategiko tresneria
eta instalazioak*

1

AURKIBIDEA

1. LABORATEGIKO TRESNERIA ETA INSTALAZIOAK

1.1. LABORATEGIKO BEIRAZKO MATERIALA	9
1.1.1. Beiraren lanketa eta erabilera	9
1.2. BEROTZE-INSTALAZIOAK LABORATEGIAN.....	11
1.2.1. Berotze-sistemen sailkapena	12
1.2.2. Berotze-sistema elektrikoak	13
1.2.3. Gas-beroketa.....	19
1.3. HOZTE-INSTALAZIOAK LABORATEGIAN.....	23
1.3.1. Hotz artifiziala	23
1.3.2. Temperatura baxuak lortzeko erak	24
1.3.3. Hozte-nahasketak.....	24
1.3.4. Fluido hoztaileak	24
1.3.5. Laborategiko hozte-tresneria	26
1.4. LABORATEGIKO HUTS-LANAK.....	27
1.4.1. Hutsa lortzeko tresneria.....	27
1.5. ATMOSFERIKOAREN GAINEKO PRESIOETAKO LANAK.....	28
1.5.1. Sarrera: presioa.....	28
1.5.2. Atmosferikoaren gaineko presioetako lanak	29
1.6. URAREN DEPURAZIOA LABORATEGIAN	33
1.6.1. Uren sailkapena	33
1.6.2. Uren jatorria	34
1.6.3. Uren konpansioa eta edangarritasun-baldintzak	34
1.6.4. Uraren gogortasuna	35
1.6.5. Uraren konduktibitatea.....	36
1.6.6. Uraren deskaltzifikazioa	37
1.6.7. Ioi-trukea	37
1.6.8. Alderantzizko osmosia	38
1.6.9. Uraren distilazioa.....	39

1.1. LABORATEGIKO BEIRAZKO MATERIALA

Laborategian egiten diren saiakuntza gehienetan beirazko materiala da erabiliena. Horren arrazoi garrantzitsuenetariko batzuk ondoren aipatzen dira:

- Beira material gardena eta garbia da: *gardena*, beirazko ontzien hormetan zehar barruan gertatzen diren prozesu kimiko eta fisikoak behatu ahal izango baitira, eta material *garbia* da, gainazaletan ez zaiolako substantziarik atxikitzen.
- Azido fluorhidrikoa izan ezik, ez dago beira erasoko duen beste substantziarik. Plastikoa, ordea, ezin da disolbatzaile organikoekin erabili, beraien artean erreakzio kimikoa eragiten baita.

1.1.1. Beiraren lanketa eta erabilera

1.1.1.1. Beiraren ebaketa

Demagun aurretik finkatutako puntu batetik ebaki nahi dugula beirazko hodia. Hasteko, mahain ipini dugun paper-orriaren gainean jarriko dugu hodia. Ebakigunean zeharkako koska egingo da lima-ertzaren laguntzaz.

Behin koska eginda, hodiari esku biek in oratuko diougu irudian adierazten den eran. Hodia tolestu nahian, markaturiko puntu zehatzetik hautsiko zaigu.



Batzuetan hagaxkak edo barilak ebakitzeko premia dago. Hagatxo horiek sarritan nahasketak irabiatzeko erabiltzen dira eta ez da komeni izaten luzeegiak izatea. Kasu horietan, hagaren egitura trinkoa denez, ebaketa egiteko puntuan koska zirkularra edo eraztun itxurakoa egiten da.

1.1.1.2. Ertzak biribiltzea

Ebaki berria den hodi edo hagak dituen ertzak zorrotzak dira, eta horiek zauria eragiteko arriskua izaten dute. Gainera, ertz zorrotz horiek kortxoaren gainazala arrakalatuko lukete. Hori guztia kontuan hartuz, komeni izaten da ondoren adierazten den moduan jokatzeko:

Une txiki batean (segundo batzuk baino ez) sugarrera eramango dira hodiaren mutur zorrotzak, ertz biribilduak fundizioz lortu arte.

Eragiketa hori kontu handiz egin beharko da eta luzaro berotu gabe, bestela hodia ixteko arriskua dago, eta bertatik isuriko diren likidoen jarria zailtzeko.

Hagatxo baten muturra biribildu nahi denean, modu berdintsuan jokatu arren, beiraren erabateko bigunketa sumatu arte luzatuko da beroketa. Ondoren, bigundutako muturra adreilu erre-gogor baten kontra sakatuko da itxura biribildua lortzeko asmoz.

Beira erabili aurretik azter itzazu beti mutur eta ertz zorrotzak eta, halakorik sumatuz gero, azaldu den moduan jokatu. Horrela, zauri eta ebaketak saihestuko dituzu.



1.1.1.3. *Beiraren tolestaketa*

Zenbait saiakuntzatan beirazko hodi okondotuak behar izango ditugu. Neurri eta forma askotakoak izan daitezke eta beharizan anitzetan toleste-teknika egokia oso lagungarri izaten da.

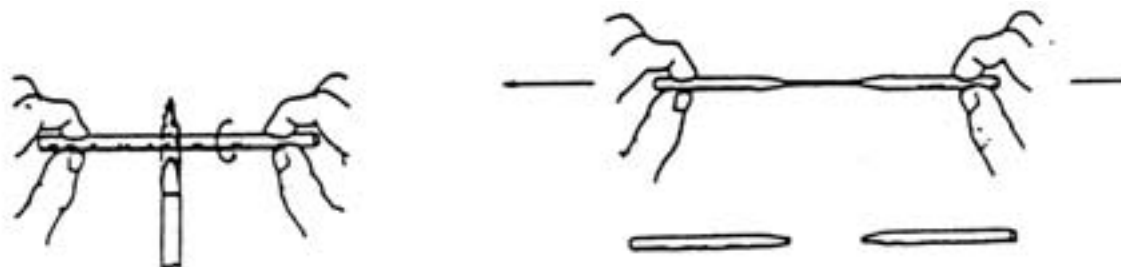
Hemen, hodiari eskuekin oratuta sugarrera eramaten da eta aldi berean ardatzarekiko biraketa motel eta etengabekoa eragiten. Pixkanaka-pixkanaka beiraren koloreak gorrixkara joko du eta une honetan, pisuaren eraginez, tolestu egingo zaigu.

Gune zabalen beroketa errazteko, badago metxeroari jartzen zaion *tximeleta* izeneko tresna.



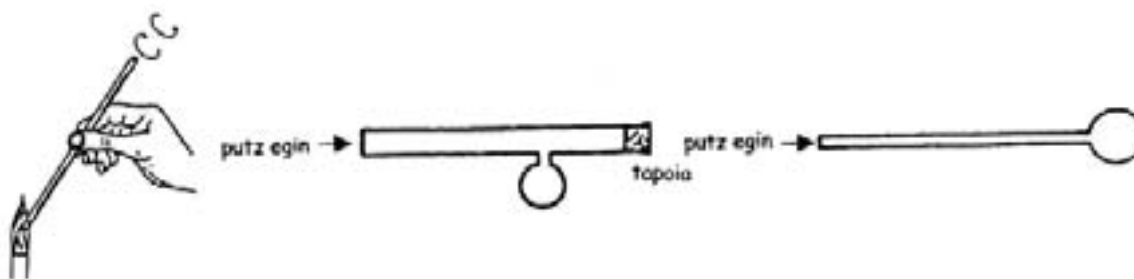
1.1.1.4. *Beiraren luzaketa*

30 cm-ko hodia hartzen da, esku biekien eutsiz. Ondoren, sugarrera eramango da goritu arte. Une horretan berehala tiratu egiten da luzatu nahi den besteko diametro txikia lortu arte. Erabat hozten denean lortzen den hodi mehe horri *kapilarea* esaten zaio. Horren erabilera oso hedatua da laborategian, eta hagatxoan kasuan azaldu den bezala, ertz biribilduak lortzeko, azaldu den moduan jokatzeko dugu.



1.1.1.5. Beiraren puzketa

Anpuluen fabrikazioan erabiltzen da metodo hau. Horretarako, landuko den hodiaren muturretariko bat erabat itxiko da lehen azaldu den bezala. Ondoren, anpulu sortu behar den gunea berotuko da bigundu arte. Mutur irekitik putz eginenez bigundutako gunea horretan *anpulu* izeneko esfera hutsa eratuko zaigu.



Beiraren lanketak aplikazio ugari ditu industrian:

- *Luzaketa*: pipetak, ontzi garbitzaileen puntak, injekzioetarako ontzitzoak, termometroak...
- *Kaskete ixketak*: saiodiak eta laborategiko material kurbatua...
- *Puzketa*: mota guztietako anpuluak.

Oharra: beira beroak eta beira hotzak kolore bera dute. Kontuz! Hortik etortzen dira erreketak ugari.

1.2. BEROTZE-INSTALAZIOAK LABORATEGIAN

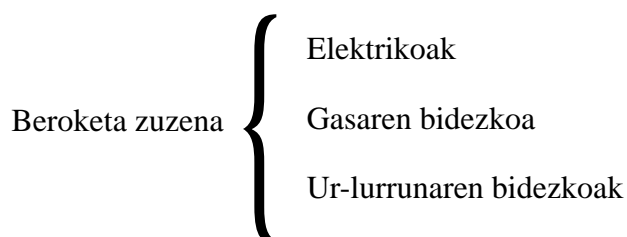
Jakina denez, beroak sistemaren molekulen arteko talkak areagotzen ditu, eta ondorioz, beraien arteko topaketak ugaritu egiten dira, eta erreakzio kimikoak bizkorrago gertatzen dira. Hori dela eta, martxan ipini nahi diren prozesuak arintzeko, beharrezko izaten da, gehienetan, berotze-sistema egokia bilatzea.

Berotze-sistema ugari daude. Lortu nahi den tenperaturaren eta berotuko den gorputzaren egoeraren arabera, metodo desberdinak aplikatzen dira.

Ikus dezagun hurrengo taulan sistema bakoitzak ahalbidetzen duen tenperatura maximoa:

Berotzailea	Temperatura maximoa (°C)
Ur-lurruna	100
Lehorketa-berogailua	300
Hare-bainua	400
Bunsen metxeroa	1.200
Errekuntza-labea	1.700
Labe elektrikoa	3.000
Soldagailua	3.500
Arku elektrikoa	4.000

1.2.1. Berotze-sistemen sailkapena

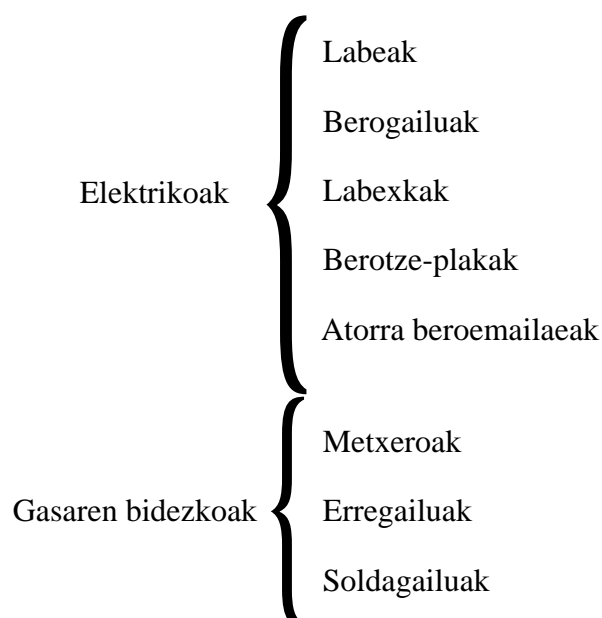


Beroketa ez-zuzena: Kalefakzio-bainuak

1.2.1.1. Beroketa zuzena

Ontzia, berotu nahi den produktuarekin, eta bero-iturria elkar ukitzen daudenean beroketa zuzena dela esaten da. Kasu horretan produktua berotzeko, beroak ontziaren hormak zeharkatu beharko ditu soilik.

Hauk dira gehien erabiltzen diren berotze-sistemak eta hurrengoak bero-iturri ezagunenak:





1.2.1.2. Beroketa ez-zuzena

Ontzia, berotu nahi den produktua daukana, eta bero-fokuak ez daude ukimen zuzenean, bien artean zeharkako material solido, likido, zein gaseosoa aurkitzen baita. Material horren bidez egiten da bero-garraioa.

Beroaren transmisioan erabiltzen diren materialek kalefakzio-bainua osatzen dute eta bainurako airea, ura eta zenbait olio erabiltzen dira, besteak beste.

1.2.2. Berotze-sistema elektrikoak

Aplikazio hedatua dute sistema elektrikoek laborategietan, batez ere produktu sukoiak berotu nahi diren kasuetan, azken horiekugarretan ezin baitira berotu.

Erosotasun handiko sistemak dira, kerik eta beste inolako gasik ez baitute sortzen; era honetan produktu kimikoen erredukzio-prozesuak zaildu egiten dira.

Berogailua ingurutik isolatuta egon dadin, material erregogorrek erabiltzen dira. Mota askotakoak aurkitzen dira laborategietan, baina aluminaz eta buztinaz eginikoak dira arruntenak.

Halaber, berotzen den produktua duen ontzia material bereziz (kuartzoa, portzelana, nikela, platinoa...) eginikoa izan beharko da, labean lortzen diren tenperatura garaietan produktuak ontziari eraso ez diezaion.

Hurrengoak dira labe elektrikorik ezagunenak:

1.2.2.1. Mufla labea

1.2.2.1.1. Ezaugarriak eta egitura

1.100 eta 1.200 °C bitarteko tenperaturak lortzeko erabiltzen da.

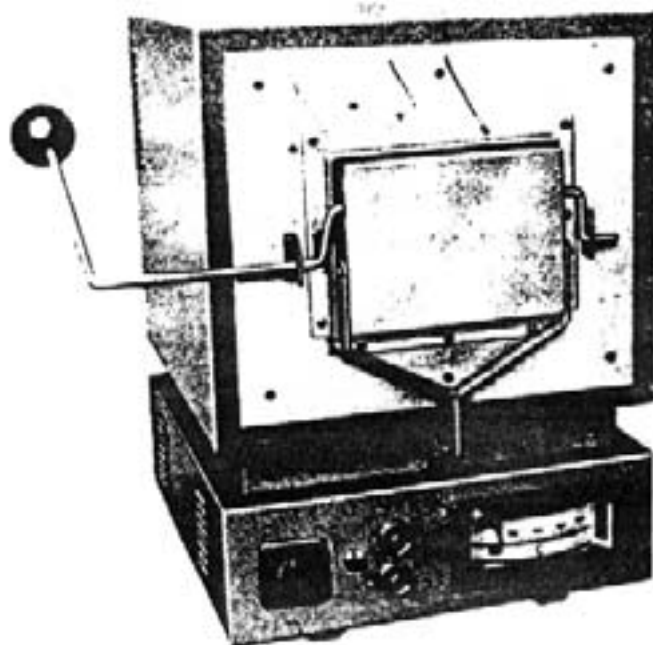
Labea material erregogorrez eginda dago, eta berorren erdian, aurreko partean barrunbea egin zaio.

Hutsune horren aurrealdea pieza erregogorrek dauzkan atearen bidez ixten da.

Barruan eta lau hegaletan kokaturik, elektrikoki berotzen diren lau barratxo ditu (CSi, karbonoz eginak).

Material erregogorrezko apal batean kapsulak, arragoak eta berotu nahi diren beste materialak paratzen dira.

Temperaturaren doiketa termostatoaren bidez egiten da. Horrek karbonozko erresistentzietatik igaroko den korronea mugatuko du.



-Mufla labea-

1.2.2.1.2. Muflaren erabilera

Kimika ezorganikoko saiakuntzetan erabiltzen da gehienbat:

- Kaltzinazioetan.
- Temperatura altuetako fusioetan.
- Errauspenetan.
- Eragiketa analitikoetan.

1.2.2.2. Lehor-berogailua

1.2.2.2.1. Egitura eta ezaugarriak

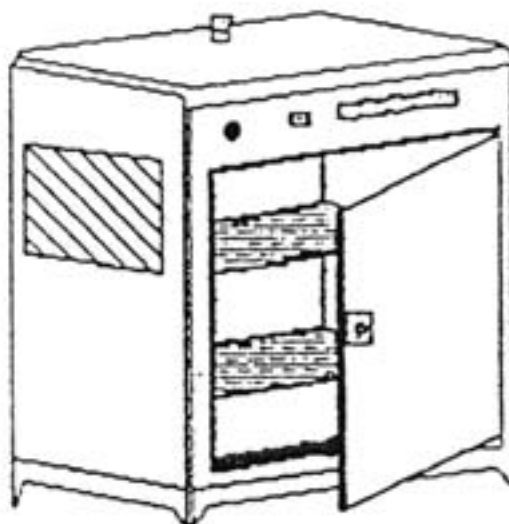
Lehor-berogailu elektrikoetan, beroa, hormek osatzen duten egitura bikoitzean kokaturiko erresistentzietan sortzen da.

Gehienetan lehor-berogailuaren erabilera 300 °C-rainoko tenperaturetara mugatuta dago.

Erraz atera eta posizioz truka daitezkeen apalak ditu; halaber, tenperatura-erregulatzaileraz eta blokeorako mekanismoaz horniturik dago.

Lehorketa azkarra eta bero-transmisio bizkorra lortzeko, lehorgailu barruan dagoen motorrak eragindako haizegailuen bidez, aire-zirkulazio behartua erabiltzen da.

Substantzia batzuk beroaren eraginez deskonposatu egiten direnez, badaude hutsa sortzeko sistemaz hornituriko lehorgailuak.



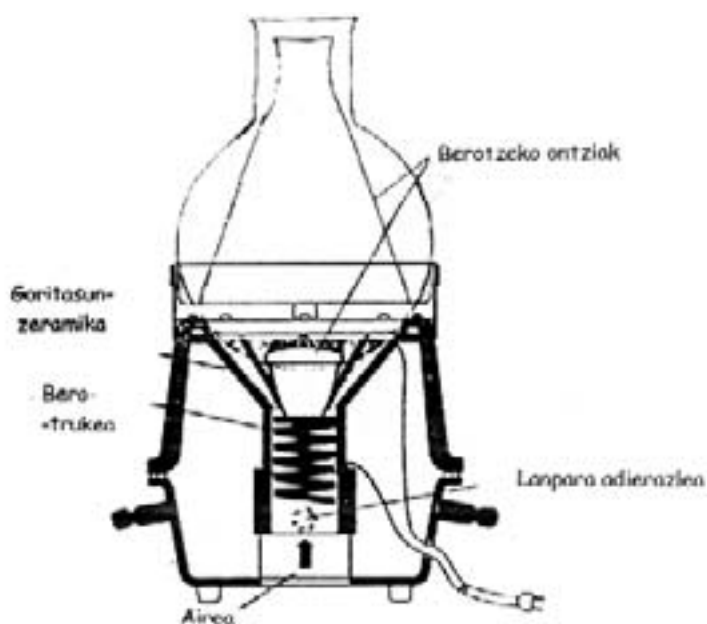
-Lehorgailua-

1.2.2.3. Goritasun-metxeroak

Hoffmann doktoreak asmatutako berogailu hori inbutu-itxurako zeramikazko pieza batez osatuta dago. Pieza horrek erresistentzia gisa funtzionatzen du eta goritasunera iritsiko da korronte elektrikoa bertatik igarotzean.

Inbutu-itxura berezi horri esker, mota guztietako matraxe eta ontzien beroketa homogeneo eta azkarra lor daiteke.

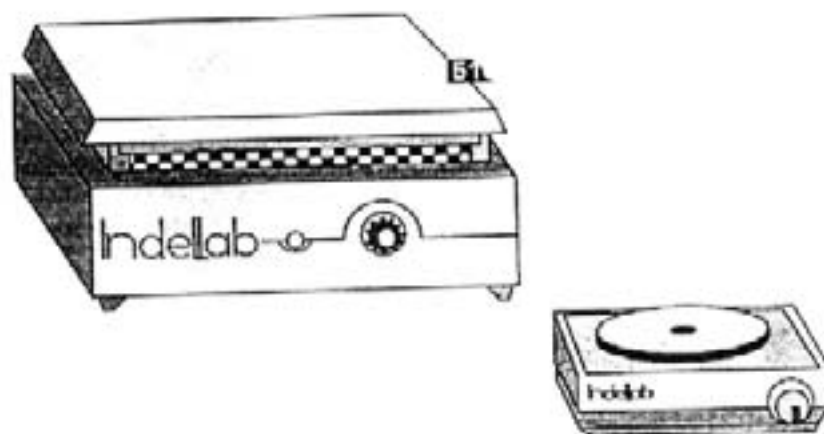
830 °C-rainoko tenperaturara iritsi ahal izango da.



-Laborategiko tresneria eta instalazioak-

1.2.2.4. Berotze-plaka

Itxura eta hainbat neurritako metalezko plaka du osagai nagusia. Plakaren azpian ezkutuan dauden zenbait erresistentziaren bidez berotzen da. Erresistentzia horiek banaka zein batera konektatzen dira beroketa motela zein bizia lortu nahi denean.



-Berotze-plaka-

1.2.2.5. Atorra beroemaileak

Laborategian oso hedaturik dagoen berotze-sistema da. Distilazio, erauzketa, ebaporazio, digestio, irakitze eta abarreko prozesuetan erabiltzen diren matrazeak berotzeko oso era egoki eta eroso da, batez ere berotu behar den likidoak sukoiak direnean.

Berotze-sistema gisa nichrom hariak erabiliko dira. Hari horiek karraskaezina den beira artilezko masaren barnean daude.

Kanpoko egitura aluminiozkoa izaten da gehienetan, eta etengailuaren bidez, lau berotze-alderdi lor daitezke.



erresistentzia elektrikoa

-Atorra beroemailea-

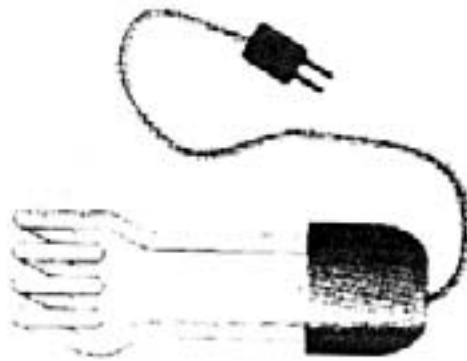
1.2.2.6. Murgiltze-berogailua

Korronte elektrikoak eraginda ibiltzen da, eta ontzi itxi zein irekietan edukitzen diren likidoak berotzeko erabiltzen da.

Berotze-elementua espiralean biribilkatuta dagoen erresistentzia da. Erresistentzia hori beroarekiko egonkorak izaten da eta leka ez-eroale baten barruan egoten da. Era horretan, likidoak ez du inolako kontakturik izango erresistentziarekin.

Temperaturaren doiketa automatikoa ukitze-termometroari esker egiten da. Termometroak torloju mikrometrikoa du, kapilare-barruan dagoen kontaktua igo edo jaisteko.

Bainua aukeratutako temperaturara iristen denean, torlojuak bero-elementua erauzten du errelearen bidez. Temperatura-muga zehatz horren azpitik jaitsiko balitz, berriro ahalbidetuko luke korrontearen fluxua, bainuaren tenperatura iraunkor mantentzeko.



-Murgiltze-berogailuak-

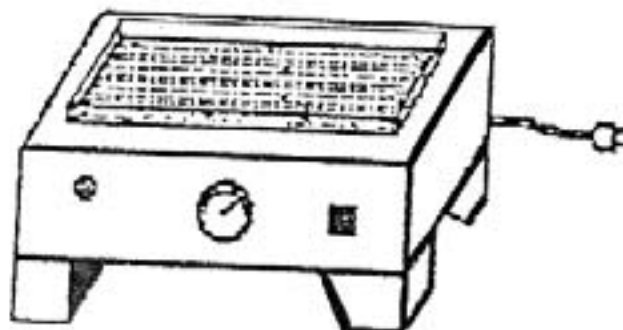
1.2.2.7. Berotze-bainuak

Lehenago azaldu denari jarraituz, metodo ez-zuzenetako bat dugu berotze-bainua. Produktua daukan ontzia eta bero-fokua ez daude elkar ukitzen, beroaren garraiorako materiala erabiltzen baita. Beroaren transmisioarako erabiliko den materialean oinarritzen da, hain zuzen ere, bainuen sailkapena:

1.2.2.7.1. Harea-bainua

Metalezko ontzian harea jartzen da, eta horren gainean, berotuko den substantzia daukan ontzia.

400 °C-rainoko tenperaturak lortzen ditu.

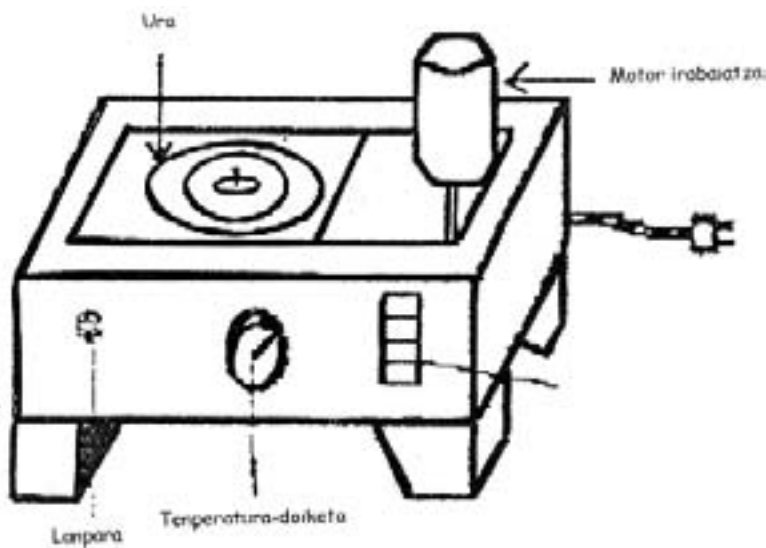


-Harea-bainua-

1.2.2.7.2. Ur-bainua edo Maria bainua

Berotu nahi den substantzia ur bero edo irakinetan (presio atmosferikoan) jarriko da. Argi dago, beraz, sistema honekin lor daitekeen tenperatura maximoa 100 °C-koa izango dela.

Laborategietarako egiten diren Maria bainuak neurri eta itxura desberdinetakoak izaten dira: erdi-esferikoak, zilindrikoak, konikoak...



-Maria bainua-

1.2.2.7.3. Bainu likidoak

Berotze-likidoak erabiltzen dituzte eta bainuak ahalbidetzen duen tenperatura maximoak likidoen irakite-puntuaren menpe egongo dira.

Hurrengoak dira bainuetarako gehien erabiltzen diren likidoak.

- Olio mineralak: irakite-puntu altuetakoak.
- Glizerina: 220 °C-raino erabil daiteke.
- Azido sulfuriko kontzentratua: 250 °C-rainoko tenperaturak sortzen ditu, eta belztu ez dadin, tanta batzuk azido nitriko eransten zaizkio.
- Silikona: -40 °C eta 250 °C bitarteko tenperaturak lortzeko egokiak dira.
- Gatz-disoluzioak: urarekin baino tenperatura zertxobait altuagoak lortzen dira, hurrengo taulan ikusten den bezala:

Gatza	Irakite-puntuak (°C)
Sodio karbonatoa	104
Sodio kloruroa	108
Sodio nitratoa	120
Potasio hidroxidoa	135
Kaltzio kloruroa	179

1.2.2.7.4. Aire-bainuak

Metalezko edo Jena beirazko ontziak dira eta gasez edo erresistentzia elektriko berotzen dira.

1.2.2.7.5. Bainu metalikoak

Fusio-puntu baxuko metal puru zein aleazioak erabiltzen dira burdinazko kapsuletan eta egoera funditura eramaten dira berotu nahi den objektua sartu aurretik; objektu hori burdinazko kapsuletan kokatzen da.

1.2.2.7.6. Ur-lurrunezko bainua

Badaude ur-lurrunezko sistema zentralizatu horniturik dauden laborategiak. Zirkuitu zentralizatu baten bidez lan-mahai guztietara iristen da ur-lurruna eta egitura sinple batek osatzen du berotze-sistema.

1.2.3. Gas-beroketa

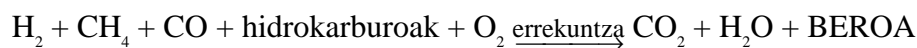
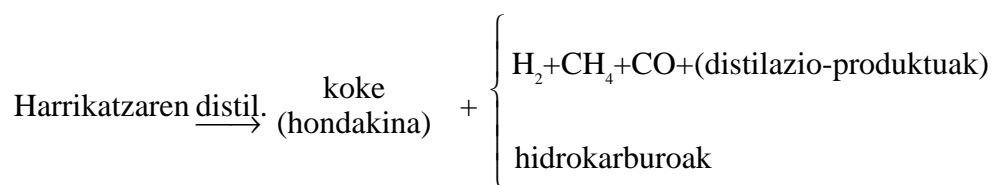
Gasa da bero-iturri erabilienetakoa laborategietan. Jakinaenez, errektuntzan, gasa oxigenoarekin konbinatzen da, eta produktu bezala karbono dioxidoa eta ura sortzen da.

Bestalde, produktu horiekin batera bero kantitate handia askatuko da (erreakzio exotermikoa).

Ondoren aipatzen dira laborategian berotze-lanetarako gehien erabiltzen diren gasak.

1.2.3.1. Hiri-gasa

Etxe- zein industri lanetarako erabiliko den gasa dugu. Harrikatzaren distilazioz lortzen da.

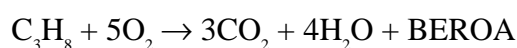
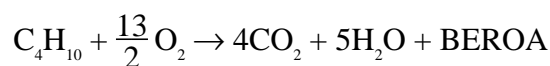


Gas horren gutxi gorabeherako indar kalorifikoa 5.000 kcal/m³-koa da.

1.2.3.2. Butanoa eta propanoa

Petrolioaren distilaziotik lorturiko gasak ditugu bi hauek. 150 °C-tan distilatzen diren gas likidotuen frakzioan daude. GLP izenez ezagutzen dira, presioaren bidez erraz likidotu ahal direlako.

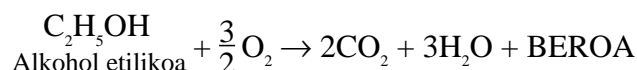
Hauexek dira butanoaren eta propanoaren errektuntza-erreakzioak, hurrenez hurren:



Gas hauen bero-ahalmena 11.000 cal/g -koa da gutxi gorabehera.

1.2.3.3. *Alkohola*

Antzina alkohol-kriseiluetako erregai gisa erabiltzen zen, baina gaur egun guztiz baztertuta dago.



Bero-ahalmena 7.000 cal/g-koa da.

1.2.3.4. *Gas-metxeroak*

Metxeroetan lortzen da, hain zuzen ere, erregai gaseosoaren eta oxigenoaren arteko nahasketak. Hiri-gasa eta beste mota batzuetako gasak erretzen dituzten metxeroak ez dira berdinak izango, zeren lehenengoa erabiltzen dutenak gas-sarrera handiagoa izaten baitute, hiri-gasak duen karbono-kopuru handia dela eta.

Metxeroaren gas-sarrera doitzean, sugarraren tenperatura aldatu egiten da. Metxeroa piztu nahi denean, barruan duen aire guztia atera dadin utzi behar da, bestela, sugarra metxeroaren muturrera desplazatuko da eta errekontza-hodia larregi berotuko. Hori gertatuz gero, metxeroa “kalatua” dagoela esaten da eta itzali eta berriro piztu beharko da.

Ikus dezagun orain nolakoak diren laborategian aurkitzen ditugun metxeroak.

1.2.3.4.1. *Bunsen metxeroak*

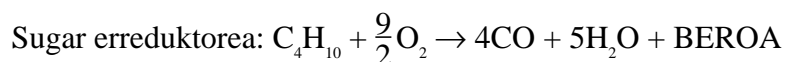
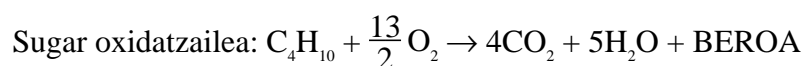
Kimikoentzat berotze-sistema egokiena da.

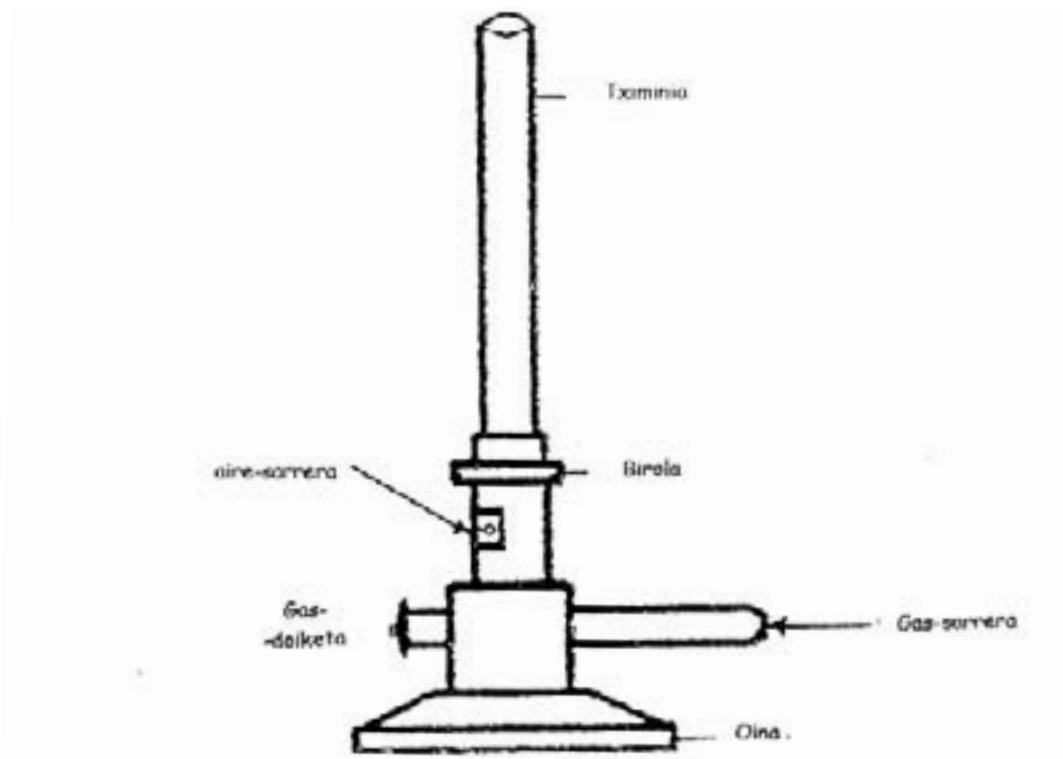
Gasak eta aireak sortzen duten errekontzan oinarritzen da.

Bere osagai aipagarrienak oina, gasaren sarrera, *birola*, erregulatzailea eta tximinia dira. Birolak eta tximiniak zuloak elkarren gainean dituztenean, sugar oxidatzailea edo energetikoa lortzen da (tximinian aire-kantitate handia sartu da eta ondorioz, erabateko errekontza gertatzen da).

Zuloek, berriz, ez badute bat egiten, sugar erreduktorea dugu, tenperatura baxuagokoa (errekontza osorako behar den beste oxigeno ez delako sartzen).

Sugar erreduktorea argitsu eta dardarez agertzen zaigu. Oxidatzailea, ordea, ez da hain argitsua eta tenperatura altuagoa ematen du.





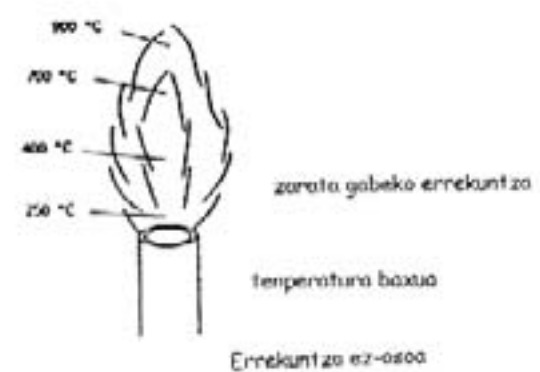
-Bunsen metxeroak eta sugar-motak-

Orokorrean, edozein sugarretan hurrengo alde hauek bereizten ditugu:

1. Alderdi beroa: erabateko errektunza gertatzen den alderdia.
Kolore urdinekoa.
2. Erdiko alderdia: bertan gertatzen den errektunza ez da erabatekoa.
Argitasun handikoa.
3. Alderdi hotza: gasen beroketa gertatzen den gunea.



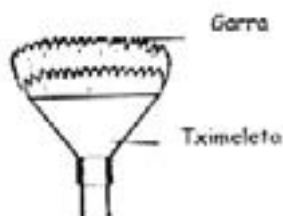
Gar oxidatzailea



Gar erreduktorea

-Sugarraren aldeak-

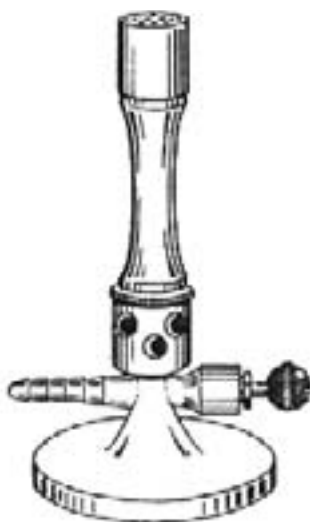
Sugarraren forma eta zabalera aldatzeko, *tximeleta* izeneko tresna erabil daiteke.



1.2.3.4.2. *Teklu metxeroa*

Bunsen metxeroaren aldaera da. Kasu horretan airearen sarrer disko-itxurakoa da. Disko hori igo edo jaitsi egin daiteke, metxeroaren hodiaren barruko aldean dagoen hedagailu konikoa gehiago edo gutxiago itxiz. Sistema horri esker, erregaiaren eta airearen nahasketa egokiagoa lortzen da.

Metxeroaren goialdean hainbat pieza desberdin jar daitezke sugarraren hedapena aldatzeko.



-*Teklu metxeroa*-

1.2.3.4.3. *Meker metxeroa*

Beroketa bortitza sortzen du bero-gune txikietan.

Temperaturak 1.600 °C-raino iristen dira.

Metxero honek ez du airearen sarrerarako erregulatzailerik. Airearen behe-aldean dituen zulo batzuetatik sartzen da, eta tutuak duen sekzio bereziari esker, erregaiarekin nahasketa egokia lortzen da.

Tutuaren goialdean zabalgunea dago eta nikelzko hagatxoek eratuta dagoen sare batez itxita dago. Egitura horrek sugarraren zatiketa mehea ahalbidetzen du eta sugartxo pilo bat sortzen dira.



-Meker metxeroa-

1.3. HOZTE-INSTALAZIOAK LABORATEGIAN

1.3.1. Hotz artifiziala

Sarritan entzuten den *hotz-sormena* espresioaren esanahia ingurukoa baino tenperatura baxuagoak lortzea da.

Erraz uler daitekeenez, beroa ematen zaion gorputzaren tenperatura igo egiten da, eta kentzen bazaio, ordea, hoztu eta tenperatura baxuagoa izatera pasatuko da.

Tenperatura baxuen lorpenerako sistemak aztertzen eta lantzen dituen Fisikako atalari *kriogenia* esaten zaio.

Laborategian, sarritan, tenperatura baxuak lortu nahi izaten dugu. Ondoren aipatzen dira, adibide gisa, kriogeniarekin zerikusia duten zenbait prozesu fisiko-kimiko:

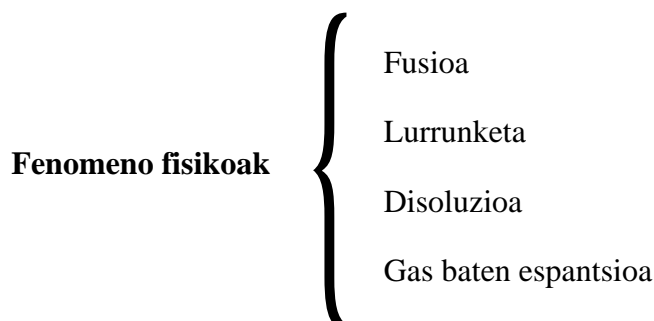
- Egoera-aldaketak: kondentsazioa, solidifikazioa...
- Krioskopia-praktikak: disolbatzaile bati solutua gehitzean solidifikazio- tenperatura jaisten da.
- Bainu kriogenikoen lorpena: oso astiro gertatu behar diren erreakzioak arrazteko.
- Gasen likuazioa.
- Materia bizia egokiro kontserbatzekoak.

Lorturiko hozte-maila neurtzeko, *frigoriak* erabiltzen dira. Frigoria bat kilokaloria bat galtearekin parekatzen da edo beste modu batera esanez:

Kilogramo bateko ur-masaren tenperatura 1 °C-tan jaisteko behar den hotzari frigoria esaten zaio.

1.3.2. Tenperatura baxuak lortzeko erak

Hotza fenomeno fisiko eta kimikoen bidez lor daiteke:



Fenomeno kimikoak: Erreakzio endotermikoak

1.3.3. Hozte-nahasketak

Gorputz biren nahaste-prozesuak, bietariko bat gutxienez solidoa eta bestean disolbagarria bada, tenperaturaren beherapena eragiten du, disolbatutako gorputz solidoaren egoera aldatzen baita. Nahasketa horri *nahasketa frigorifikoa* edo hozte-nahasketa deritzen.

Hurrengo taulan laborategian erabilera hedatuena duten hozte-nahasketak agertzen dira eta bakoitzak ahalbidetzen duen tenperaturaren beherapena:

Hozte-nahasketa	Tenperatura-jaitsiera	
	°C-tik	°C-ra
Ura + izotza	-	0
Ura:KCl (4 bol:1 bol)	10	-12
Ura: NH ₄ NO ₃ (1:1)	10	-15
Izotza + NaCl (3:1)	0	-21
Ura + NaNO ₃ +NH ₄ Cl (1:1:1)	10	-24
Azetona + H ₂ CO ₃ solidoa	15	-77
Aire likidoa	0	-190

1.3.4. Fluido hoztaileak

Hozkailuetan foku hotzetik foku beroraino beroa garraiatzen duen fluidoak *hoztaile* izenaz ezagutzen da.

Hozkailu baten hoztaile gisa erabili ahal izateko, fluidoak zenbait termodinamika-, ekonomia- eta segurtasun-arau bete behar ditu:

- Sukoia, toxikoa edo korrosiboa ez izatea.
- Lurrunketa-bero sorra altua izatea.

- Temperatura kritiko altukoa izatea.
- Presio baxuetan likidogarri izatea.
- Garestiegia ez izatea.

Ondoren ematen dira fluido ezagunenak eta beraien ezaugarri aipagarrienak:

1.3.4.1. Amoniakoa

Gaseosoa da temperatura eta presio arruntetan. $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ -an irakiten hasten da eta likidotzeko $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ko temperatura eta $4,4\text{ kg/cm}^2$ -ko presioa behar du.

Beste guztiak baino bero sorra altuagoa izan arren, horren toxizitateak eta sukoia izateak hoztaile desegoki bihurtzen dute. Horregatik, gaur egun ez da aholkatzen hori erabiltzea.

Ez dio burdinari erasotzen, baina bai kobreaki giro hezeetan.

1.3.4.2. Metilo kloruroa

Kolore gabeko gasa da; ez da toxikoa, baina kontzentrazio altuetan arnasten bada, goraga-leak sor ditzake.

$-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ko temperaturan eta presio atmosferikoan irakiten du eta $2,6\text{ kg/cm}^2$ -ko presioan eta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -an likido bihurtzen da.

Amoniakoa baino gutxiago erabiltzen da, bero sorra 10 aldiz txikiagoa du eta (102 kcal/kg).

1.3.4.3. Anhidrido sulfurosoa

Kolore gabekoa eta ez-sukoia bada ere, arnastuezina da gas hori.

Presio atmosferikoan eta $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tan irakiten du. Likido bihurtzeko temperatura eta presioa $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ eta $1,6\text{ kg/cm}^2$ dira, hurrenez hurren.

Giro hezeetan disoluzio korrosiboa eratzea da, seguraski, hoztaile-gisa duen eragozpen aipagarriena.

1.3.4.4. Freoiak

Metanoaren eratorriak dira ezagunenak. Gaur egun Europan debekatuta daude eratorri kloratuak, beraiek direlako ozono-geruzaren mehetze-prozesuaren eragile garrantzitsuenetarikoak.

Freoi 12 (debekatua)	CCl_2F_2 : diklorodifluorometano
Freoi 11 (debekatua)	CCl_3F : triklorofluorometano
KLEA134a	$\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$: 1-fluoro-2,2,2-trifluoroetano

Kolore eta usain gabeko gasak dira. Ez dira sukoiak.

Ez diete metalei erasotzen. Gaur egun amoniakoa ia erabat ordezkatu dute.

1.3.5. Laborategiko hozte-tresneria

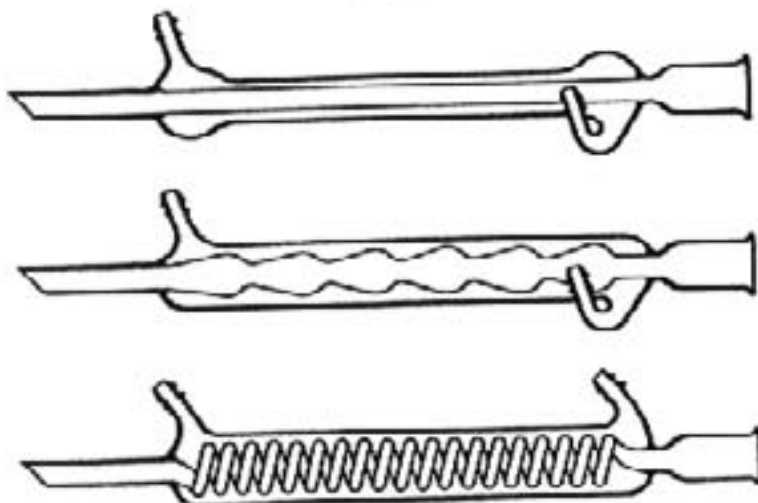
1.3.5.1. Hozkailuak

Laborategian eginiko distilazio edo beste inolako eragiketetan askaturiko gasak kondentsatzeko erabiliko dira hozkailuak. Likidoak hozteko ere erabil daitezke. Kasu horretan, hoztu nahi den likidoa likido hotzak zeharkatzen duen hodibihur edo serpentinaren ingurutik pasaratzen da.

Hiru eratako hozkailuak aurkituko ditugu laborategian (sailkapena hozte-bitartekoaren arabera da):

- Urez hoztutakoak.
- Airez hoztutakoak.
- Hozte-nahasketak erabiltzen dituztenak.

Laborategietan, batez ere urak eragindakoak erabiliko ditugu, irudian adierazten direnen modukoak, hain zuzen ere:



-Hozkailuak-

Sistema horiek oso egokiak dira Soxhlet moduko esperientzietan, non kondentsatutako baporeak jatorrizko matrazera itzuli behar duen.

150 °C baino irakite-puntu altuagoak dituzten substantziekin ezin da ura erabili hozte-sistema moduan, irakiten hasiko litzateke eta. Kasu horietan airea da bitarteko egokiena.

1.3.5.2. Dewar ontzia

Hotza mantentzeko erbiltzen da ontzi berezi hori. Hutsa eginda duen horma bikoitzez horniturik dago. Izotzaz edo beste edozein hozte-nahasketaz betetzen da eta, horrekin batera, hoztu nahi den substantzia jartzen da, biek ukipen zuzenean.

1.4. LABORATEGIKO HUTS-LANAK

Distilazioak, lurrunketak, lehorketak, zenbait produkturen kontserbaziorako atmosfera geldoan sorrera, presio baxuetako erreakzio kimikoak... dira, besteak beste, Kimika-arloan hutsak dituen aplikazio nagusiak.

Lortzen den presioaren arabera, hurrengo huts-maila hauek bereizten dira:

Presio urriak	}	Huts arrunta	760-100 mm Hg
		Huts ertaina	100-1 mm Hg
		Huts fina	$1-10^{-3}$ mm Hg
Presio baxuak	}	Goi-mailako hutsa	$10^{-3}-10^{-6}$ mm Hg
		Ultrahutsa	$<10^{-6}$ mm Hg

Gaur egun lortu den huts maximoa 10^{-7} mm Hg-koa da.

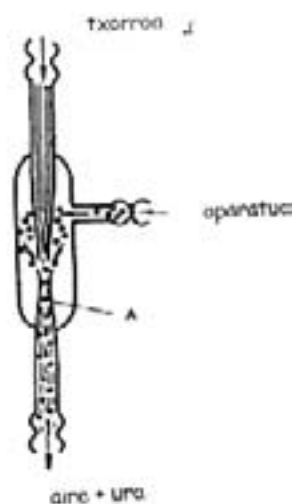
1.4.1. Hutsa lortzeko tresneria

Laborategian 10^{-3} mm Hg-rainoko presioak lortzeko hurrengo tresneriaz baliatuko gara:

1.4.1.1. Ur-tronpa

Beira, metal zein plastikozko ponpa batez osaturiko gorputza da, egitura hori zeharkatuz hodi bi agertzen dira: horietariko bat muturrean estututa dago; bestea, lehenengoaren jarraian doa eta zabalguneari amaitzen da bestearen ondoan duen muturrean. Horrela, baten zabalgunea eta bestearen estugunea aurrez aurre geratzen dira.

Beste hirugarren hodi bat, horizontalki zuzenduta doa, hutsa egin nahi den ontziarekiko komunikazioa ahalbidetuz.



-Ur-tronpa-

Behin aparatua iturrira konektatuta, uraren fluxua hasten da. "A" estugunetik isurtzen den urak abiadura handia daramanez, bertan *depresioa* sortzen da (atmosfera baino presio baxuagoa behintzat) eta ondorioz, airea "A" punturantz abiatuko da, hodi horizontalaren bidez konektaturiko edozein ontzitan hutsa sortuz.

Horrelako tresna baten bidez eta uraren 2-3 atm-ko presioa erabiliz, 10-14 mm Hg-ko huts arrunta sortzen da.

Uraren kontsumo handiak sortzen duen eragozpena saihesteko, paraleloki konektaturiko zenbait huts-tronpa jartzen dira. Sistema horiek andel batek emandako urez elikatzen dira, Zirkulatzen duen ura, beste ponpa baten eraginez, berriro jatorrizko andelera itzultzen da.

1.4.1.2. *Olio-ponpa*

Huts-tresna horrek karkasa zirkularraz osatutako egitura du. Barruan, zirrikitu bitan bi paleta lekututa daraman zilindroa jira-biraka dabil.

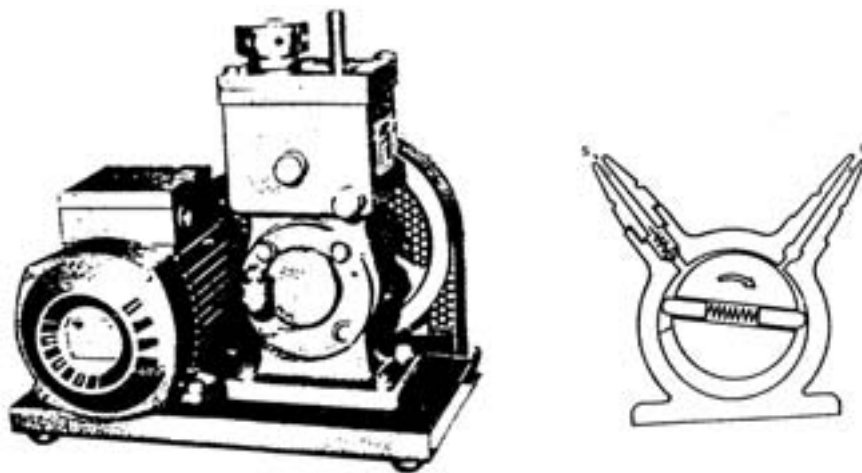
Paletak, ponparen hormekin ukipen estuan egon daitezten, malguki bik konprimatuta daude.

Olio-ponpa eta hutsa egin nahi den ontziaren arteko komunikazioa hodi baten bidez egiten da eta beste hodi batek bermatzen du olioaren askapena.

Paleten biraketaren eraginez, airea sarrera-hoditik zurgatzen da eta konpresioaren ostean ebakuazio hoditik askatzen da.

Huts-sistema horrekin 10^{-3} mm Hg-ko presioetarainoko hutsak lortzen dira eta, ondorioz, erabilera-esparru zabala izaten du laborategian.

Komeni da 5º Englerreko biskositatea duten oliak erabiltzea. Era berean, olioaren sarritan aldatu behar da, bertan disolbatutako substantziak hutsaren kalitatea ez dezaten murriztu.



-Olio-ponpa-

1.5. ATMOSFERIKOAREN GAINEKO PRESIOETAKO LANAK

1.5.1. Sarrera: presioa

Azalera-unitate baten gainean egiten den indarrari *presioa* esaten zaio.

Demagun “s” azalera duen gainazalak F indarra jasotzen duela:

$$\text{Presioa} = P = \frac{F}{S}$$

Fluidoetan magnitude hori ezagutzeko metodoa, presio horrek orekatzen duen likido-zutabe baten altuera neurtzea da. Likido hori ura edo merkurioa izaten da gehienetan.

“h” altuerako likido-zutabeak eragiten duen presioa hurrengo eran kalkulatzeko da (kasu horretan indarra likidoaren pisua da):

$$\text{Presioa} = P = \frac{F}{S} = \frac{\text{Pisua}}{S} = \frac{v \cdot P_e}{S} = \frac{s \cdot h \cdot P_e}{S} = h \cdot P_e$$

non P_e likidoaren pisu espezifikoa baita.

Teknika-arloan aurreko balioa biribiltzen duen *atmosfera teknikoa* hartzen da presio-unitate gisa:

$$1 \text{ atm tekniko} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

1.5.2. Atmosferikoaren gaineko presioetako lanak

Lehendabizi, hutsaren kasuan egin den bezala, presioen hurrengo mailakatzea aztertuko dugu:

Presio baxuak:	$P < 15 \text{ atm}$
Presio ertainak:	$15 \text{ atm} < P < 50 \text{ atm}$
Presio altuak:	$50 \text{ atm} < P < 100 \text{ atm}$
Hiperpresioak:	$P > 100 \text{ atm}$

Presio eta temperatura altuen erabilera, askotan, materialen erresistentziak mugatuta dator. Gaur egun, 600°C eta 1.000 atm -ko aldibereko baldintzetan lan egitea bidezkoa izan arren, bietariko bat jaitsi behar izango da bestea altxatu nahi izanez gero.

Laborategi-saiakuntza bat egin nahi denean presio altuetan, hauetariko sistema batez baliatuko gara:

- Botiletako gas konprimatua.
- Konpresoreak.

1.5.2.1. Botiletako gas konprimatuak

Beriezi beharra dago, lehenabizi, sukoiak diren gasen atala: azetilenoa, hidrogenoa, butanoa, propanoa..., eta errekarari edo garraiatzaile gisa erabiliko diren ez-sukoiak: nitrogenoa, oxigenoa, CO_2 , -a ...

Laborategi-lanetarako gasak beirazko anpuloetan edo altzairuzko botiletan saltzen dira.

1.5.2.1.1. Beirazko anpuloak

Gas-pisu txikia eramaten dute (1 edo 2 l gehienez) eta presio atmosferikoan dute edukina. Sopletearen bidez ixten dira eta, erabili aurretik, anpuloaren muturra hautsi behar da.

1.5.2.1.2. Altzairuzko botilak

Era askotakoak daude, baina, orokorrean, luze eta estuak izaten dira. Edukinaren presioa 150 atm-raino iristen da eta, erabili aurretik, presioa murriztu behar da. Hori dela eta, *presio-erregulatzailer* edo *manoerreduktoreaz* horniturik komertzializatzen dira.

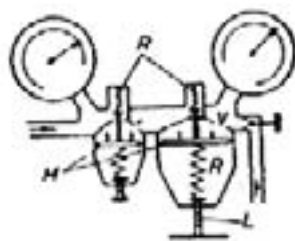
1. Presio-erreguladorea edo manoerreduktorea

Manometrodun ganbaratxo pare batez osaturiko egitura da. Presioa txikitzeko, ganbara biak aparatu baten bidez loturik daude. Bateraino, botilako gasa iristen da, eta bestea, erabilerrako hodiarekin konektatuta joaten da.

Ganbaratxoak komunikatuz, “R” malgukiak ixten duen “V” balbula dago. “L” giltzak balbula irekitzen duenean, gasaren presioa txikitu egiten da.

Oxigeno-botilek 150 atm-rainoko presioetan edukitzen dute gasa baina horiek erabiltzeko 1-3 atm-rainoko balioetara murriztu behar izaten dugu presioa.

Azetileno-gasaren kasuan, botilako 15 atm inguruko presioetatik 0,5 atm-rainoko balioetara jaitsi behar da lana egiteko.



Gas-botilak duen hariaren biraketa noranzko desberdinetan egin behar da edukinaren arabera:

- Gas sukoia: ezkerrerantz.
- Gas ez-sukoia: eskuinerantz.

2. Gas-botilen biltegia

Botila-sareak lantokitik kanpo egon behar dute eta biltegitik hodi-sare zurrunaz iristen da gasa lanpostu guztietara.

1.5.2.1.3. Konpresoreak

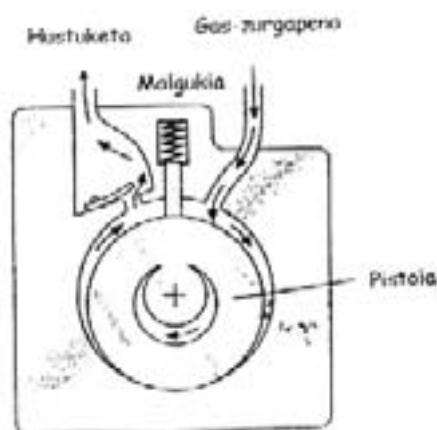
Aire konprimatuak gero eta erabilera hedatuagoa duenez, ezinbestekoak ditugu airea konprimatzeko gai diren tresna horiek. Era askotakoak egon arren, *konpresore alternatiboak* ditugu ezagunenak:

Zilindro itxurako egitura hori pistoi, onarpen- eta askatze-balbulak, biela-manibela mekanismoa eta eragiteko motorraz osatuta dago.

Onarpen-balbula irekitzean, gasa zurgatua izaten da pistoia beherantz mugitzen den bitartean. Gasaren presioa balio bateraino iristen denean, onarpen balbula ixten da. Une horretan irteerakoa irekitzen da gasa galdararaino bidaliz, eta bertan bilduko da erabili arte.

Oso presio altuak behar direnean (25 atm-koak baino altuagoak), zilindro bat baino gehiagoko konpresoreak erabiltzen dira. Zilindro bakoitzean aurrekoan konprimatu den gasa sartuko da. Airearen likuazio-prozesuan ondoz-ondoko konpresioa ezinbestekoa da, prozesu horrek 200 atm-ko presioak behar ditu eta.

Elikadura-, Farmazia- eta Kimika-industrietan, *mintz-konpresoreak* erabiltzen dira. Sistema horien berezitasuna lan-ganbara eta pistoia banatzen dituen mintza da. Era horretan, aireak eta osagai mugikorak ez dute elkar ukitzen, eta sortzen den aire konprimatua garbia eta olio gabea izaten da.



-Olio-ponpa-

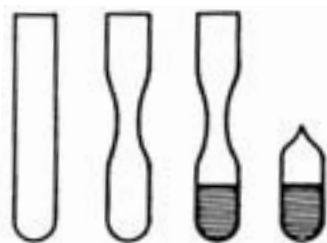
1.5.2.1.4. Presio altuetako errektoreak

Presiopean gertatu behar diren erreakzioak edo sorturiko gasak erreakzio sistematik banatu behar ez direnean, erreakzio-ontzi berezia ezinbestekoa da.

Ontzi berezi horien artean garrantzitsuenak sugarrean itxitako hodiak, errektoreak eta autoklabeak ditugu, besteak beste.

1. *Sugarrean itxitako hodiak*

Beira lodi eta egonkorrez eginda daude. Erdiraino edo zertxobait goragoraino betetzen dira. Erreakzioa martxan ipintzeko bainu likidoz berotzen dira, ohiak batez babesturik leherketa kasuan sor daitezkeen proiektzioak ekiditeko.



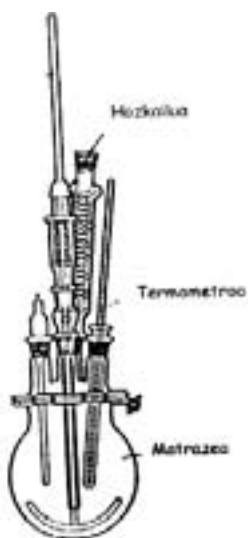
2. *Errektoreak*

Bere barnean erreakzio kimikoa gertatuko den ontzi bereziak dira. Laborategian erabiliko direnak, orokorrean, beirazkoak edo metalezkoak dira.

Itxura desberdinetakoak egon arren, hurrengo osagaiak dira aipagarrienak:

- Zilindro-edo esfera-itxurako matrazea.
- Ixteko besarkadera berezia.
- Gasen sarrera-hodia.
- Termometroa sartzeko hodia.

Zenbait erreaktore ator beroemaile batez edota erreaktiboak erauzteko sistema batez hornituta datoz.

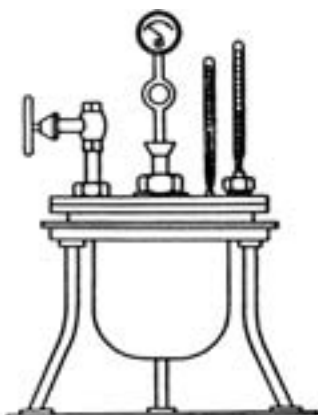


3. Autoklabea

Itxiera hermetikodun erreaktore-mota da. Berotze- edo hozte-sistema batez baliatzen da eta bere barnean atmosferikoa baino presio azkoz altuagoak lor ditzake. Temperatura eta presioaren neurgailuak ditu. Edukina 5 l eta 50 m³-ko bitartekoa izan daiteke eta barneko presioa 200 atm-rainoko balioetara irits daiteke.

Ez da komeni edukieraren %60 gainditzea.

Esterilizazioak, sintesi-erreakzioak, polimerizazioak, probeten egonkortasun-frogak eta deshidratazioak dira, besteak beste, autoklabearen aplikazio nagusiak.



1.6. URAREN DEPURAZIOA LABORATEGIAN

1.6.1. Uren sailkapena

Disolbaturik edo esekiduran dituen materien arabera sailkapena eginez, hurrengo ur-mota hauek izango ditugu:

1.6.1.1. Ur gogorra edo gordina

Ur gogorrak kaltzio- edo magnesio-gatzen eduki handiko urak dira, bikarbonatoak eta sulfatoak gatzak dira ugariak. Hortaz, etxe zein industriatan aurretik egokiro trataturikoak erabili ahal izango dira soilik.

1.6.1.2. Edateko ura

Urak, edateko ona izateko, hurrengo baldintza hauek bete behar ditu:

- Gardena, usaingabea eta zapora onekoa izatea.
- Aire, magnesio- eta kaltzio-gatzak kontzentrazio baxuetan disolbaturik izatea.
- Germen patogenorik ez izatea.

Espainiako Legediaren arabera, elikadurarako urek ezin dituzte hurrengo balio hauek gainditu:

Osagaiak	mg/l
180 °C-tan egindako distilazio lehorraren osteko hondakina pisu iraunkorra lortu arte	500
Kiskalketaz lorturiko hondakin finkoa	400
Karea (CaO moduan adierazia)	150
Kloroa (NaCl moduan adierazia)	60
Azido sulfurikoa	50
Magnesioa	50
Azido nitrikoa	20
Materia organikoa (oxigeno-eran dierazia)	3
Amoniakoa (distilazioz aztertua)	0,002
Albumina-amoniakoa	0,005
Amoniakoa (erreakzio zuzenean aztertua)	0
Azido nitrosoa	0

1.6.1.3. Ur minerala edo medizinala

Ur horiek zenbait gas edota gatz izango dute disolbaturik. Hots, ur karbonikoak (CO₂ dutenak), ur sulfurosoa (H₂S eta sulfuroak dituenak), metal-ura edo burdin ura (burdin gatzak dituenak) eta abar. Eragin medizinalerako urak izaten dira.

1.6.2. Uren jatorria

1.6.2.1. Ibaietako ura

Ibaietako urak materia organikoa zein ezorganikoa garraiatzen du. Gainera, kutsadurak eta hondakin-urek mikroorganismoen garapena errazten dute.

Ur hauek izaten duten kutsadura, eta esekiduran eramaten duten materia organikoa dela eta, kasu gehienetan, ezinbestekoak dituzte beraien kalitatea hobatuko duten trataerak.

1.6.2.2. Putzuetako urak

Zenbat eta sakonagoa izan putzua, orduan eta altuagoa da disolbatutako gatzien kontzentrazioa. Materia organikoa, berriz, gutxitu egiten da sakontasuna handitzen den heinean. Orokorrean, putzuetako ura usain gabekoa izaten da (H_2S -rik disolbaturik ez badu, behintzat). CO_2 gasa eta zenbait gatz mineral (CO_3^{2-} , SO_4^{2-} eta magnesio eta sodio kloruroak) aurkitzen dira kontzentrazio altuetan.

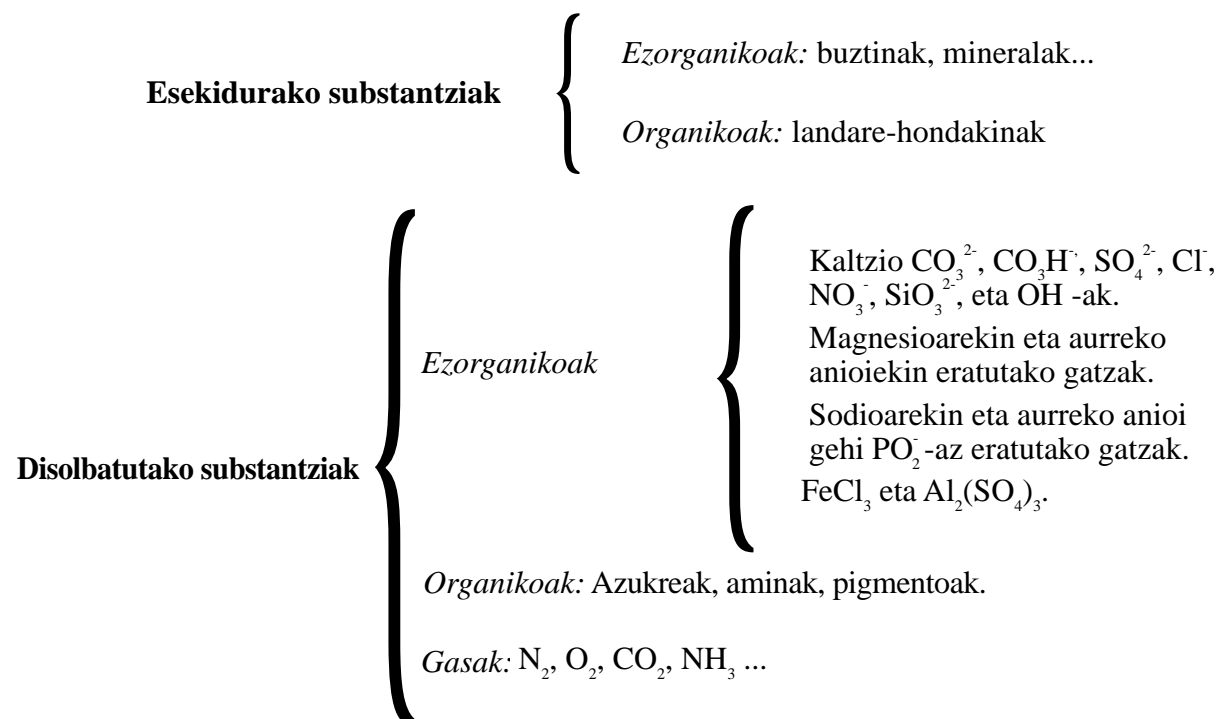
1.6.2.3. Euri-ura

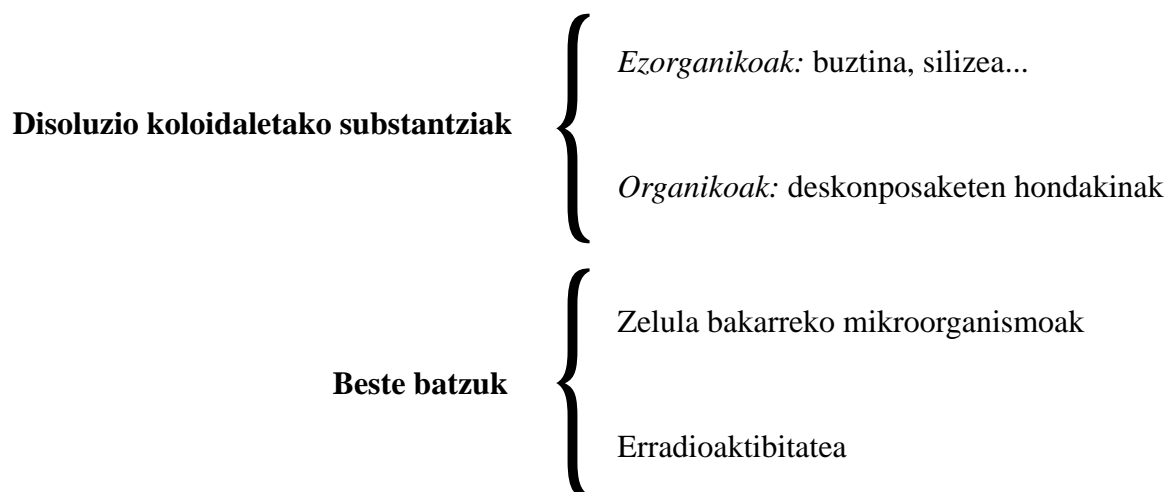
Puruena dugu ur-mota hori: O_2 , N_2 , H_2 , CO_2 eta NH_3 gasak ditu disolbaturik.

1.6.3. Uren konposizioa eta edangarritasun-baldintzak

Ura disolbatzaile unibertsala denez gero, euri moduan jaistean bidean aurkitzen dituen gasak disolbatzen ditu. Era berean, lurrera iritsi bezain laster, bertako materialak disolbatzen hasten da. Ondorioz, disolbaturiko ezpurutasunak, zeharkatzen dituen haitz eta lur- moten arabera-koak izaten dira.

Orokorrean, urak eramango dituen substantziak hurrengo eran sailkatzen dira:





1.6.4. Uraren gogortasuna

Gogortasuna kaltzio- eta magnesio-gatzen edukinarekin lotuta dago eta hiru eratakoa izan daiteke:

1.6.4.1. Gogortasun osoa

Gogortasun iragankorraren eta gogortasun iraunkorraren arteko batura da.

1.6.4.2. Gogortasun iragankorra (aldibatekoa)

Magnesio eta kaltzio bikarbonatoek eragindako gogortasuna da.

Beroaren eraginez bikarbonato disolbagarriak karbonato disolbaezin bihurtzen direnez gero, gogortasun iragankorra desagertu egiten da urak irakitean:



Jakina denez, sodio bikarbonatoaren eragina dela eta, kareharrizko lurretatik etortzen den ura gorrak izaten da. Kasu horretan aldibateko gogortasuna duela esaten da.

1.6.4.3. Gogortasun iraunkorra

Gainontzeko kaltzio- eta magnesio-gatzek eragindako gogortasuna da, eta ugarienak sulfatoak eta kloruroak dira.

1.6.4.4. Gogortasuna neurtzen duten unitate erabilienak

Gradu hidrotimetrikoak dira unitate ezagunenak eta hiru eratakoak aurkitzen dira:

– *Gradu Hidrotimetriko Frantsesa (HTF)*:

$$1 \text{ } ^\circ\text{HTF} = \frac{10\text{mg CaCO}_3}{1 \text{ lur}}$$

– *Gradu Hidrotimetroko Alemana (HTA):*

$$1 \text{ } ^\circ\text{HTA} \frac{10 \text{ mg CaCO}_3}{1/\text{ur}} = \frac{17,8 \text{ mg CaCO}_3}{1 \text{ lur}}$$

– *Gradu Hidrotimetroko Ingelesa (HTI):*

$$1 \text{ } ^\circ\text{HTI} = \frac{1 \text{ ale CaCO}_3}{1 \text{ galoi ur}}$$

(non *1 ale* = 64,8 mg eta *1 galoi* : 5,54 l baitira).

Beraz,

$$1 \text{ } ^\circ\text{HTI} = \frac{10 \text{ mg CaCO}_3}{0,7015 \text{ l ur}}$$

Hiru gradu hidrotimetrokoen artean hurrengo baliokidetasuna betetzen da:

$$1 \text{ } ^\circ\text{HTF} = 0,56 \text{ } ^\circ\text{HTA} = 0,70 \text{ } ^\circ\text{HTI}$$

$^\circ\text{HTF}$ -tan neurtutako gogortasunaren arabera hurrengo sailkapena egiten da:

Gogortasuna ($^\circ\text{HTF}$-tan adierazia)	Ezaugarriak
0-5	Purutasun handiko ur geza.
5-15	Ur geza.
15-22	Edangarritasun onekoa.
22-30	Karedun ura (garbiketarako detergente gehiegi behar duena).
30-60	Etxe-erabilerarako desegokia.

1.6.5. Uraren konduktibitatea

Ur-lagin bat izanik, disolbatuta duen gatzen kontzentrazioa ezagutzeko era ez-zuzen bat konduktibitatea neurtzea da.

Elektrolitoen disoluzioek, jakina den bezala, korrante elektrikoa garraiatzen dute, Ohm-en legea betez:

$$I = \frac{E}{R}$$

Bestalde, erresistentzia, eroalearen luzerarekiko zuzenki proportzionala da eta eroalearen sekzioarekiko alderantziz proportzionala, non proportzionaltasun konstantea *erresistibitate espezifikoa*, ρ baita:

$$R = \frac{L}{S} \cdot \rho$$

non:

L = Elektrodoen arteko distantzia (cm).

ρ = Erresistibitate espezifikoa ($\Omega \cdot \text{cm}$).

s = Elektrodoen sekzioa (cm^2).

R = Zelularen erresistentzia (Ω).

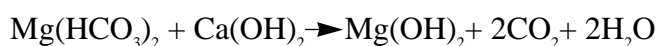
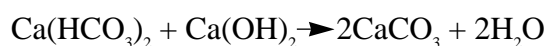
Zenbat eta altuagoa izan urak duen gatzen kontzentrazioa, orduan eta altuagoa izaten da beraren konduktibitatea.

1.6.6. Uraren deskaltzifikazioa

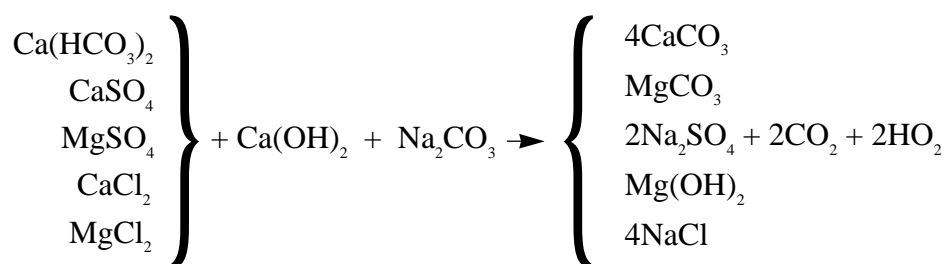
Metodo horren bidez uraren gogortasuna eragiten duten gaiak (Ca^{2+} eta Mg^{2+} katioiak) kentzen dira. Ondoren aipatzen ditugu deskaltzifikazio-erreakzio erabilienak.

1.6.6.1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -a erabiliz

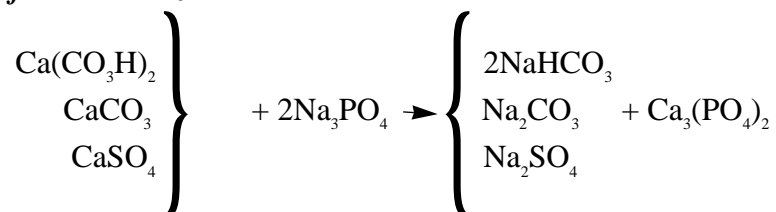
Ca eta Mg elementuen bikarbonatoak (uretan disolbagarriak), Ca karbonato eta Mg hidroxido disolbaezin bihurzen dira, hurrenez hurren.



1.6.6.2. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -a eta Na_2CO_3 -a erabiliz



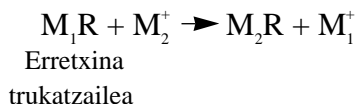
1.6.6.3. Trisodio fosfatao erabiliz



1.6.7. Ioi-trukea

Uraren gogortasuna sortzen duten Ca^{2+} eta Mg^{2+} ioiek katioiak ezabatzeko sistema horretan, ura ioi-trukerako erretxinatik pasarazi eta orduan lehenengo ioiak utzi eta Na^+ ioia hartzen du.

Ioi-trukerako gaiak diametro txikiko esferetan agertzen diren produktu disolbaezinak dira eta uretan disolbaturiko gatzekin ioiak trukutzen dute erraz. Oinarrizko prozesua hobeto ulertzeko, hurrengo eran adierazten da gertatzen den ioi-trukea:



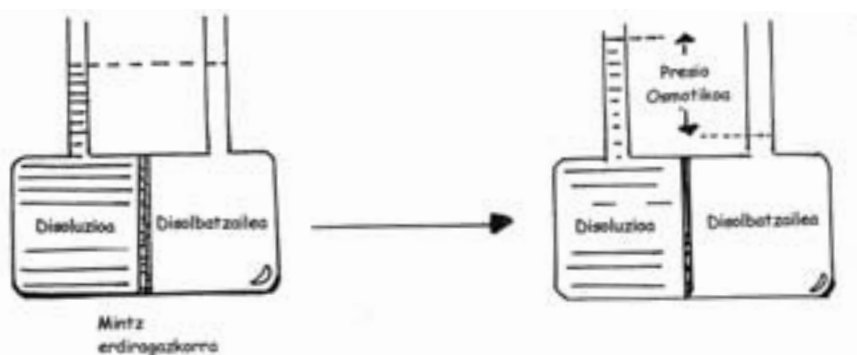
Gaur egun *desmineralizazioa* da ioi-trukerako sistema ezagunena. Kasu horretan, erretxina sintetikoak erabiltzen dira. Erretxinak, H^+ eta OH^- ioiek transferitzen dizkiote urari eta era horretan lortzen da urak dituen katioien ezabapena.

1.6.8. Alderantzizko osmosia

1.6.8.1. Presio osmotikoa

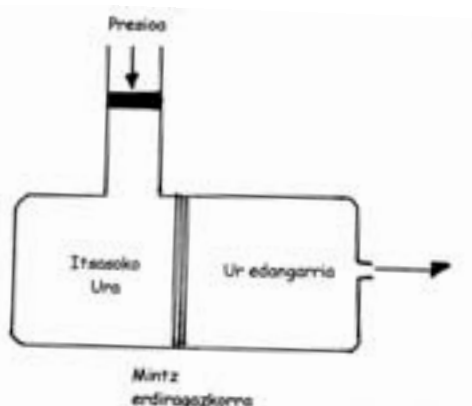
Jakina denez, gatz-kontzentrazio desberdineko bi likido mintz erdiragazkorrari esker banatzen badira, presio-diferentzia sortuko da bien artean. Urak, kontzentrazio baxuko alderditik altuagoa den alderdira igarotzen du, mintz hori zeharkatuz eta hurrengo irudian (1) adierazten den bezala likidoaren maila igo egiten da.

Alderdi bien artean dagoen presio-diferentziari *presio osmotikoa* esaten zaio.



1.6.8.2. Alderantzizko osmosia

Itsasoko uraren presio osmotikoa 30 atm ingurukoa da. Beraz, itsasoko urari presio handiagoa ematen badiogu, fluxu osoa itzulikatu eta itsasoko uretatik edateko uraren depositura ur purua igaroko da, (2) irudian adierazten den moduan. Prozesuari *alderantzizko osmosia* esaten zaio. Beste metodoak baino askoz merkeagoa da, baina arazoa mintz egokiak aurkitzea da, behar beste denboran presio altuak jasateko modukoak izan behar dute eta.



1.6.9. Uraren distilazioa

Metodorik zaharrena da eta mundu osoan erabiltzen da. Itsasoko ura lurrundu, kondentsatu eta ur purua biltzen da. Zailtasun nagusia prozesuak bero-energia handia behar duela izaten da.

Laborategian kantitate txikiagoak distilatuko dira eta prozesu honen ezaugarriak dagokion atalean azalduko dira (*Oinarrizko Teknikak* delakoan, *Distilazioa* izeneko gaian hain zuzen ere).

Ondoren, distilazioa eraginkorra izan den ala ez egiaztatzeko erabiliko diren zenbait hauspeatze-erreakzio ematen ditugu:

- Kloruroen edukina determinatzeko:



- Sulfatorik edo karbonatorik dagoen jakiteko:



1.6.9.1. Ur birdistilatua

Zenbait ezpurutasun organiko dagoela susmatzen denean (Farmaziarako eta Medikuntzarako desegokia den ura) birdistilatu egingo da lau edo bost kristaltxo KMnO_4 erantsiz distilatu behar den urari, egon daitekeen materia organikoa oxidazioz ezaba dadin. Distilazioa aurrera doan heinean, KMnO_4 oxidatzailearen kolorea galduz joango da (materia organikoak eragindako erredukzioagatik).

Oinarrizko teknikak

2

AURKIBIDEA

2. OINARRIZKO TEKNIKAK

2.1. EHOKETA ETA BAHEKETA	43
2.1.1. Ehogailu-motak	43
2.1.2. Baheketa	44
2.2. IRAGAZKETA	44
2.2.1. Iragazteko paperaren erabilera	45
2.2.2. Hauspeakinen garbiketa eta egiaztapena	46
2.2.3. Krisolezko inbutua edo plaka porotsuaren bidezko iragazketa	47
2.2.4. Iragazketa-sistemak	47
2.3. DISTILAZIOA ETA ERREKTIFIKAZIOA	49
2.3.1. Irakite-distilazio diagramak.....	50
2.3.2. Distilazio soila	52
2.3.3. Distilazio zatikatua (errektifikazioa)	54
2.3.4. Lurrun-korronteko distilazioa	54
2.3.5. Huts-distilazioa	55
2.4. ERAUZKETA	56
2.4.1. Likido-likido erauzketa	57
2.4.2. Solido-likido erauzketa	58
2.5. LURRUNKETA	60
2.5.1. Definizioak.....	60
2.5.2. Lurrunketa-abiadura	60
2.5.3. Lurrunketaren aplikazioak	61
2.6. KROMATOGRAFIA	63
2.6.1. Partizio-kromatografia eta adsortzio-kromatografia	63
2.6.2. Paper-kromatografia	64
2.6.3. Kromatografian eragina duten faktoreak	64
2.6.4. Fase geldikorak eta fase higikorak.....	65
2.6.5. R_f konstantearen definizioa	65
2.6.6. Kromatograma	66

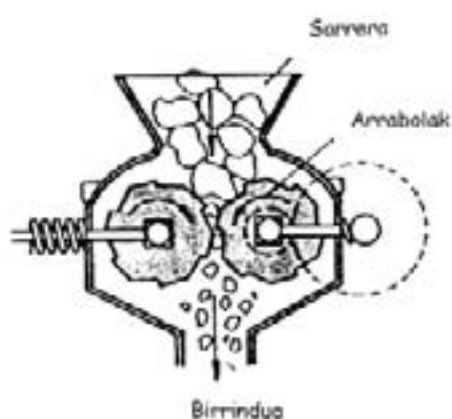
2.1. EHOKETA ETA BAHEKETA

Zenbait substantziaren nahasketa edota beraien erreakzioa erraztu ahal izateko hauts erara pasatzea komeni da. Eragiketa horri *ehoketa* deitzen zaio eta hurrengoak dira teknika hori egiteko erabiltzen diren aparatuak.

2.1.1. Ehogailu-motak

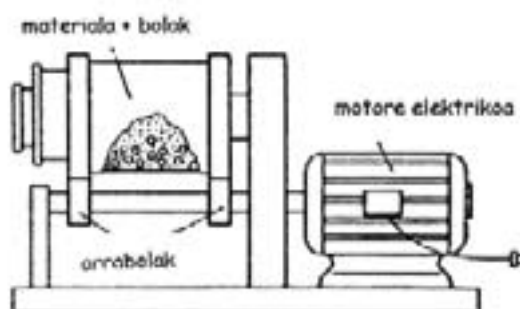
2.1.1.1. Arraboldun ehogailua

Zati gogorak eta handiak birrintzeko *arraboldun ehogailuak* erabiltzen dira. Ehogailua kontrako norantzan dabilzan bi arrabolez osatuta dago. Goiko aldetik sartzen zaio ehotu nahi den lagina eta arrabolek birrindutakoa beheko irteeratik biltzen da. Zenbat eta arrabolak hurbi-lago jarri orduan eta ehoketa finagoa lortzen da.



2.1.1.2. Boladun ehogailua

Arrabol txiki bi ditu eta horien gainean lagina daukan edukiontzia. Substantziarekin batera bola batzuk sartzen dira eta motore batek eraginda mugitzen hasten da ontzia, bolen higadura al-diberean eragiten duelarik.



2.1.1.3. Almeriza edo mortairua

Azken ehoketa egiteko erabiltzen dira. Era askotakoak daude merkatuan:

- *Burdinazkoak*: lagin gogorrenak tratatzeko: pirita, ikatz mineralak, ...
- *Portzelanazkoak*: gogortasun ertaineko substantziekin erabiltzen dira:

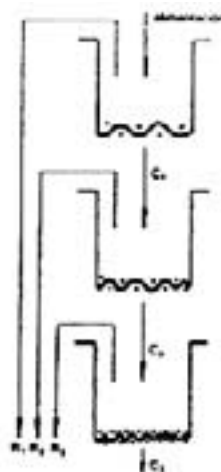
sufrea, FeSO_4 , CuSO_4 , ...

- *Beirazkoak*: pasta itxurako substantziekin: lanolina, gantzak, koloratzaileak ...
- *Agatazkoak*: kimikoki analizatu behar diren substantziekin (egitura kristalinoa mantentzen duen ehoketa egin nahi denean).



2.1.2. Baheketa

Galbahe erabilienak seriean jarritakoak dira:



Sare-begi zabalena duen galbahera iristen da lagina eta bertan metatzen den pisu portzentaiari *arbuioa* esaten zaio. Gainontzekoa hurrengo sarera igarotzen da , bertan beste arbuio bat geratuz.

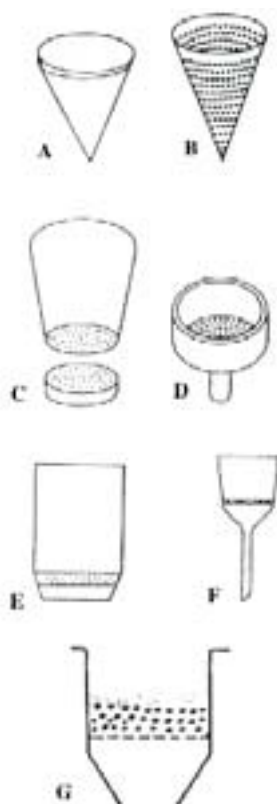
Ondoz ondoko sareetan metatu den arbuio guztien baturari *arbuio metatua* esaten zaio.

2.2. IRAGAZKETA

Disolbatuta dauden bi errektibo nahasten direnean beraien arteko erreakzio kimikoa gerta daiteke eta ondorioz, substantzia berriak sortu. Zenbait kasutan, eraturako substantzia hauek disolbaezinak dira eta hauspeakin-eran agertzen dira. Hauspeakina banatzeko era ezagunena *iragazketa* dugu. Sistema horren bidez , iragazkiak likidoa pasatzen uzten du , hauspeakin solidoa iragazkian bertan geratuz.

Iragazketa-teknika aurrera eramateko hurrengo sistema horietaz baliatuko gara:

- Iragazteko papera.
- Plaka iragazkorreko arragoa (Gooch arragoa).
- Jena-portzelanazko plaka iragazkorreko inbutua eta arragoa.



A. Iragazteko papera

B. Iragazki-konoa

C. Gooch arragoa

D. Büchner inbutua

E. Jena motako plaka porodun arragoa

F. Jena motako plaka porotsua duen inbutua

G. Harezko iragazkia

2.2.1. Iragazteko paperaren erabilera

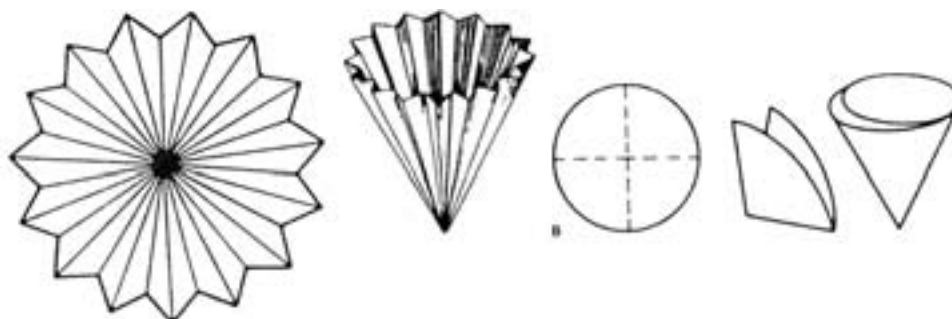
Iragazteko papera %20ko ura duen zelulosaz eginda dago. Banatu nahi den solidoaren egoeraren arabera poro handiagoak edo txikiagoak ditu.

Analisi kuantitatiboan erabiltzen denean eta emaitzetan eraginik izan ez dezan errauts ezaguneko papera erabili behar da ($8 \cdot 10^{-5}$ gramokoa).

Porositate-maila bakoitzari zenbaki bat dagokio, zenbaki altuagoari porositate altuagoa dagokiolarik. Bigunetik oso estua den papereraino zenbakia handituz doa.

- *Biguna*: hauspeakin lodiak eta gelatina itxurazkoak iragazteko.
- *Ertainekoa (normala)*: iragazketa arruntenak egiten dituenak.
- *Estua*: hauspeakin meheak iragazteko.
- *Oso estua*: oso hauspeakin meheak iragazteko erabiliak.

Iragazteko papera era lauan zein tolestuan erabil daiteke. Era tolestuan, iragazteko gainazala handiagoenez, iragazketa bizkortu egiten da.



2.2.1.1. Iragazteko paperaren tolesketa eta ebaketa

2.2.1.1.1. Era lauan

Papera hartu eta lau koadrantetan tolestu egiten da. Koadrante batetik zabalduz, kono itxurako iragazkia lortzen da.

2.2.1.1.2. Era tolestuan

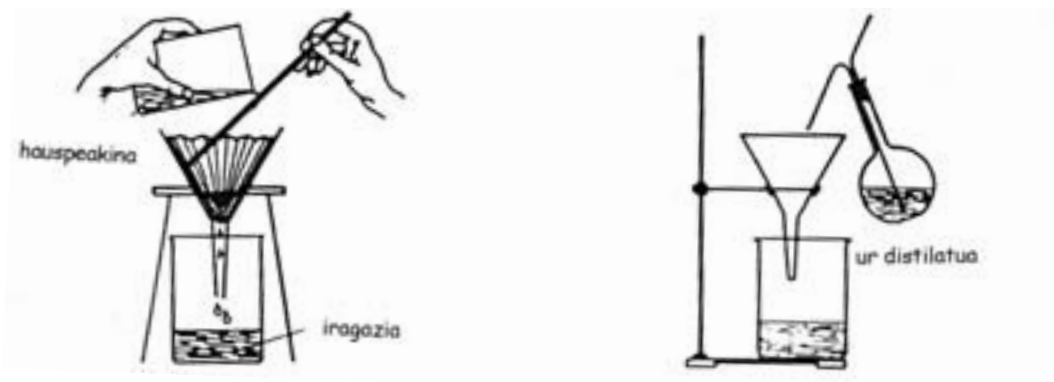
Lehendabizi, papera lau koadrantetan tolestu. Ondoren, laurdenak berriro erditik tolestu. Gero erdi horiek ere bi zatitan tolestu dira. Era horretan, 16 tolesturatan geratuko zaigu papera. Azkenik, tolestura horiek aurkako norantzari jarraituz, berriro tolestuko dira 32 atal lortu arte.

Iragazki-papera handiegia balitz eta ebakitzeko beharrezana balego, ebaketa, tolestu ostean egin beharko litzateke kanpoko ertzak ebakiz.

2.2.2. Hauspeakinen garbiketa eta egiaztapena

Hauspeakin gehiena iragaz paperean bildu ondoren, hauspeatze-ontzia ur distilatuaren laguntzaz garbituko da eta azkenik hauspeakina bera ere.

Erabateko hauspeaketa egin den ala ez egiaztatzeko iragazitako likidoari erreaktibo hauspeatzailearen tanta batzuk gehitzen zaizkio. Oraindik dena hauspeatu ez balitz, hauspeakin eratu berria berriro iragaziko genuke.



-Hauspeakinen garbiketa-

2.2.3. Krisolezko inbutua edo plaka porotsuaren bidezko iragazketa

Jena motako iragazki-plaka duten beirazko inbutuak gero eta erabiliagoak dira laborategietan. Porositatearen arabera hurrengo plaka-mota hauek daude:

Porositate-maila	$m\mu$ ($1m\mu = 10^{-9}$ mm)	Erabilera-arloak
00	>200	Gasen banaketa likidoetan
0	150-200	Hauspeakin latzak
1	90-150	Hauspeakin lodiak iragazteko
2	40-90	Iragazketa finak
3	15-40	Iragazketa analitikoak
4	9-15	Iragazketa analitiko finak
5	1-9	Bakterioen iragazketa edo oso finak diren beste batzuk

Iragazki-mota horiek 500 °C-raino ahal izango dira berotu gehienez eta beroketa eta hozketa kontu handiaz egingo dira, beraien itxura laua dela eta, ezin dute talka termikorik jasan. Horrexegatik, beroketa beti beti Mufla labeanegitea aholkatzen da.

Ez da arazorik egongo 150 °C-rainoko beroketa lehor berogailuan egiten bada.

2.2.3.1. Beira porotsuzko iragazkien garbiketa

Lehenengo aldiz erabili aurretik, azido nitriko beroa pasarazten da, zurgapenaz, iragazkitik. Ondoren, ur nahikoaz garbituko da.

Erabili ostean, jarraian garbitu behar dira, errazago baita, eta horrela, hurrengorako segurtasunez erabili ahal izango ditugu.

Hauspeakin gehienak iragazketaren aurkako norantzan ur-korrontea pasaraziz ahal dira eza-batu. Porositate fineko plaketan (3, 4 eta 5) ur-tronparen laguntzaz baliatuko gara. 5eko porotasun-mailako plaketan komenigarritzat jotzen da azetonaz edo alkohol etilikoaz egitea azken garbiketa.

Hautsez edo beste edozein zikinkeriaz butxatutako iragazkiak detergentez prestatutako soluzio beroaz garbi daitezke erraz.

Ezin da ahaztu plakaren alderdi biren arteko presio-diferentziak ez duela inoiz 1 kg/cm² -ko balioa gainditu behar.

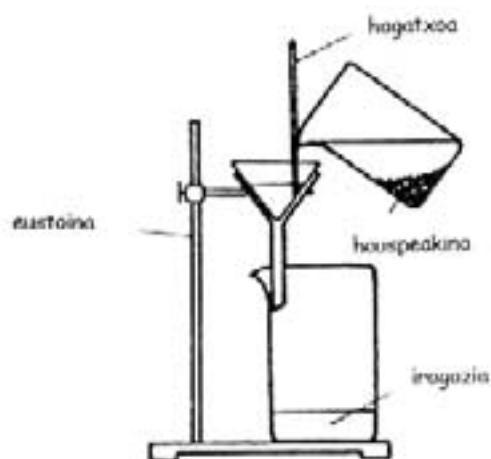
2.2.4. Iragazketa-sistemak

2.2.4.1. Presio normaletako iragazketa

Hurrengo urratsak jarraitu behar ditugu:

- Egokiro tolestu den iragazteko papera, inbutuan jartzen da.

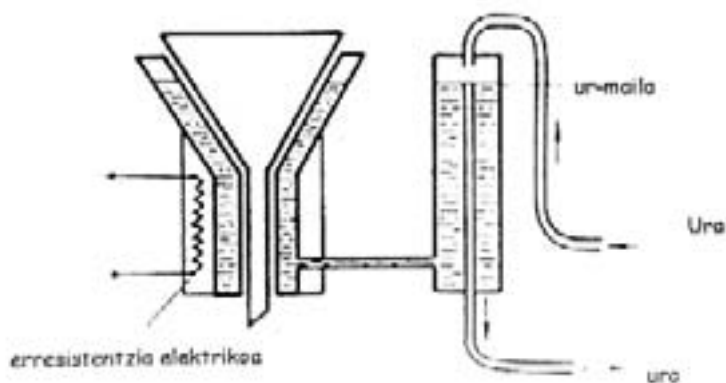
- Iratziko den likido berarekin bustiko dugu papera eta beirazko hagatxoaren laguntzaz likido gehiago gehitzen dugu. Ez da inoiz inbutuaren erdia baino gehiago bete behar.
- Hauspeakinik geratzen bada oraindik jaitsi gabe, ontzi garbitzaileaz garbitzen dugu ur apur bat erabiliz (hauspeakinaren disolbagarritasuna handi ez dadin).
- Behin ontzia eta hauspeakina garbitu eta gero, azken hau iratzteko paperean biltzen da likidoa erabat xukatu arte.



-Presio normalerako iratzketa-

2.2.4.2. Berotan egindako iratzketa

Hauspeakin finak iratzteko erabiltzen da sistema hori, era horretan kristalen neurria handitu egiten delako. Erabilgarria da, baita, kristalen banaketa komeni ez den disoluzio aseetan.



-Iratzketa beroa-

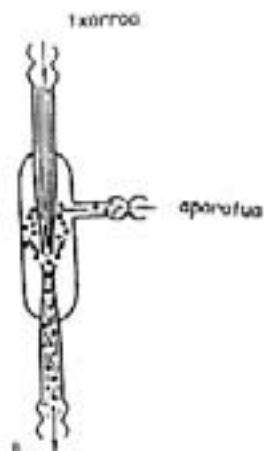
2.2.4.3. Hutsaren bidezko iratzketa

Iratzketa mota horretan likidoaren fluxua presioaren beherapenak eraginda dago.

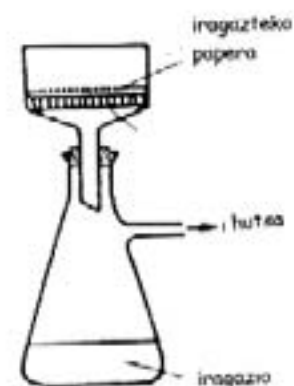
Presio-beherapena sortzeko olio-ponpa edo ur-tronpa erabiliko dira huts-tresna gisa.



1. olio-ponpa



2. Ur-tronpa

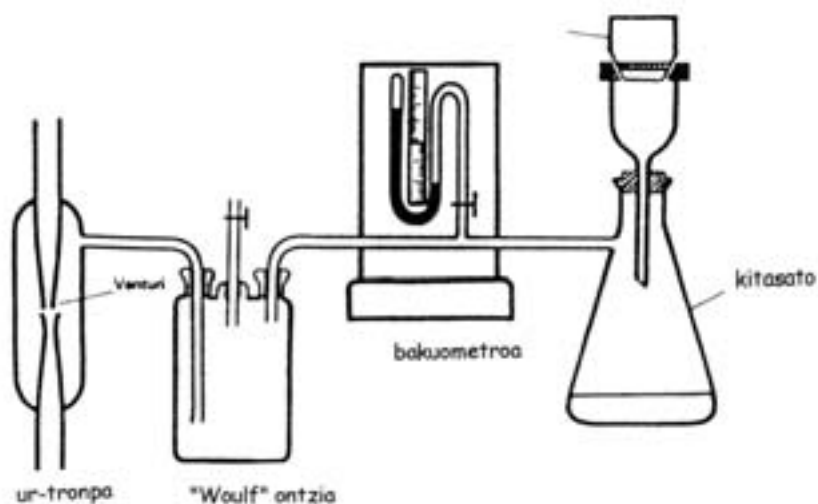


3. Büchner inbutua

Ur-tronpa 10-15 mm Hgko presio baxuak lortu nahi direnean erabiliko da. Olio-ponpa, ordea, 0,001 mm-ko presioetarainoko hutsak lortu nahi direnean erabiltzen da.

Hurrengo irudian ikus daitekeenez, huts-tresna eta iragazte-sistemaren artean *Woulf* izeneko ontzia tartekatzen da, tronpatik datorren ura hustu nahi den ontzira sar ez dadin.

Bakuometroak barneko presioa neurtzen digu merkurio adarren arteko diferentzia-eran.



-Huts-iragazketa-

2.3. DISTILAZIOA ETA ERREKTIFIKAZIOA

Distilazioa nahaste likido baten osagaien banaketan datza. Lehendabizi, irakin eta gero lurruna kondentsatu egiten da. Horrela, likidoa eta solidoa banatzen ditugu eta likidoen nahasketak ere bai, irakite-puntu desberdinak izaten dituzte eta.

LIKIDOA ebaporazioa LURRUNA kondentsazioa LIKIDOA

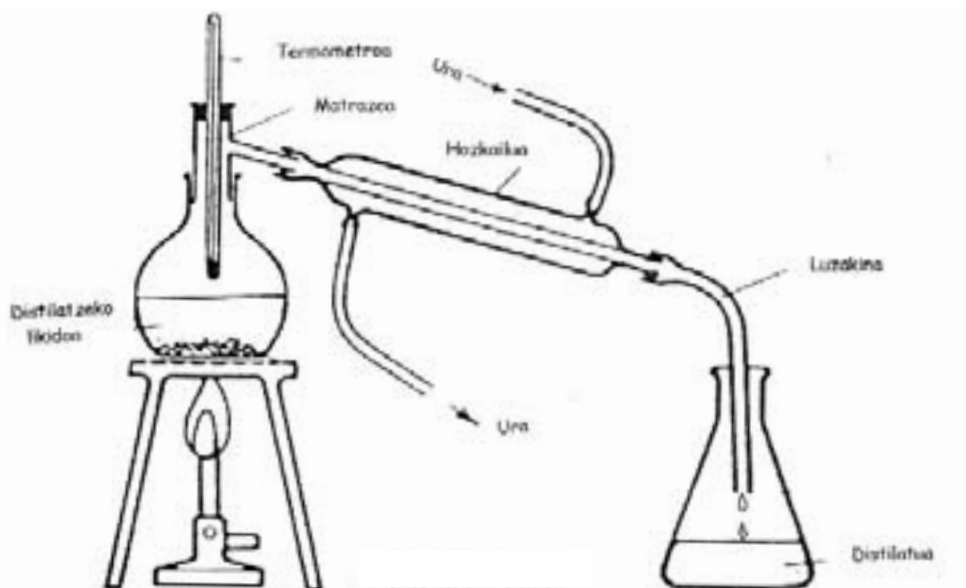
Likidoaren baten distilazioa has dadin, bere lurrunaren presioa presio atmosferikoarekin berdindu behar da.

Begira itzazu hurrengo taulan temperaturaren arabeko uraren bapote-presioak:

Temperatura °C	Lurrun-presioa mm Hg	Temperatura °C	Lurrun-presioa mm Hg	Temperatura °C	Lurrun-presioa mm Hg
-20	0,8	30	31,82	80	355,1
-10	2	40	55,32	90	525,76
0	4,57	50	92,51	100	760
10	9,2	60	149,38	110	1.074,6
20	17,53	70	233,7	116	1.309,9

Aipatu beharra dago distilazio- eta lurrunketa-kontzeptuak sarritan nahastu egiten direla, eta ondoren azaltzen da distilazioak lurrunketarekiko duen berezitasuna:

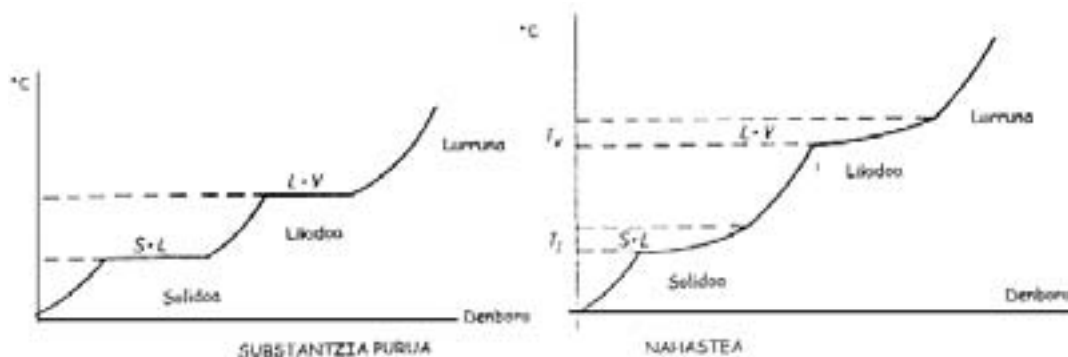
Distilazioan lurrundutako produktua jasotzen da eta *lurrunketan*, berriz, hondakina da aprobetxatzen dena.



-Oinarritzko Teknikak-

2.3.1. Irakite-distilazio diagramak

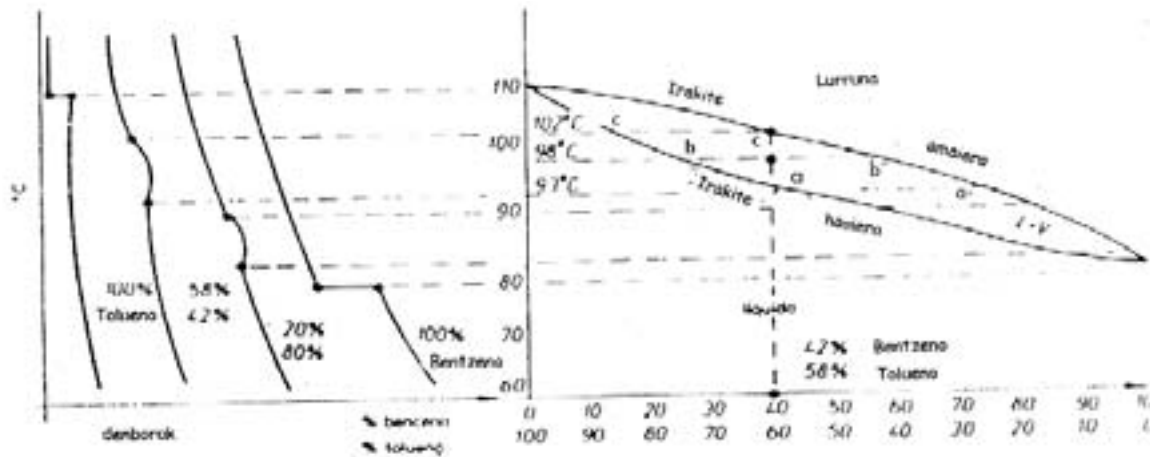
Nahasketaren eta osagai bakunen irakite-diagrametan oinarrituta, beste oreka-diagramak lor daitezke. Azken horiek distilazio prozesuaren garapena nola gertatuko den azaltzen digute egokiro.



-Irakite-diagramak-

2.3.1.1. Dilista motako diagrama

Kurba hauek kontzentrazio desberdinetako likido-nahasketa binario baten beroketan eman-go diren likido-lurrin transformazio guztiak adierazten dituzte.



-Dilista erako diagrama-

Ezkerraldeko diagramak kontzentrazio desberdinetako bilakaera adierazten du. Transformazio egoki baten bidez, eskuinaldekoa lortzen da, *dilista-diagrama* deritzona hain zuzen ere.

Har dezagun, adibidetzat, hurrengo erreferentzia-puntua.

Bentzenotan %40ko kontzentrazioa duen nahasketa 93 °C-ko tenperaturan hasten da irakiten. Era berean, bertikalki eta gorantz jarraituz gero, nahasketa horren irakite-prozesua 102 °C-tan amaitzen dela ikusten da.

Azter dezagun orain, distilazioa aurrera doan heinean baporeak eta hondakin likidoak duten konposaketa:

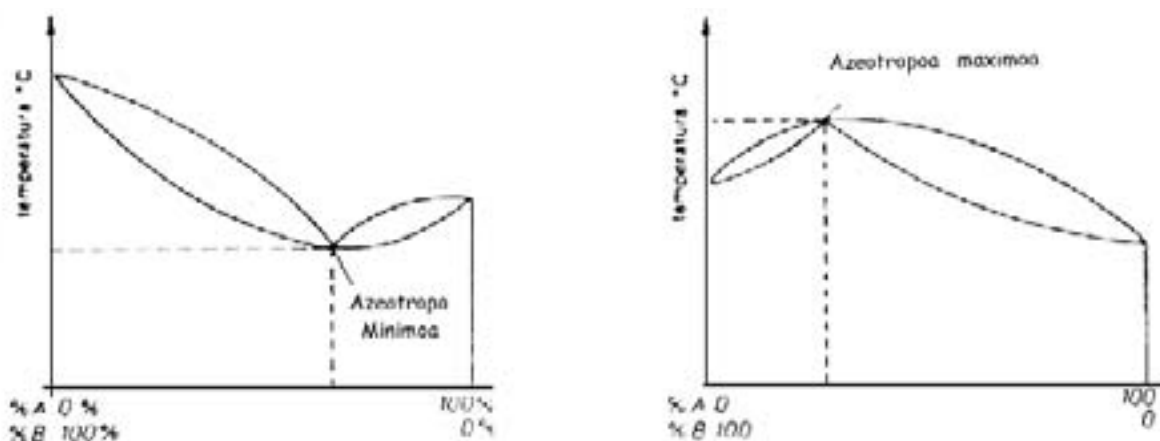
93 °C-tan hasten da irakiten	Lurruna: %72 bentzeno eta %28 tolueno Hondakin likidoa: %40 bentzeno eta %60 tolueno	a' puntua a puntua
98 °C-tan	Lurruna: %55 bentzeno eta %45 tolueno Hondakin likidoa: %25 bentzeno eta %75 tolueno	b' puntua b puntua
102 °C-tan amaitzen da irakite-prozesua	Lurruna: %42 bentzeno eta %60 tolueno Hondakin likidoa: %15 bentzeno eta %85 tolueno	c' puntua c puntua

2.3.1.2. Nahasketa azeotropikoak

Nahasketa azeotropikoak bi likido desberdinez osaturiko nahasketak dira. Kontzentrazio zehatzaren irakite-puntu bakarra izaten dute eta likido biek batera distilatzen dute nahasketa osoa baporizatu arte. Honek, aberastasun handiko nahasketak lortzea zailtzen du zeren behin azeotropora iritsita, ezin izango baita lortutako aberastasuna gainditu.

Kasu honetan, osagaien banaketa lortzeko, 3. osagaia gehitu behar da. Horrela, puntu azeotropikoren oreka apurtzen da.

Uraz eta alkohol etilikoaz osatutako nahasketak, adibidez, 78 °C-tan azeotropoa izaten du. Temperatura horretan alkoholetan %96 eta uretan %4ko konposizioa duen nahasketa likidoak distilatzen du. Baina nahasketa horri bentzenoa gehituz gero, uraren ezabapena lortzen da, alkoholetan aberastasuna %99,5eraino iritsiz.



-Diagrama azeotropikoak-

2.3.2. Distilazio soila

Distilazio soila metodo sinpleena da. Distilatu behar den nahasketa likidoan, likido hegazkorrena proportzio handian agertzen den kasuan aholkatzen da distilazio-mota hau.

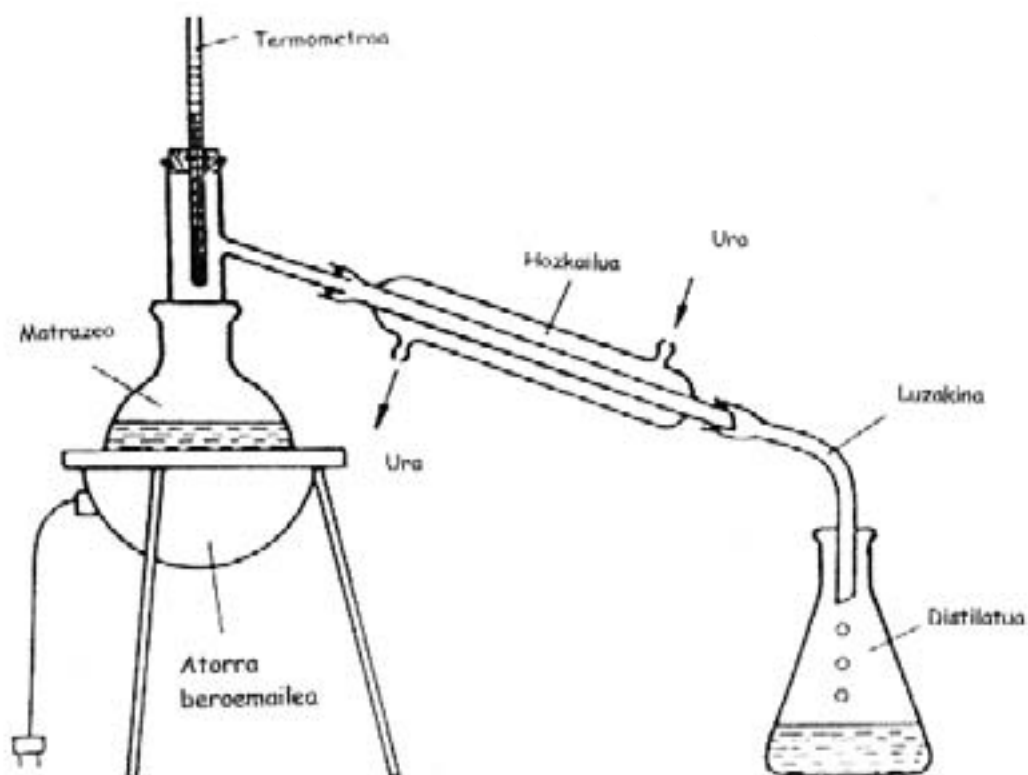
Osagai hegazkorrena (irakite-puntu baxuena duen likidoa) distilatu eta gero kondentsatu egiten da. Bestea, irakite-puntu altuena duen osagaia, distilazio-matrazean geratzen da.

Laborategian, ur distilatua lortzeko erabiltzen da metodo hori.

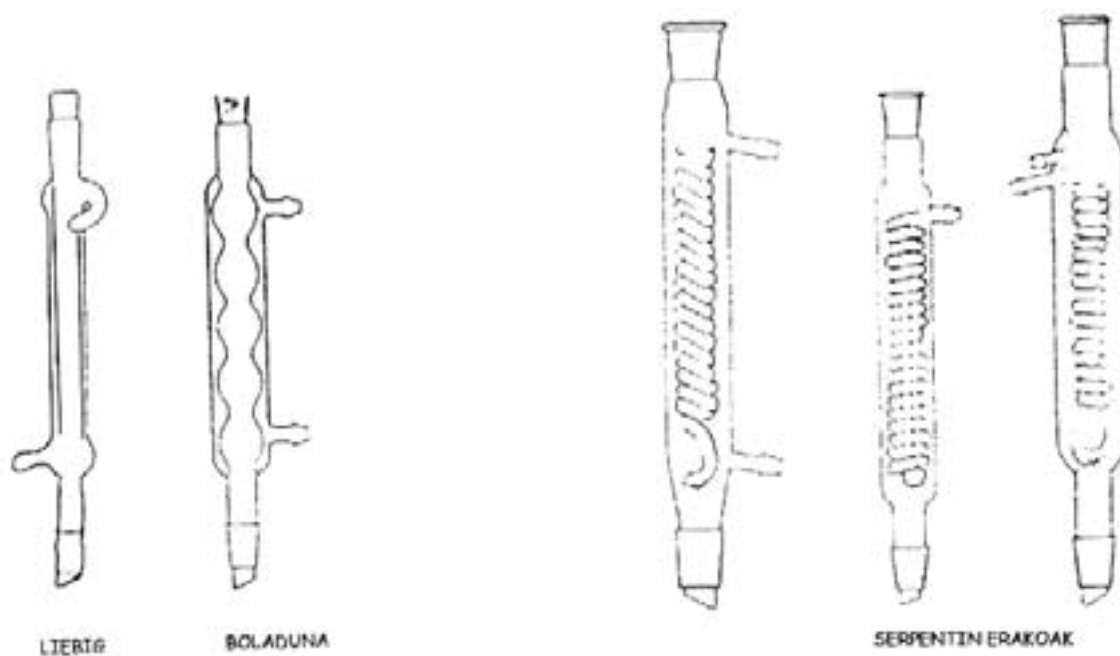
2.3.2.1. Distilazio soilaren muntaia

Era askotako distilagailuak egon arren, hurrengo irudian agertzen zaigu oinarritzko egitura eta horren osagaiak:

- *Distilazio-matrazea*: bertan lurruntzen da likidoa beroaren eraginez.
- *Hozkailua*: mota desberdinetakoak daude. Barruan kondentsatuko den likidoa zirkulatze-ko hodia dute eta likido hoztaileak (ura) hodia inguratzen du. Distilatutako likidoaren lurrunak hozkailua zeharkatzean, ur hotzaren eraginez, hodian kondentsatzen dira.
- *Luzakina eta hodi biltzailea*: likidoa isuri eta biltzen dutenak.
- *Beroketa-sistema*: gasa (likidoak sukoiak ez direnean), elektrizitatea (atorra beroemailea) edo lurrun-korronte batez egiten da.
- *Termometroa*: sortu den lurrunaren temperatura neurtzen duena. Matrazean jarriko da eta juxtu-juxtu matrazearen alboko irteeraren parean egon behar du.



-Distilazio soila-



-Hozkailuak-

Matrazea erdiraino baino gehiago ez da bete behar eta portzelana-zatitxo batzuk gehitzen zaizkio likidoak saltoka irakitea eragozteko (portzelanaren poroetan sortzen dira lurrunaren burbuila txikiak).

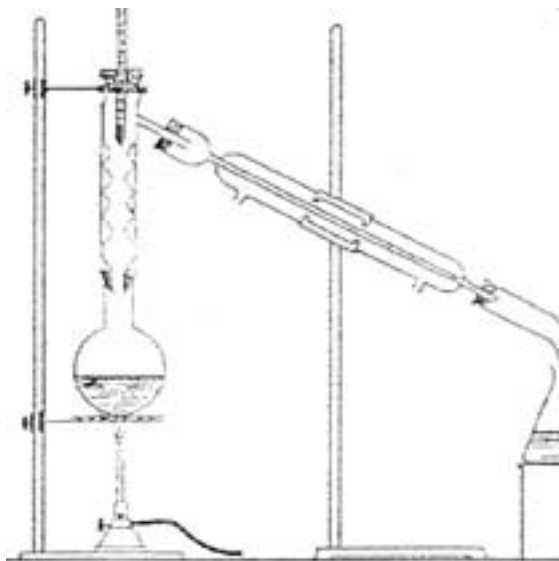
Distilatu nahi den produktua oso hegazkorra edo sukoia balitz, berotze-sistema egokiena *Maria bainua* edo *atorra beroemailea* izango litzateke, lurrunaren eta sugarraren ukimen zuzena saihestuko bailitzateke.

2.3.3. Distilazio zatikatua (errektifikazioa)

Teknika hau antzeko nahasgarriak diren eta irakite-puntu antzekoak dituzten likidoak banatzeko erabiltzen da.

Distilazio-matrazearen ahoan *errektifikazio-zutabea* jarriko da. Errektifikazio-zutabe horrek duen egitura berezia dela eta (bere barnean likidoaren eta lurrunaren arteko ukimena errazten duten konpartimenduak ditu), hainbat lurrunketa eta kondentsazio gertatzen dira eta lurruna gora doan heinean osagai batean aberastasuna irabaziz joaten da. Zutabe erabilienak *Vigreux* izenekoak eta *betegarri-zutabeak* izaten dira. Azken horiek nahi den materialez (metala, beira edo portzelana) bete daitezke. *Vigreux* izenekoak, ordea, beirazko zutabeak dira.

Distilazio-matrazean eraturako lurruna zutabean zehar igotzen da. Zutabea lurruna baino hotzago dagoenez, kondentsazioak sortarazten ditu. Jaistean, igotzen den lurrunarekin topo egiten du, eta lurrunaren tenperatura likidoarena baino altuagoa denez, likidoa berriz lurrundu egiten da. Prozesu hori zutabean zehar errepikatzen da, eta hori dela eta, irakite-puntu baxuena duen osagaiaren proportzioa handituz joaten da, eta zutabearen goiko partera iristean, era puruan dagoela kontsidera daiteke.



-Distilazio zatikatua-

2.3.4. Lurrun-korronteko distilazioa

Irakite-puntu altua duten eta uretan disolbaezinak diren substantziak banatzeko erabiltzen da sistema hori.

Likido hegazkorraren lurrunak ur-lurrunak arrastaturik joaten dira.

Ur-lurrunaren eta lurrundutako likidoaren presioak presio atmosferikoa gainditzen dute eta distilazioa sortarazten dute. Ondorioz, likidoak bere irakite-puntuaren azpitik irakiten du. Era horretan, likidoa ez da oso tenperatura altuetara eramaten eta askotan bere deskonposaketa eragozten da.

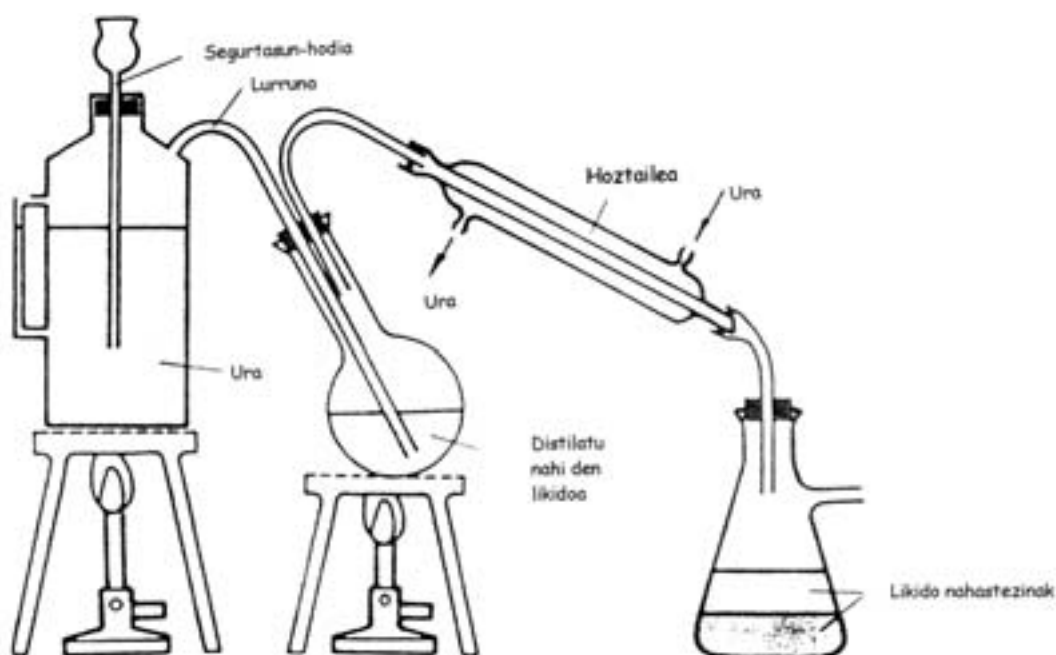
2.3.4.1. Lurrun-korronteko instalazioa

Ekipoak hurrengo osagai hauek izan behar ditu:

- *Lurrun-sortzailea*: beira sendoaz edo metalez egindako galdaratxoa izaten da. Likido-mailaren adierazlea izan behar du.
- *Segurtasun-hodia*: lurruna metatzen den kasuetan ihes-balbula gisa funtzionatzen du.
- *Distilazio-matraxea*: distilatu beharreko likidoa duen ontzia da. Bertaraino iritsiko da ur-lurruna likido hegazkorraren lurrunak distilaziorantz arrastatzeko.
- Edozein distilazio-motatako osagaiak: *hozkailua, luzagarria, biltzailea...*

Ura matraxean kondentsatuko balitz, beroketa suabea egingo litzateke baina likidoa irakiten ipini gabe. Era berean, hoztailean substantziaren solidifikazioa gertatuz gero, ur-korrontea moztuko genuke une batez solidoaren fusioa gerta dadin.

Lortutako produktuak ez badira nahasgarriak, dekantazioz banatuko diren geruzak sortzen dira matraxe biltzailean.



-Lurrun-korronteko distilazioa-

2.3.5. Huts-distilazioa

Distilazioaren oinarri teorikoan esan denari jarraituz, kanpoko presioa eta lurrun-presioa berdintzean, likidoa irakiten hasten da.

Beraz, kanpoko presioa gutxitzen badugu, distilatu nahi den substantzia, dagokion baino tenperatura baxuagoan hasiko da irakiten.

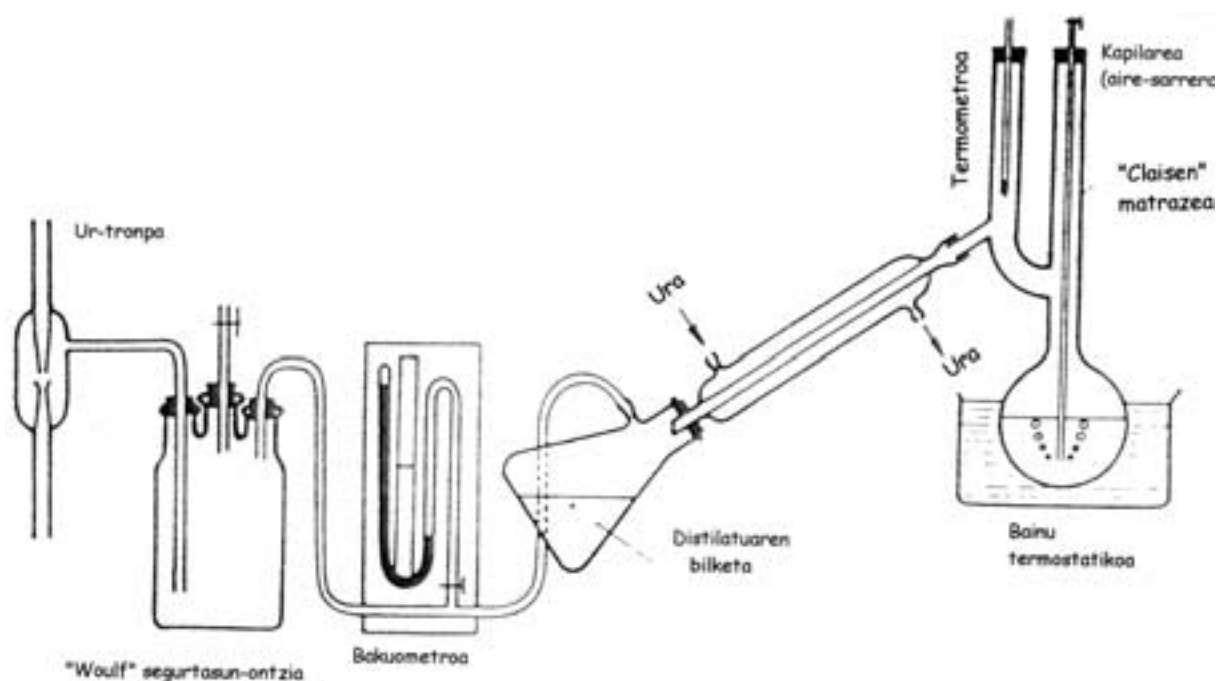
Hori guztia kontuan harturik, huts-presioa oso metodo egokia da irakite-puntuan egonkorak ez diren substantziak distilatzeke.

1 mm Hg-ko hutsa lortzen bada, adibidez, distilazio-tenperatura 80 edo 150 °C jaitea lor daiteke. Orokorrean, 10 mm Hg-ko presio-beherapenak irakite-puntua 1 °C jaisten duela esan daiteke.

2.3.5.1. *Huts-distilazioaren instalazioa*

Huts-distilazioa burutzeko instalazioak zertxobait bereziak dira. Hasteko, aire-sarrerak zailduko dituzten lotune esmerilatuak izan beharko dituzte. Bestalde, hurrengoak ditugu instalazioen osagaien ezaugarri aipagarriak:

- *Matrazeak*: Ez dira distilazio soilean erabiltzen diren modukoak. Hemen, hozkailua, termometroa eta kapilarea konektatzeko pieza bereziak izan behar dute. Laborategian, *Claisen* erako matrazeak erabiliko dira gehienetan.
- *Woulf izeneko segurtasun-ontzia*: Hutsa astiro kentzeko, giltza batez horniturik dago. Gainera, ur-tronpatik edo distilatuaren ontzitik etor daitekeen ura biltzen du.
- *Kapilarea*: Distilazio-matrazearen hondoraino sartuta dago eta giltza batez airearen sarrera errazten digu, eta zurgapenak eragiten dituen likidoaren saltoak saihesten dira.
- *Luzakina*: Ontzi biltzailearen sarreran konektatzen da hozkailuarekin.
- *Huts-sistema*: Hutsa sortzeko erabilienak: ur-tronpa eta olio-ponpa.



-Huts-distilazioa-

2.4. ERAUZKETA

Disolbatzaile likido baten bidez, egoera solidoan zein disoluzioan dagoen nahaste baten osagaien bat banatzeko teknika da.

Banatu nahi diren substantzien arabera, bi eratako erauzketak egin daitezke:

- Likido-likidoa.
- Solido-likidoa.

2.4.1. Likido-likido erauzketa

Bi likido nahastezinez osatutako nahasketari solutua eransten zaio. Eratutako sistema irabiatu ondoren pausagunean egon dadila uzten bada, berriro fase biak sortzen dira, baina orain gehitutako solutua fase horietan banatuta agertzen da, eta fase bakoitzean dituen kontzentrazioak disolbagarritasunekiko proportzionalak dira:

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{s_1}{s_2} = K$$

non K = banaketa-koefizientea

$$\text{eta } c = \frac{\text{disolbatutako solutu-pisua}}{\text{disolbatzailearen bolumena (cm}^3\text{)}} \quad \text{baitira.}$$

Ikus dezagun, orain, hurrengo taulan K -ren zenbait balio:

Solutua	Nahasi ezin diren likidoak	K koefizientea
Azido bentzoikoa	Ura: eterra	0,12
Alkohol etilikoa	Ura: eterra	0,6
Azido azetikoa	Ura: eterra	2
Bromoa	Bromoformoa: ura	65
Bromoa	Karbono sulfuroa: ura	76
Iodoa	Karbono tetrakloruroa: ura	85
Iodoa	Kloroformoa: ura	130
Iodoa	Bromoformoa: ura	460
Iodoa	Karbono sulfuroa: ura	600

Erauzketa-sistemaren azterketa sakonagoak *erauzketa anitza (ondo-ondokoa)* erauzketa soila baino eranginkorragoa dela frogatzen du. Erauzketa anitzean disolbatzaile-kantitate txikiak erabiltzen dira, erauzketa-prozesua zenbait aldiz errepikatuz.

Adibidea:

1 gramo aspirina disolbatu da 50 cm³ uretan. 20 cm³ eterrekin kontaktuan jarri eta irabiatu ondoren, zenbat gramo aspirina erauziko dira? (*Datua* $K = \text{banaketa koefizientea} = 3,5$).

$$\text{Aspirinaren kontzentrazioa} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Eter-fasean: } c_1 = x \\ \text{Ur-fasean: } c_2 = \frac{1-x}{50} \end{array} \right.$$

$$K = \frac{c_1}{c_2} = 3,5 \Rightarrow \frac{\frac{x}{20}}{\frac{1-x}{50}} = 3,5 \Rightarrow \frac{50 \cdot x}{20 - 20 \cdot x} = 3,5 \Rightarrow 50 \cdot x = 70 - 70 \cdot x$$

$$120 \cdot x = 70 \Rightarrow x = \frac{70}{120} = 0,583\text{g}$$

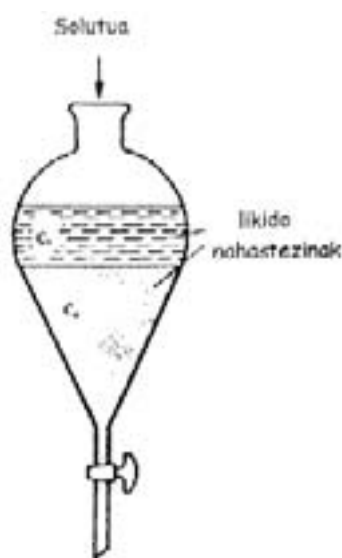
0,583 g aspirina erauzten dira eterretan eta gainontzekoa uretan geratzen da.

Erauzi nahi dugun substantzia, gehienetan disoluzio akuosoan egoten denez, erauzketa disolbatzaile organiko batez egiten da. Disolbatzaile horretan uretan baino disolbagarritasun handiagoa izaten du eta, ondorioz, fase honetara pasatzen da.

Hurrengoak dira likido-likido erauzketa baten urratsak:

1. Erauzi nahi den substantzia disolbatzailearekin kontaktuan jartzen da.
2. Ondoren, fase bi sortzen dira.
3. Azkenik, disolbatzailea berreskuratzen da.

Erauzketak egiteko dekantazio-inbutua erabiltzen da. Inbutuan sartzen da tratatuko den nahasketa eta disolbatzailea. Tapoia jartzen zaio ahoan (batari eta besteari aurretik baselina eman behar zaie), ondo ixten duela zainduz.



-Dekantazio-inbutua-

Noizean behin giltza zabaltzen da barruko presioa kanpokoarekin berdindu dadin. Giltza itxitakoan, inbutuari eragiten zaio. Prozedura hori zenbait aldiz errepikatzen da presio biak berdindu direla segurtatu arte.

Inbutua uztaian uzten da fase biak ondo definitu direla behatu arte.

Likido biak dentsitateen arabera banatzen dira (gainean dentsitate baxuena duena geratzen da). Onilaren beheko partean dentsioa egoten denez, fase hori giltza irekitzean ateratzen da. Bestea, berriz, inbutuaren ahotik ateratzen da.

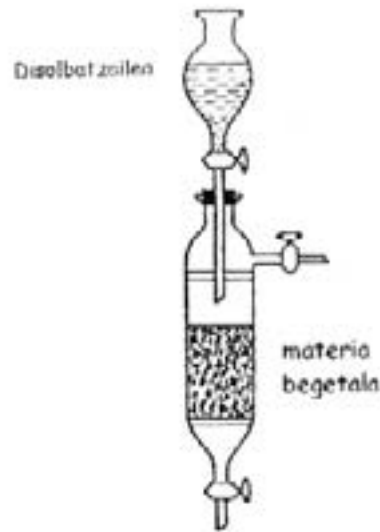
Ondoz ondoko erauzketak eginez gero, erauzkinaren aberastasuna handituz doa.

2.4.2. Solido-likido erauzketa

2.4.2.1. Perkolazioa inguruko tenperaturan

Landare-estraktuak lortzeko erabiltzen da gehienbat.

Irudian ikusten den aparatuan substantzia solidoa sartzen da. Giltza itxita dagoela, goiko aldeko inbututik disolbatzailea astiro atera dadin uzten da solidoa erabat estali arte. Ordu batzuk igaro ondoren, beheko giltza ireki eta estraktua duen disolbatzailea biltzen da.

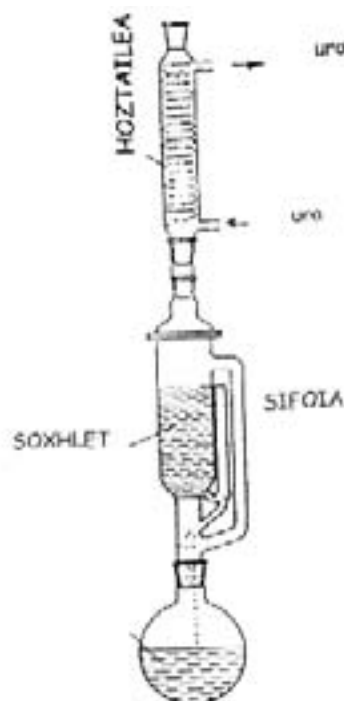


-Perkolazioa-

2.4.2.2. Soxhlet erauzkailua

Matrazean jarritako disolbatzailea beroaren eraginez lurrundu egiten da eta alboko hoditik gorago dagoen hozkailura igarotzen da. Hozkailuan, likido hotzak eraginda, disolbatzailea kondentsatu eta tantaka iristen da solidoaren gainazalera. Maila bateraino iristen denean, deskargako sifotik beheko matrazera itzuliko da.

Prozesu hori zenbait aldiz errepikatu dadin uzten da erauzkailuan dagoen disolbatzailea kolorerik gabe agertu arte.



-Soxhlet erauztailea-

2.4.2.3. Solido-likido erauzketaren aplikazioak

- Olio eta koipe animal eta begetalen erauzketa.
- Haragi- eta landare-estraktuen lorpena.
- Estraktu medizinalak: gibel, sabel, heste eta tiroideetako txertoak eta pastillak.
- Landareen esentziak: kanela, anisa, larrosa, limoia....

2.4.2.4. Likido-likido erauzketaren aplikazioak

- Olioetako hidrokarburoen banaketa.
- Ur-disoluzioetako azido azetikoaren berreskurapena.
- Butadienoaren purifikazioa.
- Soja-olioetako hidrokarburo naftalenikoen berreskurapena.
- Penizilina edo beste antibiotikoen berreskurapena eta kontzentrazioa.
- Nahasketa azeotropikoen banaketa.
- Petrolioaren naftetan sufreakaren ezabapena.
- Naftalinaren dekolozazioa.

2.5. LURRUNKETA

2.5.1. Definizioak

Likido bat gas bihurtzen denean lurrunketa gertatu dela esaten da. Lurrunketa bi eratarata gerta daiteke: berez edo irakiteaz.

Berezko lurrunketa: likidoaren gainazalean gertatzen da eta edozein temperaturatan. Adibidea: likido oso lurrunkorrez (azetona edo alkohola) bustitzen ditugunean eskuak, likido horren lurrunketa dela eta, berehala lehortzen dira. Itxasoaren gainean agertzen den laino fina ere, uraren lurrunketaren adibidetzat har daiteke.

Irakitea: kasu honetan likido-gasa bihurtzeko likidoaren masa osoan zehar eta temperatura zehatz batean biziki gertatzen da.

Likidoak 1 atm-ko presiopean irakiten hasteko behar duen temperaturari *irakite-tenperatura* esaten zaio. Temperatura hori ez da berdina izango presio guztietan. Hau da: zenbat eta presio handiagoa izan, orduan eta temperatura altuagoa behar du likidoak irakiten hasteko.

2.5.2. Lurrunketa-abiadura

Likidoaren lurrunketa-abiadura hurrengo faktore hauen menpe dago:

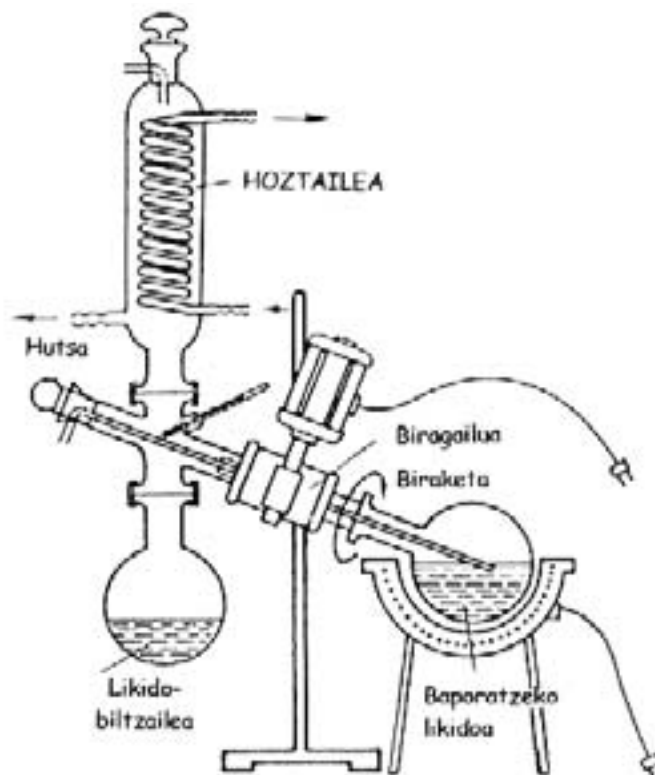
- a) *Likidoaren izaera*: zenbait likidotan, beraien irakite-puntu baxuak direla eta, lurrunketa bizkorra ematen da. Likido horiek *lurrunkorrek* direla esaten da. Beste batzuk, ordea, irakite-puntu altuak dutenak, hain zuzen ere, ez dira era gaseosora hain erraz igaroko, tenperatura normaletan behintzat.
- b) *Likidoaren gainazala*: zenbat eta zabalagoa izan gainazal hori lurrunketa azkarrago burutzen da.
- c) *Likidoaren eta bere gainean dagoen airearen tenperatura*: irakite-tenperaturaren definitioz ondorioztatzen da menpekotasun hau.
- d) *Atmosferaren berriztapena*: likidoaren inguruan dagoen aire hezea aire lehorrez berriztatzen bada, lurrunketa eraginkorragoa lortuko da.
- e) *Presioa*: huts-lurrunketa presio normaletakoa baino bizkorrago gertatzen da.

2.5.3. Lurrunketaren aplikazioak

2.5.3.1. Disoluzioa kontzentratzea

Disoluzio baten kontzentrazioa handitzeko disolbatzailearen ezabapena egingo da lurrunketa baten bidez.

Aurretik aipatu den bezala, lurrunketa azkarra gerta dadin, kontzentratu nahi den disoluzioa edukiko duen ontzia zabala eta sakontasun txikikoa izan beharko du: portzelana-arragoak, prezipitatu-ontziak erabiliko dira, besteak beste, eta beroketarik behar ez den kasuetan kristalizadoreak ere egokiak izaten dira.



-Perkolazioa-

Inguru-tenperaturako lurrunketak: kasu hauetan nahikoa da behar den beste denboran uztea disoluzioa pausagunean ondo aireaturik dagoen lekuan.

Temperatura altuetako lurrunketak: zenbait kasutan, lurrunketa arintzeko eta deskonposatzeko arriskurik ezean, ontzia berotu egiten da, Beroketari buruzko gaian aztertutako arau eta segurtasun-neurri guztiei jarraituz. Irakite-puntua lortu nahi bada, bere zulo txikietan burbuilak eratzeko eta irakite-prozesuan jauzi biziegiak ez gertatzeko, portzelana-zati batzuk gehituko zaizkio ontziari.

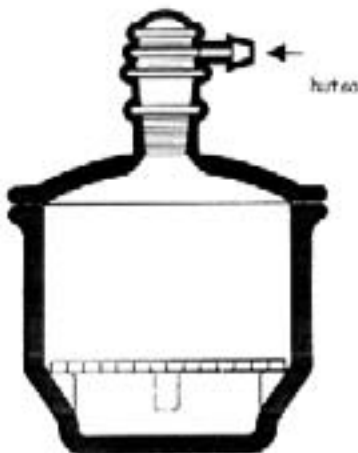
Likido osoa ezabatu nahi denean, solido hutsa berreskuratzeko asmoz, beroketa egokiena *bainua* izango da, likidoaren zipristinak ekiditeko. Kasu horretan *lehorketa osoko lurrunketa* egin dela esango da.

Lurrunketa azkarra lortzeko metodo eraginkorrena presio baxuetakoa izan ohi da. Teknika hori *errotabaporean* burutuko da. Aparatu horrek, motor elektriko batek eraginda, matrazea etengabe biraka edukiko du, bere hormetan likido-pelikula fina eratuz eta honela, baporazio-gainazala handituz. Bestalde, huts-ponpari konektaturik dagoenez gero, lurrunketa-tenperatura ez da hain altua izango, energia-aurrerapena lortzeko.

2.5.3.2. Solido baten lehorketa

Solido baten hezetasuna ezabatzeari *lehorketa* esaten zaio.

Zenbait solidotan, lehorketa erraza izaten da zeren nahikoa izaten baita solidoa oso birrintuta edo zatituta jartzea iragaz-paperaren gainean eta bertan uztea giro hezean eta ondo aireatuta dagoen lekuan.



-Huts-lehorkaria-

2.6.1.2. Adsortzio-kromatografia

Prozesu bat da non substantzia bat adsorbatzaile deituriko beste baten gainazalean itsasten den. Adsortzio-kromatografian fase geldikorra solido adsorbatzailea da, hau da, alumina edo silize-gela.

2.6.2. Paper-kromatografia

Substantzia kimikoen banaketa eta identifikazioa eragiten duen teknika da, iragazteko paperaren orrietan edo tirtetan zehar disolbatzailea mugitzen dena. Oso arrunta izan arren, materia organiko konplexuen analisiari ateak ireki zizkion. $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ kopuruko substantzia ezezagunen nahasketenen identifikazioa posible egin zuen.

Teknika honen garapenak ez dauka inongo zailtasunik: iragazteko papera hartzen da eta horren ertzean banatu nahi diren substantzien nahasketaren tanta bat jartzen da. Tanta hori lehortzen uzten da eta tantatik hurbilen dagoen paperaren ertza disolbatzaile egokian sartzen da, baina bera ikutu gabe.

Disolbatzaileak kromatografia gorakorrean, kapilaritatez, paperean gora egingo du. Kromatografia behekorrean, disolbatzailea ontzian dago, zeinetik paper bat zintzilik aurkitzen den. Disolbatzaileak paperetik beheranzko fluxua du kapilaritatearen eta grabitatearen konbinazioari esker.

Disolbatzaileak aurrera egitean mantxako substantziak disolbatu eta garraiatu egiten ditu eta bakoitza abiadura ezberdinean mugitzen da. Denboraldi bat igaro ondoren, nahasketaren osagaiak banaturik ikus daitezke, koloredunak badira behintzat; bestela, erreakzio kimiko egoki baten bidez jakin ahal izango genuke. Hau dimentsio bakarreko kromatografia da.

2.6.3. Kromatografian eragina duten faktoreak

Disolbatzailea substantzien mantxan zehar higitzen denean, aurkako bi indar desberdinek jokatzen dute: bultzatzen dutenak eta atzeratzen dutenak.

Bultzatzen duten indarrak bi dira: disolbatzailearen fluxua eta substantzia bakoitzaren disolbagarritasuna horren baitan.

- *Disolbatzailearen fluxua*: kromatograman disolbatzailearen korronea berdina da substantzia guztientzat. Substantziak disolbagarriak badira, disolbatzailearekin batera igotzeko joera dute.
- *Disolbagarritasuna*: indar bereizlea da, zeren substantzia gutxik agertzen dute disolbagarritasun berbera edozein disolbatzailetan. Baldintza berdinetan, zenbat eta disolbagarriagoa izan substantzia bat, hainbat eta arinago mugituko da paperean zehar eta horiek disolbagaitzagoetatik urundu egingo dira.

Atzeratzen duten indarrak: adsortzioa eta banaketa.

- *Adsortzioa*: zelulosak kromatografiagaiekiko propietate adsorbenteak ditu, baina substantzia batzuk indar handiagoarekin adsorbatzen dira beste batzuk baino. Adsorbatutakoak atzeratu egiten dira, eta besteak, ez.
- *Banaketa*: banatuta aurkitzen dira bi fase likidoren presentzian; bata, disolbatzailearen korronea da paperetik zirkulatzen bestea, iragazteko paperean aurkitzen den fase akuosoa.

Substantzia bat bi disolbatzailetan disolbagarria denean, bietan zehar banatuko da. Disolbatzaile bakoitzean egon daitekeen kantitatea solutuak duen disolbagarritasun erlatiboaren menpekoa da.

Paper-kromatografian, substantziak lau indar horien eraginaren arabera banatzen dira.

2.6.4. Fase geldikorrek eta fase higikorrek

Paper kromatografian euskarri geldikorra paper purifikatuaren tira da % 98-99ko α -zelulosaren edukiarekin. Zelulosa zera da: glukosa anhidroaren unitateen kate luzeak oxigeno-atomoen bidez lotuak. Paperak likidoak xurgatzen ditu bi prozesuri esker: zuntzen arteko zirrikituak betetzen dituzte, lehenengo, eta, gero, zuntzetan sartzen dira eta beraiek asetzen dituzte. Zuntzen arteko xurgapenari esker, likido organikoak igotzen dira iragazteko paperetik. Zuntzen astatasuna likidoen polaritatearen funtzioa da.

Papera sailkatzeko orduan, honako ezaugarriak kontuan hartzen dira: lodiera, fluxuaren abiadura, purutasuna, hezetasun-kapazitatea, absorbantzia eta aurretik jasan duen tratamendua.

Kromatografiarako papera hainbat produktuekin kutsatuz (inpregnatuz) edo zelulosaren egitura kimikoa aldatuz modifika daiteke.

Paper-kromatografian disolbatzaile polarra, paperean xurgatzen dena, erabiltzen da likido egonkor bezala (gehienetan ura) eta polaritate txikiagoko disolbatzailea fase higikor bezala.

Fase higikorra eta fase geldikorra, beraien nahasmenaren arabera, fase bakar bat bezala edo fase banatuak bezala aplika daitezke.

Polaritate txikiagoko fase higikorra kapilaritatez paperean zehar desplazatzen da, eta substantzia problemaren osagaiak banatzen ditu.

Polaritateak molekuletan karga elektrikoaren banaketa adierazten duen bezala, kromatografian osagai polarra fase egonkorrek geldiarazten du eta osagai ez-polarrak fase higikorrean desplazatzeko joera du.

Eluente polarrak osagaiak ondo desplazatzen ditu paperean zehar eta ez-polarrak gutxi desplazatzen ditu.

2.6.5. R_f konstantearen definizioa

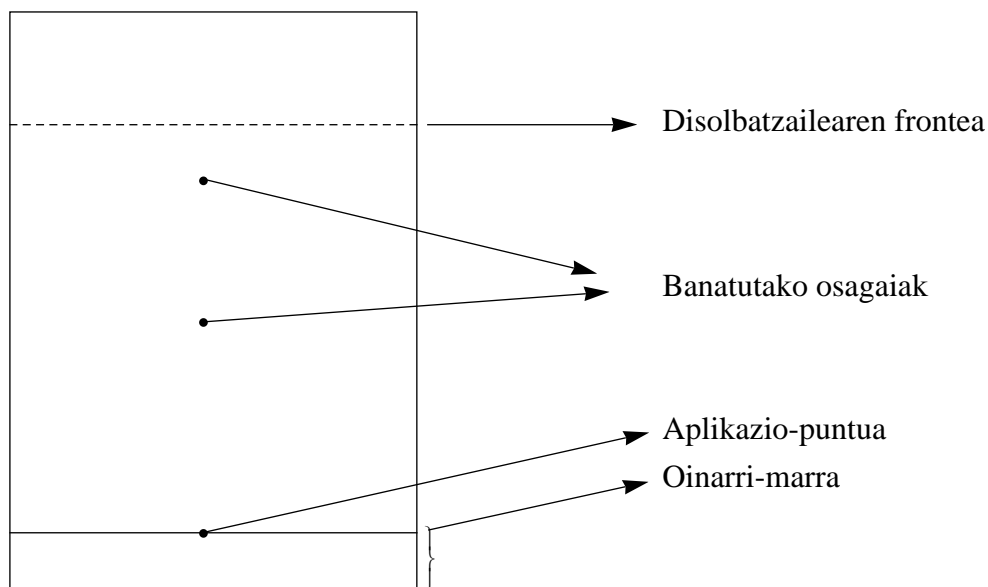
Disolbatzaileak bere aurrerapenean lortzen duen azken puntua *disolbatzailearen frontea* deitzen da.

$$R_f = \frac{\text{Osagaiak jatorritik azken punturaino ibilitako distantzia}}{\text{Jatorritik disolbatzailearen frontierainoko distantzia}}$$

R_f balioa orientatiboa kontsideratzen da, kromatograman kontrolatu ezinako hainbat faktorek jokatzeko dutelako; paperaren gradua eta zein tenperaturatan egiten den kromatograma dira garrantzitsuenak.

2.6.6. Kromatograma

Kromatograma ondoko eran geldituko da.



Datuetatik abiatuz, osagai bakoitzaren R_f -a kalkula dezakegu disolbatzaile konkretu batean. Balio adimentsional hori substantziaren faktore adierazlea izaten da.

$$R_f = \frac{\text{Osagai batek ibilitako distantzia}}{\text{Disolbatzaileak ibilitako distantzia}}$$

R_f dimentsiorik gabeko faktorea da.

*Analisi kuantitatibo
ezorganikoa*

3

AURKIBIDEA

3. ANALISI KUANTITATIBO EZORGANIKOA

3.1. ESTEKIOMETRIA	69
3.1.1. Sarrera. Kontzeptu orokor batzuk	69
3.1.2. Mola	71
3.1.3. Estekiometria	71
3.1.4. Nola lortu konposatu baten konposizioa	74
3.1.5. Nola lortu konposatu baten formula	76
3.1.6. Disoluzioen propietate koligatiboak	78
3.2. OREKA KIMIKOA	79
3.2.1. Oreka kimikoaren izaera	79
3.2.2. Oreka-konstantea	79
3.2.3. Oreka heterogeneoak	80
3.2.4. Orekan eragiten duten faktoreak. Le Chatelier-en printzipioa	80
3.3. ZINETIKA KIMIKOA	80
3.3.1. Erreakzio kimikoen abiadura	80
3.3.2. Erreakzio-abiaduran eragina duten faktoreak	81
3.4. AZIDO-BASE OREKAK. ANALISI BOLUMETRIKOA: ALKALIMETRIAK ETA AZIDIMETRIAK	82
3.4.1. Azido eta base kontzeptuak. Definizioa	82
3.4.2. Uraren ionizazioa	84
3.4.3. pH eta pOH kontzeptuak	85
3.4.4. Azidoen eta baseen indar erlatiboak	86
3.4.5. Disoziazio-gradua	87
3.4.6. Gatzen ur-disoluzioak. Hidrolisia	87
3.4.7. Azido/base balorazioak. Neutralizazio-orekak	90
3.4.8. Disoluzio indargetzaileak edo tanpoi-disoluzioak	91
3.4.9. pH-aren neurketa eta aplikazioak. Adierazleak	93
3.4.10. Balorazio (titulazio edo bolumetria) baten prozedura	96
3.5. HAUSPEATZE ERREAKZIOAK. HAUSPEATZE-BOLUMETRIAK ETA KONPLEXOMETRIAK	99
3.5.1. Disolbagarritasuna	99
3.5.2. Disolbagarritasun-biderkadura	99
3.5.3. Ioi amankomunaren eragina	100
3.5.4. Hauspeatze-erreakzioak	100
3.5.5. Zatikako hauspeaketa	101
3.5.6. Hauspeatze-bolumetriak	102
3.5.7. Konplexu-formazioaren bidezko balorazioak	104
3.6. ELEKTROIEN TRANSFERENTZIA-ERREAKZIOAK. OXIDAZIO-ERREDUKZIOA	105
3.6.1. Sarrera	105
3.6.2. Oxidazio-zenbakiak	106
3.6.3. Oxidazio-erredukzio erreakzioak doitzea	106
3.6.4. Pilak. Zelula voltaikoak	108
3.6.5. Elektrodo gaseosoak	109
3.6.6. Elektrodoaren potentzial estandarrak edo normalak	110
3.6.7. Nernst-en ekuazioa	110
3.6.8. Pila baten i.e.e.-aren kalkulua	111
3.6.9. Termodinamikaren eta elektrokimikaren arteko erlazioa	111
3.6.10. Elektrolisia	112
3.6.11. Oxidazio-erredukziozko balorazioak	113

3.1. ESTEKIOMETRIA

3.1.1. Sarrera. Kontzeptu orokor batzuk

3.1.1.1. Mol eta Baliokide kontzeptuak

Gaur egun, kalkulu estekiometrikoak egiteko, gehienetan mola erabiltzen da. Hala ere, badago materia-kantitatea neurtzeko beste era bat: *baliokidea edo gramo-baliokidea*.

Kontzeptu biak erlazionaturik daude hurrengo legean adierazten den bezala.

Dakigunez:

$$\text{mol-kopurua} = \frac{\text{substantzia-pisua (g)}}{\text{pisu molekularra}}$$

$$\text{gramo-baliokide kopurua} = \frac{\text{substantzia-pisua (g)}}{\text{pisu baliokidea}}$$

$$\text{non pisu baliokidea} = \frac{\text{pisu molekularra}}{\text{balentzia}}$$

Ondorioz: Baliokide-kopurua = mol-kopurua x balentzia

Substantzia bakoitzari dagokion balentzia kalkulatzeko, zenbait kasu bereizi behar dira:

1. Azidoak:

$$\text{Azidoaren pisu baliokidea} = \frac{\text{pisu molekularra}}{\text{H}^{\text{+}}\text{-en kopurua}}$$

2. Hidroxidoak:

$$\text{Basearen pisu baliokidea} = \frac{\text{pisu molekularra}}{\text{OH}^{\text{-}}\text{-en kopurua}}$$

3. Gatzak:

$$\text{Gatzaren pisu baliokidea} = \frac{\text{pisu molekularra}}{\text{metalaren balentzia x metalaren azpiindizea}}$$

3.1.1.2. Disoluzioak. Kontzentrazioa

Disoluzioan bi atal bereizten dira: disolbatzailea (gehientan ura) eta solutua.

Kontzentrazioa zera da:

a) Solutu-kantitatearen eta disolbatzailearen arteko erlazioa.

b) Baita beste hau ere: solutu-kantitatearen eta disoluzio-kantitatearen arteko erlazioa.

Honela:

a) Kontzentrazioa = solutu-kantitatea / disolbatzaile-kantitatea

b) Kontzentrazioa = solutu-kantitatea / disoluzio-kantitatea

Solutu-(s), disolbatzaile-(d) eta disoluzio-(D) kantitateak era askotara ager daitezke: masan, bolumenean, unitate fisikoetan (gramo) edo kimikoetan (mol edo baliokide). Horiek erabiliz, era desberdinetan agertzen dira kontzentrazio-neurriak ere.

Hurrengoak dira kontzentrazioaren adierazpen nagusiak:

Molaritatea (M)

$$\text{solutuaren mol-kopurua} / \text{disoluzioaren bolumena (litrotan)} = \frac{n_s}{V_D}$$

Molalitatea (m)

$$\text{solutuaren mol-kopurua} / \text{disolbatzailearen pisua (kg-tan)} = \frac{n_s}{P_d}$$

Normalitatea (N)

$$\text{solutuaren gramo-baliokideen kopurua} / \text{disoluzioaren bolumena (litrotan)} = \frac{b_s}{V_D}$$

$$**(Oharra : N = b_s / v_D \Rightarrow N = n_s \times \text{balentzia} / v_D \Rightarrow N = M \times \text{balentzia})$$

Frakzio molarra (x_s)

$$\text{solutuaren mol-kopurua} / (\text{solutuaren mol-kop.} + \text{disolbatzailearen mol-kop})$$

Ehunekoa pisua (%)

$$\frac{\text{solutuaren pisua}}{\text{disoluzioaren pisua}} \cdot 100$$

Ehunekoa bolumena (v/v)

$$\frac{\text{solutuaren bolumena}}{\text{disoluzioaren bolumena}} \cdot 100$$

Ehunekoa pisu-bolumena

$$\frac{\text{solutuaren pisua gramotan}}{\text{disolbatzailearen bolumena cm}^3 - \text{tan}} \cdot 100$$

Milako parteak (‰)

$$\text{Pisuan : } \frac{\text{solutuaren pisua gramotan}}{\text{disoluzioaren pisua gramotan}} \cdot 1.000$$

$$\text{Pisu/bolumenean : } \frac{\text{solutuaren pisua gramotan}}{\text{disoluzioaren pisua cm}^3 - \text{tan}} \cdot 1.000$$

Milioiko parteak (ppm)

$$\text{Pisu - bolumenean : } \frac{\text{solutuaren pisua gramotan}}{\text{disoluzioaren pisua cm}^3 - \text{tan}} \cdot 1.000.000$$

Oharra: disoluzioaren dentsitatea ez da kontzentrazio-neurria. Dentsitateak hurrengo erlazioa adierazten digu:

$$d = \text{disoluzioaren masa (g- edo kg-tan)} / \text{disoluzioaren bolumena (ml- edo l-tan)}$$

Ondorioz: kontzentrazioaren *unitateak* horrela geratzen dira:

$M (\text{mol}_{\text{solutu}} / \text{litro}_{\text{disoluzio}});$	$X (\text{mol}_{\text{sol}} / (\text{mol}_{\text{sol}} + \text{mol}_{\text{disolbatzaile}}))$
$m (\text{mol}_{\text{sol}} / \text{kg}_{\text{disolbatzaile}});$	$N (\text{g-b}_{\text{sol}} / \text{l}_{\text{disoluzio}});$

3.1.2. Mola

Jakina da karbonoaren pisu atomikoa 12,01 mau dela. Zenbat atomo daude 12,01 g karbonotan? Teknika esperimentalen aurrerapenari esker, atomo-kopuru hori $6,022 \cdot 10^{23}$ dela ezaguna da. Zenbaki erraldoi horri Avogadro-ren zenbakia deritzo.

Bestalde, $6,022 \cdot 10^{23}$ oxigeno-atomoren pisua 16,00 g da eta $6,022 \cdot 10^{23}$ karbono dioxidoaren molekularen pisua 44,01 g da.

Beraz, edozein substantziaren atomo edo molekularen pisuaren zenbakizko balioa gramotan jartzen bada, horrela lortutako masak partikula-kopuru bera, atomo zein molekula, hartzen du bere baitan.

Substantzia baten mol baten pisuari *pisu molarra* deritzo. Substantzia baten pisu molarra (gramotan adierazita) eta horren pisu molekularren zenbakizko balioa berdinak dira.

Adibidea:

Azido sulfurikoaren pisu molekularra 98,0718 mau bada, berorren molekula batek pisu hori izango duela adierazten digu, eta $6,022 \cdot 10^{23}$ molekula azido (molekulen mol bat) ditugunean, pisua 98,0718 g-koa izango da.

3.1.3. Estekiometria

Estekiometriak erreakzio kimiko bat aztertzerakoan egin behar diren kalkuluak egitea ahalbidetzen du.

3.1.3.1. Materiaren kontserbazioaren legea (Lavoisier)

Materia ez da sortzen ezta desagiten, aldatu bakarrik egiten da.

Gutziz onartua izan zen lege hau Einstein-en erlatibitatearen teoriak kolokan jarri zuen arte. Hala eta guztiz ere, baldintza normaletan Einstein-ek azaldutako masa/energia transformazioa ez da kantitate neurgarrian gertatzen, eta ondorioz, erreakzio kimiko normaletan, masa-aldaketarik ez dela gertatzen esan daiteke.

$$\sum m_{\text{erreaktiboak}} = \sum m_{\text{produktuak}}$$

3.1.3.2. Proportzio definituen legea (Proust)

Bi gorpuz, konposatu bakar bat emateko elkarrekin konbinatzen direnean, elkarketa hori pisu-proporzio definitu eta konstantean egiten dute.

Horrela, kloroa eta sodioa, sodio kloruroa emateko elkartzen direnean, beti pisu-proporzio definituan egiten dute:

- sodioaren gramo-kantitatea = 6,484 = 12,969 = 4,934 = ... ktea.
- kloroaren gramo-kantitatea = 10 = 20 = 7,61

3.1.3.3. Proporzio anizkoitzen legea (Dalton)

Elementu bat beste elementu baten kantitate desberdinekin konposatu desberdinak emateko konbinatzen denean, orduan, lehen elementuaren kantitate finko batekin konbinatzen diren bigarren elementuaren masa-kantitateen arteko erlazioak zenbaki osoen arteko erlazio simple batez emanak datoz.

Esperimentalki ikusi denez, hainbat kasutan, atomoak proporzio batean baino gehiagotan konbina daitezke konposatu desberdinak eratzeko.

Adibidez:

Baldintza batzuetan 1 g oxigenok 3,971 g kobrerekin erreazionatzen du.

Beste baldintza batzuetan 1 g oxigenok 7,942 g kobrerekin erreazionatzen du.

Kantitate finko batekin (adibidez, 1 g oxigeno) erreazionatu duten bi kobre-kantitate desberdin horien arteko erlazioa, erlazio simplea da:

$$3,971/7,942 = \frac{1}{2}$$

3.1.3.4. Proporzio erlatiboaren legea

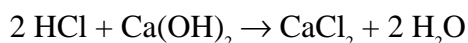
Lege horren enuntziatua azaldu baino lehenago, beharrezkoa da kontzeptu berri bat azaltzea, baliokide-gramoa, alegia. *Baliokide-gramoa (pisu baliokidea = baliokidearen pisua) zera da:* 1 gramo hidrogenorekin edo 8 gramo oxigenorekin erreazionatzen duen (edo erreazio kimiko batean 1 gramo hidrogeno edo 8 gramo oxigeno ordezkatzeko duen) konposatuaren masa-kantitatea, gramotan adierazia. Dakigunez, baliokidearen zenbakizko balioa substantzia horren pisu molekularra edo atomikoa balentziaz zatituz lortzen da.

Adibideak:

Substantzia	Pisu atomiko edo molarra (g)	Balentzia	Baliokide-gramoa (g)
Ca	40	2	20
HCl	36,5	1	36,5
H ₂ SO ₃	82	2	41
Ba(OH) ₂	171,4	2	85,7
AlCl ₃	133,4	3	44,5
NaOH	40	1	40

Baliokidearen definizioa ezagututa, legea horrela dator emana:

Bi substantzia konbinatzen direnean, bere baliokideen arabera edo berorien multiploren baten arabera konbinatuko dira.



Erreakzio horretan konbinatzen diren substantziak eta kantitateak aztertuz:

Substantzia	kantitateak	mol-kopurua	baliokide-kopurua
HCl	73 g	$73/36,5 = 2$	2
Ca(OH) ₂	74 g	$74/74 = 1$	$74/37 = 2$

Ikus daitekeenez, baliokide-kopuruen arteko erlazioa sinplea da ($2/2 = 1/1$).

3.1.3.5. Konbinatutako bolumenen legea (Gay-Lussac)

Erreakzio kimiko batean parte hartzen duten substantzia gaseosoen bolumenek, baldintza berdinetan neurtuta, zenbaki osoen arteko erlazio sinple bat betetzen dute.

3.1.3.6. Avogadro-ren legea

Gas-bolumen batean dauden molekulen kopurua gas guztientzat berdina da, neurketak presio- eta tenperatura-baldintza berdinetan egiten badira.

Substantzia baten *bolumen molarra*, izenak dioen bezala, substantzia horren mol batek betetzen duen bolumena da.

Edozein gasen mol batek 0 °C-an eta 1 atm-ko presioan (baldintza normalak B.N.), betetzen duen bolumena 22,4 litro-koa da.

Oharra: tenperatura edo presioa ez badira horiek, bolumena Gas Idealen legeaz kalkulatu da.

3.1.3.7. Gas idealeen legea

Lagin gaseoso batean, pisua eta bertan dagoen molekula-kopurua (edo mol-kopurua) T edo P-arekiko independenteak dira. Hala ere, beraien menpekoea izango da lagin gaseoso horrek betetzen duen bolumena.

Menpekotasun hori hurrengo legearen arabera:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

non:

P = presioa (gasa gordetzen duen ontzian neurtutakoa).

Unitateak: atm, mm Hg (torr), N/m² (Pa, pascal).

(1 atm = 760 mm Hg (torr) = 101.325 Pa).

V = gas-laginak betetzen duen bolumena ,hots, gordeta dagoen ontziarena.

Unitateak: bolumen unitate arruntak: m^3 , litroak (l). (R konstantearekin bat eginik).

n = gas-laginaren mol-kopurua.

Unitateak: mol.

T = tenperatura.

Unitateak: beti kelvinetan.

R = Gasen konstantea = 0,082 atm.litro/K.mol \longrightarrow (V, litrotan)

$$= 8,314 \text{ J /K.mol}$$

edo 8,314 N.m/K.mol \longrightarrow (V, m^3 -tan)

$$= 1,987 \text{ cal /K.mol}$$

Oharra:

(1 cal =4,184 joule)

(1 joule = 1 N.m)

Lege hori ezin da gasak ez diren beste substantziekin erabili. Hau da, ez erabili inoiz disoluzio batekin.

3.1.4. Nola lortu konposatu baten konposizioa

Konposatu baten formula determinatzeko, ezinbestekoa da haren pisu molarra eta haren elementuen pisu-portzentaiak espermentalki kalkulatzeko.

Konposatu baten formula ateratzeko laborategian hauexek determinatu behar ditugu: konposatu horretan parte hartzen duten elementuak, bakoitzaren pisu-proporzioa eta pisu molarra.

Gaur egun teknika ugari daude konposatu baten *konposizioa determinatzeko*, eta datu esperimentaletatik *formula* nola kalkulatu den ikusiko dugu.

3.1.4.1. Portzentaien determinazio praktikoa

Konposatu batean dauden elementuen portzentaiak kalkulatzeko metodo asko daude baina gehien erabiltzen diren hurrengo bi hauek deskribatuko ditugu:

3.1.4.1.1. Hauspeaketaren bidezko determinazioa

Metodo hori konposatu disolbagaitza eratzen denean erabil daiteke.

Hauspeaketan oinarritzen da, hain zuzen ere, aurrena ikusiko diren Volhard eta Mohr metodoak (*Hauspeakete-erreakzioak* izeneko gaian).

Baina ikus dezagun orain laborategian oso erraz egin daitekeen determinazio kuantitatiboa:

Har dezagun zilarra duen konposatu kimiko ezezaguna. Pisatutako konposatu-kantitate bat uretan disolbatzen da eta azido klorhidrikoa gehitzen zaio. Horrela, zilar kloruroa eratzen den ahuspeakin eran. Zilar kloruro hori lehortu eta pisatu egiten da.

Ondoren, konposatuan zegoen pisu-portzentaia horrela kalkulatzen da:

$$\text{Ag pisua} = \frac{\text{Ag} - \text{aren pisu molarra}}{\text{AgCl} - \text{aren pisu molarra}} \cdot \text{AgCl}_{(\text{solido})} \text{ pisua}$$

$$\% \text{ Ag} = \frac{\text{Ag} - \text{aren pisua}}{\text{laginaren pisua}} \cdot 100$$

3.1.4.1.2. Errekuntzaren bidezko analisisa

Teknika hori hidrokarburoaren edo beste konposatu organiko ezezagun batzuen formula bilatzeko erabiltzen da:

Konposatuaren pisatutako lagin bat erretzen da hodi itxian, oxigeno-korrontea hodia zehar karaziz. Errekuntzaren ondorioz, CO_2 -a eta ura eratuko dira gas-eran. Bi gasok, absorbatzaile egokitan xurgatzen dira: $\text{CO}_{2(\text{g})}$ batean eta $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ bestean.

Adibidea:

Laktosa azukre-mota bat da; esnearen osagaietakoa. Azukre horren elementuak karbonoa, hidrogenoa eta oxigenoa dira. Laktosa komertzialaren 0,5624 g-ko lagina hartu da eta hodi itxi batean erretzen O_2 -korrontean. Ur-absorbatzailearen pisu-irabaztea 0,3267 g-koa da eta karbono(IV) oxidoarena 0,8632 g-koa. Kalkulatu elementuen portzentaia:

$$\text{C pisua} = \text{CO}_2 \text{ pisua} = \frac{\text{C} - \text{aren pisu molarra}}{\text{CO}_2 - \text{aren pisu molarra}}$$

$$= 0,8632 \text{ g CO}_2 \times \frac{12,01 \text{ g C}}{44,01 \text{ g CO}_2} = 0,2356 \text{ g C}$$

$$\text{Beraz, \% C} = \frac{0,2356 \text{ g C}}{0,5624 \text{ g lagin}} = \% 41,89 \text{ C}$$

Era berean hidrogenoarentzat:

$$\text{H pisua} = \text{H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \cdot \text{H} - \text{aren pisu molarra}}{\text{H}_2\text{O} - \text{ren pisu molarra}}$$

$$= 0,3267 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \cdot (1,008) \text{ g H}}{18,015 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,03656 \text{ g H}$$

$$\text{Beraz, \% H} = \frac{0,03656 \text{ g H}}{0,5624 \text{ g lagin}} \times 100 = \% 6,50 \text{ H}$$

Orduan beste osagaiaren ehuneko bestea :

$$\% \text{ O} = 100 - \% \text{ C} - \% \text{ H} = 100 - 41,89 - 6,50 = \% 51,61 \text{ O}$$

%41,89 C ; %6,50 H ; %51,61 O

3.1.5. Nola lortu konposatu baten formula

Esan beharra dago, lehendabizi, konposatuaren formula bi modutara eman daitekeela: formula enpirikoaren eran eta formula molekularren eran.

Formula enpirikoa: konposatuan parte hartzen duten elementuak agertzen dira, beraien arteko erlazio sinpleena azpiindizeen bidez emanik eta parentesi artean. Parentesiaren kanpoan, eta azpiindize moduan, proportzio hori zenbat aldiz betetzen den adieraz ten da.

Adibideak: $(\text{CH}_3)_n$ etanoa; $(\text{CH}_2)_n$ butenoa zein ziklobutanoa.

Formula molekularrak, ordea, molekulan parte hartzen duten elementuak emateaz gain, berorien kopuruak zehazten ditu (sinplifikatu gabe).

Adibideak: C_2H_6 etanoa; C_4H_8 butenoa zein ziklobutanoa.

3.1.5.1. Formula enpirikoaren kalkulua

Konposatuaren konposizioa ezagutu eta gero, atomoen pisu atomikoak erabiliz, formula enpirikoa kalkula daiteke; bestela esanda, atomoen arteko proportzio sinpleena lor daiteke.

Adibidea:

Analisi kuantitatibo baten ostean, burdinaz eta kloroz osatutako konposatua dugula badakigu are gehiago: 0,1396 g burdina 0,1773 g klororekin konbinatu direla eman du aditzera. Zein da konposatuaren formula enpirikoa?

Burdina eta kloroaren arteko ratioa (arrazoia = frakzioa) 0,1396/0,1773 da. Baina formula ezagutzeko mol-ratioa behar dugu.

Burdina-atomoen zenbat daude 0,1396 g Fe-tan?

$$0,1396 \text{ g Fe} \cdot \frac{1 \text{ mol atomo Fe}}{55,85 \text{ g Fe}} = 2,499 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe} :$$

Kloroaren zenbat mol daude 0,1776 g Cl-tan?

$$0,1776 \text{ g Cl} \cdot \frac{1 \text{ mol atomo Cl}}{35,45 \text{ g Cl}} = 5,001 \cdot 10^{-3} \text{ mol atomo Cl} :$$

Orduan: mol-ratioa = mol Fe / mol Cl = $2,499 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe} / 5,001 \cdot 10^{-3} \text{ mol Cl} = 0,500 = \frac{1}{2}$

edo beste era batera:

lortutako zenbaki biak txikienaz zatituz:

$$2,499 \cdot 10^{-3} / 2,499 \cdot 10^{-3} = 1$$

$$5,001 \cdot 10^{-3} / 2,499 \cdot 10^{-3} = 2$$

Beraz: Formula enpirikoa: $(\text{FeCl}_2)_n$

3.1.5.2. Formula molekularren kalkulua

Konposatu baten formula molekularra, konposatu horren formula enpirikoa zenbaki oso batez biderkatua izaten da. Hau da, formula molekularrak, enpirikoak adierazten duen erlazio simple hori zenbat aldiz errepikatzen den adierazten digu.

Adibidez, etanoaren formula enpirikoa $(\text{CH}_3)_n$ baldin bada, $n=2$ balio osoak 1:3 proportzioa formula molekularrean bi aldiz sartzen dela adierazten du.

Konposatu baten formula molekularra determinatzeko, kimikariak pisu molekularra esperimentalki neurtu behar du. Pisu molekularra neurtzeko metodo esperimental batzuk daude. Horien artean erabiliena masa-espektrometria da.

Adibidea:

X konposatu bat, %85,69 karbonoz eta %14,31 hidrogenoz osatuta dago, errekuntza-analisi batek adierazi duenez. Masa-espektroskopiaz pisu molekularra 55,9 mau-koa dela determinatu da. Zein da X-aren formula molekularra?

Lehendabizi, formula enpirikoa kalkulatu dugu.

Har dezagun konposatu honen 100 g-ko lagina erreferentzia bezala. Portzentaiek 100 g horietan osagaiak hurrengo pisuetan daudela adierazten digute:

85,69 g C eta 14,31 g H

Ondorioz: Elementu bakoitzaren zenbat atomo-mol egongo da konposatu honen 100 g-tan?

$$\text{C mol - kopurua} = 85,69 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g C}} = 7,13 \text{ mol C}$$

$$\text{H mol - kopurua} = 14,31 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} = 14,20 \text{ mol 1,008 g H}$$

Orduan, mol-ratioa = C molak/H molak = 7,13 /14,20 = 0,5 = 1/2

Beraz, formula enpirikoa $(\text{CH}_2)_n$ da.

Formula molekularra kalkulatzeko, esperimentalki lortutako pisu molekularra formula enpirikoaren pisuaz zatituko dugu. Honek, formula enpirikoa zenbat aldiz errepikatzen den emanango digu.

55,9 mau (molekula) / 14,027 mau (formula enpirikoa) = 3,99 = 4 formula enpiriko molekulako.

Beraz: $n = 4$

Formula molekularra C_4H_8

Gasen kasuan beste metodo bat dago pisu molekularra determinatzeko:

Gas baten lagina hartu, pisua eta betetzen duen bolumena neurtu eta **T** eta **P** ezagututa, datu guztiak gas idealen legean ordezkatzeko dira:

$$P.V = n. R.T$$

non n = gasaren mol-kopurua = gasaren pisua / PM

(PM = pisu molarra)

Orduan legearen adierazpena hurrengoa da:

$P \cdot V = (m/PM) \cdot R \cdot T$ Hortik pisu molekularra (ezezagun bakarria) askatu egiten da.

Gasaren dentsitatea, d , ezagutzen denean, gas idealen legean ordezkatuz:

$P \cdot V = (m/PM) \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot PM = (m/V) \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot PM = d \cdot R \cdot T \Rightarrow$

$$PM = d \cdot R \cdot T / P$$

3.1.6. Disoluzioen propietate koligatiboak

Propietate horiek ez dira solutuaren izaeraren arabekoak, kontzentrazioaren eta disolbatzailearen arabekoak baizik.

3.1.6.1. Lurrun-presioaren jaitsiera

Edozein likido, lurrunketa dela eta, bere lurrunarekin orekan egoten da.

Lurrun-presioa zera da: lurrundu den likidoak, likidoaren gainean egiten duen presioa. Likidoaren lurrun-presioa tenperaturaren menpekoa da eta tauletan ematen da.

Solidoa likidoan disolbatzen denean, solidoaren partikulek likidoarenak eusten dituzte, eta, ondorioz, likidoa gutxiago lurruntzen da, lurrun-presioa jaitsiz. Presio-jaiste hau hurrengo formulak emanda datorkigu:

$$\Delta P = x_s \cdot P_o$$

$$P = P_o \cdot x_d$$

non $\Delta P = P_o - P$

P_o = likido puruaren lurrun-presioa.

P = disoluzioaren lurrun-presioa.

x_s = solutuaren frakzio molarra.

x_d = disolbatzailearen zatiki molarra.

3.1.6.2. Irakite-tenperaturaren igoera (igoera ebuiloskopikoa)

Irakite-puntura iristean, likidoaren lurrun-presioa eta presio atmosferikoa berdindu egiten dira.

Disoluzioaren irakite-tenperatura beti izango da disolbatzaile puruarena baino altuagoa, zeren, bapore-presioa jaitsi denez, presio atmosferikoa berdintzeko tenperatura altuagoa behar baita.

Igoera ebuiloskopikoa honako formula honen bidez emana dator:

$$\Delta T_e = K_e \cdot m$$

non $\Delta T_e = T - T_o$ baita

T = disoluzioaren irakite-puntua (tenperatura).

T_0 = disolbatzaile puruaren irakite-tenperatura.

K_c = disolbatzailearen konstante ebuloskopikoa.

m = disoluzioaren molalitatea.

3.1.6.3. Solidifikazio-puntuaren jaitsiera (jaitsiera krioskopikoa)

Edozein disoluzio, disolbatzaile purua baino tenperatura baxuagoan solidifikatzen da, solutuaren molekulak likidoaren molekulen artean oztopatzen egoten dira eta.

$$\Delta T_c = K_c \cdot m$$

non $\Delta T_c = T_0 - T$ baita

T_0 = disolbatzaile puruaren irakite-tenperatura.

T = disoluzioaren fusio-tenperatura.

K_c = disolbatzailearen konstante krioskopikoa.

3.2. OREKA KIMIKOA

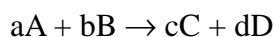
3.2.1. Oreka kimikoaren izaera

Orokorrean, prozesu kimikoak itzulgarriak izaten dira, hau da, lortzen diren produktuak berriro konbinatu egingo dira elkarrekin, hasierako substantziak emanez. Baina, une batera ailegaturik, norantza kontrakoa duten bi prozesu hauen abiadurak berdindu egingo dira eta orduan, erreazioan parte hartu duten substantzia guztien kontzentrazioak (produktu zein erreaktiboak), erlazio finko bat mantentzen agertuko dira. Une honetan orekara iritsi garela esaten da.

Oreka kimikoaren izaera dinamikoa da, hau da, prozesu mikroskopikoak ez dira gelditzen zeren molekulen arteko konbinaketa jarraitzen baitu baina kontzentrazioek konstante irauten dute eta ondorioz, propietate makroskopikoek ere bai.

Sistema bat orekara iristeko ezinbestekoa da itxita egotea erreaktiboak elkar ukitzen egon daitezen.

3.2.2. Oreka-konstantea



Goian ematen den erreazio kimikoak adierazten duen prozesua orekara ailegatzeko den hurrengoa betetzen da:

$$\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K_c$$

frakzio honek balio konstantea hartzen du tenperatura aldatzen ez den artean, eta *oreka konstantea* deitzen da.

3.2.3. Oreka heterogeneoak

Erreakzio kimikoan parte hartzen duten substantzia guztiak ez badaude egoera fisiko berean sistema heterogeneoa dela esango da.

Erreakzioa aurrera jotzen duen heinean, erreaktibo (edo produktu) solidoen kontzentrazioak konstante irauten du zeren beraien kantitatea (mol-kopurua edo pisua) betetzen duten bolumenarekin batera, aldatuko da, eta ondorioz, beraien arteko zatidura ere bai. Kontzentrazio konstante hauek oreka-konstantearen balioaren barruan sartzen dira eta hortaz, ez dira konstantearen adierazpenean sartuko.

3.2.4. Orekan eragiten duten faktoreak. Le Chatelier-en printzipioa

Orekan dagoen sistemaren baten gainean kanpoko faktoreetariko bat aldatzen denean, orekak aldakuntza horri aurka egingo dion alderantz desplazatzeko joera du.

Adibideak:

- Erreakzio exotermikoetan, oreka lortu ondoren tenperatura altxatzen bada, oreka hautsi eta erreakzioa ezkererantz desplazatuko da gehitutako beroa xurgatu nahian.
- Gasen arteko erreakzioetan, behin oreka lortuta, presioa gutxitzen bada, oreka hautsi eta erreakzioa gas-mol gehiago sortzen den alderantz desplazatuko da, presioa handitu nahirik.
- $aA + bB \rightarrow cC + dD$ erreakzioaren oreka lortuta, A erreaktiboaren kontzentrazioa gutxitzen bada, oreka hautsi eta erreakzioak ezkererantz joko du, A substantziaren formazioaren alderantz, hain zuzen ere. Era berean, C substantzia gehiago sartzen bada sisteman, erreakzioak ezkererantz joko du gehiegizko kantitate hori minimizatu nahian.
- Katalizatzaileen gehikuntzak, ordea, ez du eraginik izango orekan, zeren beraien eragina oreka-egoera bizkorrago lortzen ahalbidetzea baita.

3.3. ZINETIKA KIMIKOA

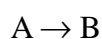
3.3.1. Erreakzio kimikoen abiadura

Erreakzio kimiko baten ondorioz, erreaktiboak produktu bihurtzen dira. Prozesu hori, batzuetan, oso abiadura haundiz gertatzen da eta besteetan, berriz, oso motel. Hemendik dator, erreakzio-abiaduraren definizioaren premia.

Erreakzio-abiadurak zera adierazten du:

Denbora-unitate bakoitzeko desagertzen den erreaktibo baten kantitatea edo denbora-unitate bakoitzeko eratzen den produktu baten kantitatea.

Demagun hurrengo erreakzio hau:



Erreakzio horren abiadura hurrengo eran adieraziko dugu:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

edo:

$$v = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

(- ikurra: A-ren kontzentrazioa txikitzen da erreakzioa aurrera joan ahala)

Erreakzioa aurrera doan heinean, A kontsumitu egingo da eta, ondorioz, A-ren kontzentrazioa gutxituz joaten da, eta B-rena, berriz 0-tik hasten da. Aldaketa horiek ez dira linealak izaten, hau da, erreakzio-abiadura ez da konstante mantentzen.

Erreakzio-abiadura kontzentrazioaren menpekoa da. Azken hori erraz uler daiteke zeren erreaktiboaren kontzentrazioa txikitzen doan neurrian, zailagoa baita beraien arteko ukipenak (talkak) egotea eta ondorioz, erreakzionatzeko aukerak urriagoak izango dira.

Aurrekoa kontuan hartuz, abiadura-ekuazioak honako itxura hau hartzen du:

$$v = k [A]^x$$

non k , *abiadura-konstantea* baita eta esperimentalki bilatzen da. Era berean, bilatuko da x berretzailea.

Demagun hurrengo erreakzio orokorra:



Bi erreaktiboaren, [A] eta [B], hasierako kontzentrazioak saiakuntzen bidez aldatuz, v -a kontzentrazio horiekin harremanetan ipintzen duen adierazpen matematikoa zehaztu daiteke; abiadura-ekuazio egoki bat lortuz:

$$v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

α berretzaileari, A erreaktiboarekiko ordena esaten zaio. Era berean, β berretzailea B erreaktiboarekiko erreakzioaren ordena da.

Berretzaile guztien baturari erreakzioaren *ordena osoa* esaten zaio.

α , β eta antzeko berretzaileak ez dira ekuazio estekiometrikoaren koefizienteen berdinak izango eta, agian, ez dira zenbaki osoak izango. Erreakzio baten ordenak (partzialak eta osoa) saiakuntzen bidez zehaztu behar dira.

k , abiadura konstantea, erreakzio bakoitzaren araberakoa izaten da eta ez da erreaktiboaren kontzentrazioaren araberakoa, baina tenperaturarekin asko aldatzen da.

Abiadura-konstantearen unitateak erreakzioaren ordena osoaren araberakoak dira.

3.3.2. Erreakzio-abiaduran eragina duten faktoreak

Erreakzio baten abiadura erreaktibo-molekulen arteko talka eraginkorren kopuruaren araberakoa da. Hortaz, erreakzioa bizkortu egingo da talka eraginkorrak ugaritzean.

Talka bat eraginkorra izateko, ondoko baldintzak bete behar ditu:

1. Talka-kopuru osoa errektiboen kontzentrazioen eta haien egoera fisikoaren arabera da

Erreaktiboaren kontzentrazioa handituz gero, bolumen-unitate bakoitzeko molekula-kopurua handitzen da eta ondorioz, talka gehiago emango dira beraien artean, talka eraginkorren proportzioa ere handitzen delarik.

Bestalde, fase bakarrean gertatzen diren erreakzioak, *erreakzio homogeneoak (fase gaseosoan edo disoluzioan)* azkarrago gertatzen dira erreaktiboaren arteko elkar ukitzeak sarriago ematen dira eta. Erreakzio heterogeneoetan, berriz, erreaktiboak fase desberdinetan aurkitzen dira, esaterako, solidoak likido edo gasarekin erreakzionatzen duenean, ukipen-gainazalean emango da erreakzioa soilik. Kasu horietan, gainazala handituz (solidoaren birrinketa eginez) erreakzioa bizkortu egingo da.

2. Temperaturaren eragina

Talken eraginkortasuna energia zinetiko nahikoa duten molekula-kopuruaren arabera da eta hau, batez ere, temperaturarekin handitzen da zeren temperatura igotzean, molekulen abiadura handitu egiten baita, beraz, talka-kopurua ere bai.

3. Katalizatzaileen eragina. Aktibazio-energia

Aktibazio-energia zera da: talkak eraginkorrak izateko beharrezkoa den maila energetiko minimoa. *Katalizatzailea*, kantitate txikitara egon arren, erreakzio-abiadura asko aldatzen duen substantzia da. Katalizatzaileak berak ez du aldaketa kimiko iraunkorrik izaten. Fenomeno horri *katalisia* esaten zaio.

Iraganean, katalizatzaileak ez zuela erreakzioan parte hartzen pentsatzen zuten. Gaur egun, frogatuta dago katalizatzaileek tarteko konposatu ez-egonkorrek eratzen dituztela. Hauek, berehala deskonposatu egiten dira eta katalizatzailea birstortu egiten dute. Beraz, katalizatzailea ez da inoiz agortuko.

Katalizatzaileek erreakzioaren ohiko prozesua aldatzen dute eta erreakzioak beste pauso desberdinak jarraitzen ditu. Kasu horietan, aktibazio-energia txikiagoa izaten da. Erraz ulertzeko: katalizatzaileari esker erreakzioak bide errazagoa jarraitzen du.

3.4. AZIDO-BASE OREKAK. ANALISI BOLUMETRIKOA: ALKALIMETRIAK ETA AZIDIMETRIAK

3.4.1. Azido eta base kontzeptuak. Definizioa

Azidoak eta baseak aurkako zenbait propietate dituzten substantziak dira. Batak eta besteak uretan ondo disolbatzen dira eta, beraien ur-disoluzioek hurrengo propietateak dituzte:

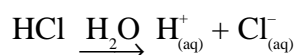
Azidoak	Baseak
– Baseekin gatzak ematen dituzte, elkar neutralizatuz.	– Azidoekin gatzak eratzen dituzte elkar neutralizatuz.
– Zapore garratza dute.	– Zapore mikatza eta xaboi-ukimena dute.
– Paper adierazlea gorriskatu egiten dute.	– Paper adierazlea urdinu egiten dute.
– Gehienak korrosiboak dira.	– Gehienak korrosiboak dira.
– Disoluzioan korrante elektrikoaren eroale elektriko onak dira, elektrolitoak dira alegia.	– Disoluzioan korrante elektrikoaren eroale elektriko onak dira, elektrolitoak dira alegia.
– Marmola eta karbonatoak erasotzen dituzte (erreakzio eferberzentea behatzen da).	– Olioak disolbatzen dute.
– Kolore-aldaketa eragiten dute indikatzaileetan. Adibidez, fenolftaleinak gorritutako disoluzioa kolorez bihurtzen dute.	– Indikatzaileetan, azidoak ematen zutenaren aurkako kolore-aldaketa ematen dute.

Kontzeptu berri horiek hurrengo erataria definitu izan dira.

3.4.1.1. Azidoak eta baseak Arrhenius-en arabera

Azidoak, ur-disoluzioan H^+ ioiak (protoiak) askatzen dituzten substantziak dira.

Baseak, ur-disoluzioan OH^- ioiak (hidroxiloak) askatzen dituzten substantziak dira. Arrhenius-en definizioarekin bat datozen azido azido ezagunak, azido klorhidrikoa (HCl), azido sulfurikoa (H_2SO_4), azido nitrikoa (HNO_3) etab. dira. Baseak, ordea, sodio hidroxidoa (NaOH), kalcio hidroxidoa ($Ca(OH)_2$) eta hidroxido gehienak dira.



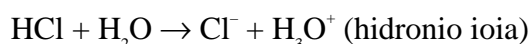
3.4.1.2. Azidoak eta baseak Bronsted-Lowry-ren arabera

Arrhenius-en teoriaren hutsunean agerian geratu ziren aspalditik erabilitako azido eta base batzuk ez zirelako egokiro Arrhenius-en teoriaren bidez azaltzen, adibidez: amoniakoa (NH_3), metal oxidoak, karbonatoak... Bistan dago substantzia horiek OH^- talderik ez dutela, eta ondorioz, ezin dute disoluzioan askatu, baina base moduan jokatzen dute. Argi zegoen, beraz, azido eta base kontzeptuak zabaldu behar zirela.

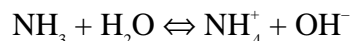
- *Bronsted-Lowry-ren azidoa*, protoi (H^+) emaile moduan jokatzen duen molekula da.
- *Bronsted-Lowry-ren basea*, protoi-hartzaile moduan jokatzen duen molekula da.

Definizio horien arabera:

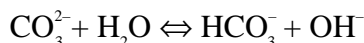
Azido/base erreakzioa protoi-transferentzia erreakzioa da. Azidoak (protoi-emaileak) hartzaile bati ematen (transferitzen) dio protoi hori. Hartzen duenak, berriz, base moduan jokatzen du.



Era honetan, Bronsted-Lowry-ren definizioak amoniakoaren antzeko substantzien arazoa konpontzen du. Amoniakoak, ur-disoluzioan, oreka hau ematen du:



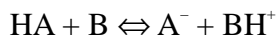
Beatalde, sodio karbonatoak berdintsu jokatzen du. Ur-disoluzioan karbonato ioiak ematen ditu eta horrek:



Idatzitako erreakzio horiek itzulgarriak dira. Demagun hurrengo azido/base erreakzioa:

HA irudikatu dugun azidoak protoia gal dezake azido moduan jokatuz. Molekularen beste zatiak, A^- anioiak, protoi bat onar dezake base moduan jokatuz. Base hau azidoaren *base konjokaturia* dela esaten da. Era berean, B baseak protoi bat hartuz BH^+ sustantzia ematen du. Horrek, protoia eman dezake azido bezala jokatuz, orduan, basearen *azido konjokaturia* da.

Lehenago ipinitako bi adibideetan, amoniakoaren (NH_3) azido konjokaturia amonio ioia (NH_4^+) da eta uraren base konjokaturia OH^- ioia.

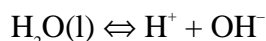


HA/A⁻ eta B/BH⁺ bikoteek, azido/base bikote konjokatu izena hartzen dute.

Azido - base orekaren erreakzioa atal baterantz edo besterantz desplazatuta egongo da, azido/base bikotearen arabera. "Azido" edo "base" kontzeptua erlatiboa da. Esaterako, HCl-aren aurrean urak basearen papera jokatzen du, protoi bat hartuz. Amoniakoaren aurrean, ordea, urak azido bezala jokatzen du protoia emanaz. *Azido edo base bezala jokatzen duen substantziari anfotero esaten zaio.*

3.4.2. Uraren ionizazioa

Ur hutsa, zati txiki batean baino ez bada ere, ionizatuta dago:



Erreakzio honen oreka-konstanteari, *uraren biderkadura ioniko* deitzen zaio.

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

Ura zati txikian ionizatzen denez, uraren kontzentrazioa ez da kontuan hartzen oreka-konstantaren adierazpenean. Konstante honen balioa, 25 °C-tan 1.10^{-14} da. Konstantearen balioa tenperaturarekin aldatu egiten da, baina guk egingo ditugun ariketetan balio hori erabiliko dugu.

Bestalde, uretan dagoen hidrogeno- eta hidroxilo-ioien kontzentrazioa berdina da. Hori adierazten du gorago ikusitako erreakzioak.

Hortaz, $x = [\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ egiten badugu eta K_w balioa kontutan hartuz:

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1.10^{-14}$$

$$x \cdot x = 1.10^{-14}$$

$$x^2 = 1.10^{-14}$$

$$x = 1.10^{-7} \text{ mol/l} = [\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$$

Ur purua neutroa denez gero, hidrogeno-ioien eta hidroxiloen kontzentrazioak berdinak dira. Urari hidrogeno-ioien kontzentrazioa handitzen duen substantzia botatzen bazaio (azido bat), hidroxilo-ioien kontzentrazioa txikitu egiten da orekak iraun dezan (Le Chatelier-en Printzipioa). Hidroxilo-ioiak sortzen dituen substantzia eransten bazaio (basea), hidrogeno-ioien kontzentrazioa txikiagotu egingo da.

Beraz, Kw balioa ezagutzen dugunez, hidrogeno-ioien kontzentrazioa ezagutzen badugu, erraza da hidroxilo-ioiena kalkulatzeko.

$$- \text{Disoluzio azido batean } [\text{H}^+] > 1.10^{-7} \text{ mol / l eta } [\text{OH}^-] < 1.10^{-7} \text{ mol / l}$$

$$- \text{Disoluzio basiko batean } [\text{H}^+] < 1.10^{-7} \text{ mol / l eta } [\text{OH}^-] > 1.10^{-7} \text{ mol / l}$$

Disoluzio baten hidrogeno-ioien kontzentrazioa handiagotu ahala, aziditatea handiagotu egingo da eta alderantziz.

3.4.3. pH eta pOH kontzeptuak

Normalean, disoluzioetan egoten diren hidrogeno- eta hidroxilo- ioien kontzentrazioak txikiak izaten dira. Zenbaki esponentzialak maneiatzea, bestalde, nekagarria izan daiteke batzuetan. Hortaz, disoluzioen aziditatea adierazteko notazio logaritmikoa erabiltzen da. Honela definitzen dira pH eta pOH:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \text{ edo } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

eta

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Ur puruaren pH-a eta pOH-a berdinak izango dira, bi ioien kontzentrazioak berdinak direlako. Ur puruaren pH-aren balioa aurkitzeko $[\text{H}^+]$ kontzentrazioa ordezkatu beharko dugu pH-aren definizioan.

$$\text{pH} = -\log[1.10^{-7}] = 7$$

Beraz, ur puruaren pH-a (eta pOH-a), zazpi da. pH-a 7 baino txikiagoa duten disoluzioak azidoak dira eta pH-a 7 baino handiagoa dutenak, basikoak. pH-a 7 dutenak neutroak dira. Beraz, ur purua neutroa da. pOH-aren balioen esanahia konplementarioa da:

H^+ mol/l	pH	$[\text{OH}^-]$ mol/l	pOH	Izaera
10^{-1}	1	10^{-13}	13	azidoa
10^{-3}	3	10^{-11}	11	azidoa
10^{-5}	5	10^{-9}	9	azidoa
10^{-7}	7	10^{-7}	7	NEUTROA
10^{-9}	9	10^{-5}	5	basikoa
10^{-11}	11	10^{-3}	3	basikoa
10^{-13}	13	10^{-1}	1	basikoa

Oharra: kontuan hartu beti

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

edo

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

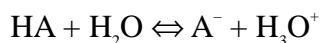
3.4.4. Azidoen eta baseen indar erlatiboa

Arrhenius-en teoriaren arabera, ur-disoluzioetan, azido sendoak guztiz disoziatu daude (hasieran jarritako guztia desagertu egiten da), hau da disoziazio-mailak ia % 100eko balioa hartzen du. Ahulentzat, berriz, disoziazio-maila txikia da (hasieran jarritako gehienak ez du erre-akzionatzen).

Bronsted-Lowry-ren teoriaren arabera, azido bat sendoagoa da protoiak zenbat eta errazago askatzen dituen; base bat sendoagoa da prototiak zenbat eta errazago hartzen dituen.

Indarra kuantitatiboki neurtu nahi badugu oreka-konstantea erabiltzen da. Eman dezagun HA azido bat:

Bronsted-Lowry-ren teoriaren arabera:



Oreka-konstantea hurrengo izanik:

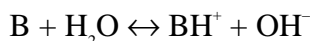
$$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$$

Uraren kontzentrazioa konstantetzat hartuz: ez da K_a -ren adierazpenean sartzen.

K_a -ri disoziazio- edo ionizazio-konstantea esaten zaio (aziditate-konstantea ere).

Azidoa oso sendoa denean, protoiak emateko joera handia izango du eta ondorioz, bere base konjokatuak protoiak hartzeko joera txikia. Aldiz, azido ahula bada, bere base konjokatu sendoa izango da.

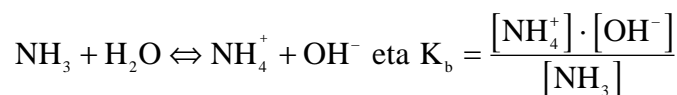
Modu berean, B base baten indarra, urarekiko erreakzioaren oreka-konstantearen bidez neurtu daiteke:



eta

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

Adibidez:



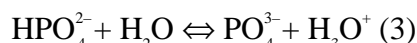
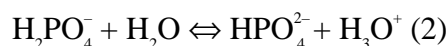
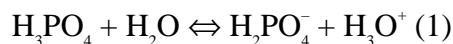
K_b basearen disoziazio- edo ionizazio-konstantea da (basizitate-konstantea), eta basearen indarra neurtzen du.

Azidorik sendoenak (HNO_3 , HCl , HClO_4 ,...) ur-disoluzioan guztiz disoziatu daude eta beren $K_b = \infty$ da.

Era berean base sendoak (NaOH, KOH...) erabat disoziatuak aurkitzen dira eta $K_b = \infty$ da.

Azidoen edo baseen indarra eta molekula bakoitzak hartu edo eman dezakeen protoi-kopuru osoa ez nahastea oso inportantea da. Protoi bat eman dezaketenez azidoak (HCl , HNO_3 , HCN , $\text{CH}_3\text{-COOH}$,...) *monoprotikoak* dira eta protoi bat baino gehiago eman ditzaketenei *poliprotikoak* esaten zaie, bi eman ditzaketenei diprotikoak esanik (H_2SO_4 , H_2CO_3 ,...) , hiru eman ditzaketenei triprotikoak...etab.

Azido poliprotikoak, ez dituzte aldi berean eta erraztasun berdinarekin protoi guztiak ematen baizik eta mailaz maila eta gero eta zailago ematen dituzte. Adibidez, H_3PO_4 -aren kasuan:



non $K_1=7,5 \cdot 10^{-3}$; $K_2=6,2 \cdot 10^{-6}$ eta $K_3= 2,2 \cdot 10^{-13}$. Beraz, azido fosforikoaren ur-disoluzioan, hiru orekak batera kontsidera ditzakegu, eta oreka bakoitzaren konstantea $K_1 > K_2 > K_3$. Disoluzio honetan, H_2O eta H_3O^+ espezieez gain, ondoko espezie kimikoak egongo dira: H_3PO_4 proportzio handi batean, hau da, disoziatu gabeko molekulak (K_1 oso txikia delako); H_2PO_4^- eta HPO_4^{2-} eta PO_4^{3-} oso kantitate txikitan, PO_4^{3-} -rena batez ere.

3.4.5. Disoziazio-gradua

Azido edo base batetik disoziatzen (erreakzionatzen) den proportzioari α disoziazio-gradua deitzen zaio (ionizazio-gradua). Disoziazio-graduak zera adierazten du: hasieran mol bat azido bagenu α mol desagertu edo disoziatuko lirakekeela.

Azido eta base sendoetan, dena disoziatzen denez, $\alpha=1$ da, azido eta base ahulentzat $\alpha < 1$. Azidoa edo basea zenbat eta ahulagoa izan, α hainbat eta txikiagoa.

3.4.6. Gatzen ur-disoluzioak. Hidrolisia

Ikusi dugu zer gertatzen den azido edo base bat uretan disolbatzen denean (beraien indar erlatiboaren arabera).

Ikus dezagun orain nola tratatu *gatz neutroa duen disoluzioa*. Gatz neutroen disoziazioak, H^+ edo OH^- talderik eduki ez arren, disoluzioak azidoak edo basikoak izan litezke. Adibidez, sodio karbonatoa uretan disolbatzen denean disoluzio basiko bat lortzen da. Aldiz, amonio kloruroa disolbatzerakoan disoluzio azido bat lortuko genuke. Honen azalpena hauxe dugu: gatz bat uretan disolbatzerakoan bi ioitan disoziatzen da (katioia eta anioia); gutxienez, gatzaren ioietariko batek eta urak elkarrekin erreakzionatzen dute, hau da, disoluzio akuosoetan, *urak katioiekin edo anioiekin ematen duen erreakzioari hidrolisia deitzen zaio*.

Hidrolisia azido/base erreakzio mota bat baino ez da, erreakzio honetan anioi batek (basea) urarekin (azido moduan aritzen dena) erreakzionatzen du, edo katioi batek (azidoa) urarekin (base moduan aritzen dena) erreakzionatzen du.

Eman dezagun HA azido ahula (azido azetiko, azido zianhidriko,...); bere base konjokatua A^- /azetato, zianuro,...) sendoa izango da eta hidrolisi (urarekiko erreakzioa) hau emango du:



Erreakzio honen oreka-konstanteari hidrolisi-konstantea deitzen zaio eta K_h batez adierazten da:

$$K_h = \frac{[AH] \cdot [OH^-]}{[A^-]}$$

Konstante honen balioa zuzenki erlazionaturik dago azidotasun konstantearekin (K_a -arekin) hurrengo hau egiten badugu:

Lortutako K_h -ren adierazpenean agertzen den zatidura aldi berean biderkatzen eta zatitzen badugu protoien kontzentrazioarekin, K_h -ren balioa ez da aldatuko baina beste "itxura" berri hau hartzen du:

$$K_h = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} \cdot \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} \text{ eta dakigunez } k_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] \text{ (Uraren biderkadura ionikoa)}$$

$$\text{eta gainera: } \frac{[AH]}{[A^-] \cdot [H_3O^+]} = \frac{1}{K_a}$$

$$\text{Beraz : } K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

non :

K_a = HA azido konjokatuaren disoziazio-konstantea.

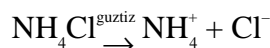
K_w = 10^{-14} (25°C-tan).

K_h = A anioiaren hidrolisi-konstantea.

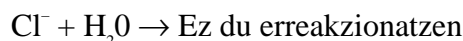
Gatzaren izaeraren arabera, hidrolisia aztertzerakoan lau mota desberdin aurkituko ditugu:

a) *Azido sendo batez eta base ahul batez eratutako gatz*

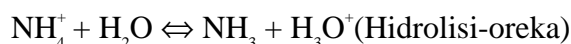
Adibide errazenak azido sendoen gatz amonikoak dira : NH_4Cl , NH_4NO_3 ... etab. NH_4Cl -a uretan disolbatzean erabat disoziatutik agertzen da:



Cl^- anioia, azido sendo baten eratorria dela eta, base ahula da eta ez du urarekin erreakzionatuk, hau da, ez du hidrolisirik emango zeren lortuko litzatekeen espeziea (HCl) oso egonkortasun baxukoa baita:



Baina NH_4^+ katioia, base ahul batetik datorrenez, ura baino azido sendoagoa da eta elkarrekin erreakzionatzen dute:



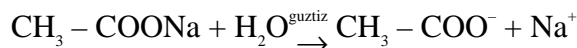
hau da H_3O^+ ioiak sortzen ditu eta disoluzioak *izaera azidoa* izango du.

Aurreko atalean egin diren antzeko eragiketak burutuz, zera lortzen da:

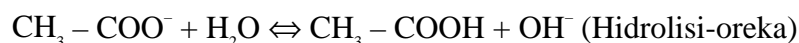
$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

b) Azido ahul batez eta base sendo batez eratutako gatzak

Adibideak: $\text{CH}_3\text{-COONa}$, KCN , Na_2CO_3 ... etab. Sodio azetatoa uretan disolbatzean:



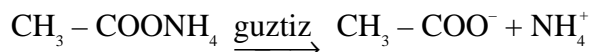
Na^+ katioiak ez du urarekin erreakzionatzen azido oso ahula delako (base sendo batetik, NaOH -tik dator). Beraz, ez du hidrolisirik ematen. Baina azetatoak, ordea, urarekin erreakzionatzen du base sendoa delako (azido ahul baten konjokatua baita):



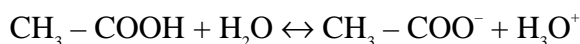
OH^- ioien kontzentrazioa igo egingo da eta, beraz, disoluzioak *izaera basikoa* izango du.

c) Azido ahul batez eta base ahul batez eratutako gatzak

Adibideak: $\text{CH}_3\text{-COONH}_4$, NH_4CN , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$... etabar. Amonio azetatoa uretan disolbatzean:



Azetato-anioia, ura baino base sendoagoa izango da azido ahul batetik datorrelako (azido azetikoa) eta *hidrolisia* emango du:



NH_4^+ katioiak ere urarekin erreakzionatzen du azido sendoa delako, (base ahula den amoniakoaren konjokatua) eta *hidrolisia* gertatuko da:

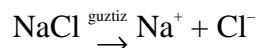


Ioi batek OH^- sortzen ditu eta besteak H_3O^+ -ak. Ioi bakoitzaren *hidrolisi-graduaren arabera*, disoluzioa azidoa, *basikoa edo neutroa* izango da.

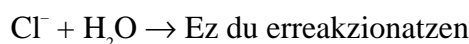
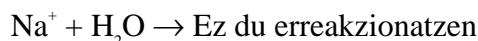
Orokorrean, $K_a > K_b$ denean disoluzioa azidoa izango da eta $K_a < K_b$ betetzen bada, disoluzioaren izaera basikoa izango dela esan daiteke.

d) Azido sendo batez eta base sendo batez eratutako gatzak

Adibideak: NaCl , KI , NaNO_3 etabar. NaCl uretan disolbatzean erabat disoziatzen da:



Cl^- anioia oso base ahula da (HCl oso azido sendo baten base konjokatua) eta ura baino ahulagoa denez ez dute elkarrekin erreakzionatzen. Gainera erreakzionatuko balu, sortuko litzatekeen HCl -a egonkortasun baxukoa izango litzteke. Era berean, Na^+ katioiaren hidrolisia ez ez da gertyatzen oso azido ahula baita (base sendo baten konjokatua, NaOH hain zuzen ere).



Beraz, disoluzioa *neutroa* izango da.

3.4.6.1. Disoluzioetako pH-aren kalkulua

Bedi hurrengo hidrolisia:



non HA azido ahula baita. Hidrolisi-orekari dagokion konstantea, aurreko ataletan azaldu den bezala, hurrengo eran datorkigu adierazita:

$$\frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} = K_h$$

bestaldetik,

$$[HA] = [OH^-] = x$$

$$[A^-] = c_s - x$$

c_s = gatzaren hasierako kontzentrazioa

beraz,

$$K_h = \frac{x^2}{c_s - x}$$

baina hidrolisiak txikitzen duen gatzaren kontzentrazioa arbuigarria da ($c_s / K_h \geq 10^3$ betetzen denean egin daiteke hurbilketa) eta ondorioz:

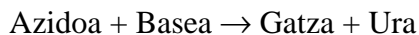
$$K_h = \frac{x^2}{c_s}$$

$$x \approx \sqrt{c_s \cdot K_h}$$

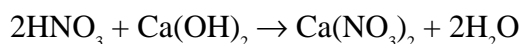
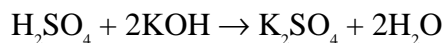
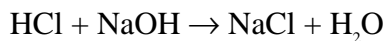
$$pOH = -\log x$$

3.4.7. Azido/base balorazioak. Neutralizazio-orekak

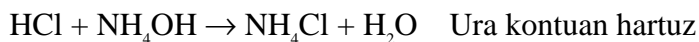
Azido baten eta base baten arteko erreakzioari *neutralizazio-erreakzioa* deitzen zaio. Erreakzio-mota honetan gatza eta ura sortzen dira:



Adibideak:



Amoniakoarekin egiten badugu, ondorengoa kontuan izan beharko dugu: Amoniakoa uretan ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) dagoenean amonio hidroxidoaren eran ($\text{NH}_4 \text{OH}$) dagoela kontsidera daiteke. Orduan erreakzioa idazterakoan:



Azido/base balorazioak azido baten edo base baten kontzentrazio ezezagunak kalkulatzeko egiten dira.

Azido baten disoluzio baten kontzentrazioa determinatzeko, disoluzio horren bolumen jakin batean dagoen azidoa neutralizatzen da (hau da, azido guztia erreakzionarazten da), neutralizazio horretan, kontzentrazio ezezaguneko base baten disoluzioaren bolumena neurtzen delarik.

Balorazio honen oinarria H_3O^+ ioien kontzentrazio-aldaketa da. Azido bat baloratzen badugu, basea gehitu aurretik disoluzioa azidoa izango da. Basea botatzen hasten garenean, azidoa desagertzen joango da eta, ondorioz, H_3O^+ ioien kontzentrazioa gutxitzen. Azido guztiak erreakzionatzen duen momentuan *baliokidetasun-puntuan* gaude. Hortik aurrera, base gehiago botatzen badugu, disoluzio basiko bat lortuko dugu.

Nola jakingo dugu azido guztia noiz erreakzionatu duen? H_3O^+ ioien kontzentrazio aldaketa jarraitzeko *indikatzaileak edo adierazleak* erabiltzen dira. Substantzia hauek konposatu organikoak ohi dira eta giro azidoan eta giro basikoan bi kolore desberdinekin agertzen dira. Adibidez:

Tintaroi deituriko indikatzaileak kolore urdina du giro basiko batean eta kolore gorria giro azido batean. Baliokidetasun-puntuan ematen da kolore aldaketa eta honela nabarmendu daiteke azido guztiak noiz erreakzionatu duen.

Kontzentrazio ezezaguna ateratzeko egin behar diren kalkuluak moletan egin daitezke, erreakzioaren estekiometria erabiliz edo baliokidetasun-puntuan hau betetzen dela kontutan izanik: azidoaren baliokideak = basearen baliokideak.

Orduan, normalitatearen definizioa erabiliz:

$$V_a \cdot N_a = V_b \cdot N_b$$

non:

V_a = disoluzio azidoaren bolumena.

N_a = disoluzio azidoaren normalitatea.

V_b = disoluzio basikoaren bolumena.

N_b = disoluzio basikoaren normalitatea.

3.4.8. Disoluzio indargetzaileak edo tanpoi-disoluzioak

Batez ere prozesu biologikoetan, pH-a konstante mantentzea oso inportantea da, (odolaren pH-a 7,4 da eta 0,5-eko aldaketak ondorio larriak ekar ditzake gizakiontzat...). Orokorrean, eta laborategi-lanetan hain zuzen ere pH-a konstante mantentzeko gai diren disoluzioak lortzea gutiz inportantea dugu.

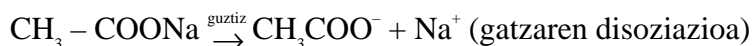
Disoluzio hauek azido ahul batez eta beronen gatz batez osaturik daude edo beste kasutan, base ahul batez eta beronen gatz batez, adibideak:

- azido azetiko + sodio azetato.
- amoniako + amonio kloruro.
- eta abar.

Disoluzio hauen izenak: *indargetzaileak, tanpoi edo buffer* dira.

Nola jokatzten dute disoluzio indargetzaileek?

Adibide bat jarriko dugu. Demagun azido azetiko + sodio azetatoz eratutako buffer disoluzioa, bakoitzaren kontzentrazioa uretan 0,5 M izanik. Dakigunez, gatzua uretan erabat disoziatutik dago:



Disoluzioan, gainera, hurrengo oreka ematen da:



Ikus dezagun orain zein den disoluzio hauek sortarazten duten mekanismoa beraien presentzia pH-a konstante iraun dadin:

Era horretan eratuta daukagun disoluzio bati azido kantitate txiki bat gehitu bezain laster, H_3O^+ ioien kontzentrazioa handitu egiten da eta Le Chatelier-en printzipioan oinarrituta, oreka ezkererantz desplazatzen da, $\text{CH}_3\text{-COO}^-$ -aren zati bat kontsumitzen delarik soberan dauden H_3O^+ ioiekin konbinatuz, eta beraz oreka berriaren H_3O^+ -en kontzentrazioa ez da ia aldatzen.

Basearen kantitate txiki bat eransterakoan, H_3O^+ ioiekin konbinatzen da eta H_3O^+ ioien kontzentrazioa txikitzen da. Orduan, oreka eskuinera desplazatzen da, $\text{CH}_3\text{-COOH}$ -ren zati txiki bat kontsumitzen delarik, eta H_3O^+ ioiak orekatzen dira, beraien kontzentrazioa konstante iraunez.

Ariketa:

Kalkula ezazu zein den gertatzen den pH-aldaketa, ondoko disoluzioei 1 cm^3 HCl 1 M gehitzen zaienean:

- a) Ur litro bati.
- b) Azido azetiko 0,5 M eta sodio azetato 0,5 M den disoluzio indargetzailearen litro bati.

Ebazpena:

- a) Uraren pH-a 7 da. 1 cm^3 HCl gehitzen badiogu, lortuko den disoluzioaren kontzentrazioa:

$$M = \frac{\text{HCl mol} - \text{kop.}}{V_{\text{dis}}} = \frac{10^{-3} \text{ mol}}{1,001 \text{ litro}} = 0,001 \text{ M}$$

eta azidoa guztiz disoziatutik dagoenez:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,001 \text{ M eta pH}=3$$

- b) Disoluzio indargetzailea dugu.

Azido klorhidrikoa gehitu aurretik:

$$[\text{HAc}] = 0,5 \text{ M eta } [\text{NaAc}] = 0,5 \text{ M}$$

Azido azetikoaren ionizazio-konstanteak adierazten duenez:

$$K_a = \frac{[\text{Ac}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HAc}]} \quad (1)$$

$$\text{beraz : } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{HAc}]}{[\text{Ac}^-]} = 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,5}{0,5} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{orduan } \text{pH}_1 = 4,733$$

Baina 1 cm^3 HCl gehitzean, azido sendoaren erabateko disoziazioa dela eta, $0,001 \text{ mol H}_3\text{O}^+$ gehitzen dira eta hauek Ac^- base sendoarekin erreakzionatuko dute $0,001 \text{ mol HAc}$ (azido ahula) osatuz, eta ondorioz zera edukiko dugu:

$$[\text{HAc}] = \frac{0,5 \text{ mol} + 0,001 \text{ mol}}{1,001 \text{ litro}} = 0,501 \text{ M}$$

eta

$$[\text{Ac}^-] = \frac{0,50 \text{ mol} + 0,001 \text{ mol}}{1,001 \text{ litro}} = 0,499 \text{ M}$$

Azidoaren ionizazio-konstantea erabiliz (1):

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,501}{0,499} = 1,857 \cdot 10^{-5} \text{ eta beraz } \text{pH}_2 = 4,731$$

$$\text{pH-aren aldaketa } \Delta\text{pH} = 4,731 - 4,733 = -0,002$$

Ikusten denez, disoluzio indargetzailea zertxobait azidifikatu egin da azido klorhidrikoa gehitzean baina oso gutxi (2 milaren).

3.4.9. pH-aren neurketa eta aplikazioak. Adierazleak

Prozesu edo egoera gehienetan, ur disoluzioen pH-a ezagutzea ezinbestekoa da. Adibidez:

- Lurraren aziditatea ezagutu ondoren, erabakitzen da bertan landuko dena.
- Urdaileko-zuku gastrikoaren aziditatearen gehinkuntzak kaltegarriak dira osasunerako eta komeni da 1,4 (oso azidoa) balioan mantentzea.
- Ur puruaren pH-a 7 izanik, euri-urarena zertxobait azidoa da, bere baitan disolbaturik daraman CO_2 -agatik.
- Orokorrean, $\text{pH} < 1$ duten soluzioek erredurak sor ditzakete.

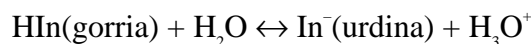
- Batzuetan, etxe-garbikariak NaOH-z fabrikatzen dira, kontzentrazio altuetan, eta hone-xegatik pH-aren balio altuegiak izaten dute azaleraren kontaktu zuzenean egoteko.

3.4.9.1. Adierazleak

Azido-base adierazleek ez dute inoiz emango disoluzio batek duen pH-aren zenbakizko balio zehatza baina oso lagungarriak dira aziditatearen determinazio kualitatiboetan, hau da, disoluzio baten gutxi gorabeherako pH-a ezagutu nahi denean. Erabiltzen den adierazlearen arabera pH-a zein tartetan egon daitekeen determinatuko da.

Definizio erraza emanez, adierazleak inguruko pH-arekin kolorea aldatzeko gaitasuna duten substantzia organikoak dira. Indikatzailea, gehienetan azido ahula da eta bere base konjokatuaren kolore desberdina izaten du.

Eman dezgun azido ahula den edozein adierazle bat. Errazteko, HIn eran adieraziko dugu. Suposa dezagun ere azidoa kolore gorriaz agertzen dela eta In⁻ anioiarena urdina dela. Disoluzioan ematen den oreka hurrengo da:



Le Chatelier-ek dioenez, adierazlea duen disoluzioari azidoa gehitzen bazaio orekak ezkererantz joko du, disoluzioa gorrituz, eta basea gehituz gero, hidronio-oiak neutralizatuko lirarteke, oreka eskuinerantz desplazatuz eta disoluzioa urdinduz.

Adierazleen aplikazio nagusia azido-base bolumetrian baliokidetz-puntura iritsi garela ohartaraztea da. Oso kantitate txikiak erabili behar dira (begi-bistako kolore-aldaketa argi bat azalduko duen kontzentrazio txikiena), gehiegi gehituz gero disoluzio-orekan eragin baidake eta bere pH-a aldatu.

Orokorrean azido-base indikatzaileak azido edo base ahulak izango dira eta kolore desberdinez azalduko dira era disoziatuan edo disoziatugabeen.

Gorago eman den orekari loturik doan oreka-konstantea hurrengo adierazpena du:

$$K_{\text{In}} = \frac{[\text{In}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HIn}]}$$

Logikoa denez, adierazlearen disoluzioak hartuko duen kolorea HIn eta In⁻ espezieen kontzentrazioen arteko proportzioaren araberkoa da eta beraz, $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$ erlazioaren menpekkoa.

Menpekotasun hau, bestalde, inguruaren pH-aren menpekkoa da. Azken hori hurrengo era matematikoan azaltzen da:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\text{In}} \cdot \frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$$

edo logaritmo hamararrak aplikatuz:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{In}} + \log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

Zer esanik ez, giza-ikusmena mugatuta dagoenez gero, ez da hain erraza izaten kolore-aldaketa nabaritzea.

Muturretako kasuak harturik:

$$\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \leq 0,1 \text{ denean, adierazlea bere era azidoan egertuko da (HIn).}$$

Baina $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \geq 10$ baldin bada, adierazlea bere era alkalinoan azalduko da (In^-).

Demagun $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = \frac{1}{10} = 0,1$ dela; orduan, indikatzailea era azidoan azalduko da eta $\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} - 1$ beteko da.

Baina $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = 10$ bada, adierazlea era alkalinoan azalduko da eta $\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} + 1$ beteko da.

Beraz, indikatzailearen kolorea hurrengo pH-tartean aldatuko da:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} \pm 1$$

Honek zera esan nahi du:

Aukeratu behar dugun indikatzailearen pK_{in} -aren balioak, disolbatzaileak baliokidetzat hartu izango duen pH-aren antzekoa izan behar du, momentu zehatz horretan gertatuko delako balorazioaren bukaera-puntuaz ohartaraziko digun kolore-aldaketa.

Hau dena hurrengo eran laburtu egin daiteke:

Kolore azidoa: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} - 1$ Ertaineko kolorea: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}}$ Kolore basikoa: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} + 1$

pH-ren 2 unitate

Indikatzailea	Biraketaren pH-tartea ⁽¹⁾	Kolore-aldaketa	
		Era azidoan	Era basikoan
Metil morea	0,0-3,0	horia	morea
Timol urdina	1,2-2,8	gorria	horia
Bromofenol urdina	3,0-4,6	horia	urdina
Metil laranja	3,2-4,4	gorria	horia
Bromokresol berdea	3,8-5,4	horia	urdina
Metil gorria	4,2-6,3	gorria	horia
Tintaroia	4,5-8,3	gorria	urdina
Bromokresol purpura	5,2-6,8	horia	purpura
Bromotimol urdina	6,0-7,6	horia	urdina
Kresol gorria	7,0-8,8	horia	gorria
Timol urdina	8,0-9,6	horia	urdina
Fenolftaleina	8,2-10,0	kolorgea	gorria
Alizarina horia	10,1-12,0	horia	gorria

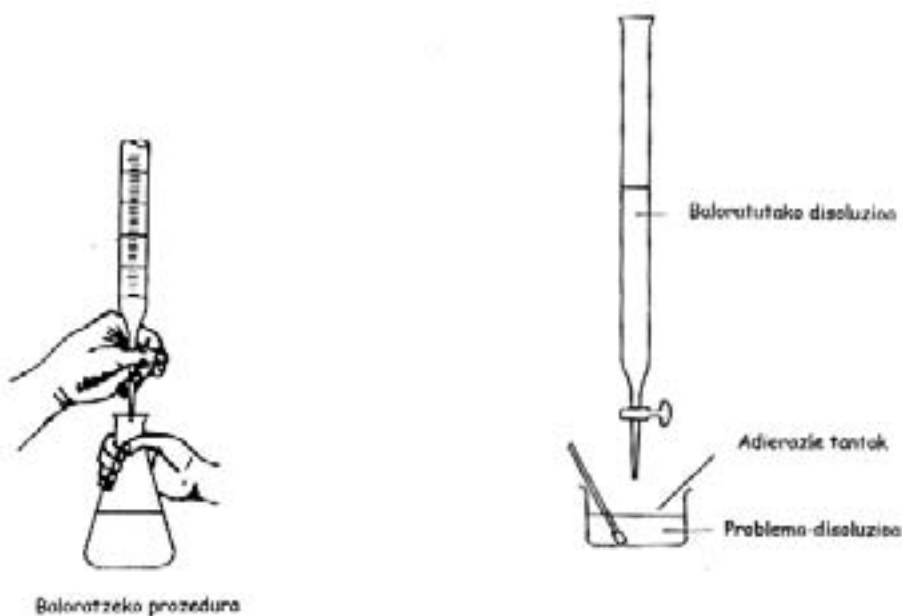
⁽¹⁾pH-aren balioak tarte honetan aurkitzen direnean, adierazlearen kolorea, bi koloreen arteko nahasketa-gisa azalduko da. Ohartzen bazara, tarte hau ez da zehatz-zehazki 2 unitatekoa baina lehen erabilitako proportzioak (1/10 eta 10/1) ere gutxigorabeherekoak izan dira.

Laborategian askotan erabiltzen den adierazlea *adierazle unibertsala* deiturikoa da. Hainbat adierazleren nahastea da. Paper-eran erabiltzen da eta disoluzioekiko kontaktuan jartzean kolore desberdinak hartzen ditu pH-aren arabera: gorria (pH = 0,1,2,3), laranja (pH = 4), horia (pH= 6,7), berdea (pH = 8,9), urdina (pH = 10-14).

Indikatzaileak, orokorrean uretan disolbatzen dira eta era diluituan erabiliko dira (%1 edo %₀1). Beste batzuk (gutxienak) alkoholetan edo beste disolbatzailearen batean disolbatu behar dira.

3.4.10. Balorazio (titulazio edo bolumetria) baten prozedura

Hurrengo irudian azaltzen da nola kokatuko diren titulazioa burutzeko beharrezkoak diren osagaiak.



-Kimikako oinarriak-

1. Buretak, erabili orduko, egokiro garbituko dira eta Ondoren, ur distilatuaz irakutzi eta azkenik, edukiko duen disoluzioaz irakutzi berriro.
2. Buretaren beheko zatia (giltzaren azpitik geratzen dena) erabat beteta geratu behar da sor daitezkeen aire-burbuilak ezabatuz.

3.4.10.1. Patroiak

Patroi primarioak: substantzia hauen purutasuna altua izango da eta egonkortasun altuak izaten dira. Hau dela eta, pisatutako kantitate txiki bat, ur distilatu edo desionizatuan disolbatzen bada, lortuko den disoluzioaren kontzentrazioa zehaztasunez kalkula daiteke. Helburu honetarako, *p.a.* delako purutasun-mailakoak erabiliko dira.

Patroi-disoluzioa prestatzeko, era anhidroan dagoen substantzia hartu eta 110-150 °C-tan lehortu egiten da deskonposatu gabe. Ondoren, behar den pisu zehatza pisatu eta ur distilatu gehitu bolumen egokia lortu arte.

Patroi sekundarioak: ez dituzte aurreko atalean aipatu diren ezaugarriak betetzen. Orokorrean, azidoak edo azido-nahasteak izaten dira (irakite-puntu iraunkorra duten nahasteak). Badira ere, patroi sekundarioak diren hidroxidoak eta zenbait gatz hidratatu. Azken horiek ez dira egokiro lehortzen.

3.4.10.2. Balorazioaren bukaera-puntua

Bukaera-puntura iristean azidoaren eta basearen arteko erreakzioa erabat burutu da. Une honetan, aldaketa nabaria gertatzen da. Aldaketa hau, adierazlea erabiltzen denean, kolore-aldaketa gisa azalduko da. Badaude ere, metodo fisikoen bidez egiten diren balorazioak (disoluzioaren konduktibitatearen neurketak, adibidez)

3.4.10.3. Disoluzio baten faktorea

Behin baloratuta eta gero, lortzen den disoluzio baten kontzentrazio erreala eta izan behar-ko zuena ez badira berdinak (prestaketan egin den akats batengatik, argiaren eraginez, etab), zuzenketa-faktorea bilatuko da eta etiketan jarri.

Adibidea:

Bedi ustez 0,500 M den disoluzioa eta baloratu ondoren egiazko kontzentrazioa 0,480M dela ikusten da. Orduan

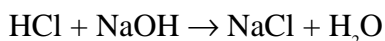
$$\text{zuzenketa - faktorea} : \frac{0,480}{0,500} = 0,960$$

3.4.10.4. Bolumentria alkalimetrikoak eta azidimetrikoak

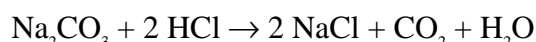
Azidimetrian disoluzio azidoa baloratzen da, patroi-gisa basea erabiliz.

Alkalimetrian, berriz, substantzia basikoa baloratzen da, patroia azidoa izanik.

Azidoen eta baseen arteko neutralizazio-erreakzioa:



Azido ahul baten gatza azido sendo batekin:



3.4.10.4.1. Aukeratuko diren adierazleak

Adierazlea aukeratzeko zera hartu behar-ko dugu kontuan: baliokidetasun-puntuaren disoluzioak izango duen pH-a eta ondorioz, aukeratuko den indikatzailearen kolore-aldaketa pH horren inguruan egon behar-ko du. pH hori azidoaren eta basearen izaeraren menpekoa da.

Orokorrean, egingo den balorazioaren arabera, hurrengoak dira gomendatzen diren indikatzaileak:

- Azido sendoa + base sendoa:

0,1 N edo kontzentratuagoak diren disoluzioekin, kolorea pH= 4,5 eta 9, tartean aldatzen duen edozein adierazle izango da egokia.

Adibidez: fenolftaleina, fenol gorria, bromotimol-urdina, metilo-gorria, timol-urdina etab.

0,01 N diren disoluzioekin, tartea estuagoa da (5,5-8,5)

Ad: bromotimol-urdina.

- Azido ahula + base sendoa:

Kolorea pH = 8 eta pH = 10,5 tartean aldatzen duen edozein adierazle erabil daiteke.

Ad: Timol-urdina, fenolftaleina,...

- Azido sendoa + base ahula:

Kolorea pH = 3 eta pH = 7 tartean aldatzen duen edozein adierazle erabil daiteke.

Ad: Metilo-gorria, bromokresol-berdea, metilo-laranja...

- Azido ahula + base ahula:

Balorazio hauek ez dira oso fidagarria zeren baliokidetza-puntuko pH-a ez da gehiegi aldatzen.

3.4.10.4.2. *Neutralizazio-kurbak*

Balorazioak ondo ulertzeko hidrogeno-ioiaren kontzentrazioren aldakuntza aztertuko da, edo, beste era batera esanez, pH-aren aldaketa. pH-a eta bere aldaketak baliokidetza-puntuaren inguruan garrantzitsuak dira, batez ere, metodo honek egokiena izango den indikatzailea aukeratzeko laguntzen digulako.

Neutralizazio-kurbetan pH-a adierazten da ordenatuetan eta abzisetan gehitutako azido- edo alkali-bolumenak.

Neutralizazio-kurbak era esperimentalean lortzeko pH-aren aldaketak neurtuko dira pH-metro edo konduktibimetro baten bidez.

Kurba teorikoak lortzeko, gehitutako azido- edo base-bolumenarekin lortuko den pH teori-koa kalkulatu da, hurrengo ariketan burutu behar duzun bezala:

Ariketa:

100 ml HCl 0,1 N neutralizatzen ari gara NaOH 0,1 N gehituz.

Zein da hasierako disoluzioaren pH-a?

Emitza: 1

Zein izango da 25 ml NaOH gehitu osteko disoluzioaren pH-a?

Emitza: 1,22

Eta 90 ml gehitutakoan, zein izango da pH berria?

Emitza: 2,30

Balorazio batean lortutako balioak bildu taula batean.

Ondoren, balioak grafikoan adierazi.

Atera itzazu ondorioak:

- Nolakoa da pH-aldaketa baliokidetzaren puntuaren inguruan?
- Zein da puntu horretan pH-a? Zergatik?
- Nolako eragina dute disoluzioen kontzentrazioek? Indikatzaileen aukeraketarekin zerikusirik al du honek?

3.5. HAUSPEATZE ERREAKZIOAK. HAUSPEATZE-BOLUMETRIAK ETA KONPLEXOMETRIAK

3.5.1. Disolbagarritasuna

Sarritan, likidoei gatza eransten diegunean, zera behatzen dugu: gatzaren izaeraren arabera, gatz guztiak ez direla disolbatzen erraztasun berdinarekin. Gatz gehienak uretan disolbagarriak badira ere, badaude ia disolbaezinak diren beste batzuk.

Likidora solutua eransterakoan, kontzentrazio baxuetan dena disolbatu egiten da, baina behin kontzentrazio batera iritsita, ez dago disolbatzerik eta disoluzioaren *asetutze-puntura* iritsi garela esaten da. Beste era batera esanda: solutu gehiago botatzen badugu ez zaigu disolbatzen, eta hauspeakin edo prezipitatu eran geratzen da. Orduan, *hauspeakinaren eta disoluziaren artean oreka sortzen da*, hau da, solidoa disolbatzeko abiadura eta alderantzizko prozesuarenak berdinak dira.

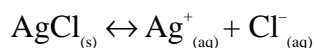
Definitu beharra dago *disolbagarritasuna* (**D**) kontzeptu berria: disoluzio asearen solutuaren kontzentrazio maximoa; hau da, disolbagarritasunak solutua zein kontzentraziotaraino disolbatu daitekeen adierazten digu. Disolbagarritasuna tenperaturarekin aldatu egiten da. Ondoko unitateetan ematen da:

- a) **mol/l** (zenbat mol solutu disolbatu daitekeen disoluzioaren litro bakoitzeko disoluzioa asetu arte adierazten du).
- b) **g/l** (zenbat gramo solutu disolbatu daitekeen disoluzioaren litro bakoitzeko disoluzioa asetu arte).

Substantziaren kantitate txiki bat disolbatzean disoluzioa asetzen bada, edo beste era batera esanda: disolbagarritasun baxua badu, sustantzia hori *disolbagaitza edo disolbaezina* dela esaten da. Disolbaezin hitz horrek ez du esan nahi ezin dela disolbatu, oso gutxi disolbatzen dela baizik. Adibidez: NaCl -aren $D=10$ g/l, beraz, disolbagarria da; AgCl-aren $D=1,5 \cdot 10^{-3}$ g/l: beraz, disolbaezina.

3.5.2. Disolbagarritasun-biderkadura

Gatz disolbagaitzen kasuan egonik ere, gorago esan dugunez, disolbaturik gabe dagoen gatz solidoa eta disoluzioan dauden ioien artean oreka ematen da. Adibidez, AgCl, zilar kloruroa uretan disolbaezina da, oreka hurrengoa izanik:



Oreka heterogeneoa da eta ezkererantz desplazatuta dago, hau da, *ioi gutxi dago disoluzioan*. Solidoen kontzentrazioak konstante direla eta oreka-konstantearen adierazpidean ez direla jartzen gogoraturaz, goiko erreazioaren oreka-konstantea ondokoa izango litzateke:

$$K_{ps} = [\text{Ag}_{(aq)}^{+}] \cdot [\text{Cl}_{(aq)}^{-}]$$

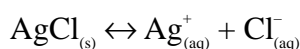
K_{ps} (batzutan K_s adierazten da) *disolbagaritasun-biderkadura* da eta *temperaturarekin aldatzen da*. disoluzioa asetuta dagoenean konstante honek gatzaren ioien kontzentrazioa adierazten du.

Hiru egoera desberdin eman daitezke:

1. $[\text{Ag}_{(aq)}^{+}] \cdot [\text{Cl}_{(aq)}^{-}] < K_{ps}$ bada, zera adierazten du: ioien kontzentrazioak orekakoak baino txikiagoak direla eta *disoluzio hori ez dagoela asetuta*.
2. $[\text{Ag}_{(aq)}^{+}] \cdot [\text{Cl}_{(aq)}^{-}] = K_{ps}$ bada, disoluzioa justu asetuta dago.
3. $[\text{Ag}_{(aq)}^{+}] \cdot [\text{Cl}_{(aq)}^{-}] > K_{ps}$ bada, disoluzioan ioien kontzentrazioa orekari dagokiona baino handiagoa dela adierazten du. Beraz, soberan dauden ioiak hauspeatu egingo dira gatza eman ez eta hauspeatu ondoren disoluzioa asetuta geratuko da.

3.5.3. Ioi amankomunaren eragina

Demagun berriro, lehenago ikusitako oreka:



Le Chatelier-en Printzipioaren arabera, bai Ag^{+} -aren kontzentrazioa edota Cl^{-} -arena aldatzen badira, orekaren posizioa aldatzen dela erraz uler daiteke. Batzutan ezkererantz desplazatzen da (gatzaren hauspeakina eratu egingo litzateke) eta besteetan eskuinerantz (gatzaren disolbatze-prozesua errazten delarik).

Horrela, disoluzio horri Cl^{-} ioia gehitzen bazaio (NaCl eran adibidez), oreka ezkererantz desplazatzen da oreka lortu arte. Gauza bera gertatzen da Ag^{+} ioia eranstean (AgNO_3 eran) baina beti $[\text{Ag}_{(aq)}^{+}] \cdot [\text{Cl}_{(aq)}^{-}] = K_{ps}$ biderkadurak konstante iraun behar du (temperatura konstante mantentzen bada behintzat).

Gatz disolbaezinaren disoluzio asetuari, ioi amankomuna (ioi berdina) duen beste gatza gehitzean, hauspeakina agertuko da. Edo beste era batera esanda, *gatz disolbaezinen disolbagarritasuna txikitu egiten da ioi amankomunaren presentzian*.

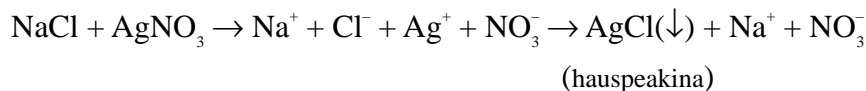
3.5.4. Hauspeatze-erreakzioak

Bi gatz disolbagarri elkarrekin erreazionatzen dutenean gatz disolbaezin bat emateko, hauspeatze-erreakzio bat gertatzen dela esaten da.

AgCl gatz disolbaezinen adibide bezala jarri dugu orain arte. Horrek esan nahi du bere disolbagarritasun-konstantea K_{ps} txikia dela.

Beraz, hauspeakinik ez bada lortu nahi, Ag^+ eta Cl^- ioien kontzentrazioek txikia izan behar dute. NaCl eta AgNO_3 gatzak, berriz, oso disolbagarriak dira eta kontzentrazio handiak lor daitezke, bakoitza bere aldetik disolbatuz.

Eman ditzagun bi disoluzio desberdin, bata NaCl -arena eta bestea AgNO_3 -arena, nahastzen ditugula. NaCl disoluzioak Na^+ eta Cl^- ioiak sortuko ditu. AgNO_3 -ren disoluzioan Ag^+ eta NO_3^- ioiak sortzen dira. Bi disoluzioak nahastean, NaCl -aren Na^+ eta Cl^- ioiak eta AgNO_3 -aren Ag^+ eta NO_3^- ioiak disoluzio berdinean aurkitzen dira eta $[\text{Cl}^-] \cdot [\text{Ag}^+] > K_{\text{ps}}$ bada, AgCl -aren hauspeakina sortuko da. Aurreko prozesua horrela azal daiteke:



Na^+ eta NO_3^- ioiei, hots, erreakzioan parte hartzen ez dutenei, *ioi begirale* deitzen zaie.

3.5.5. Zatikako hauspeaketa

Disoluziotik, katioi edo anioi bi banatu nahi direnean, bietariko batekin gatz disolbaezin eratzen duen anioia edo katioia gehitzen zaio disoluzioari. Eratuko diren gatz disolbaezinen K_{ps} -ak oso desberdinak izatea komeni izaten da.

Adibide ebatzia:

Estrontzioa (Sr^{2+}) eta barioa (Ba^{2+}) dituen disoluzioa dugu, bakoitzaren kontzentrazioa 0,01 M izanik. Disoluzio horri azido sulfuriko diluitua gehitzen zaio. Zenbat azido bota behar da katioi bat hauspeatu dadin eta ez bestea?

Datuak: $K_{\text{ps}}(\text{SrSO}_4) = 2,8 \cdot 10^{-7}$ eta $K_{\text{ps}}(\text{BaSO}_4) = 10^{-10}$

Bistan dago disolbagarritasun-biderkadurak oso baxuak direla, zera ondorioztatzen dugu: sulfato anioiak oso gatz disolbaezinak eratzen dituela disoluzioan dauden bi katioiekin.

Bila dezagun SrSO_4 -aren kasuan Sr^{2+} katioiak prezipititzen hasteko disoluzioan egon behar den sulfato kontzentrazioa:

SrSO_4 -ren hauspeakina ager dadin zera beta behar da:

$$[\text{Sr}_{(\text{aq})}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ baina } [\text{Sr}_{(\text{aq})}^{2+}] = 0,01 \text{ M da}$$

$$\text{beraz: } [\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq \frac{2,8 \cdot 10^{-7}}{0,01}$$

ondorioz: $[\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq 2,8 \cdot 10^{-5}$ kontzentrazio honetara ailegatuz estrontzio sulfatoa hauspeatzen hasiko da.

Era berean, bario sulfatoa hauspeatu dadin:

$$[\text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq 10^{-10} \text{ eta } [\text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+}] = 0,01 \text{ M denez:}$$

$$[\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq \frac{10^{-10}}{0,01} \text{ ondorioz:}$$

$[\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq 10^{-8}$ M. Hau da, bario sulfatoaren hauspeakina agertzeko sulfato anioiaren kontzentrazioa, estrontzio sulfatoaren kasuan baino txikiagoa da : Beraz, bario sulfatoa hauspeatu-ko da lehenago eta sulfatoaren kontzentrazioa $2,8 \cdot 10^{-5}$ M-eraino iristen denean hasiko da estrontzio sulfatoa hauspeatzen. Une horretan Kps-aren balioak konstante irauten dutenez,

$$[\text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}] \geq 10^{-10} \text{ orduan}$$

$$[\text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+}] = \frac{10^{-10}}{2,8 \cdot 10^{-5}} = 3,57 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Hau da, Ba^{2+} ioiaren kontzentrazioa 10^{-2} M-etik $3,57 \cdot 10^{-6}$ M-eraino jaitsi da (ia dena hauspe-akinera pasatu da).

3.5.6. Hauspeatze-bolumetriak

Bolumetria horietan disoluzioaren kontzentrazioa bilatzen da baina ematen den erreakzioa ez da neutralizazio-erreakzioa (neutralizazio-bolumetrietan gertatzen zen bezala). Titulazio-mota horietan hauspeatze-erreakzioa gertatzen da.

Hauspeatze-bolumetrien artean, benetako garrantzia dute *zilar nitrato baloratua patroia gisa* erabiltzen dutenak. Bolumetria horiei *titulazio argentimetrokoak* esaten zaie.

Adibidea:

Bedi 100 ml disoluzio NaCl 0,1 N (edo KI 0,1 N). Disoluzio horren balorazioa egingo da AgNO_3 0,1N patroia erabiliz.

Hurrengo taulan ematen dira balorazioaren zehar pCl^- -ak eta pAg^+ -ak ($-\log[\text{Cl}^-]$ eta $-\log[\text{Ag}^+]$) hartzen dituzten balioak.

Aldi berean, KI -tan 0,1 N den disoluzio baten 100 ml-ren balorazioan lortzen diren pI^- eta pAg^+ balioak ematen dira (AgNO_3 0,1 N patroia izanik).

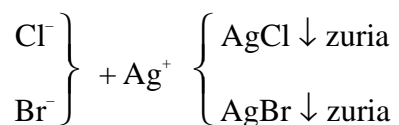
Gehitutako AgNO_3 (ml)	NaCl-aren titulazioa		KI-aren titulazioa	
	pCl^-	pAg^+	pI^-	pAg^+
0	1	-	1	-
90	2,3	7,7	2,3	13,7
98	3	7	3	13
99	3,3	6,7	3,3	12,7
99,8	4	6	4	12
99,9	4,3	5,7	4,3	11,7
100 (b.p)	5	5	8	8
100,1	5,7	4,3	11,7	4,3
100,2	6	4	12	4
101	6,7	3,3	12,7	3,3
110	7,7	2,3	11,7	2,3

Disolbagarritasun-biderkadurentzat $K_{ps}(\text{AgCl}) = 10^{-10}$ eta $K_{ps}(\text{AgI}) = 10^{-16}$ balioak hartu dira.

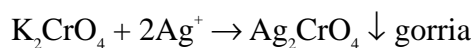
Goiko taulan emandako balioak grafikoki adieraziz gero zera ikus daiteke: KI-aren balorazioan pAg^+ -aren aldaketa askoz nabariagoa dela (jauzi handiagoa) NaCl-aren kasuan baino. Erraz ulertzekoa da horren arrazoia, zeren AgI-aren K_{ps} -a AgCl-arena baino askoz txikiagoa baita (disolbagaitzagoa uretan).

3.5.6.1. Mohr metodoa: Haluroen balorazioa

AgNO_3 gatza erabiltzen da disoluzio batek duen kloruroen edo bromuroen kontzentrazioa aztertzeko, erabiltzen den adierazlea (baliokidetzeta-puntura iritsi garela adierazteko) potasio kromatoa izanik:



Haluro guztia hauspeatuta dagoenean, zilarra (Ag^+) disoluzioan dagoen kromatoarekin hasiten da hauspekina ematen (kolore gorria agertuz)



Zilar-gatz biak bereiztea bidezkoa da beraien K_{ps} -ak zeharo desberdinak direlako.

Oharra: Balorazio hori inguru neutro edo zertxobait alkalinoan egin behar da zeren ingurune azidoan adierazlearen disolbagarritasuna txikitzen baita eta ingurune basikoegian, ordea, zilar hidroxidoa, zilar kromatoa baino arinago hauspeatzen baita.

Metodo horren bidez, hurrengo gatzen kontzentrazioa bilatzen da:



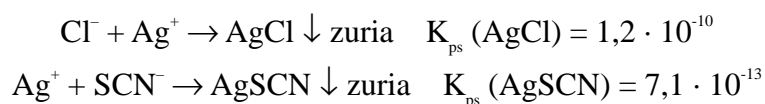
BaCl_2 , ordea, ezin da Mohr metodoaren bidez determinatu zeren indikatzailearekin gatz disolbagaitza eratzen baitu.

3.5.6.2. Volhard metodoa: Haluroen balorazioa

Volhard metodoan hauspeatze-balorazioa egiten bada ere, “atzeranzko-balorazioa” egiten da.

Haluro-disoluzioa, soberakinean geratuko den ziklar nitratoaren disoluzio baloratuaz tratatzen da. Soberakina, potasio tiozianatoaren disoluzio baloratuaz batez baloratzen da.

Gertatzen diren errakzioak hurrengoak ditugu:



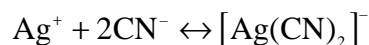
Balorazioaren bukaera-puntua gatz ferrikoa (Fe^{3+}) gehitzen detektatzen da, gatz honek, SCN^- anioia soberakinean dagoenean, berarekin sulfozianuro ferriko anioi gorria eratzen duelako.

Metodo hori ioi askorekin erabiltzen da, batez ere, zilarrekin gatz disolbagaitzak eratzten dituzten kloruro, ioduro, tiozianato, kromato etabarrekoekin.

3.5.7. Konplexu-formazioaren bidezko balorazioak

3.5.7.1. Liebig metodoa

Zianuro ioiei zilarra gehitzean hurrengo konplexua eratzten da:



Disoluzioan zianurorik geratzen ez denean, zilar ioien soberakin txikiak aurreko konplexuarekin erreakzionatzen du, $\text{Ag}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ eran hauspeatuz. Une horretan, hauspekinaren presentziaren ondorioz, disoluzioak hasierako gardentasuna galduko du balorazioaren bukaerapuntura iritsi garelako adieraziz.

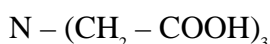
Puntu hori hobeto behatzeko, indikatzailea erabil daiteke (difenil karbazida), kolore more iraunkorra agertuz.

Oharra: Balorazio horrek, zianuroen toxizitatea dela eta, arriskuak ditu. Ez maneiatu inoiz eskuekin, betez ere zauriak daudenean.

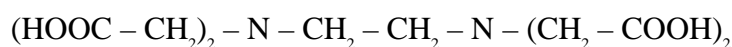
3.5.7.2. Konplexometriak

Jakina denez, konplexu batzuk, oso egonkorak diren eratzun itxiak eratzten dituzte. Konplexu horien artean ezagunenak, hurrengoak dira:

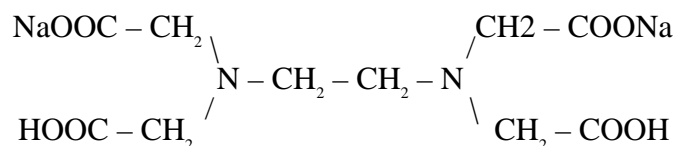
- Konplexona I edo azido nitriloazetikoa:



- Konplexona II edo EDTA (Az. etilendiaminotetraazetikoa):



- Konplexona III edo EDTA- Na_2 (Az. etilendiaminotetraazetikoaren gatz disodikoa):

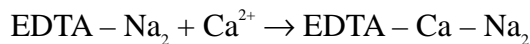


Azken hori da gehien erabiltzen dena uretan erraz disolbatzen delako eta patroi gisa onartuta dagoelako.

3.5.7.2.1. Uraren gogortasunaren determinazioa konplexonen bidez

Uraren gogortasuna hurrengo gatz kontzentrazioak emana dator: Kalcio eta magnesio karbonatoak, kalcio eta magnesio kloruroak, kalcio eta magnesio sulfatoak, etab.

Konplexona III edo EDTA-Na₂ agenteak uretan dagoen kaltzioa blokeatzen du hurrengo erreakzioaren bidez:



(Antzeko eran gertatzen da magnesioaren kasuan)

Demagun 100 ml ur baloratzen direla konplexona III-tan 0,01 M den disoluzio batekin. Baliokidetzaren punturaino iritsi arte gastatzen den 1 ml disoluzioak blokeatuko duen CaCO₃ pisua hurrengo eran kalkulatu da:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ml disol. EDTA} - \text{Na}_2 &= 10^{-3} \text{ l disoluzio EDTA} - \text{Na}_2 \\ 10^{-3} \text{ l dis. } 0,01 \text{ mol EDTA} - \text{Na}_2 / \text{l} &\cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol EDTA} - \text{Na}_2} \cdot \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = \\ &= 10^{-3} \text{ g CaCO}_3 \end{aligned}$$

Beraz, balorazioan gastatzen EDTA-Na₂-aren ml bakoitzak, ur-litro urak duen karbonatoaren pisua 0,01 g dela adiarazten digu.

CaCO₃-aren kontzentrazio hori (0,001 g CaCO₃/l ur) duen urak, 1° HTF-ko gogortasuna (gradu hidrotimetriko frantsesa) duela esaten da.

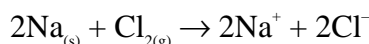
Hori dena laburtuz, hurrengo definizioa iristen gara:

$$1 \text{ ml EDTA} - \text{Na}_2 0,01 \text{ M gastatua} = \frac{0,01 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ l ur}} = 1^\circ \text{ HTF}$$

3.6. ELEKTROIEN TRANSFERENTZIA-ERREAKZIOAK. OXIDAZIO-ERREDUKZIOA

3.6.1. Sarrera

Sarritan, erreakzio kimikoetan produktuen artean dagoen elementuek bere egitura elektronikoa aldatzen dute produktu bihurtzen direnean. Eman dezagun hurrengo erreakzioa:



Sodioa bere elektroio guztiak edukituzetik (Na), bi elektroio gutxiago edukitzera pasatu da; beraz, bi elektroio galdu ditu.

Kloro atomoek (Cl₂) bi elektroio irabaziz (bakoitzak elektroio bana) bi Cl⁻ ioi bihurtu dira.

- *Oxidazioa elektroioen galera da.* Beraz, sodioa oxidatu egin da aurreko erreakzioan.
- *Erredukzioa elektroioak irabaztea da.* Gure erreakzioan kloroa erreduzitu egin da.

Oxidazio- eta erredukzio-prozesuak ezin dira banandu; espezie batek elektroioak galtzen baditu, beste batek irabazi egin behar ditu. Laburtuz, oxidazio-erredukzio erreakzioetan (erredox erreakzioetan) elektroio-transferentzia gertatzen da beti.

Elektroiak hartzeko joera duen gorputzari (erreduzitzen denari) *oxidatzailea* deitzen zaio, beste espezie bat oxidatzen duelako. Aurreko kasuan Cl_2 -a da oxidatzailea.

Elektroiak galtzeko joera duenari (oxidatzen denari), berriz, *erreduktorea* esango diogu, beste espezie bat erreduzitzen duelako. Lehen ikusitako erreakzioan sodioa izango litzateke erreduktorea.

3.6.2. Oxidazio-zenbakiak

Oxidazio-zenbakiak elementu batek irabazi edo galdu duen elektroikopurua adierazten du.

Adibidez: Mg^{2+} bi elektroikopuru galdu eta Cl^- elektroikopuru bat irabazi.

Konposatua osatzen diren elementuen oxidazio-zenbakia ateratzeko, arau hauek izan behar dira kontuan:

- Konbinatu gabe dauden elementu guztien oxidazio-zenbakia **zero** da (Cl_2 , Fe, H_2 , N_2 , Ag, Na...).
- Hidruro metalikoetan izan ezik, hidrogenoaren oxidazio zenbakia **+1** da. Hidruroetan **-1**.
- Peroxidoetan izan ezik, oxigenoaren oxidazio-zenbakia **-2** da. Peroxidoetan **-1**.
- Beste elementuen oxidazio-zenbakiak formulazioan ikasitakoak dira (balentziak)
- Molekula baten elementuen oxidazio-zenbakien batura **zero** da beti. Ioien kasuan, baturak kargaren balio berdina du.

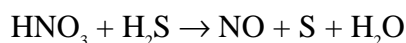
3.6.3. Oxidazio-erredukzio erreakzioak doitzea

Erredox erreakzioa doitzeko, bertan parte hartzen duten substantzia kimikoak eta trukaturako elektroikopurua hartu behar dira kontuan.

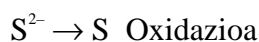
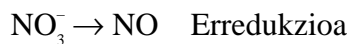
3.6.3.1. Ioi-elektroi metodoa

Metodo hau errealitatean gertatzen diren prozesuei gehien hurbiltzen zaiena da. Gehienetan, oxidazio-erredukzio erreakzioak ioien artekoak izaten dira eta horretan oinaritzen da metodo hau. Hauek ditugu bete behar diren urratsak:

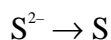
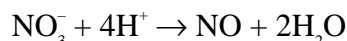
- Doitu gabeko erreakzioa idatzi:



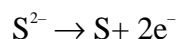
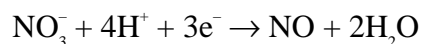
- Oxidatzailea eta erreduktorea bilatu (oxidazio-zenbakiekin egin daiteke). Hemen, HNO_3 da oxidatzailea eta H_2S erreduktorea.
- Bi erdierreakzioak idatzi, baina ur-disoluzioetan agertzen diren bezala, hau da, ionizaturak (disoziatuta):



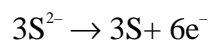
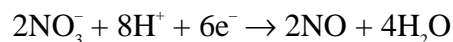
4. Atomoen doiketa egin. Horretarako, atal batean H^+ ioak jartzen dira, ingurua azidoa bada, edo OH^- ioiak, basikoa bada, eta beste atalean ur-molekulak:



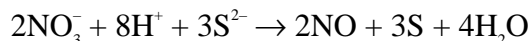
5. Karga elektrikoaren doiketa egin :



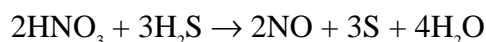
6) Trukatutako elektroioak berdindu (kasu honetan lehenengoa bider 2 eta bigarrena bider 3):



7. Bi erdierreakzioak batu:



8. Ekuazio molekular osoa idatzi:



Oharra : Ikus daitekeenez 8 H^+ -ak bi azidoen artean banatzen dira.

3.6.3.2. Orokorrean

Inguru azidoan gertatzen diren erreakzioetan: H_2O molekulak gehitu oxigenoak falta diren atalean; beste ataleko H-ak doitzeko, H^+ -ak gehitu.

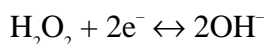
Inguru basikoan (hidroxidoek parte hartzen dutenean), ordea: Oxigenoak falta diren atalean OH^- -ak gehitu kopuru bikoitzean. Gero, beste atalean, gehitu ur-molekulak hidrogenoen doiketa lortu arte.

3.6.3.3. Kasu berezi bat: ur oxigenatua

Inguru azidoan:



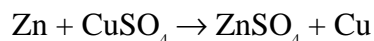
Inguru basikoan:



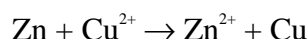
3.6.4. Pilak. Zelula voltaikoak

Pila edo zelula voltaikoa, konposatu kimiko eta eroalez osatutako sistema da. Pilan, erredox prozesu baten bidez, korrante elektrikoa sortzen da.

Zink metalikozko ziria, kobre(II) sulfatoaren disoluzio batean murgiltzen denean, zinka disolbatu egiten da (disoluziora pasatzen da Zn^{2+} moduan) eta disoluzioaren Cu^{2+} ioiak desagertuz joaten dira kobre metaliko bihurtuz (zinkeko zirira pasatuz). Hau da gertatzen den erreakzioa:



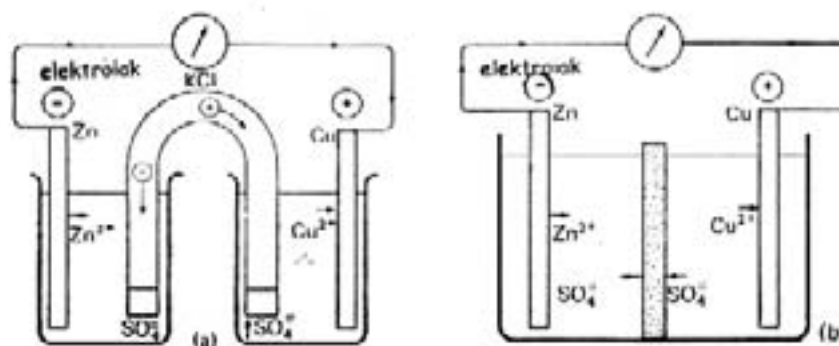
edo



Hau da, erredox prozesua gertatzen da. Kobreak erreduzitzeko (elektroiak irabazteko) ahalmen gehiago duenez, zinkak elektroiak galtzen ditu eta oxidatu egiten da.

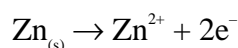
Fenomeno honen muina elektrikoa izanda ere, ez dago elektro-transferentzia detektatzerik zinka, kobre(II)-aren disoluzioarekin harreman zuzenean dagoenean. Elektroiak zuzenean transferitzen dira zinketik Cu^{2+} ioietara.

Badago zink eta Cu^{2+} ioiaren arteko erreakzioa antolatzeko beste modu bat. a) Irudikoa, hain zuzen ere.

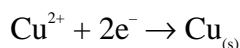


Antolamendu horretan erreakzioa bi *elektrodo* edo bi ontzi desberdinetan gertatzen da.

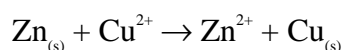
Ezkerreko elektrodoan zink metalezko ziria Zn^{2+} ioiaren (ZnSO_4 eran) disoluzioan murgildurik dago. Elektrodo horretan zink metalikoa disolbatu eta Zn^{2+} ioia bihurtu eta galdu dituen bi elektroiak zirian geratzen dira. Ziri hori karga elektriko negatiboarekin geratzen da eta *polo negatiboa* dela esaten da. Gertatzen den erreakzioa ondokoa da:



Eskuineko elektrodoan kobrezko ziria Cu^{2+} (CuSO_4 eran) disoluzioan sartzen da eta aurkako erreakzioa gertatzen da, hau da, disoluzioan dagoen Cu^{2+} ioiek bi elektro hartzen dituzte ziritik eta, erreduzituz, Cu metaliko bihurtzen dira. Elektroiak ziritik hartzen direnez, hori positiboki kargaturik geratzen da, beraz, *polo positiboa* izango da. Elektrodo horretako erreakzioa hauxe da:



Bi erdierreakzioak batuz, pila lortzen den erreakzio osoa aterako dugu:



Polo negatiboan sortzen diren elektroioak polo positibora eramateko, bi elektrodoak eroale batez elkartzen dira, eta horrela eroale honen zehar elektroio-fluxua sortzen da.

Bi ontziak komunikatuz, *gatz-zubia* jarri behar da ioi positibo eta negatiboen difusioa posible egiteko. Horri esker disoluzioek neutro irauten dute. Erreakzioa ezinezkoa izango litzateke zinkaren ingurua ioi positiboz eta kobreakaren ingurua ioi negatiboz beteko balira. Gatz-zubia, erreakzioan parte hartzen ez duen gatz batez betetzen da (K_2SO_4 , KCl , NaCl edo KNO_3 normalean): gatz horren ioi positiboak (K^+ , Na^+) kobreakaren disoluziora joaten dira Cu^{2+} ioien tokia betetzera, eta ioi negatiboak (NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) zink disoluziora, sortutako Zn^{2+} ioien karga orekatzera.

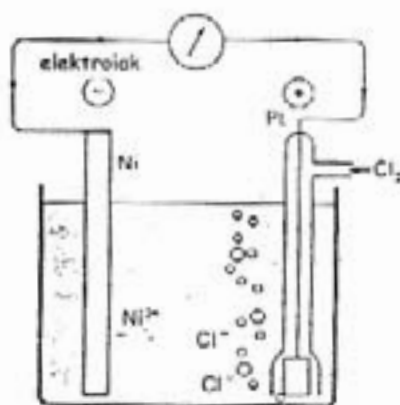
Zink-kobreako pila honi Daniell pila deitzen zaio eta laburki honela adierazten da:



Edozein pila adierazteko, polo negatiboa ezkerrean adierazten da eta polo positiboa eskui-
nean.

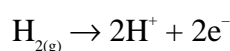
3.6.5. Elektrodo gaseosoak

Metalezko elektrodoa metal-ziria bere katioiaren disoluzioan murgildu erraz egin daiteke. Elementu gaseosoaren elektrodoa egitea zailagoa da.

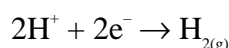


Hidrogeno-elektrodoan, hidrogeno gaseosoaren (H_2) korrante bat, platinozko ziriaren gainetik etengabe pasarazten da. Platinozko ziria disoluzio azidoan (beraz, H^+ ioiak dituen inguruan) murgildurik dago. Platinozko ziriak hidrogenoa adsorbatzen du eta bertan hidrogenoa oxidatu edo erreduzitu egiten da.

Hidrogenoa baino erreduzitzeko ahalmen gehiago duen bese elektrodoarekin (Cu^{2+}/Cu , adibidez) konektatzen bada, hidrogenoa oxidatzen da:



Hidrogenoak baino erreduzitzeko ahalmen txikiago duen beste elektrodo batekin (Zn/Zn^{2+}) konektatuz, hidrogenoa erreduzitzen da:



3.6.6. Elektrodoaren potentzial estandarrek edo normalak

Elektrodoaren potentzialak, elektrodo horren erreduzitzeko ahalmena neurtzen du.

Elektrodoen potentziala neurtzeko, elektrodo horiek elektrodo estandar batzuekin konparatzen dira. Konparaketa, gainera, kontzentrazio- eta tenperatura-baldintza zehatzetan egiten da. Disoluzioen kontzentrazioa 1 M eta gasen presioa 1 atm izan behar dute. Normalean tenperatura 298 K izaten da.

Hidrogenoaren potentziala erabiltzen da konparaketa hori egiteko. Kimikariek *zero* balioa eman diote hidrogeno-elektrodoaren potentzial normalari. Hortaz, edozein elektrodoren potentziala neurtzeko, hidrogeno-elektrodo normala eta kalkulatu nahi den elektrodoaren arteko pilaren potentzial-diferentzia edo *indar elektroeragilea* (i.e.e.) neurtzen da.

Elektrodoaren potentzial normal (E^0) hauek erredukzio-prozesu bezala ematen dira. Adibidez:

$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$ 0,76 volt potentzial normalak zera esan nahi du: erredukzio-prozesua gertatzeko baldintza estandarretan ($[Zn^{2+}] = 1M$; $T = 298K$) hidrogenoak baino ahalmen txikiagoa duela eta, elektrodo horrekin eta hidrogeno-elektrodoarekin eratutako pilan, hidrogenoa erreduzitu eta zinka oxidatu $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ egingo lirakekeela.

$E_{(Cu^2+/Cu)} = 0,34$ V potentzial normalak zera esan nahi du:

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ erredukzio-prozesua gertatzeko hidrogenoak baino ahalmen gehiago duela eta baldintza estandarretan ($[Cu^{2+}] = 1M$; $T = 298K$), elektrodo horrekin eta hidrogeno-elektrodoarekin eratutako pilan, hidrogenoa oxidatu eta kobrea erreduzitu $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ egingo lirakekeela.

Elektrodo askorentzat neurtu dira potentzial normal horiek eta Kimikako edozein testutan aurkitzen dira taula erabilgarriak.

Baina nola bilatu elektrodo baten potentziala, baldintza estandarretan edo normaletan funtzionatzen ez duenean?

3.6.7. Nernst-en ekuazioa

Ioien kontzentrazioa 1 M ez denean edo/eta tenperatura 298 K-ekoa ez denean, elektrodo baten potentziala kalkulatzeko Nernst-en ekuazioa erabiltzen dugu:

$$E_{\text{elektrodoa}} = E^0_{\text{elektrodoa}} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Erreduzitua}]}{[\text{Oxidatua}]}$$

non E^0 =elektrodoaren potentzial normala eta E = elektrodoaren potentziala baitira.

R = Gas Idealen konstantea = 8,31 J/K.mol.

F = Faraday konstantea = 96.500 C/mol.

T = tenperatura (K-etan).

n = erredukzioan irabazitako elektroikopurua.

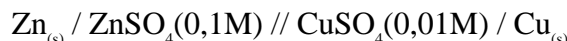
$[Ox]$ eta $[Red]$ elektrodoaren era oxidatuaren eta era erreduzituaren kontzentrazioak.

Elektrodo metaliko batean ($M^{n+} / M_{(s)}$) era erreduzituaren, $M_{(s)}$ -aren, kontzentrazioa konstante denez, ekuazioa sinplifikatu egiten zaigu:

$$E_{\text{elekt}} = E_{\text{elek}}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[M^{n+}]}$$

3.6.8. Pila baten i.e.e.-aren kalkulua

Demagun hurrengo Daniell pila:

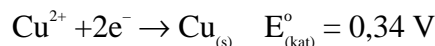


Pilaren erdierreakzioak:

– Oxidazioa (anodoan):

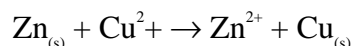


– Erredukzioa (katodoan):



Kontuz: Anodoan gertatzen den prozesua, taulako prozesuaren aurkakoa da .

Pilaren erreakzio ionikoa:



Beraz, pilaren potentzial normala (voltmetroak neurtuko lukeena baldintzak estandarrek balira): $E_{\text{pila}}^{\circ} = 0,76 \text{ V} + 0,34 \text{ V} = 1,10 \text{ V}$

Pilaren i.e.e.-a emandako baldintzetan, elektrodo bien potentzialak batuz lortuko da:

$$\begin{aligned} E_{\text{pila}} &= E_{\text{kat}} + E_{\text{an}} = \\ E_{\text{kat}} &= E_{(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[\text{Cu}^{2+}]} \\ E_{\text{an}} &= E_{(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[\text{Zn}^{2+}]} \\ E_{\text{pila}} &= E_{(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})}^{\circ} - E_{(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} \end{aligned}$$

3.6.9. Termodinamikaren eta elektrokimikaren arteko erlazioa

Erredox prozesuaren Energia Askearen aldaketa hurrengo legearen bidez adierazten da:

$$\Delta G = -nFE$$

non n = prozesuan trukaturako elektroio-kopurua.

F = Faraday konstantea.

E = erredox prozesuaren indar elektroeragilea.

Beraz, hurrengo hiru kasu hauek bereizten dira erredox prozesuan:

- $\Delta G < 0$ ($E > 0$) Prozesua espontaneo dugu.
- $\Delta G = 0$ ($E = 0$) Prozesua orekara iritsi da.
- $\Delta G > 0$ ($E < 0$) Prozesua ez da espontaneoki gertatuko (aurkakoa bai).

Orekako kasuan Nernst-en ekuazioan aplikatuz:

$$0 \text{ volt} = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln K_c$$

3.6.10. Elektrolisia

Artikulu metaliko askoren fabrikazioan, metala edo aleazioa beste metal baten geruza meheaz gainestaltzen da. Bi helburu nagusi izan ditzake horrek: korrosioaren kontra babestea edo pieza edertzea.

Gainestaldurak egiteko metodo erabilienetariko bat *elektrolisia* da.

Zilar-estalpenaren kasuan, adibidez, zilarreztatu behar den objektua katodo moduan ipintzen da eta zilarra anodo moduan. Bi elektrodoak zilar-ioiak dituen disoluzioan murgiltzen dira eta korrante-iturriarekin konektatzen dira.

Faraday legea:

Elektrodo bakoitzean, metatzen edo askatzen den materia-kantitatea hurrengo legearen bidez kalkula daiteke:

$$m = \frac{\text{Pisu baliok.}}{96.500 \text{ Coul.}} \cdot I \cdot t$$

edo

$$m = \frac{\text{Pisu atomikoa}}{96.500 \text{ Coul.} \cdot n} \cdot I \cdot t$$

non:

m = metatu edo askatutako pisua (gramotan).

Pisu baliok = Pisu baliokide elektrokimikoa = Pisu atomikoa/ n

n = elektroi-kopurua (elektrodoan galdu edo irabazitakoa).

I = Korrante-intentsitatea (anperetan). *Oharra:* 1 ampere=1C/seg

t = denbora (s).

beste era batera $Q = I \cdot t$ (Karga = Intentsitatea.denbora).

Adibideak:

157,4 g-ko pisu atomikoa duen metalaren lagina azido klorhidrikoaren disoluzioan murgildu eta disoluzioaren elektrolisia egiten da. Zelulatik 3.215 coulombeko korrantea pasatu ondoren, katodoa 1,74g metalez gainestaltita dagoela ikusten da. Bilatu ioi metalikoaren karga.

Emitza: 3+

1. Bilatu katodoan metatuko den nikela (gramotan) eta anodoan askatuko den kloro bolu-
mena (litrotan eta B.N-etan), NiCl_2 disoluzio baten elektrolisian 0,1 ampereko korrontea
20 orduz pasatzen denean.

Datuak: Pisu atomikoak :Cl: 35,45 mau eta Ni: 58,71 mau.

Emitza: 2,19 g Ni eta 0,418 l Cl_2 .

2. 30 minutuz zirkulatzen duen 5,00 A-ko korrontea 3,048 g Zn uzten ditu katodoan.

a) Zein da zinkaren pisu baliokidea?

b) 10 A-ko korrontea pasatzean, zenbat gramo kobre metatuko dira?

(Disoluzioan katioi kuprosoa baldin badago)

Datua: Pisu atomikoa: Cu: 63,5 mau

Emitza: a) 32,68 g; b) 11,48 g

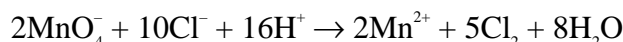
3.6.11. Oxidazio-erredukziozko balorazioak

3.6.11.1. Permanganimetriak

Potasio permanganatoa analisi kimikoan gehien erabilitako oxidatzailea da.

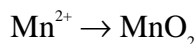
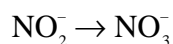
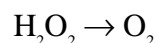
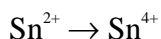
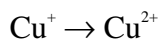
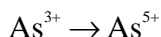
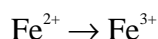
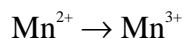
Ez da izango beharrezkoa adierazle bat erabiltzea, zeren baliokidetza-puntua gaindituta, so-
beran dagoen tanta batek disoluzioari more kolorea emango dio.

Balorazioa inguru azidoan egingo da (azido sulfurikoaz gehienetan) eta permanganato
anioia ioi manganosora erreduzitzen da. Kloruroaren oxidazioan gertatzen den bezala:



Permanganatoaren disoluzioak kontserbatzeko, baldintza egokiak bete behar dira, hots, gas
erreduktorerik, argirik edo hauts gehiegirik ez egotea inguruan.

Potasio permangantoaren disoluzioek determinazio kimiko ugari errazten dituzte, hurrengo
adibideetan aipatzen diren anioiak edo molekulak oxidatzen dituztelako:

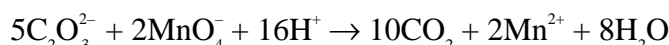
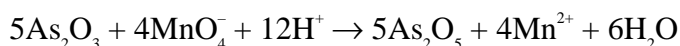


3.6.11.2. Permanganatoaren balorazioa

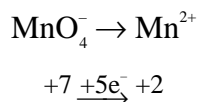
Permanganatoa baloratzeko, hurrengo bi substantziak erabiltzen dira patroia gisa:

- Diarseniko trioxidoa (As_2O_3) eta
- Sodio oxalatoa ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Eta hurrengoak dira balorazioetan gertatuko diren erreakzioak:

**Disoluzioen prestaketa:***a) Potasio permanganatoarena*

Permanganatoa eta sodio oxalatoaren arteko erreakzioan oinarriturik, permanganatoaren baliokide baten pisua bilatuko dugu, oxidatzaile gisa jokatzeko duenean:



Beraz, KMnO_4 -aren pisu baliokidea:

$$\frac{\text{P.m.}(\text{KMnO}_4)}{5} = \frac{158}{5} = 31,6 \text{ g / baliokide}$$

Beraz, 1 l 0,1 N prestatzeko 3,16 g pisatu behar dira.

Permanganatoa ez da patroia primario gisa onartzen, zeren bere purutasuna altua izan arren, askotan deskonposatu egin daiteke manganeso dioxidoa emanez, eta ondorioz, bere disoluzioen kontzentrazioa ez da zehazki ezagutuko patroia primario batekin faktorizatu arte.

Disolbatze-prozesua arintzeko disoluzioak berotan prestatzen dira (irakiten 30 min). Eduki ditzakeen ez-purutasunak iragazi egingo dira beira-artilearen bidez.

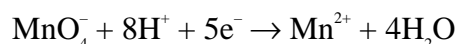
Topazio koloreko ontzian gordeko da prestatutako disoluzioa eta argiaren eragin erreduzitzailetik babestu egingo da. Zehaztasun handiko analisisetan, erabili aurretik agente erreduzitzaile batekin baloratuko da egun berean.

Permanganatoak duen abantaila garrantzitsuenetariko bat hurrengoa da: bere kolorea da baliokidetasun puntura iritsi gairela adieraziko diguna. Batzuetan, kolorea indartu ere egin daiteke erredox adierazle baten bidez, adib. difenil amina edo bere deribaturen bat.

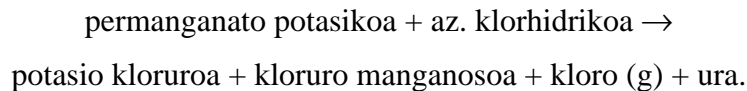
Purpura kolore iraunkorrak adieraziko digu balorazioaren bukaera puntura iritsi gairela.

Permanganatoak nola jokatzeko duen permanganimetriaren inguruaren arabera

- Inguru azidoan: Permanganatoa gatz manganesoa emanez erreduzitzen da, hurrengo erreakzioaren arabera:



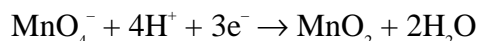
Inguru azidoan egiten diren balorazioetan, azido sulfurikoa erabiltzea gomendatzen da eta ez azido klorhidrikoa, zeren azken hori permanganatoaren eraginez oxidatu egin daiteke hurrengo erreakzioaren arabera:



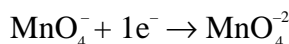
(Doi ezazu aurreko erreakzioa)

Erreakzio hori, batez ere, gatz ferrosoen presentzian gertatuko da, baina holakorik ez egotekotan, determinazioak disoluzio klorhidrikoetan ere egin daitezke.

- Inguru azido ahulean, neutroan edo alkalinoan: Permanganatoa manganeso dioxidoa emanaz erreduzitzen da:



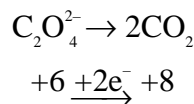
- Inguru guztiz alkalinoan:



b) Oxalato sodikoaren prestaketa

Oxalato sodikoa purutasun handiko eran lor daiteke eta patroï primario gisa erabiliko da 105-110 °C-an lehortu ondoren.

Pisu baliokidea hurrengo eran determinatzen da:



beraz,

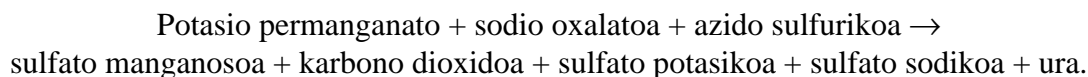
$$\text{Pisu baliokidea} = \frac{\text{P.m.}(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{2} = \frac{134}{2} = 67,00$$

c) Balorazioaren prozedura

Hasiera batean, potasio permanganatoaren disoluziotik mililitro batzuk gehitzen dira, oxalatoaren gainean, astiro irabiatuz. Ondoren, geldirik egon dadila utziko da disoluzioaren kolore arrosa desagertu arte (30-45 s). Disoluzioaren tenperatura 60 °C-an edukiz, permanganatoa gehituz jarraitzen da, 30 segunduz irauten duen kolore arrosa behatu arte. Permanganatoaren azken kantitatea astiro gehituko da, tanta bakar bat gehituz aurrekoaren kolorea galdu ondoren. Balorazioa amaitutzat ematen da disoluzioaren kolore arrosa iraunkorrez tintaturik geratzen denean.

d) Erreakzioak eta kalkuluak

Doi ezazu balorazioaren erreakzio molekularra:



Baliokidetza-punturaino gastatu den permanganato-disoluzioaren bolumena determinatu eta gero, ohiko berdintza honetan oinarriko ditugu kalkuluak:

$$\text{Permanganatoaren baliokide-kopurua} = \text{Oxalatoaren baliokide-kopurua.}$$

*Analisi kualitatibo
ezorganikoa*

4

AURKIBIDEA

4. ANALISI KUALITATIBO EZORGANIKOA

4.1. Katioien martxa analitikoaren I taldea	119
4.2. Katioien martxa analitikoaren II taldea	120
4.3. Katioien martxa analitikoaren III taldea	120
4.4. Katioien martxa analitikoaren IV taldea	121
4.5. Katioien martxa analitikoaren V taldea	121
4.6. Katioien martxa analitikoaren VI taldea	122
4.7. Martxa analitikoaren eskema orokorra.....	123

4.1. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN I TALDEA

Sodio karbonatoz tratatutako disoluzioan auresaiakuntzak egiten dira:

a) SnCl_2 -arekin.

b) KI-arekin. Atal desberdinetan katioiak identifikatzen dira.

1) Kromo(VI)-a	2) Molibdenoa	3) Wolframioa	4) Uranioa	5) Banadioa	
a) H_2O_2 -arekin kolore urdina. b) EDTA- Na_2 arekin, kolore morea	a) Xantogenatoarekin, kolore arrea. b) SCN^- eta Sn^{2+} -az, kolore gorria.	a) Aluminioarekin, hauspeakin urdina. b) Oxinarekin, inguru azidoan, hauspeakin arrea.	a) Oxinarekin, inguru alkalinoan hauspeakin arrea. b) Potasio ferrozianuroarekin inguru azidoan hauspeakin arrea.	a) Kuproiarekin hauspeakin hori. b) HCl-arekin V^{-1} -ra erreduzitz da Fe^{3+} -arekin oxidazioa eta errekonozimendua dimetilglioximarekin (kolore gorria).	
6eta7) Arsenikoa	8) Germanioa	9) Urrea	10) Platinoa	11) Talioa	12) Potasioa
a) As(VI)-aren hauspeakina, mistura magnesianoarekin, eta arsenikoaren identifikazioa, Sn^{2+} eta Ag^+ -arekin. b) H_2O_2 -arekin, As(III)-aren As(V)-rainoko oxidazioa eta gero a)kasuan bezalako errekonozimendua. c) AsH_3 -aren formazioa eta identifikazioa Al-arekin erreduzituz inguru alkalinoan.	H_2SO_4 kontzentratutan, Kinalizarinarekin, kolore urdina.	a) Arnold basearekin, kolore urdina. b) H_2O_2 -arekin, ingurune alkalinoan, hauspeakin arre urdina.	Azido rubeanikoarekin, hauspeakin gorria.	a) KI-arekin, hauspeakin horia. b) Sugarretan, kolore berdea.	a) Sodio kobaltinitritoarekin, hauspeakin horia. b) Sugarretan, kolore morea.
13) Litioa	14) Selenioa	15) Teluroa	16) Berilioa	17) Aluminioa	18) Merkurioa
a) Inguru alkalino alkoholikotan, Na_2HPO_4 -rekin, hauspeakin zuria. b) Sugarretan, kolore gorria.	Inguru azidotan, KI-rekin, hauspeakin urdina.	Konplexu ioduratuaren Te-rainoko erredukzioa Na_2SO_3 -ak eraginda.	a) Inguru alkalinoan, kinalizarinarekin, kolore urdina. b) Fluoreszentzia morinarekin inguru alkalinoan.	a) Aluminioarekin, arrosa koloreko laka. b) Inguru azetikoan, morinarekin, fluoreszentzia berdea.	a) Estannitoarekin Hg-aren hauspeakina. b) Ioduro kuprosoarekin kolore gorria.
19) Eztainua	20) Antimonioa	21) Zirkonioa	22) Torioa	23) Magnesioa	OHARRA
a) Sugarretan, argitasun urdina. b) Fe-arekin, Sn(II)-rainoko erredukzioa, eta hauspeakina, Hg(II)-arekin.	a) Sodio tiosulfatoarekin, hauspeakin gorria.	a) Azido p-dimetilamino-azofenilartsonikoarekin, laka marroia. b) Alizarina S-arekin, more koloreko laka.	a) HCl diluitutan, azido oxalikoarekin, hauspeakin zuria. b) NaF-arekin, hauspeakin zuria.	a) Titanio horiarekin, laka gorriak. b) Magnesioarekin, laka urdina.	Letra etzanean agertzen diren elementuak gutxitan azaltzen dira.

4.2. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN II TALDEA

Na_2CO_3 -arekin lortutako hauspeakina HNO_3 kontzentratuarekin tratatu. Irakin, lurrundu erabat lehortu arte, diluitu, berotu eta zentrifugatu.

Hauspeakinean: Sb_2O_3 , Sb_2O_5 , H_2SnO_3 , (H_2TiO_3 , Au, Pt)
 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$ -tan disolbatu eta garbitu.

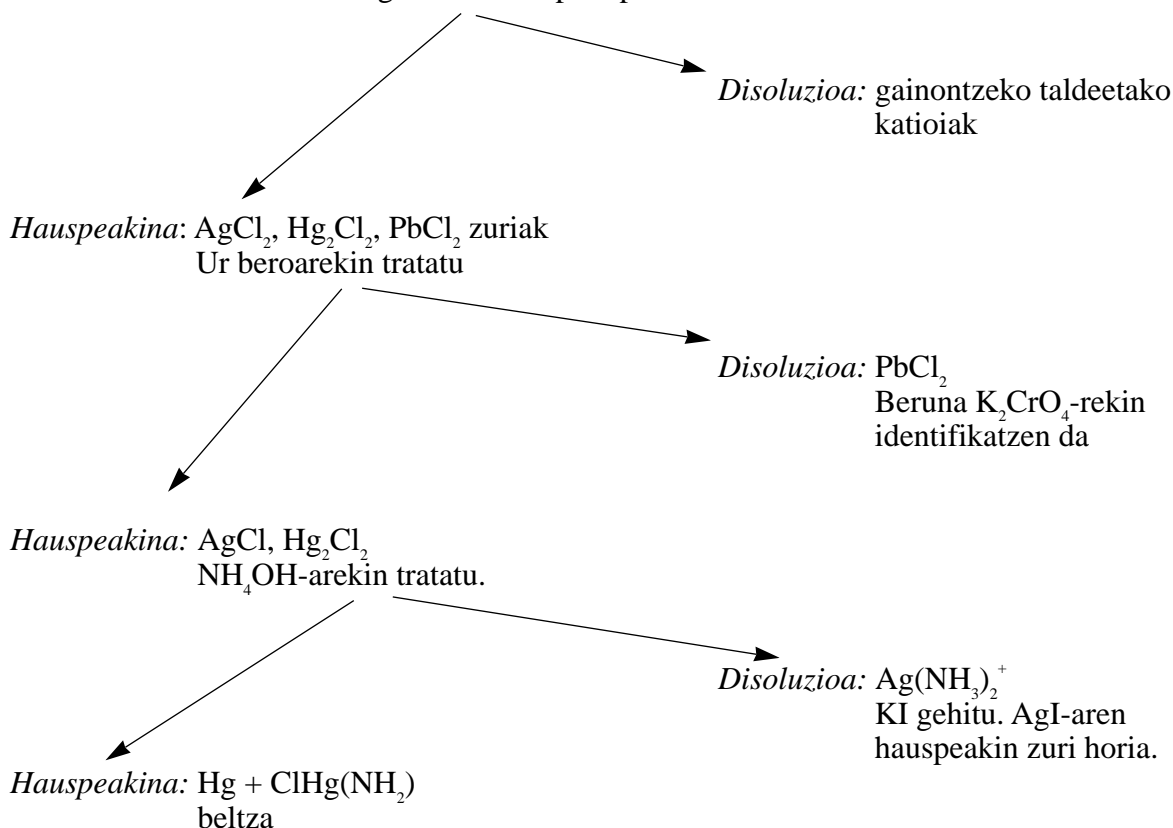
Disoluzioan: beste taldeak.

Disoluzio honekin atalak egin eta atal bakoitzean katioi bat identifikatu.

1. atala Antimonioa	2. atala Estainua	3. atala Titanioa	4. atala Urrea	5. atala Platinoa
a) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -arekin, hauspeakin gorria. b) EDTA- Na_2 gehi HgCl_2 -az, hauspeakin beltza.	a) Metxeroaren garrean, argitasun urdina. b) Burdina metalikoarekin erreduzitu ondoren HgCl_2 -arekin tratatuz, hauspeakin zuria, grisa edo beltza.	a) H_2O_2 -arekin, kolore hori-laranja. b) Azido kromotropikoarekin, kolore gorri arrea.	a) H_2O_2 -arekin ingurune alkalinoan, hauspeakin morea. b) Arnold-en basearekin, kolore urdina.	a) Azido rubeanikoarekin, hauspeakin gorri arrea. b) KI-arekin, kolore gorri bizia.

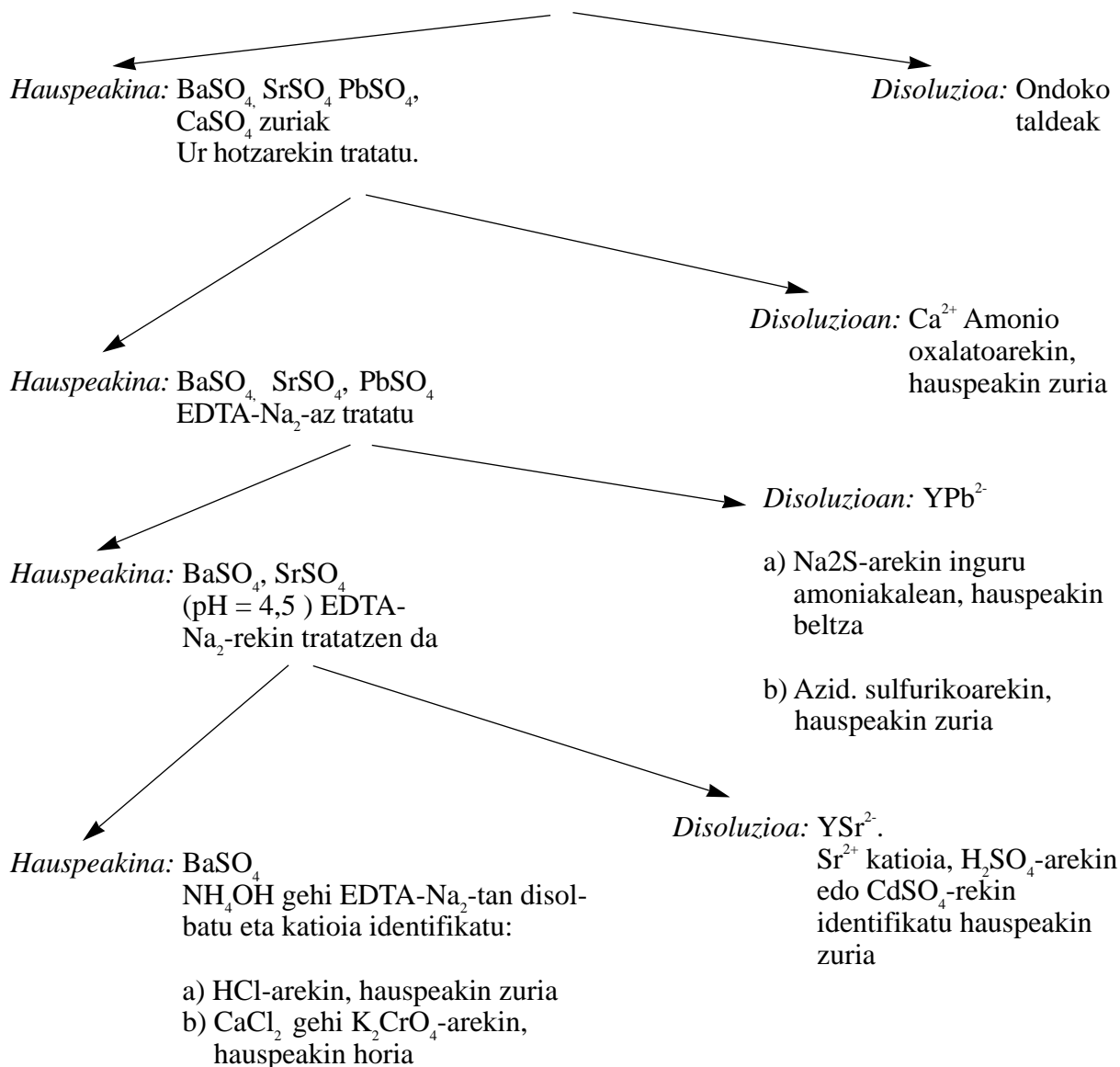
4.3. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN III TALDEA

Disoluzio nitrikoari HCl 2N gehitzen zaio prezipitazio osoa lortu arte.



4.4. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN IV TALDEA

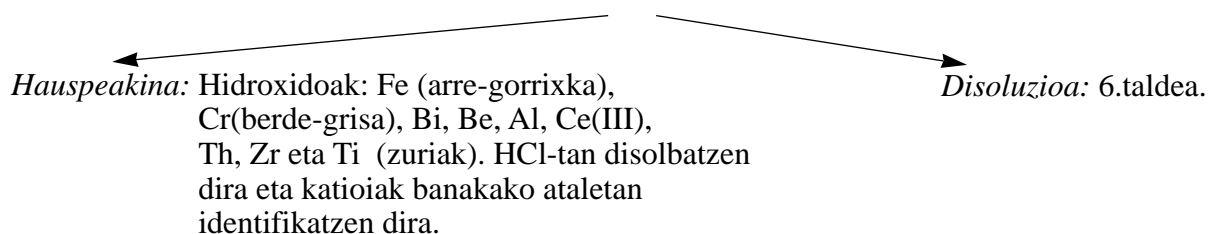
Problema disoluzioari $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -a gehitu, berotu eta zentrifugatu.



(Y izkiak, Y^+ anioia adierazten du, azido edilendiaminotetraazetikoaren anioia)

4.5. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN V TALDEA

Amoniakoaren disoluzio kontzentratuarekin, NH_4^+ -aren presentzian, hauspeatu. Berotu. Zentrifugatu. Azido klorhidrikotan disolbatu eta birprezipitatu. Zentrifugatu.



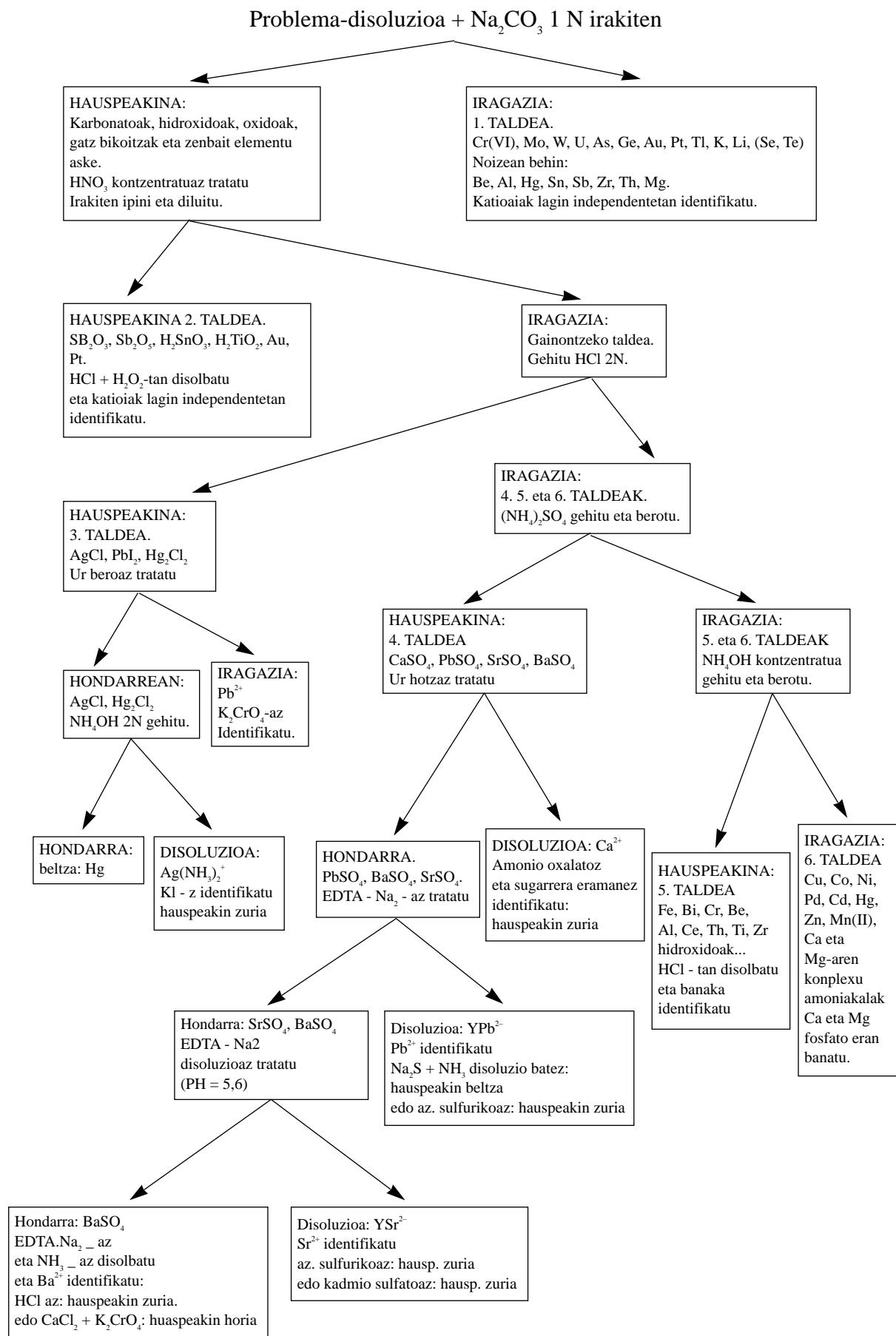
1. Burdina	2. Bismuto	3. Kromo (III)	Aurretik, NaOH-az banatuz 4. Berilioa	Aurretik, NaOH-az banatuz. 5. Aluminioa
a) $\text{Fe}(\text{CN})_6 \text{K}_4$ -arekin, hauspeakin urdina. b) SCNK -arekin, kolore gorria.	a) Iodo zinkonikoarekin, hauspeakin gorri laranja. b) Estannitoarekin, Bi-rainoko (beltza) erredukzioa.	a) EDTA-Na_2 -arekin, kolore morea. b) NaOH eta H_2O_2 -arekin kolore horia; HCl -a gehi H_2O_2 gehiagorekin kolore urdina.	a) Kinalizarinarekin, inguru alkalinoan, kolore urdina b) Inguru alkalinoan, morinarekin, fluoreszentzia berdea.	a) Aluminioarekin, arrosa koloreko laka. b) Inguru azetikoan, morinarekin, fluoreszentzia berdea.
Aurretik, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ -arekin banatuz 6. Zerioa(III)	Aurretik $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ -arekin banatuz 7. Torioa	8. Titanioa	9. Zirkonioa	
H_2O_2 -arekin ingurune alkalinoan oxidatuz, $\text{Ce}(\text{OH})_4$ -aren hauspeakin horia.	Artsenazoarekin, more kolorea.	a) H_2O_2 -arekin, kolore hori-gorrixka. b) Iragazteko paperaren gainean azido kromotropikoarekin, mantxa arre-gorrixka.	a) Inguru klorhidrikoan eta iragazteko-paperaren gainean mantxa marroia edo arrea, p-dimetilamino-azofenilartsonikoarekin b) Alizarina S-arekin, inguru klorhidrikoan, laka morea.	

4.6. KATIOIEN MARTXA ANALITIKOAREN VI TALDEA

Talde honetarako izendatutako disoluzioan, banakako ataletan, katioiak identifikatzen dira.

1. Manganesoa	2. Kobrea	3. Kobaltoa	4. Nikela	5. Paladioa	
H_2O_2 -rekin, Mn_2O_3 -aren prezipitazioa eta Mn-aren probakuntza hauspeakinean: a) Bentzidinarekin, kolore urdina. b) $\text{KH C}_2\text{O}_4$ -rekin, kolore morea. Likido guztiaren Mn hauspeatu.	a) KSCN eta benzidinarekin, hauspeakin urdina. b) Paperaren gainean kuproiarekin, mantxa berdea	a) EDTA-Na_2 -arekin, kolore morea. b) KSCN -arekin eta etanolarekin, kolore urdina.	Inguru amoniakalean dimetilgloxima-rekin, hauspeakin gorri-arrosa.	Inguru azido ahulean dimetilgloximarekin, hauspeakin horia.	
6. Merkurioa	7. Kadmioa	8. Zinka	9 eta 10. Kaltzioa eta Magnesioa	11. Selenioa	12. Teluroa
a) Estannitoarekin, merkurio elementalaren hauspeakina. b) Ioduro kuprosoarekin, kolore gorria	Sodio sulfuroarekin, hauspeakin horia.	a) $\text{Cu}(\text{II})$ eta merkurio tiozianatoarekin, hauspeakin morea. b) Potasio ferrozianuroarekin eta p-fenitidinarekin, hauspeakin urdina.	Na_2HPO_4 -arekin, hauspeatuz, banatzen dira. Azetikotan disolbatu eta identifikatu: a) Kaltzioa, oxalato amonikoarekin (hauspeakin zuria). b) Magnesioa, magnesioarekin (laka urdina) eta titanio horiarekin (laka gorrixka).	KI-arekin, selenio elementalaren hauspeakin gorria.	Konplexu ioduratutik abiatuz Te-rainoko (beltza) erredukzioa, Na_2SO_3 -ak eraginda.

4.7. MARTXA ANALITIKOAREN ESKEMA OROKORRA



Analisi organikoa

5

AURKIBIDEA

5. ANALISI ORGANIKOA

5.1. ANALISI ORGANIKOA: ZENBAIT KONSTANTE FISIKOREN DETERMINAZIOA.	
KONPOSATU ORGANIKOEN EZAGUTZA	127
5.1.1. Konposatu organikoak. Analisi organikoa	127
5.1.2. Konstante fisikoen determinazioa. Fusio-puntuaren determinazioa	128
5.1.3. Konposatu organikoen purifikazioa: kristalizazioz eta sublimazioz	131
5.1.4. Irakite puntuaren determinazioa	133
5.1.5. Errotazio espezifikoa: polarimetroak eta sakarimetroak	134
5.1.6. Errefrakzio-indizea: errefraktometroak	136
5.1.7. Pisu molekularren determinazioa	139
5.2. ANALISI FUNTZIONALA: KONPOSATU ORGANIKOEN SAILKAPENA	142
5.2.1. Funtzio organikoen sailkapena	142
5.2.2. Hidrokarburoak	143
5.2.3. Alkoholak	146
5.2.4. Eterrak	149
5.2.5. Aldehidoak eta zetonak	150
5.2.6. Azido organikoak	154
5.2.7. Aminak	155
5.2.8. Nitrioloak	156
5.2.9. Amidak	156
5.2.10. Esterrak. Koipeak. Olioak. Ezkoak. Xaboiak	158

5.1. ANALISI ORGANIKOA: ZENBAIT KONSTANTE FISIKOREN DETERMINAZIOA. KONPOSATU ORGANIKOEN EZAGUTZA

- Analisi organikoa.
- Konstante fisikoen determinazioa.
- Konposatu organikoen karakterizazioa.

5.1.1. Konposatu organikoak. Analisi organikoa

Konposatu organikoak karbonoaren konposatuak dira, batez ere, karbono elementuaren eta hidrogenoaren arteko loturaz eratuak, eta halaber, karbono elementuaren eta elektronegatibitate handiko beste elementu gutxi batzuren artekoak, hala nola, oxigenoa, nitrogenoa, halogenoak eta sufrea.

Jadanik ezagutzen den konposatu organikoen kopurua oso handia da (bi miloi baino gehiago), halere etengabe gehituz doa. Kimika ezorganikoan, ordea, hogeita hamar bat mila konposatu ezagutzen dira. Kopuru handi honen arrazoiak, karbono- atomoen katea luzeak, ia mugagabeko luzerakoak, irekiak edo itxiak, linealak edo adartuak, lotura sinpleak, bikoitzak edo hirukoitzak osatzeko duten erraztasunean datza.

Mulliken eta Standinger, mende honen hasieran, konposatu organikoak sailkatzen saiatu ziren, ezaugarri fisikoen arabera eta funtzio-taldeak zituzten erreakzio kimikoetan oinarrituz.

Esan beharra dago, konposatu organikoen aparteko izaeragatik analisi organikoen metodoak ez datozela bat analisi ezorganikoenekin.

Lagin organiko bat tratatzean lehenengo maneiaketa bere konposatuen banaketa eta purifikazioa izaten da, sarritan ez baita substantzia purua; gero bere funtzio-taldeak ikertzen dira eta analisi kuantitatiboaren bidez, laginaren konposizioa aztertzen da.

Ondoren, lagin ezezagun bat zeharo identifikatzeko jarraitu beharreko urratsak aurkezten dira:

1. *Fusio edo irakite-puntuaren determinazioa*, lagina solidoa edo likidoa bada, hurrenez hurren.
2. *Errotazio espezifiko* optikoki aktiboak diren konposatuentzat eta *errefrakzio-indizea*, argiak analizatu behar duen substantzia zeharkatzerakoan, pairatzen duen desbidaketaren parametroa.
3. *Ezpurutasunak eliminatu* egiten dira (lehorketaz, birkristalizazioz, sublimazioz, e.a.) edo *nahastearen osagaiak isolatu* egiten dira (distilazioz, erauzketaz, kromatografiaz, e.a.) komeni den kasuetan.
4. Substantzia puruaren *itxura fisikoa* behatzen da eta berotzerakoan zer gertatzen zaion ere.
5. *Aurreanalisi elementala* egiten da, funtzio-talde batzuk baztertzeko.
6. *Disolbagarritasun-frogak* oso baliagarriak izan daitezke.
7. Funtzio-taldeen sailkapenean ohizko diren erreakzioak egiten dira.

8. Behar izanez gero, deribatu kristalinoak banandu egiten dira suposatutako produktua-
ren ezaugarri fisiko-kimikoak kontrajartzeko.
9. Espektrogramen bidez (IR, UV-ikuskor, Masak edo NMR) problemaren gutxi-gorabe-
herako egitura proposatu daiteke. Zalantza izanez gero, suposatutako funtzio-talde-
en-tzako erreakzio bereziak egingo dira.
10. Azkenik, bibliografian datuak kontsultatuz (substantzia puruen eta deribatu kristalino-
en ezaugarri fisikoen taulak, espektrograma patroiak, funtzio-talde-
en posizioak, e.a.) gure problema deskribatuta dauden konposatuekin alderatzeko.

Analisi kualitatibo Organikoetan jasotako erreakzioak eta datuak fixxetan taulatu egin dai-
tezke.

5.1.2. Konstante fisikoen determinazioa. Fusio-puntuaren determinazioa

Kimika organikoan, guztiz ezezaguna den substantzia baten egitura aztertzerakoan, behar-
beharrezkoa da hainbat determinazio egitea, zeren aurkitutako ezaugarri asko hainbat konposa-
turentzat berdinak baitira.

Hemen konposatu organikoen ezaugarri fisiko-kimikoen determinazioa egiteko argibide ba-
tzuk adierazten dira, hala nola:

- Fusioa, kristalizazioa eta sublimazioa, konposatu solidoetan.
- Irakitea, konposatu likidoetan.
- Errotazio espezifikoa, optikoki aktibo diren konposatuetan.
- Errefrakzio-indizea, likidoen nahaste bitarretan.
- Pisu molekularra.

5.1.2.1. Fusio-puntuaren determinazioa

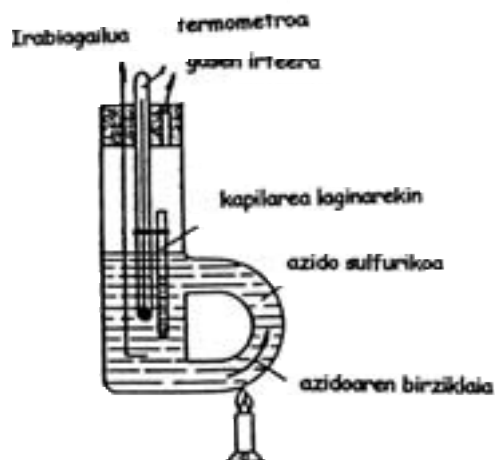
Fusio-puntuak, konposatu puruen kasuan balio finkoa du eta konposatu organiko solidoen
nahasteen determinaziorako lagungarri baliotsua da.

Fusio-puntua determinatzeko hainbat metodo daude; garrantzitsuenak hauek dira:

- Thiele aparatuz.
- Büchi aparatuz.
- Kofler mikroskopioaz.

5.1.2.1.1. Thiele aparatuz

Lehenengo, mutur bat itxita daukan kapilarea, saiatu beharreko laginarekin erdiraino bete-
tzen da. Irudiak erakusten duen muntaia prestatzen da eta olio-bainua edo azido sulfurikoa pix-
kanaka berotzen da, laginaren gutxi gora-beherako fusio-tenperaturaren azpitik 10-20 °C-ra.



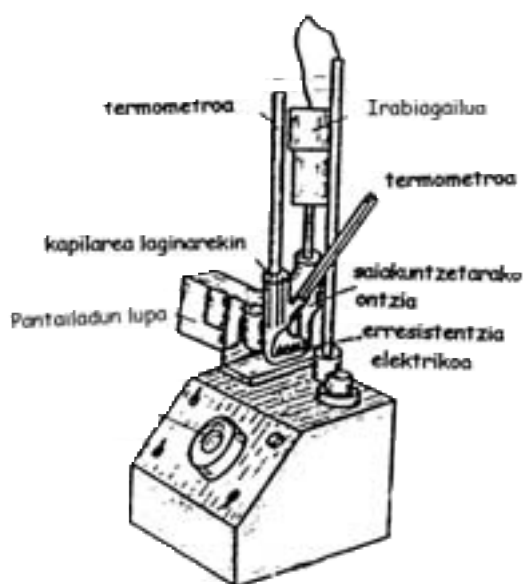
Temperatura hau hurbiltasun nahikoaz ezagutzen ez bada, lehenengo saiakuntza tanteatzeko izango da.

Gero, etengabe irabiatuz, minutuko $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ berotuko da, fusioa gertatu arte.

Lagina, begi bistaz ikus daiteke edo lupa baten laguntzaz.

5.1.2.1.2. Büchi aparatua

Aparatuaren oinarriko partea U formako ontzia da, zeinetan goitik zabalik dituen adar biak erdi aldean horizontalki komunikaturik dauden.



Atzean irabiagailua darama, motore batek eraginda, eta aurrean hodi kapilareak eta termometroa kokatzen dira. Termometroaren eskala $0 - 360\text{ }^{\circ}\text{C}$ bitartekoa da eta hodiekin 1 mm -ko diametroa eta 80 mm -ko luzera dituzte.

U piezaren barnean berogailu elektrikoaren erresistentzia eta atzean korrante hargailuak ditu.

Aparatuaren ontzia, elektrikoki ez-eroalea eta kimikoki neutroa den likido batekin betetzen da, adibidez, silikona-olioarekin.

Saiakuntza egiteko, substantziarekin bi hodi kapilare erdiraino betetzen dira eta hirugarren bat erreferentziako lagin batekin, substantzia ezaguna bada.

Irabiatzailearen eta aurreko luparen argiztapen giltzei eragiten zaie fusioa hobeto behatzeko, eta gradualki berotzen da.

Lehenengo saiakuntza tanteatzeko da eta ondorengoetan arinago berotzen da 2 °C-raino fusio-tenperaturaren azpitik. Gero astiroago (2 - 3 °C minutuko) fusio-puntura heldu arte.

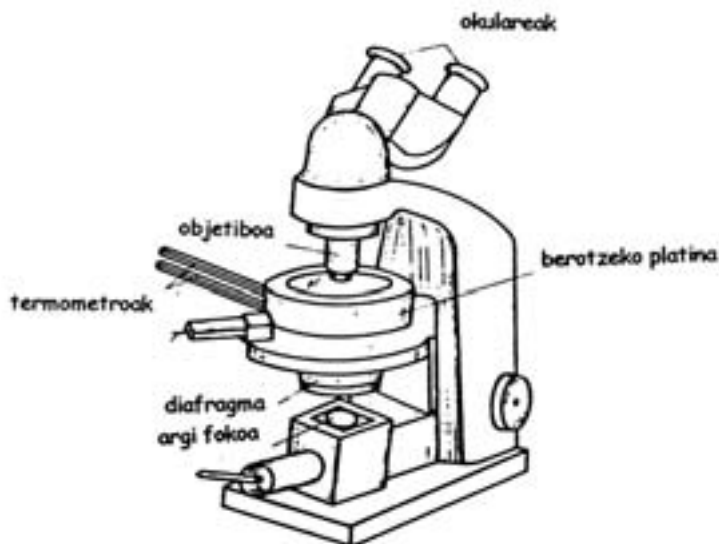
Azkenengo saiakuntzetako balioen batez bestekoa izango da emaitza.

5.1.2.1.3. *Kofler mikroskopioaz*

Mikroskopio da baina platina bereziki egokitua du, laginaren beroketa ahalbidetzeko eta tenperatura neurtzeko.

Platina-barnean daraman erresistentzia elektrikoaren bidez, lagina galdatu egiten da bere tenperatura linealki igoz funditu arte. Lagina denbora osoan argitan dagoenez, bere bigunketa eta fusioa erraz ikusten dira.

Fusio-tenperatura termometroaz edo kontrol bereziko aparatuekin neur daiteke. Azken kasu horretan, beroketa-abiadura erregulatu daiteke eta eskala argiztatu batean fusio-tenperatura zehaztasun osoz lortu.



-KOFLER mikroskopioa-

Saiakuntza egiteko, lagin solidoaren kantitate minimo bat estalki biren artean zapaltzen da eta aparatuaren plakan jarri. Berori aluminiozko diskoa da, elektrikoki berotua, eta ukipenean termometroa du. Tapatu eta mikroskopioaz behatzen da. Hasieran, laginaren fusio-tenperaturaren azpitik 20 °C-raino tenperatura arin igotea komeni da eta gero geldiro, fusioa gertatu arte.

Tenperatura termometroan irakurtzen da; termometro horrek bulboa estalita eduki behar du eta plakarekin ukipen termiko ona behar du.

5.1.3.2. *Kristalizazioaren saiakuntza*

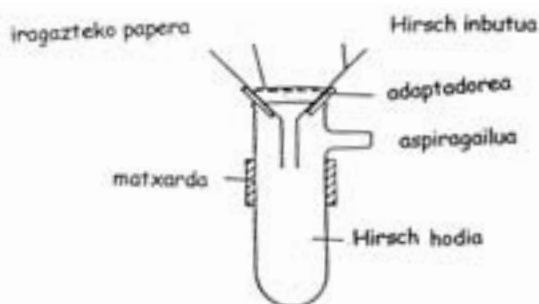
Lehenengo, lagin horrentzat egokia den disolbatzailea aukeratzen da. Konposatu solido haustuaren miligramo batzuk saiodian hartuz eta tanta-kontagailuaz disolbatzailearen tanta batzuk gehituz saiakuntzak egiten dira.

Substantzia horrek ez du izan behar hotzean erraz disolbatzen dena, berotu egiten da eta behar izanez gero, disolbatzaile gehiago gehitzen da disoluzioa erabatekoa izan arte. Saiodia uretan hozten da, eta kristalik azaltzen ez bada, saiodiaren horma beirazko hagaxkaz igurtzen da foku kristalinoen eraketa has dadin.

Disolbatzaile egokia aurkitu eta gero, substantzia ezezagun horren birkristalizazioa egiten da. Lagin haustua erlenmeyer txiki batean jartzen da eta disolbatzailearen kantitate nahikoa gehitzen da, beirazko bolatxoak gehitzen zaizkio eta nahastea irakiteraino berotzen da.

Iragazi egiten da, lehenik, disolbatzaile puruaren kantitate txiki bat iragazteko paperetik iragaziz, gero, konposatuaren disoluzioa pasarazten da iragazteko paperetik, erlenmeyerra disolbatzaile beroarekin garbituz.

Inbutua kendu eta disoluzioa kontzentratu egiten da irakinaraziz, solidoaren asetasun-puntura hurbildu arte. Kristalak berez sortu arte itxaroten da edo kristalizazioa sortaraz daiteke mazaizaren hormak beirazko hagaxkaz igurtziz. Kristalizazio osoa jazo arte geldirik uzten da. Azkenik, espatula batekin kristalak banandu eta inbutu batera pasatu, disolbatzaile hotzean garbitzeko.



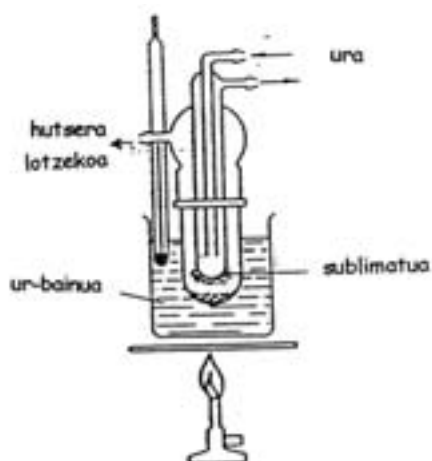
Kristal horiek batzeko oso egokiak dira Hirsch inbutuak. Kristalak batu eta lehortu egiten dira, lagin-problema purifikatuaren fusio-puntua kalkulatzeko.

Beste batzuen artean, praktika moduan, kristalizazio hauek egin daitezke, ondo ateratzen dira eta:

- Azido bentzoikoa, 96°ko alkoioletan.
- Fenola, bentzenotan.
- Amonio azetatoa, azido azetikotan.

5.1.3.3. *Sublimazioa*

Konposatu solidoen purifikazioa lortzeko beste sistema bat da. Presio baxuetan egiten da, irudian erakusten den moduko aparatuan. Sublimatzeko substantzia (500 mg inguru) aparatua behiko partean jartzen da eta Maria bainuan berotzen da sublimazio-tenperatura lortu arte, bitartean, olio-ponpa batekin hutsa egiten da eta sublimatua urez hoztutako erdiko partean kondentsatzen da. Ondoren, produktua sublimagailutik ateratzen da eta bere fusio-puntua zehazten da.



5.1.4. Irakite puntuaren determinazioa

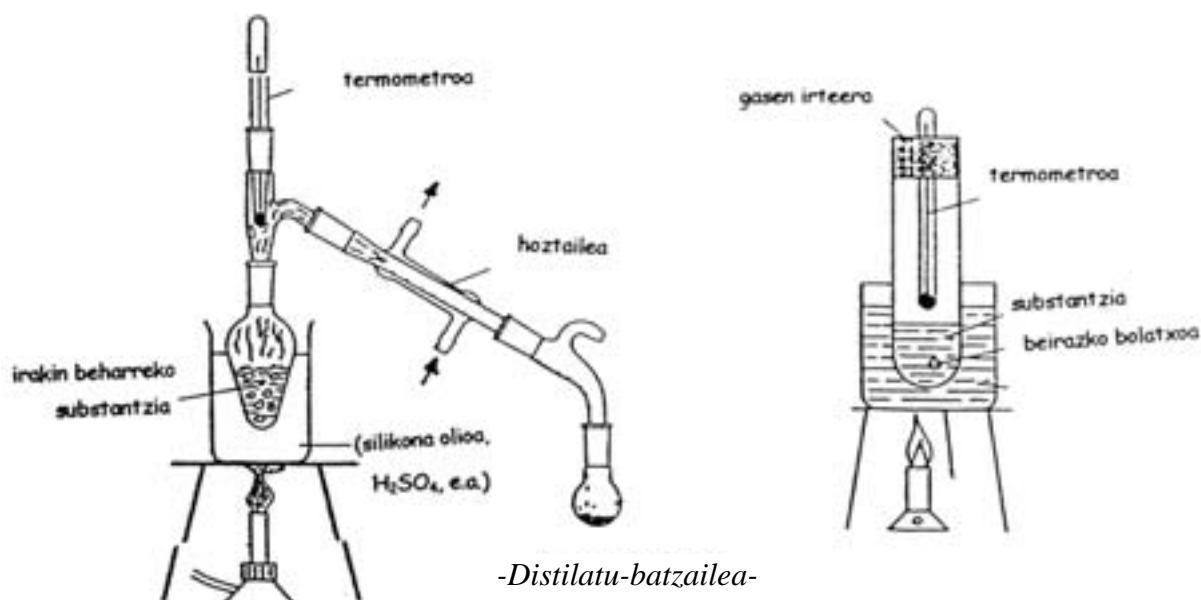
Egoera likidoan dauden substantzietan oso interesgarria da irakite-puntua, presio finkoan konstantea baita.

Likido puruen kasuan distilazio arrunta eginez determinatzen da, termometroaren kokapena kontu handiz eginez, hoztailearen sarrerako lurrinetan murgilduta egon behar duelako. Disoluzioen kasuan zatikako distilazioa egin behar da, konposatu bakoitzaren irakite-puntu zehatza determinatuz.

Irudietako muntaiak egin daitezke.

Lehenengo kasuan, distilatzaile txikia muntatuko da, matrazea olio-bainuan edo silikonatan berotuz. Bigarren kasuan, saiodiarekin semimikro saiakuntzak egin daitezke, likidoaren 15 tanta hartuz, beirazko bolatxo bat sartuz eta termometroaren bulboa lagin likidoaren gainazaletik 10 mm-ko altuerara jarritz. Olio-bainua berotzen da laginak irakin arte.

Kasu batean zein bestean, irakite-tenperatura anotatzen da birfluxuaren oreka lortzen denean eta termometroaren bulboa lurrun-kondentsatzailean murgilduta aurkitzen denean.



5.1.4.1. Irakite mikropuntuaren determinazioa

Daukagun likidoaren kantitatea oso txikia denean (hidrolisietatik ateratako produktuak, erauzketatik lortutako disolbatzailea, e.a.), irakite-puntuaren determinazioa egiteko mikrometodora jo behar da.

Determinazioa era honetan da: saiodi txikian, tanta batzuk hartzen dira eta bertan mutur batetik 3 mm-ra itxita dagoen kapilarea sartzen da; likidotan murgilduta dagoenez, irakite-hodi legez jokatzen du.

Saiodiari termometroa itsasten zaio eta bainu egokian berotzen da. Likidoa berotzean, kapilaretik barruko aire-burbuilak ateratzen dira.

Saiodiko likidoa irakiten hasi arte jarraitu behar du beroketak, orduan beroketa geldiarazten da eta, irabiatuz, temperatura behatzen da. Likidoa kapilaretik gorantz hasten denean, irakite-temperatura termometroak markatzen duena da.

5.1.5. Errotazio espezifiko: polarimetroak eta sakarimetroak

Errotazio espezifikoa, optikoki aktiboak diren konposatueta determinatu beharreko ezau-garria da; konposatuok argi polarizatuaren plano biratzen baitute.

Argiaren desbideraketaren norantza kontuan hartuz, honela sailkatzen dira:

- *Destrogiroak* (eskuinbirakariak): Eskuinerantz biratzen dute argia.
- *Lebogi-roak* (ezkerbirakariak): Ezkerrerantz biratzen dute argia.

Aktibitate optikoa duten konposatuen neurketa orokorrak *polarimetroaz* egiten dira eta glukosaren eta sakarosaren kasuan, *sakarimetroaz*.

Desbideraketa-angelua edo errotazio espezifikoa era honetan kalkulatzen da:

$$\text{Likidoetan } (\alpha_D^{20^\circ\text{C}}) = \frac{\alpha}{l \cdot d}$$

$$\text{Disoluzioetan } (\alpha_D^{20^\circ\text{C}}) = \frac{\alpha}{l \cdot d}$$

$(\alpha)_D^{20^\circ\text{C}}$ = biratze-ahalmen espezifikoa.

α = aparatuan behatutako biratze-angelua (+ zein -)

l = polarimetroaren hodiaren luzera dm-tan.

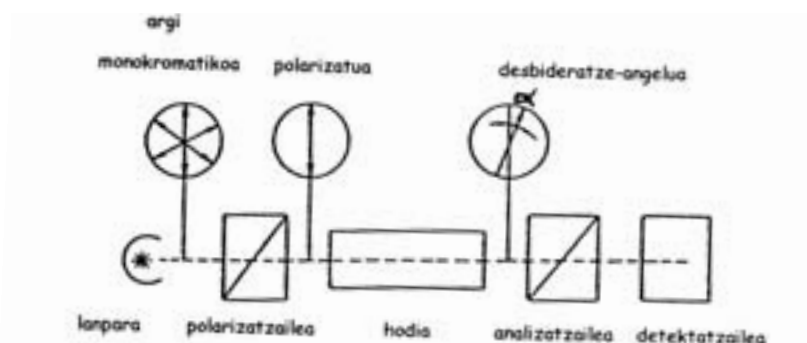
d = likidoaren dentsitatea g/cc-tan eta 20 °C-tan

c = kontzentrazioa, g solutu/100 cc disoluzio.

Irakurketa bakoitzean D -aren balioa, erabilitako uhin-luzera (sodioaren argia gehienetan $D = 5893 \text{ \AA}$), eta temperatura (20 °C) adierazi behar dira.

5.1.5.1. Errotazio espezifikoa neurtzeko aparatua

Argi-iturria, argiaren polarizatzailea, disoluzioa duen hodia, analizatzailea eta detektatzailea ditu oinarrizko osagaiak.



Argiak polarizatzailea zeharkatzen duenean (gehienetan kuartzo edo kaltzitazko material birrefringentez egindako prisma bat), plano batekiko polarizatu egiten da.

Gero argiak lagina zeharkatzen du, azkenik analizatzaileara heltzen da, berori aurreko prisma bezalako prisma baita.

Analizatzailea polarizatzailearen posizio finkoarekiko biratuz, argiztapen desberdinak lortzen dira.

Argiztapen edo ilunpeko muturreko posizioak, irudiko eremu bisualak erakusten ditu.



-Polarimetroaren eremu bisuala-

Aktibitate optikoa duen substantzietatik argi polarizatua pasatzean, honen plano desbideratu egiten da iluntasuneko toki agertuz; hasierako argiztapena berrezarrituz, analizatzailearen posizioari eraginez, eskala graduatua desbideratutako angeluaren balioa adieraziko da.

Argi ikuskorra erabiltzen bada, detektatzailea gizabegia da baina beste uhin-luzera batzuetarako fotomultiplikatzailea erabiltzen da. Fotomultiplikatzailea balbula elektronikoa da, erasotako argiari esker korrante elektrikoa sortarazten duena.

5.1.5.2. Errotazio espezifikoaren determinazioa

Kasu honetan sakarimetroa erabiliko da.

Erreferentziako disoluzioa prestatuko da 5 g azukre pisatuz eta 100 ml ur distilatuan disolbatuz.

Sakarimetroaren kubeta disoluzioaz betetzen da, burbuilak ekidinez, eta hodiaren burua ixten da.

Argiztapena konektatzen da eta sakarimetroa enfokatu, analizatzailearen biraketak erreferentziako iluntasuna lortu arte.

Aparatuak sukreaken portzentaietan graduaturiko eskala badu, lortutako balioa laginaren %5ko portzentaiarekin alderatzen da, edo, emandako formulekin kalkulatzen da.

Erreferentziako kubeta laginaren disoluzioa duenarekin trukutzen da, aparatuaren ikuspena desenfokaturik geldituko da berriro eta analizatzailea biratzera beharturik gaude erreferentziako itzala berreskuratzeko. Gero, graduaturiko eskalan irakurriko dugu biratutako angeluaren balioa.

Biratutako angeluaren balioa kontuan hartuz, errotazio espezifikoa kalkulatuko dugu formula honen bidez:

$$\left(\alpha^{20^{\circ}\text{C}}\right) = \frac{100 \cdot \alpha}{l \cdot c}$$

α = biratutako angeluaren balioa gradutan.

l = aparatuaren hodiaren luzera dm-tan (orokorrean 0,947)

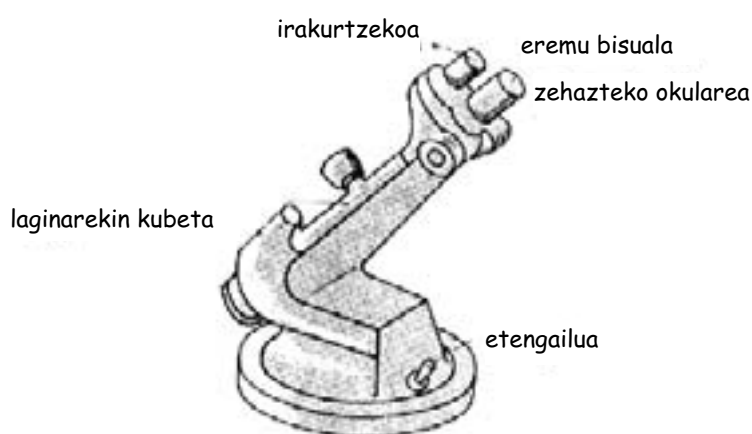
c = solutuaren kontzentrazioa g/100 ml disoluziotan.

Lortutako errotazio espezifikoaren balioaz, nahiko hurbiletik identifika daiteke analizaturiko azukre-mota, dagozkion taulak kontsultatuz.

5.1.5.2.1. Sakarosaren disoluzioaren kontzentrazioaren determinazioa

Aurreko kasua jarraituz, bete hodia kontzentrazio ezezaguneko sakarosaren disoluzioarekin eta errotazio-angelua determinatu.

Sakarosarentzat $\alpha^{20^{\circ}\text{C}} = + 66,5^{\circ}$ izanik, emandako formularen ordezkatzen da eta laginaren c kontzentrazioaren balioa determinatzen da.



5.1.6. Errefrakzio-indizea: errefraktometroak

Substantzia baten errefrakzio-indizea, bere egituraren menpekoea da eta argiak ingurune horretan duen abiaduraren eta argiak airean edo hutsean duen abiaduraren arteko erlazioa adierazten du.

$$n = c/v$$

n = errefrakzio-indizea.

c = argiaren abiadura airean edo hutsean (300.000 km/s).

v = argiaren abiadura analizatu beharreko ingurune horretan.

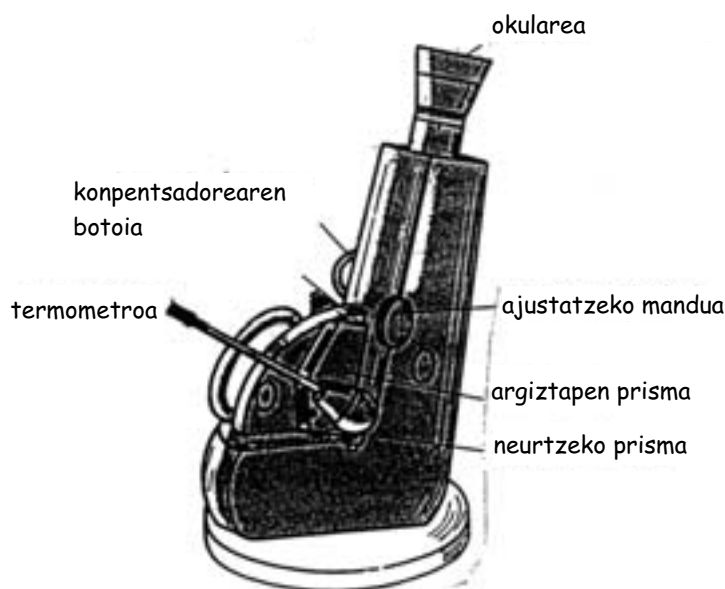
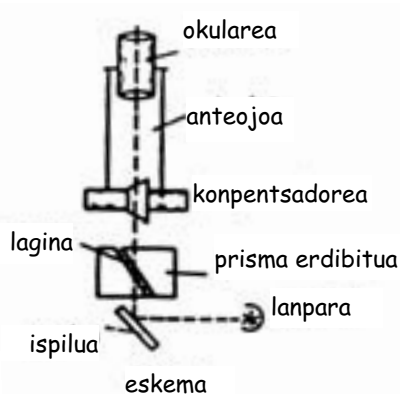
Errefrakzio-indizeak, tenperaturaren, presioaren eta argi erasotzailearen uhin-luzeraren menpekotasuna du, horregatik sodioaren argia erabiltzen da (sodioaren D marra) 5893 Å-koa baita. Halaber, errefrakzio-indizeak laginaren ezpurutasunaren eragina jasaten du. Produktu organikoa distilatua izan behar da eta determinazioa distilatuaren erdiko frakzioarekin egingo da.

Errefrakzio-indizea maiz erabiltzen da bi likidoren nahaste baten konposizioa determinatzeko. Proporzio desberdinetan eta elkarren artean erreaktionatzen ez duten likidoen nahasteen errefrakzio-indizeak lerro zuzen batean daude. Lerro horrek, likido puruen errefrakzio-indizeak lotzen ditu, beraz, konstante fisiko hori determinatuz, nahastearen konposizioa jakin daiteke. Era berean, errefrakzio indizeak distilazio zatikatuaren jarraipen egiteko balio du, batez ere, banandu beharreko likidoen irakite-puntuak oso hurbil daudenean.

Errefrakzio-indizea neurtzeko erabiltzen diren aparatuek errefraktometro deitzen dira, eta angelu maximoa neurtzen dute. Aparatuotan argi-izpia, errefrakzio-indize altuko beirazko prisma batetik igarotzen da eta likido-geruza zeharkatzen du guztiz isladatua izanik beira-likido interfasean. Angeluak likidoaren errefrakzio-indizearekin erlazio zuzena du.

Gehien erabiltzen diren errefraktometroak bi dira:

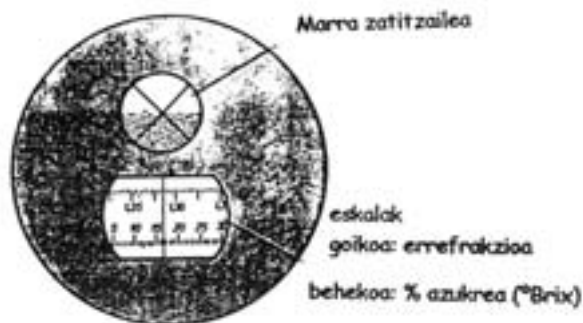
- ABBE errefraktometroa.
- eskuko errefraktometroa.



5.1.6.1. ABBE errefraktometroaren erabilera

Instrumentu hau konpentsazio-prisma bat duen anteojo txiki batez osaturik dago, errefrakzio-indizea 5893 Å-tan lorutakoaren berdina izan dadin nahiz eta sodio-argiaren ordeztu argi zuria erabili. Lagina bi zatitan banaturiko prismatik ipintzen da, erdi bata independienteki mugitzen baita, eta ispilua eta lanpara ere baditu.

Ikuseremua eta ABBE errefraktometroaren eskalak irudian agertzen dira:



Ernest Abbe-k 1869. urtean asmatutako metodoa ezin izan da gaurdanik gainditu bere sinpletasunean eta segurtasunean. Metodo honen abantailarik handiena, erabili beharreko likido kantitate txikian eta neurtzeko daukan bat-batekotasunean datza. Neurketa osoa, guztiz errefrigente diren prismen artean kokatutako likidoaren geruza mehean zehar izpi transmitituek ematen duten isladapen osoaren behaketan oinarritzen da.

Determinazioa egiteko argiztapen-prisma altxatzen da eta likidoaren tanta batzuk botatzen dira prismaren gainazal horizontalean. Argiztapen-prisma ixten da, bere irekidura zabaltzen da, argia sar dadin eta neurketa egiteko prismaren tranpatxo jarkigarria itxi egiten da. Errefraktometroa argi naturalerantz edo argi artifizialerantz orientatzen da. Okularetik begiratzean botoi handia birarazten bada, ikuseremua marra zatitzaileak zatitzen duela enfokatzea lor daiteke. Gero konpentsadorearen botoia biratzen da marra zatitzaile hori kolorege eta garbi agertu arte; ondoren erretikuluaren ebakidura puntuaz bat eginarazten da.

Gehienetan 1,300-tik 1,700-rainoko errefrakzio-indizeen balioen eskala darama aparatua eta beste bat, azukreen edukientzat (eskala sakarimetrikoa), %0tik %95erartekoa eta kasu batzuetan, gurina determinatzeko eskala (eskala butirometrikoa).

Errefrakzio-indizeen balio batzuk hauek dira:

Substantzia	Eter etilikoa	n-pentanoa	etanola	etil azetatoa	glizerina	bentzeno
$\eta^{20^{\circ}\text{C}}$	1,353	1,358	1,362	1,427	1,473	1,501

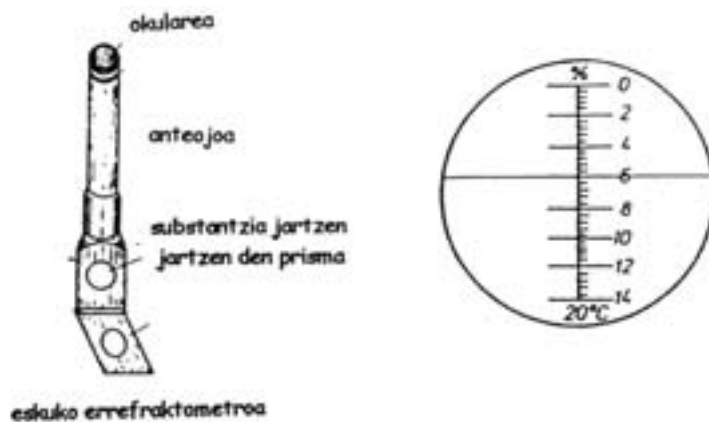
5.1.6.2. Eskuko errefraktometroaren erabilera

ABBE errefraktometroaren moldaketa da substantzia baten azukrearen edukia determinatzeko. Bere eskala errefrakzio-indizetan graduatu ordez Brix gradutan egiten da (1 Brix gradu = % 1 azukre).

Funtsean bi zatiz ornitutako prisma du, non bere barruan analizatu beharreko substantziaren tanta bat kokatzen den; argirantz orientatuz eskala okulareaz garbi enfokatzen da. Ereku ilunaren limiteak garbi erakusten du neurketaren balioa.

Ikuseremua eta eskuko errefraktometroaren eskalak irudian erakusten dira.

Substantziaren tanta bat edo bi neurketa prismaren gainean jarriz saiakuntza egiten da, batean argiztapen-prisma gainean ezarriz substantzia bi prismen artean gera dadin. Argirantz enfokatuz eremu ilunaren limitea ikusten da eta neurketaren balioa zuzenean ematen du.



Neurketa-tartea, errefraktometro gehienetan, ondokoa da:

% 0tik %57rartekoa, $n = 1,333$ -tik $n = 1,435$ -ra dagozkiena

% 56tik %85erartekoa, $n = 1,433$ -tik $n = 1,503$ -ra dagozkiena

Tresna elemental honen aplikazio-eremua oso zabala da:

- Azukrerremolatxaren edo azukrekainaren landaketetan.
- Mahatsoindoen mintegietan eta institutu esperimentaletan.
- Mahastizaintzan.
- Fruitu-zukuen lantegietan (Fruituzukugintzan).
- Gaseosagintzan.
- Tomate landaketetan.
- Marmelada eta gozogintzan.
- Azukregintzan.
- Ehungintzan.

5.1.7. Pisu molekularren determinazioa

Fusio eta irakite-puntuen determinazioek eta burututako beste saiakuntza batzuk lagin-problema substantzia purua dela adierazten duten kasuetan, substantziaren pisu molekular hurbilaren determinazioa egitea oso baliagarri izan daiteke ondoko metodo errazak erabiliz.

Solidoen kasuan, determinazio hauek, likido batek solido-problemaren zati bat gehitzera-koan irakite-puntuan jasandako igoeran (ebuiloskopia), edo solido hau likidotan disolbatzen den izozte-puntuaren jeitsieran (krioskopia) oinarritzen dira.

Pisu molekularra kalkulatzeko formulak hauek dira:

- *Ebuiloskopia*

$$\Delta t_e = K_e \cdot m = K_e \frac{1000 \cdot g}{G M} \qquad M = \frac{K_e \cdot 1000 \cdot g}{\Delta t_e \cdot G}$$

– *Krioskopia*

$$\Delta t_c = K_c \cdot m = K_c \frac{1000 \cdot g}{G M} \qquad M = \frac{K_c \cdot 1000 \cdot g}{\Delta t_c \cdot G}$$

Δt_c , Δt_c = irakite-temperaturaren gehikuntza eta izozte-temperaturaren jeitsiera.

K_c , K_c = konstante ebulioskopikoa (urarentzat $K = 0,56$ °C solutu moleko mila gramo uretan) eta konstante krioskopikoa (urarentzat $K_c = 1,82$ °C solutu moleko mila gramo uretan) hurrenez hurren.

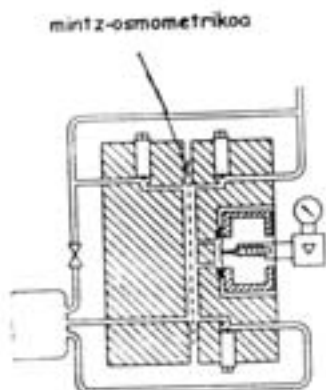
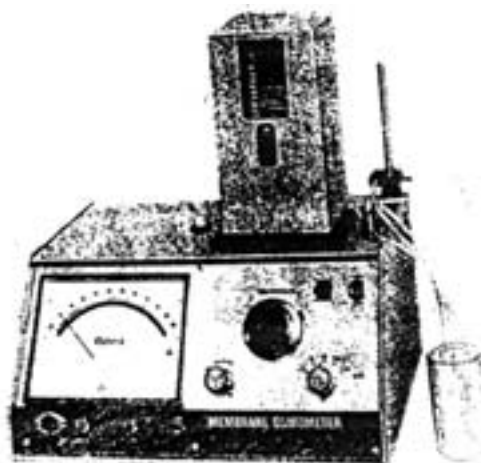
g = solutuaren gramoak.

G = disolbatzailearen gramoak.

M = solutuaren pisu molekularra.

m = disoluzioaren molalitatea.

Makromolekulen kasuan, pisu molekularra determinatzeko sistema egokiago bat *osmometrikoa* deiturikoa da. Likido puruaren lurrun-presioaren eta likido horretan solutu ez-hegazkorraren disolbatutako disoluzioaren lurrun-presioaren arteko diferentzian oinarritzen da. Bi likidoak ganbara itxian badaude, disolbatzaile puruaren lurrunaren transferentzia gertatzen da

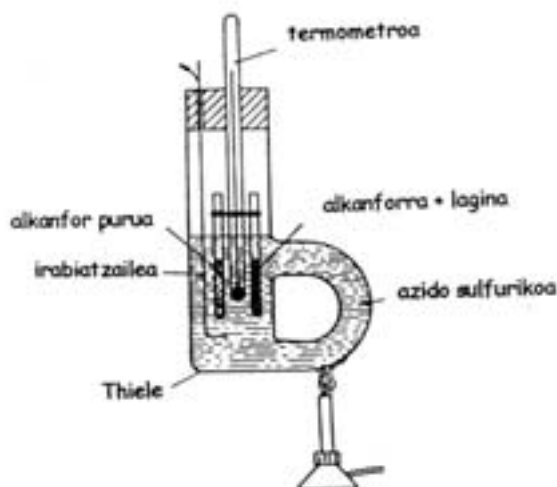
–*Osmometroaren eskema*––*Osmometroa*–

disoluziora; ondorioz, disolbatzailea hoztu egiten da eta disoluzioa berotu. Oreka-egoeran tenperaturen arteko diferentzia txiki-txikia izan arren, sentikortasun haundiko termistorez detekta daiteke.

Instrumentua, konposatu jakin baten disoluzioekin kalibratzen da, eta patroi horiekin, konposatu-problema disolbatuta aurkitzen den disoluzioaren kontzentrazioa determinatzen da.

5.1.7.1. Rast-en metodoa pisu molekularra determinatzeko

Lehen aipaturiko metodo osmometrikoak honako eragozpenak ditu: erabili beharreko ekiparearen kostu handia, metodo ebulioskopiko eta krioskopikoetan, sarritan, emaitza desegokiak lortzen direla hidrogeno-loturak sortzen direlako, Raoult-en legearekiko konportamendu ez-ideala adieraziz. Errore horiek disoluzio diluituagoekin lan eginez murriztu daitezke. Rast-en metodoa honetan oinarritzen da.



Lehenengo substantziaren alkanfor-disoluzio solidoa prestatzen da, 10 mg substantzia pisatuz eta 20 bider handiago den alkanfor-kantitatearekin nahastuz, biak zehaztasunez pisatuz etaugarrez hertsitako hodi txikian ipiniz. Saiakuntzaren eta bere arrakastaren gauzarik garrantzikoena, nahasketa homogeneoa lortzea da; horretarako hodia olio-bainutan edo silikonatan berotzen da funditu arte eta irabiatu egiten da homogeneiza dadin.

Hozten uzten da, hodia zabaltzen da eta nahasketaren fusio-puntua determinatzen da.

Fusio-puntua determinatzeko, kapilare bata alkanfor hutsez betetzen da eta bestea lagin-nahastarekin, termometroaren (Beckman ahal bada) alde banatan bulboari itsatsiz. Matrazean sartzen dira eta fusio-puntuaren azpitik 20 °C-raino berotzen dira (fusio-puntua alde aurretik gutxi gorabehera ezagutzen bada) astiro-astiro biguntasuna agertu arte.

Puntu honetatik aurrera, astiro berotu (2 °C-tik 3 °C-ra minutu bakoitzeko) azken kristalak desagertu arte.

Bi laginen fusio-tenperaturen arteko diferentzia nahasketaren fusio-puntuaren jaitsiera da.

Pisu molekularra krioskopian ezagutzen den formulatik ateratzen da.

$$M = \frac{K_c \cdot 1000 \cdot g}{\Delta t_c \cdot G} = \frac{40 \cdot 1000 \cdot g}{\Delta t_c \cdot G}$$

Alkanforrentzat:

$K_c = 40$ solutuaren moleko, mila gramo uretan eta fusio puntua 173 °C.

$G =$ alkanfor gramoak.

$g =$ substantzia problemaren gramoak.

$t_c =$ nahasketaren fusio-tenperaturaren jaitsiera alkanfor hutsarekiko.

$M =$ substantziaren pisu molekularra.

Kapilarean dauden osagaien pisu zehatza jakiteko agertzen diren eragozpenak direla eta, nahasketa ona egin bada erlazio hau har daiteke:

$$g/G = 1/20$$

Saiakuntza kontzentrazio desberdineko nahasketekin errepikatu behar da eta emaitzak espero zirenak ez badira, alkanforaren purutasuna ziurtatu egin behar da, K beste substantzia ezagunekin determinatuz, adibidez naftalenoarekin.

5.1.7.1.1. *Fusio puntuaren determinazioa*

Thiele izeneko aparatua montatu.

Termometroari eusteko tapoian ebakidura longitudinala egin, termometroaren zutabe osoa bistan gera dadin.

Thiele aparatua olioaz bete, alboko besoa hasten den puntua baino apur bat goragoraino.

Fusio puntua neurtu behar den lagina hartu eta hodi kapilarean sartu, goma zatitxo batez termometroari loturik. Hodi kapilareko lagina termometroaren bulboaren altueran jarri behar da. Goma zatitxo likidoaren galgaren gaineko partetik ipini.

Berotzen hasi, hasieran bizkor, substantziaren fusio-tenperaturaren azpitik 10°-taraino eta gero astiro-astiro minutuko bi gradu berotuz.

Behatu eta apuntatu fusio puntuaren tartea lagina bigundu eta kapilarearen hormetatik banatu denetik likido gardena bihurtu den arte.

Laginak:

- alkanforra.
- azido bentzoikoa.
- azido salizilikoa.

5.2. ANALISI FUNTZIONALA: KONPOSATU ORGANIKOEN SAILKAPENA

5.2.1. Funtzio organikoen sailkapena

Analisi organikoan molekulak osatzen dituzten konposatuen afinitatea kontuan hartuz, konposatuok ondoko taldeetan sailkatu dira:

1. *Hidrokarburoak:* C eta H duten konposatuak

- Aseak edo alkanoak.
- Asegabeak: Alkeno edo etilenikoak eta alkino edo azetilenikoak.
- Aromatikoak.

2. *Deribatu halogenatuak edo alkilo eta arilo halogenuroak:* C, H eta halogenoa (X) dituzten konposatuak.

3. *Konposatu oxigenatuak:* C,H eta Oxigenoa dutenak.

- Alkoholak.
- Fenolak.

- Eterrak.
- Aldehidoak.
- Zetonak.
- Kinonak.
- Azido karboxilikoak.
- Azidoen anhidridoak.

4. Konposatu nitrogenatuak:

- C, H eta N dituztenak: Aminak.
- Nitriloak.
- C, H, N eta O dituztenak: Amidak.
- Nitroderibatuak.

5. Beste konposatu organikoak: Sulfoderibatuak

- Esterrak.
- Koipeak, olioak eta ezkoak.
- Xaboiak.

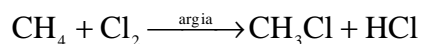
5.2.2. Hidrokarburoak

5.2.2.1. Hidrokarburo aseak. Ezagutza

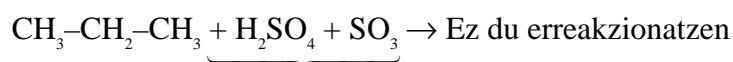
Beraien afinitate eskasagatik nabarmentzen dira, hau da, erreakzionatzeko erraztasunik ga-beziagatik. Giro-tenperaturan oxidatzaile sendoek ez diete erasotzen eta orokorki erreakzionatzaile askoren aurrean geldoak dira.

Lehenengo laurak gasak dira, C₅–tik C₁₆–ra likidoak, eta karbono gehiagokoak solidoak.

- Kloroarekin erreakzionatzen dute eguzki-argitan edo ultramoretan ordezkapen erreakzioa emanez.

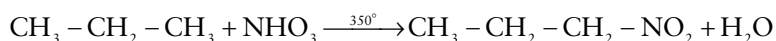


- Azido sulfuriko fumantearekin ez dute erreakzionatzen.



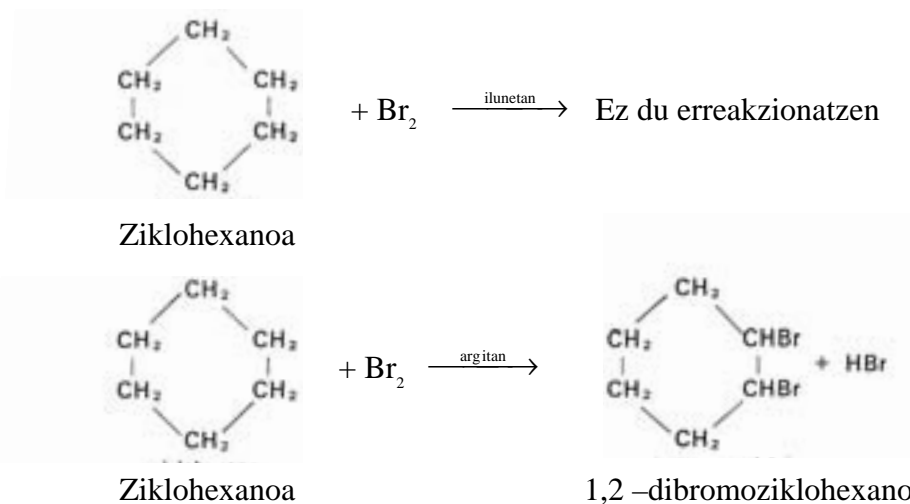
Az. sulfuriko fumantea

- Azido nitrikoarekin berotan erreakzionatzen dute:



Ezagutza

Jarraitu beharreko prozedura irudian erakusten da. Hidrokarburo asearen erreaktibitatea bromo-urarekin irabiatzean (eguzkiaren argitan edo ultramorean) ikusten da.

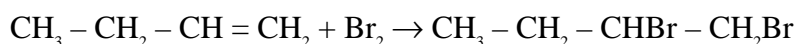


Saiakuntza: Hidrokarburo asean ezagutza

- Bi saiodi hartu eta bakoitzean 1 ml ziklohexano jarri. Saiodi bakoitzari 3 ml bromo-ura (%3koa) gehitu.
- Oso gogor eragin eta gero, saiodien barruan bi geruza gelditzen direla ikusten da, azpikoa laranja-argi kolorekoa eta gainekoa gorria.
- Bi saiodiak hartu eta bata ilunetan jarri eta bestea argi ultramoretan edo bestela eguzkiaren argitan. Ordubete pasa ondoren ilunetan zegoen saiodian ez dela ezer gertatu ikusten da, aldiz bestean, goiko geruza kolorgetu egin dela eta behekoaren laranja kolorea indartu egin dela ikusten da.

5.2.2.2. Hidrokarburo asegabeak. Ezagutza

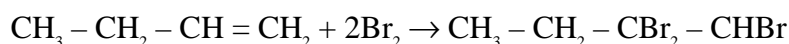
Giro-tenperaturan kloroarekin edo bromoarekin erreakzionatzen dute adizio-erreakzioa emanez eta hidrogeno kloruroa edo hidrogeno bromuroa askatu gabe (hidrokarburo aseak eta parafinak ez bezala).



Hidrokarburo asegabeek oxidatzaile bortitzekin berehala erreakzionatzen dute.



Bromo-uraren disoluzioa kolorgetzen dute karbono tetraklorurotan



Erreakzio honek asetuetik bereizten ditu.

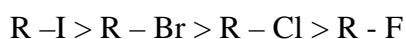
Ziklohexenoarentzat gertatzen den erreakzioa ondokoa da:

Saiakuntza: Hidrokarbuero aromatikoaren ezagutza

- Saiodi baten 30 tanta azido sulfuriko kontzentratu eta 20 tanta azido nitriko kontzentratu jartzen dira. Bigarren azidoa botatzerakoan, saiodia berotu egingo da eta ur-hotza duen prezipitatu ontzian jartzen da, hoztu arte.
- 1 ml tolueno gehitzen da eta bortizki eragiten zaio. Goiko parteko geruza marroi-kolorekoa bihurtu dela eta saiodia asko berotzen dela ikusten da. Gero Maria bainuan apur bat berotuz, gaineko geruza kolorgetzen doala ikusten da erabat gardena gelditu arte eta, aldi berean, almendra mingotsen usain sarkorra ateratzen dela nabaritzen da.

5.2.2.4. Deribatu halogenatuak. Ezagutza

Deribatu mono-, di-, trihalogenatuak ager daitezke. Hidrokarbuero halogenatuetan erreakzionatzeko ordena ondokoa da.



Ondoko erreakzioengatik ezagutzen dira:

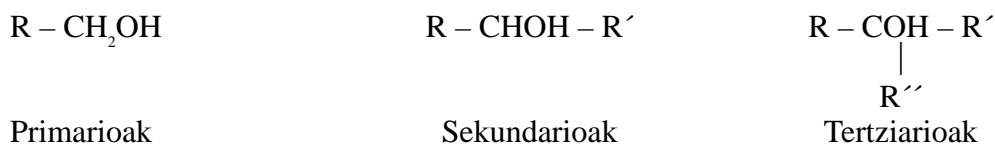


50 °C-tan :

- Primarioa: $CH_3-CH_2-CH_2Cl + NaI \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2I + NaCl$
- Sekundarioa: $CH_3-CHBr-CH_3 + NaI \longrightarrow CH_3-CHI-CH_3 + NaBr$
- Tertziarioa: $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{C}Br-CH_3 + NaI \longrightarrow CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{C}Cl-CH_3 + NaBr$

5.2.3. Alkoholak

Hidrokarbueroen hidrogenoak (OH) hidroxilo taldeekin ordezkatzuz lortzen dira.

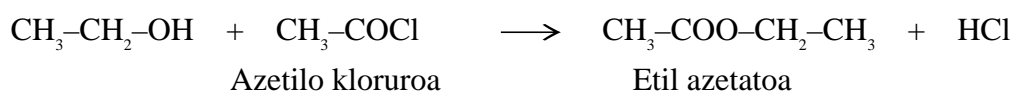


Alkohol primarioek, sekundarioek eta tertziarioek errektibo batzuekiko duten jokaera desberdinagatik erraz bereizten dira.

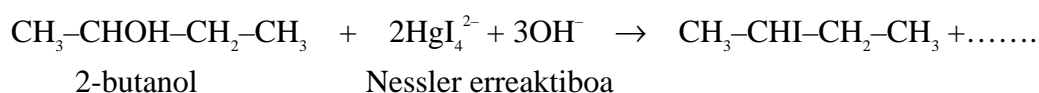
Ezagutza

Alkoholen ezagutzarako erreakzio bereziak errektibo hauekin egiten dira:

- Azetilo kloruroa: erreakzio bortitza gertatzen da etil azetatoa formatuz (fruituen usain bereizgarria).



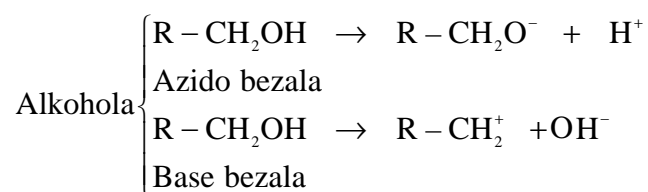
- Nessler erreaktiboa: alkilo haluroaren kolorazioa edo hauspeakina sortzen da.



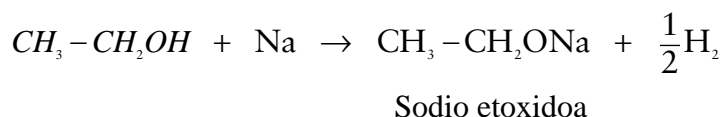
- Nessler erreaktiboa era honetan prestatzen da: 100 ml uretan 5 g ioduro merkuriko eta 3,6 g potasio ioduro disolbatzen dira; 3 N den NaOH disoluzioaren bolumen berdina gehitzen da eta topazio koloreko ontzian gordetzen da argitasunetik babestua.

5.2.3.1. Alkoholen izaera azidoa eta basikoa

Alkoholen izaera anfoteroak (azido-base), Kimika Ezorganikoan urak duen parekotasuna du.

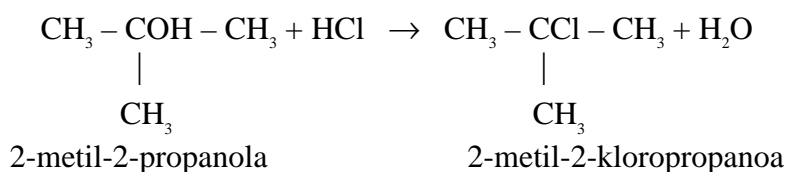
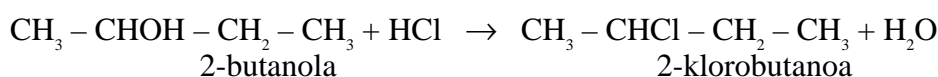
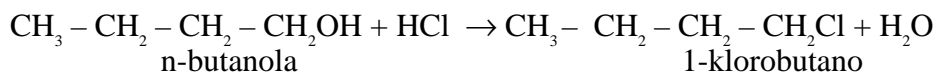


- *Azido bezala*: Alkoholek metalekin erreakzionatzen dute hidrogenoa askatuz.



Erreakzio abiadura honakoa da: alkohol primarioa > alkohol sekundario > alkohol tertziarioa.

- *Base bezala*: Azido klorhidrikoarekin erreakzionatzen dute, OH taldea eliminatuz.



Erreakzio-abiadura azidoen kasuan gertatzen zenaren aurkakoa da:

Alkohol tertziarioa > alkohol sekundarioa > alkohol primarioa

5.2.3.2. Saiakuntza: Alkoholen ezagutza

a) Azetilo kloruroarekin

- Saiodi baten 2 ml etanol jarri eta 1 cm³ azetilo kloruro gehitu. Hau guzti berirarasa barruan egin!

- Beste saiodi baten, 50 ml ur distilatu jarri eta aurretik prestatutako nahastea, azkenari gaineratu. Erreakzio indartsua gertatuko da, fruituen usain berezia askatuz.

b) *Nessler errektiboarekin*

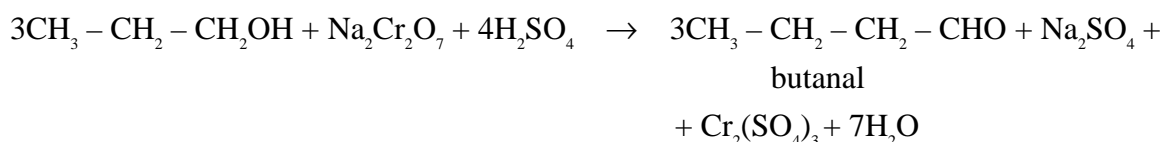
- Beirarasa barruan, saiodi baten 2 cm³ alkohol sec-butiliko (2-butanol) jarri eta Nessler errektiboaren hamar tanta gehitu. Ondoren irakiten ipini eta kolorea hartu duela edo hauspeakina sortu dela ikusten da.

c) *Alkoholen aziditatea eta basizitatea*

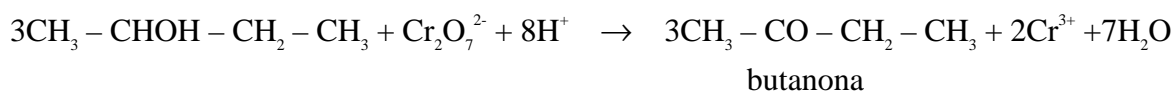
- Alkoholen izaera azidoa aztertzeko saiodi baten 3 ml etanol hartzen dira eta sodio metalaren zatitxo bat gehitzen da. Hidrogenoa askatuz erreakzionatuko du.
- Izaera basikoa dutela egiaztatzeko saiodi baten 3 ml etanol hartu eta 10 cm³ azido klorhidriko kontzentratuarekin erreakzionarazi.

5.2.3.3. Alkoholen oxidazioa

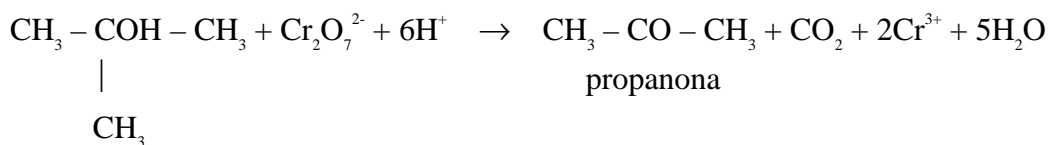
Primarioak: Alkohol primarioak oxidatuz aldehido bihurtzen dira eta gero oxidazioa jarraituz, karbono-kopuru berdineko azido.



Sekundarioak: Oxidatuz azetona bihurtzen dira eta gero, jatorrizko alkoholak baino karbono-kopuru txikiagoa duen azido.



Tertziarioak: Oxidatzaile sendoen bidez bakarrik oxidatzen dira zetonen eta karbono-kopuru txikiagoko azidoen nahastea emanez.



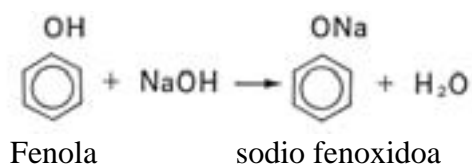
Saiakuntza: Alkoholen oxidazioa

- Prezipitatu-ontzian nahastu 5 g sodio dikromato, 50 ml ur-distilatu eta 5 ml azido sulfuriko kontzentratu.
- Saiodi baten 2 ml alkohol n-butiliko (1-butanol) jarri eta aurreko nahastearen 10 ml gehitu. Ondoren saiodiari eragin eta behatu zer gertatzen den.

Jartzen den alkohola sekundarioa balitz, hau da alkohol sec-butilikoa, zein izango litzateke gertatutako erreakzioa?

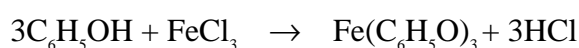
5.2.3.4. Fenolak

Eraztun bentzeniko bat da OH talde bat edo gehiagorekin. Alkoholek baino izaera azido handiagoa dute eta uretan eta alkalitan disolbagarriak dira.



Ezagutza:

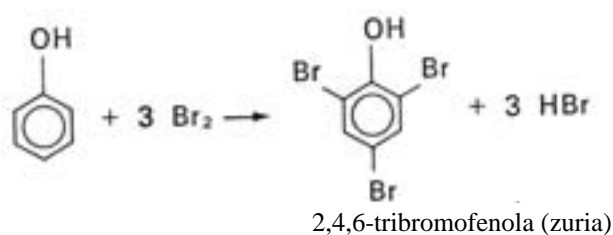
– *Lehenengo saiakuntza:* Koloredun erreakzioa burutzen dute FeCl_3 -rekin.



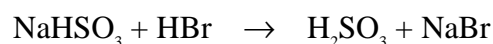
Fenol desberdinen arabera kolore desberdinak agertzen dira:

Fenola	Kolorea
Fenol monobalentea	Urdin-morea
Orto-fenodiolak	Berdea
Meta-fenodiolak	Morea
Para-fenodiolak	Ez dute kolorerik ematen
Fenotriolak	Kolore desberdinak: berdea, urdina edo beltza
Nitrofenolak	Ez du kolorerik ematen

– *Bigarren saiakuntza:* Bromo-urarekin erreakzionatzen dute hauspeakin zuria eratuz.

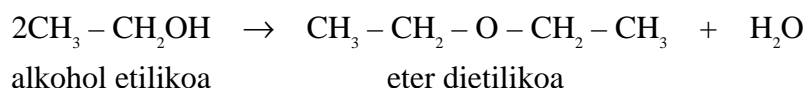


Soberan dagoen bromotan:



5.2.4. Eterrak

Bi alkohol-molekulen deshidratazioz eratzen dira.



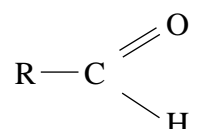
Eter dietilikoa ez da urarekin nahasten, bere gainean gelditzen da flotatzen.

Ezagutza:

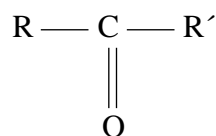
- *Lehenengo saiakuntza:* likido oso hegazkorrak eta sukoiak dira.
- *Bigarren saiakuntza:* azido kromikoak eterra aldehidotara edo azidotara oxidatzen du.

5.2.5. Aldehidoak eta zetonak

Konposatu organikoak dira eta formalki honela lortzen dira: karbono primarioan O-atomo batek H-atomo bi ordezkatzen dituenean. Aldehido-taldea hauxe da:



Zetonak formalki honela lortzen dira: karbono sekundarioan O-atomo dibalente batek H-atomo bi ordezkatzen dituenean. Zetona-taldea ondokoa da:



$\diagup \text{C} = \text{O} \diagdown$ da karbonilo-taldea, aldehido eta zetontzat.

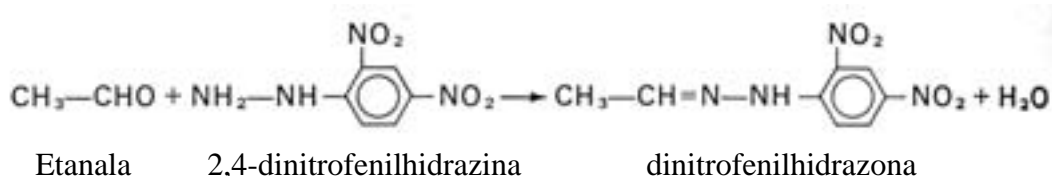
Aldehido eta zetonen erreaktibitatea CO taldearen izaera asegabeari esker gertatzen da, eta ezaugarri amankomunak ematen dizkie bi substantziei.

C₁₀-erarte aldehidoak eta zetonak likidoak dira, H-CHO-a izan ezik, hau giro tenperaturan gasa baita. Karbono-katea handitzean beraien disolbagarritasuna uretan gutxitu egiten da.

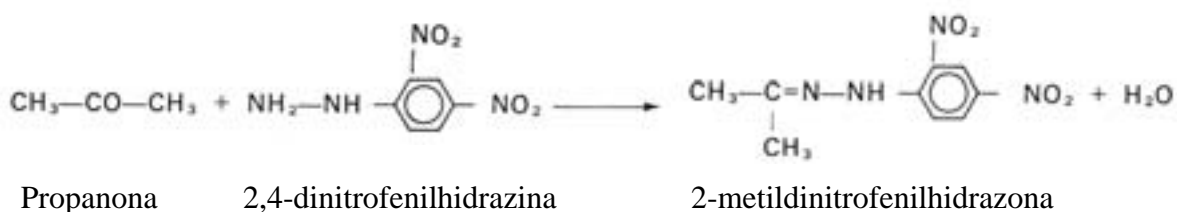
5.2.5.1. Ezagutza

Aldehidoek nahiz zetonek, 2,4-dinitrofenilhidrazinarekin hauspeakin zuri kristalinoa erazten dute. Hauspeakin hau dinitrofenilhidrazona da.

– *Aldehidoek:*



– *Zetonek:*

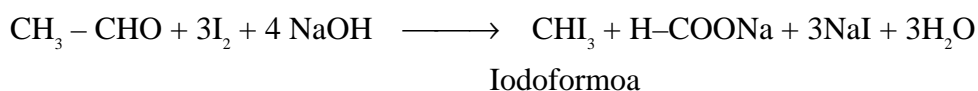


2,4-dinitrofenilhidrazinaren disoluzioa ondoko eran prestatzen da: 15ml azido sulfuriko kontzentratutan, 3g 2,4-dinitrofenilhidrazina disolbatzen dira eta disoluzio hau irabiatuz, 20 ml ur eta 96 °-ko 70 ml etanol nahasteari gehitzen zaio. Nahastea bortizki irabiatzen da eta gero iragazi.

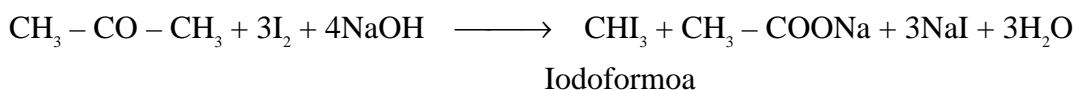
Iodoformoaren erreakzioa:

Aldehidoek eta zetonek iodoarekin inguru alkalinotan erreakzionatzen dute iodoformoaren hauspeakin horia emanez.

– *Aldehidoak:*



– *Zetonek:*

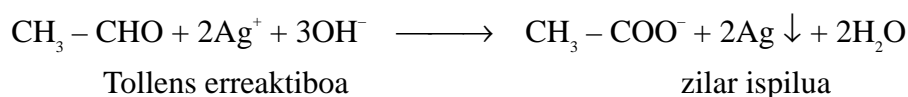


Iodo-potasio ioduro (I_2 -KI) disoluzioa, 10 g potasio ioduro 200 ml uretan disolbatuz eta 5 g iodo gehituz prestatzen da. Disoluzio hau 20 bider diluituz, almidoiaren presentzia ikusteko saiakuntzetan erabiltzen da.

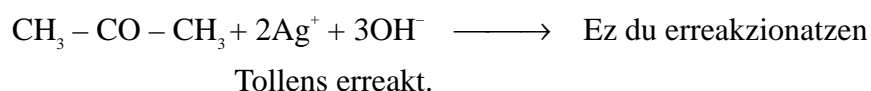
5.2.5.2. Aldehido eta zetonen bereizketa

Tollens erreaktiboa:

– *Aldehidoak:*



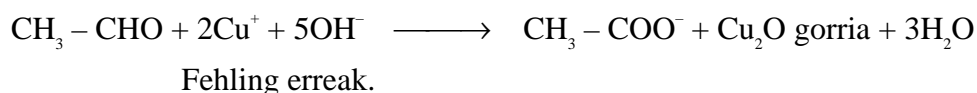
– *Zetonak:*



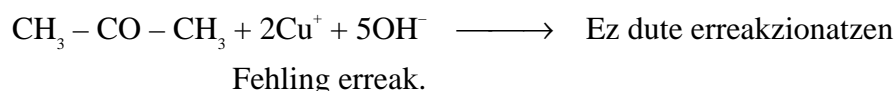
Tollens erreaktiboa honela prestatzen da: 3 g zilar nitrato 50 ml ur distilatutan disolbatzen dira eta NH_3 disoluzioa gehitzen zaio sortu den zilar oxidoaren hauspeakina erabat disolbatu arte. Gero, disoluzioa 100 ml ur distilatutan diluitzen da.

Fehling erreaktiboa: Tollens erreaktiboa nahiz Fehling erreaktiboa aldehidoak eta zetonek desberdintzeko sentikortasun haundiko erreaktiboa dira. Bi kasuetan zetonek dira erreakzioa ematen ez dutenak.

– *Aldehidoak:*



– Zetonak:



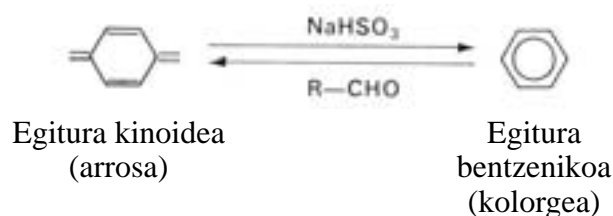
Fehling I disoluzioa: 3,5 g kobre sulfato pentahidratatu ur distilatutan disolbatzen dira eta 50 ml-raino ur distilatua gehitu.

Fehling II disoluzioa: 17g sodio eta potasio tartrato eta 6,5 g NaOH uretan disolbatzen dira 50 ml-ko bolumena osatu arte.

Erreakzionarazteko I eta II disoluzioen bolumen berdinak hartzen dira.

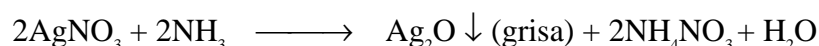
Shiff-en erreakzioaz: fuksina (rosanilina), sodio hidrogenosulfitoaz edo sulfre dioxidoaz tratatzen bada kolorgetu egiten da. Aldehidoek fuksinari gorri-more kolorea berreskuratzen diote, aldiz zetonek kolore mantentzen dute.

Hidrogenosulfitoak koloratzailearen egitura kinoidea deuseztatu egiten du eta aldehidoak berreskuratatu.

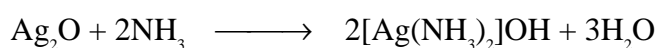


5.2.5.3. Zilarrezko ispiluaren lorpena

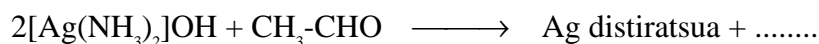
Tollens erreaktiboaren erredukzioa, zilar metaliko distiratsua, aldehidoek eraginda.



Amoniako soberakinan:



Aldehidoek eragindako erredukzioa:



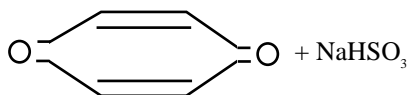
Beira garbitzeko erabiltzen den *nahaste kromikoa* honela lortzen da: H_2SO_4 kontzentratua potasio dikromato asetuarekin (5g/100ml –ko gutxigorabehera) nahasten da.

Berotan erabili behar da (80-100 °C-tan). Oso arriskutsua da konposatu proteinikoak eta kalzikoak erasotzen dituelako eta eskuekin ukitzea ekidin behar da eskularruak erabiliz.

5.2.5.4. Kinonak

Zetonak dira talde karboniloa eratzun bentzenikoaren parte delarik.

Kinona koloredunak, orokorrean, sodio hidrogenosulfitoarekin hidrokinona kolorgetara erreduzitzen dira. Egitura kinoidea apurtu egiten da eta bentzeniko transformatzen da.



Kinona
(koloreduna)



Hidrokinona
(kolorgea)

5.2.5.5. Saiakuntzak: Aldehido eta zetonen ezagutza

a) 2,4-Dinitrofenilhidrazinarekin

Saiodi baten 10 ml aldehiko eta zetona jarri eta 3 ml 2,4-dinitrofenilhidrazina gehitu. Aldehidoek naiz zetonek hauspeakin solido kristalinoa emango dute.

b) Iodoformoaren erreakzioa

Saiodi baten 5 tanta aldehido edo zetona jarri. Gero ondoko hauek gehitu:

- 5ml ur-distilatu
- %10eko disoluziotik 12 tanta NaOH.
- tantaz tanta kolore horia lortu arte, I₂-KI disoluzioa.

Saiodiari eraginez iodoformo hauspeakin horia agertuko da.

Aldehidoen eta zetonen arteko bereizketa.

Tollens errektiboarekin: Saiodi baten 5 tanta aldehido jarri eta 5 ml Tollens errektiboa gehitu. Hauspeakina eratu dela ikusten da.

Gauza bera egin zetona batekin. Zer ikusten da?

Fehling errektiboarekin: Aurrekoa errepikatu Fehling errektiboarekin.

Zilarrezko ispiluaren eraketa.

Beirazko ontziaren garbiketa:

- saiodi bat hartu eta % 15ko NaOH disoluzioan murgilduta eduki ordubeteen.
- urarekin garbitu bi edo hiru aldiz eta xukatu. Beharrezkoa bada nahaste kromikoa gehitu.

Disoluzio amoniakalaren prestaketa:

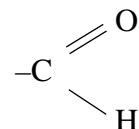
- 0,1 N den zilar nitrato disoluzioa prestatu.
- (1:1)-eko NH₄OH disoluzioa gehitu, sortzen den hauspeakin marroia desagertu arte.

Ispiluaren eraketa:

- garbitutako saiodia 70 °C-tan Maria bainuan jarri.
- beirazko ontzia zilar nitrato amoniakalaren 15 ml-rekin estali.
- azetaldehidoaren tantak bota eta ordubeteen pausagunean utzi.

5.2.6. Azido organikoak

Formalki hidrokarburu kate baten muturreko metilo taldea ordezkatzen duenean eratzten dira.

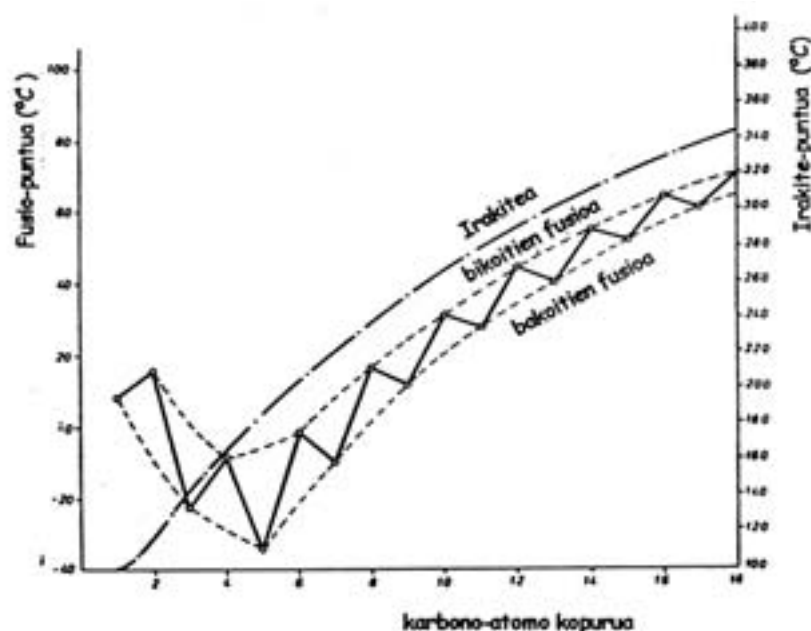


karboxilo taldeak

C_8 -rainoko azidoak likidoak dira, usain sendoa eta pikantedunak. C_9 -tik aurrerakoak solidoak dira, itxura koipetsukoak.

Aipagarria da beraien irregulartasuna irakite eta fusio-puntuei dagokienean irudian erakusten den bezala.

Grafikoak zera adierazten du: kate karbonatuen luzera hazten doan heinean, irakite-puntuak uniformeki handitzen direla eta urtze-puntuek bi kurba jarraitzen dituztela, bata karbono-kopuru bikoitia duten azidoena eta bestea karbono-kopuru bakoitia dutenena.

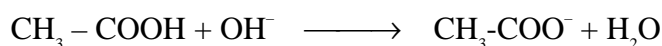


Fusio-puntuetan gertatzen den irregulartasun honen azalpena egoera kristalinoan molekular loturik mantentzen dituen erakrpen indarretan datza. Zenbaki bikoitikoak erakrpen indar handiagoak dituzte eta molekular banatzeko tenperatura altuagoak behar dituzte, horregatik beraien fusio-puntuak altuagoak dira.

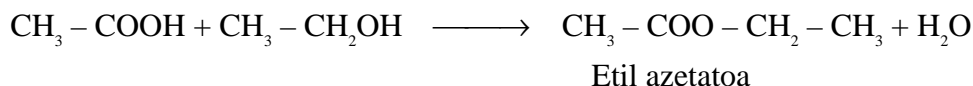
5.2.6.1. Ezagutza

Ezaugarri nabarmenenak:

- Usain pikantea.
- pH paperarekin erreakzio azidoa.
- Gatzten formazioa: azido organikoak base ezorganikoekin neutraltzen dira ioi karboxilatoa eta ura eratzuz. Azido karboxilikoek gatzak, ionikoak izateagatik, uretan disolbagarriagoak dira beraien azidoak baino.

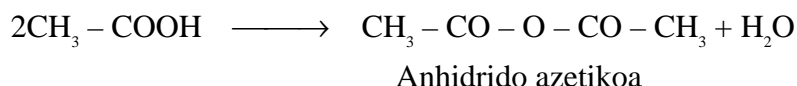


- Esterren formazioa: azido organiko batek alkoholarekin erreakzionatzean ester bat ematen du. Bere usaina bereizgarria da.

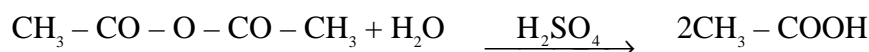


5.2.6.2. Azidoen anhidridoak

Azidoen anhidridoak azido karboxilikoen deshidratazioz eratzen dira. Garrantzitsuenetarikoa bat anhidrido azetikoak da.



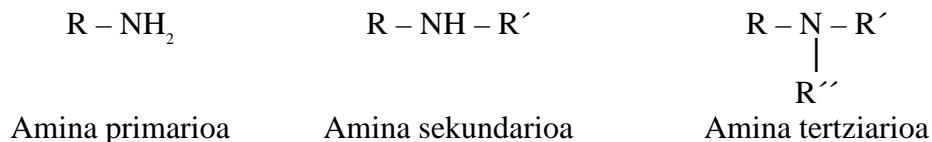
Anhidrido azetikoak urarekin nahasten ez delako ezagutzen da, baina azido sulfurikoaren presentzian, azido azetikoak eratzerat jotzen du.



5.2.7. Aminak

Formalki, erradikal organikoek amoniakoaren hidrogeno-atomoak ordezkatzen

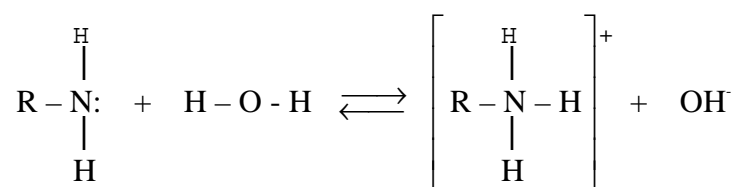
dituztenean lortzen diren konposatuak dira. Honela sailkatzen dira:



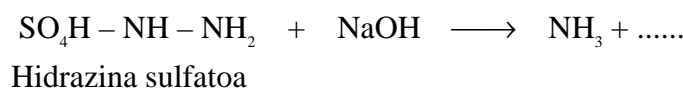
Erradikalak alifatikoak edo aromatikokoak izan daitezke. Amina alifatikoak gasak, likidoak edo solidoak dira, molekularen karbono-kopurua gehitu ahala. Amina aromatikokoak likidoak edo solidoak dira eta usain bereziak dituzte, baina ez arrain-usaina edo amoniako-usaina alifatikoen kasuan bezala.

5.2.7.1. Ezagutza

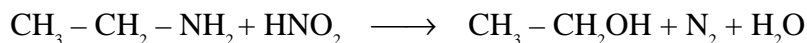
- Izaera basikoa dute. Amina batek urarekin erreakzionatzean ematen duen disoluzioa arinki basikoa da.



- Amoniakoaren askapena: NaOH edo KOH gehiegirekin berotuz, amoniakoa askatzen dute.



- Azido nitrosoarekin erreakzioa: Amina primario batek azido nitrosoarekin erreakzionatzean, alkohola, nitrogenoa eta ura ematen ditu.

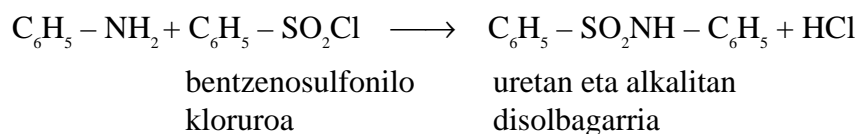


Alkohola bere erreakzio bereizgarriarengatik ezagutu daiteke.

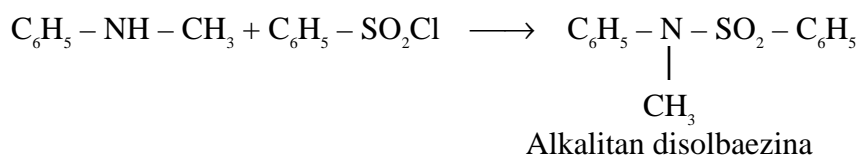
5.2.7.2. Aminen bereizketa. Hinsberg-en erreakzioa

Amina primarioak, sekundarioak eta tertziarioak benzenosulfonilo kloruroa erabiliz bereiztu daitezke.

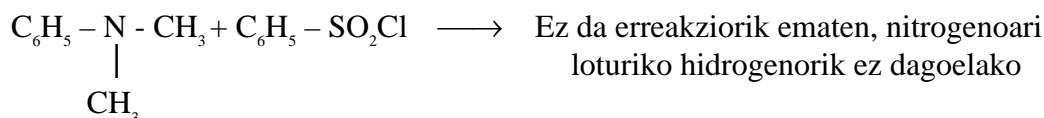
- Primarioak:



- Sekundarioak:



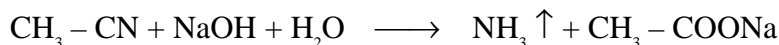
- Tertziarioak:



5.2.8. Nitriloak

Nitriloak formalki, nitrogeno atomo batek hidrokarburoen muturreko hiru hidrogeno-atomo ordezkatzeko dituzten dira: $\text{R} - \text{C} = \text{N}$.

- Base batekin eta urarekin erreakzioa: amoniako gasa eta gatz organiko bat ateratzen dira.



- Sodio metalikoarekin erreakzioa: sodio metalikoarekin amina bat eratzen da eta bere erreakzio bereizgarriarengatik ezagutu daiteke.



5.2.9. Amidak

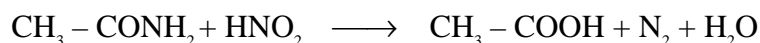
Erradikal azidoek amoniakoaren hidrogeno bat ordezkatzeko dituzten dira:



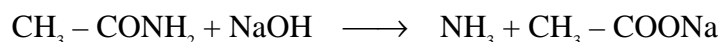
Amidek nitriloek bezalako erreakzioak eman arren, haiengatik solidoak direlako desberdintzen dira, nitriloak aldiz, fusio-puntu baxuak dituzten likidoak edo solidoak dira.

Ondoko erreakzioekin ezagutzen dira:

- Azido nitrosoarekin erreakzioak: Amida batek azido nitrosoarekin erreakzionatzean, azido organiko bat sortzen da.



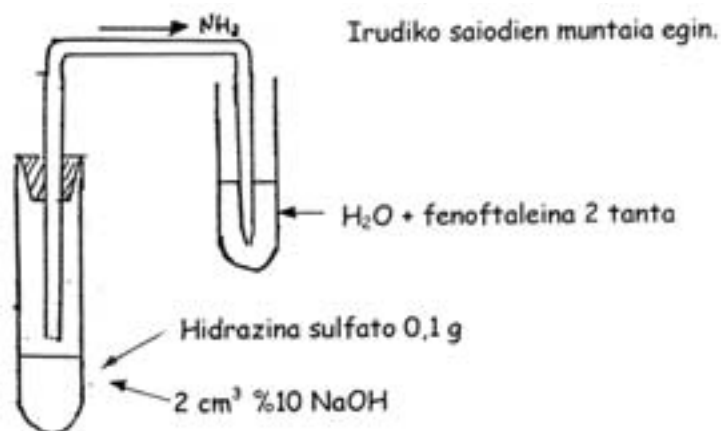
- Base batekin erreakzioa: Base sendo batekin erreakzionatzean, NaOH edo KOH-rekin, amoniako gasa askatzen dute.



Erreakzio hau nitriloetan ere bereizgarria da.

5.2.9.1. Saiakuntza: Aminen ezagutza

a) Amoniakoaren askapena.



-Berotu apur bat-

Uretan kolore gorria agertu behar da, amoniakoa askatzen baita.

b) Aminen bereizketa Hinsberg erreakzioaren bidez.

Beirarasa barruan hiru saioditan ondoko aminak jarri:

- Lehenengoan 5 tanta anilina.
- Bigarreanean 5 tanta metilamina.
- Hirugarrenean 5 tanta dimetilanilina.

Bakoitzari 5 ml ur distilatu eta 5 tanta bentzenosulfonilo kloruroa gehitu.

- Lehenengoan uretan eta alkalitan disolbagarria den hauspeakina sortuko da.
- Bigarreanean alkalitan disolbaezina den hauspeakina sortuko da.
- Hirugarrenean ez da hauspeakinik sortuko.

5.2.9.2. Saiakuntza: Amiden ezagutza

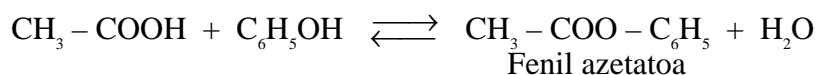
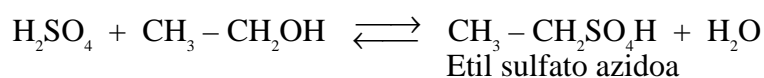
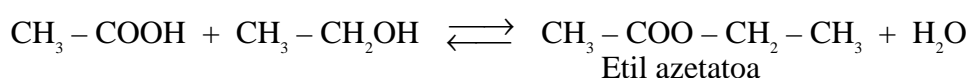
- Saiodi batean 200 mg azetamida jarri.
- % 10eko NaOH disoluzioaren 5 ml gehitu eta irakinean ipini.

Amoniakoaren baporeak askatuko dira. pH paperarekin egiaztatu.

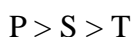
5.2.10. Esterrak. Koipeak. Olioak. Ezkoak. Xaboiak

Azido organiko edo ezorganiko batek alkohol edo fenol batekin erreakzionatzen duenean ester bat lortzen da.

Azido + alkohol \rightleftharpoons ester + ura



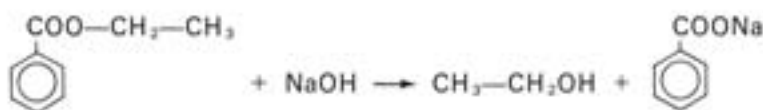
Prozesuari esterifikazioa deitzen zaio eta alkohol primarioetan neurri zabalagoan gertatzen da alkohol sekundarioetan baino eta hauetan errazago tertziarioetan baino.



Esterrak uretan disolbaezinak dira. Naturan oso ugariak dira eta loreen eta fruituen usain bereizgarria dute.

Ezagutza:

Ester batek alkali batekin erreakzionatzen duenean alkohola eta gatz organikoa eratzen dira.

**5.2.10.1. Koipe, olio eta ezkoak**

Koipeak glizerinaren esterrak dira azido koipetsuekin.

Gehien erabilitako azido koipetsuak hauek dira:

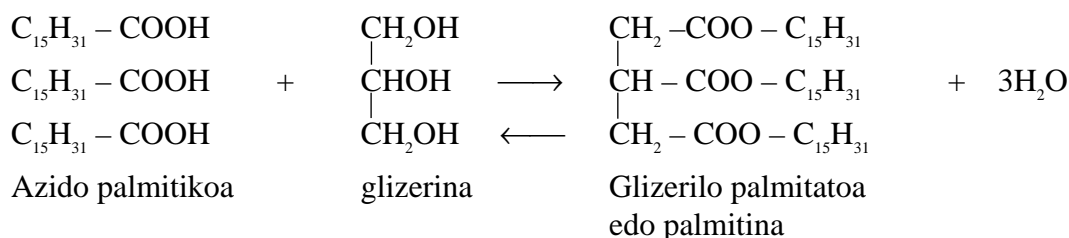
$\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{COOH}$ azido palmitikoa

$\text{C}_{16}\text{H}_{33} - \text{COOH}$ azido margarikoa

$\text{C}_{17}\text{H}_{35} - \text{COOH}$ azido estearikoa

$\text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{COOH}$ azido oleikoa

Esterifikazio erreakzioa honela gertatzen da:



Palmitina eta estearina, giro-tenperaturan, koipe solidoak dira eta oleina likidoa.

Gurina glizerinaren eta zenbait azidoen koipeen nahastea da.

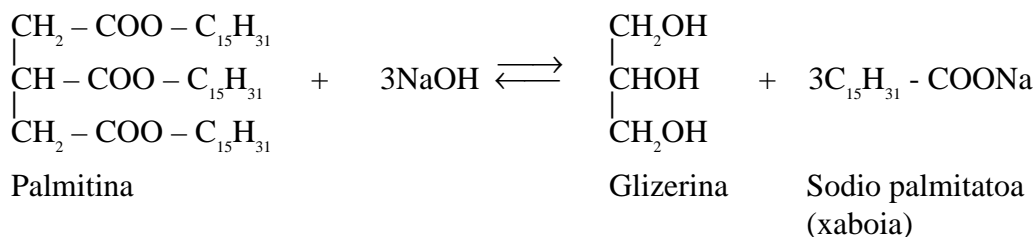
Olioak koipe likidoak dira giro-tenperaturan. Oliba-olioa %75an oleina izanik, likidoa da. Aldiz, txerri-gantzaren %60a oleina da eta % 40a palmitina eta estearina.

Argizariak edo ezkoak azido koipetsuekin eta glizerina ez den alkohol batekin formatzen dira. Alkohol hori alkohol zetilikoa ($\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{OH}$) edo besteren bat izan daiteke.

Alkohola saiakuntza bereizgarriak eginez ezagutzen da.

5.2.10.2. Xaboiak: saponifikazioa

Xaboa koipe baten hidrolisiaz gertatzen da, alkali baten presentzian. Prozesuari saponifikazioa deitzen zaio.



Xaboi ugari daude, beraien artean nabarmenduz

Olioen xaboiak $\left\{ \begin{array}{l} \text{Gogorrak : Na}^+ \text{ dutenak} \\ \text{Bigunak : K}^+ \text{ dutenak} \end{array} \right.$

Erretxinen xaboiak $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pinuenak} \\ \text{Tropikalak} \end{array} \right.$

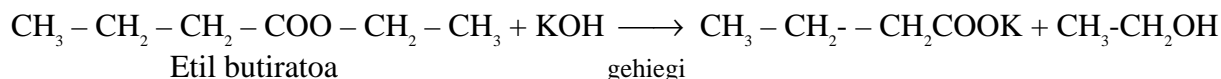
5.2.10.2.1. Iodo-indizea eta saponifikazio-indizea

Glizerinen esterren kopuru txiki baten nahasketa desberdinak sorturiko koipe ugariak bereiztea oso zaila egiten da.

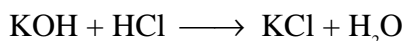
Horregatik konstante batzuk determinatzen dira, orokorrenak iodo indizea eta saponifikazio-indizea direlarik.

Iodo indizea: 100 g koiperekin konbinatzen den iodo gramo-kopurua da. Koipearen asega-betasun-gradua adierazten du.

Saponifikazio-indizea: 1 g koipe saponifikatzeko behar den KOH-ren mg kopurua da. Koipearen erradikal azidoen pisuaren neurria adierazten du. Horrela etil butiratoarentzat:



Erreakzioa bukatu eta gero, KOH soberakina HCl-ren disoluzio baloratuarekin baloratzen da.



Etil butiratoarentzat saponifikazio-indizea ondokoa da:

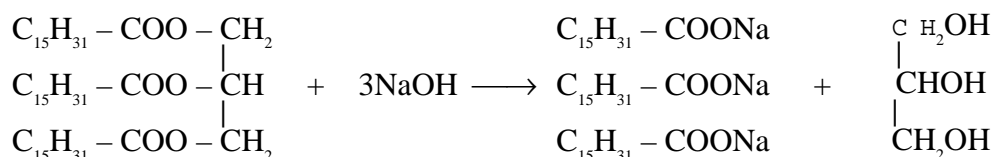
$$\begin{array}{ll} \text{Etil butiratoaren Mm} = 116 \text{ g} & \text{Mm} = \text{masa molekularra} \\ \text{KOH-ren Mm} = 56 \text{ g} = 56000 \text{ mg} & \end{array}$$

Saponifikazio indizea:

$$1 \text{ g koipe} \frac{56.000 \text{ mg KOH}}{116 \text{ g koipe}} = 485 \text{ mg KOH / g koipe}$$

5.2.10.2.2. Xaboiaren lorpena

Saponifikazio erreakzioa ondokoa da.



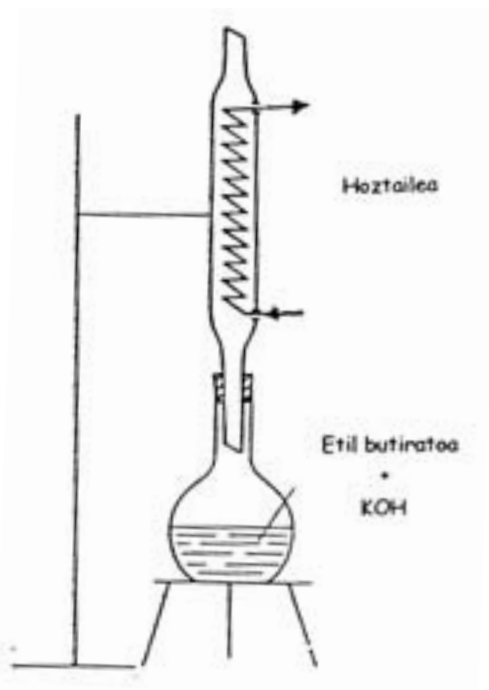
Koipea (Tripalmitina) \longrightarrow Xaboa (palmitato sodiko) + Glizerina

Prozedura:

- 500 ml-ko prezipitatu ontzian 5 N den NaOH disoluzioaren 25 ml eta 25 ml ur distilatu jarri. Berotu.
- 75 g gantz urtu eta prezipitatu ontzira poliki poliki ixuri.
- Etengabe irabiatuz, ordu osoan, egosten eduki.
- 250 ml ur bero gehitu eta irakinean eta irabiatuz ordu erdian eduki.
- 25 g NaCl gehitu eta beste ordu erdi batean irakinean eta irabiatuz eduki.
- 24 ordutan pausagunean utzi xaboiaren geruza glizerinatik banatu dadin.
- Xaboa Buchner inbutuan iragazi eta urarekin garbitu ahal den lehorren utziz.
- Molde batera pasatu eta lehortzeko estufan edo aire zabalean lehortzen utzi.

Saiakuntza: Saponifikazio indizea

- Hondo biribila duen matrazean 500 mg etil butirato jarri. Alkoholetan 0,5 N den KOH disoluzio baloratuaren 25 ml gehitu eta berotzen jarri irudian adierazten den modura.
- 30 minututan irakiten eduki eta gero hozten utzi.
- Matrazeari 3 tanta fenoftaleina gehitu eta 0,25 N den HCl disoluzioarekin soberan gelditu den KOH-a baloratu (HCl disoluzioa ere aurretik baloratua egon behar da).
- Kalkulatu zenbat mg KOH behar izan dituen koipe gramo bakoitzak erreakzionatzeko eta horrela atera etil butiratoaren saponifikazio indizea.
- Oliba olioaren saponifikazio indizea kalkulatu.



Tresna bidezko analisia **6**

AURKIBIDEA

6. TRESNA BIDEZKO ANALISIA

6.1. TRESNA BIDEZKO ANALISIA	165
6.1.1. Analisi instrumentala	165
6.1.2. Erradiazio elektromagnetikoa (E.E.M.)	167
6.1.3. Espektrio elektromagnetikoa	167
6.1.4. Erradiazio elektromagnetikoa eta materiaren arteko elkarrekintza	167
6.1.5. Espektrofotometro baten atalak.....	168
6.1.6. Ultramore/Ikuskorreko espektrofotometria (UV/VIS).....	168
6.2. pH METROA.....	170
6.2.1. pH-metroaren oinarri teorikoa	170
6.2.2. Elektrodoak eta pilaren indar elektroeragilea	171
6.2.3. Neurketa-prozesua	171
6.3. ELEKTROLITOEN DISOLUZIOEN KONDUKTIBITATEA	172
6.3.1. Konduktibitate molarra (Λ_m).....	173
6.3.2. Konduktibitate baliokidea (Λ)	173
6.4. UHERTASUNAREN DETERMINAZIOA	174
6.5. GAS-KROMATOGRAFIA	175
6.5.1. Oinarri teorikoa	175
6.5.2. Instrumentazioa	175
6.6. ABSORTZIO ATOMIKOA	178
6.6.1. Aparatuaren atal nagusiak	178
6.6.2. Instrumentu-motak	181
6.6.3. Interferentziak	182

6.1. TRESNA BIDEZKO ANALISIA

6.1.1. Analisi instrumentala

Gaur egun, laborategiko teknika analitikoak, bai kualitatiboak zein kuantitatiboak, bi multzo nagusi hauetan sar daitezke:

- Metodo kimiko klasikoak: bide hezezeko metodoak.
- Analisi kimikorako metodo fisikoak.

Esan den bezala metodo biak analisi kualitatibo zein kuantitatiboetarako erabiltzen dira bai na kuantitatiboa denez gehien burutzen dena berarekin arituko gara nagusiki eta hurrengo ikusten da:

- *Metodo kimiko klasikoetan*, ematen den erreakzio kimikoa dela medio, datu kuantitatiboak ondorioztatzen dira, bai hauspeakin kaltzinatuaren pisaketaz (grabimetria) edo kontzentrazio zehazki ezaguna duen disoluzioaren gastatutako bolumenaren neurketaz (bolumentria).

Analisi hauen eraginkortasuna eta aplikazio-arloa, askotan, metodo elektrikoei esker zabaldu eta erraztu egiten da. Adibidez:

- *Analisi grabimetrikoan*, zeinean determinatu behar den elementua, elektrolisiz, elektrodoan metatzen baita.
- *Bolumentrietan* zeinean balorazioaren bukaera puntua PH-aren aldaketaren neurketaz detektatzen baita pH-metroa erabiliz, edo oxidazio-ahalmena neurtuz potentziometroaz baliaturik.
- *Metodo fisiko-kimikoetan*, lagin baten osagaien kantitateak lortzen dira masarekin erlaxionatuta dagoen magnitudearen neurketa eginez. Orokorrean, metodo horiek energia eta masaren arteko erlazioan oinarritzen dira.

Era askotako metodo instrumentalak daude eta hurrengo koadroan aipatzen dira garrantzitsuenak:

METODOA	NEURTUKO DEN PROPIETATE FISIKOA (Kontrolako aldagaia)	METODO ANALITIKOA (Neurgailua)
1. Metodo Elektrikoak	1.1. Potentzial elektrikoa 1.2. Konduktantzia elektrikoa 1.3. Korrante elektrikoa 1.4. Metaketa elektrikoa	– Potentziometria (Potentziometroak: pH-metroak, oximetroak,...). – Konduktimetria (Konduktimetria). – Polarografia (Polarografoa). Amperometria (Amperimetria). – Elektrogabimetria (Analisi elektrogabimetrikorako ekipoa).
2. Metodo optikoak	2.1. Erradiazioaren zurgapena (<i>Espektrofotometria</i>)	2.1.1. Kolorimetria (kolorimetria).

(...)

(...)

METODOA	NEURTUKO DEN PROPIETATE FISIKOA (Kontrolako aldagaia)	METODO ANALITIKOA (Neurgailua)
		2.1.2. Erradiazio ikuskorren espektrofotometria (Espektrofotometro ikuskorra). 2.1. 3. Erradiazio ultramorearen espektrofotometria (UV/VIS espektrofotometroa). 2.1. 4. Erradiazio infragorriaren espektrofotometria (IR espektrofotometroa). 2.1.4. X-izpien espektrofotometria. 2.1.5. Absortzio atomikoa (AA espektrofotometroak). 2.1.6. Erresonantzia megnetiko nuklearra (NMR espektrofotometroa).
	2.2. Erradiazioaren igorpena	2.2.1. Zurgapen- edo emisio-espektrofotometria: – ikuskorrekoa – X-izpietako – Erradiazio Ultramorekoa 2.2.2. Garra-fotometria 2.2.3. Fluoreszentzia: – ikuskorrekoa – X-izpietako – Erradiazio Ultramorekoa
	2.3. Erradiazioaren errefrakzioa	– Errefraktometria (Errefraktometroa).
	2.4. Erradiazioaren errotazioa	– Polarimetria (Polarimetroa).
	2.5. Erradiazioaren dispersioa	– Turbidimetria (Turbidimetroa). – Nefelometria (Nefelometroa). – Raman Espektroskopia (Raman espektrofotometroa).
3. Beste metodo fisiko-kimiko batzuk	3.1. Banaketa selektiboa	– Gasen eta likidoen kromatografia (GC eta HPLC kromatografoak).
	3.2. Mikroskopia-behaketa	– Mikroskopia optikoa eta elektronikoa (mikroskopia).
	3.3. Karga/masa erlazioa	– Masa-espektroskopia (masa- espektroskopia).
	3.4. X-Erradiazioa	– X-izpien bidezko metodoak (X-izpietako ekipoak).
	3.5. Propietate termikoak	– Konduktibitate termikoa eta entalpia-metodoak (Konduktimetroak eta kalorimetroak).
	3.6. Erradiazio nuklearrak	– Metodo erradiaktiboak (Argazki-plakak eta kontadoreak).

6.1.2. Erradiazio elektromagnetikoa (E.E.M.)

E.E.M-a oso abiadura handietan espazioan hedatzen den energia-mota da. Beste energia batzuekin gertatzen ez den bezala, ez du euskarri material baten beharrezana eta 299700 km/s-ko abiaduran higitzen da espazioan. Manifestazio ezagunenak argia eta beroa ditugu, gutxiago nabaritutako direnak X-izpiak, γ izpiak, mikrouhinak eta irrati-uhinak izanik.

Bere ezaugarri batzuk azaltzeko uhin gisa hartuko dugu erreadiazio elektromagnetikoa eta materiakin duen elkarrekintza azaltzeko, berriz, *fotoiak* izeneko partikula energetikoez osatutako multzo bezala hartuko da. Bikoiztasun hori dela eta, erradiazio elektromagnetikoak izaera uhin-gorpuzkularra duela esaten da.

Eredu uhindarra: Erradiazio elektromagnetikoa uhin harmonikoa dela esaten da. Berez, eremu elektrikoa da, berari eremu magnetiko bat loturik doakiolarik.

Uhin-gisa harturik, hurrengoak dira E.E.M. bati dagozkion ezaugarriak:

- Uhin-luzera: λ : Higidura uhindar baten bi maximoren arteko distantziari esaten zaio, nm (nanometroa) da dagokion unitatea ($1\text{nm}:10^{-9}\text{m}$).
- Maiztasuna: ν : Uhinak, uhin-luzera zeharkatzeko behar duen denbora. Ziklo/s-tan (s^{-1} edo Hertz-etan) neurtuko da.

Eredu gorpuzkularra: erradiazio elektromagnetikoa energiak kargaturiko partikulez osatuta dago. Einsteinek eman zuen horietariko batek eramango duen energia:

$$E = h \cdot \nu$$

Honen arabera, erradiazioaren energia eta bere maiztasuna zuzenki proportzionalak dira. Edo :

$$E = hc/\lambda \quad h = \text{Planck-en konstantea} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J/s}$$

Eta ondorioz, erradiazioaren energia bere uhin luzerarekiko alderantziz proportzionala da.

6.1.3. Espektror elektromagnetikoa

Hurrengo taulan ikus daitezke erreadiazio elektromagnetikoa azaltzeko erak uhin-luzeraren arabera:

E.E.M.	γ izpiak	X-izpiak	Ultra-morea	Ikus-korra	Infra-gorria	Mikro-uhinak
λ (nm)	0,1	1	180	390	750	400.000

-Espektror elektromagnetikoaren taula-

6.1.4. Erradiazio elektromagnetikoa eta materiaren arteko elkarrekintza

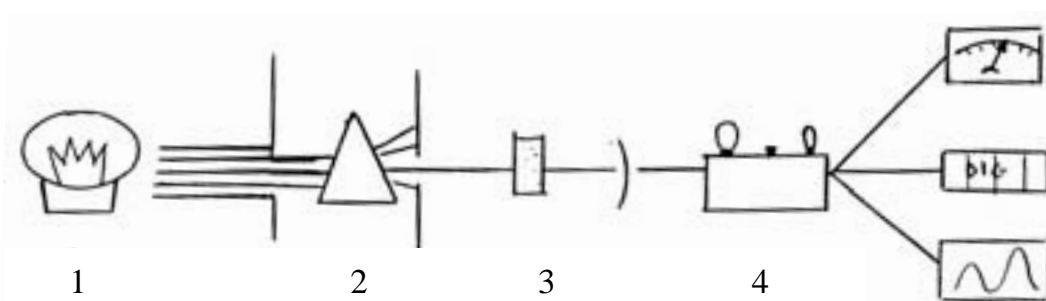
Materiak eta erradiazio elektromagnetikoaren arteko elkarrekintza dela eta, zenbait fenomeno behatzen dira, errefrakzioa, isladapena, dispersioa, zurgapena eta igorpena, besteak beste.

- *Absortzioa edo zurgapena*: Prozesu honetan energia elektromagnetikoa laginaren atomo, ioi edo molekuletara transferitzen da, partikula horiek beraien funtsezko egoeratik egoera kitzikatuera pasatuz.

Partikula hauetan emango diren aldaketak laginaren izaeraren arabera dira, baita ere energia erasotzailearen λ -ren arabera. Kitzikatutako partikulak funtsezko egoerara bueltatzeko joera izango dute eta zurgatutako energia igorriko dute bero-moduan, igorpen hau erlaxazio-prozesu ez-erradiatzailea izanik. Zurgapena gerta dadin, ezinbestekoa da fotoi kitzikatuaren energia eta funtsezko egoera eta egoera kitzikatu baten arteko energia-saltoak berdinak izatea. Energia-salto hauek espezie bakoitzeko ezaugarri bereziak direnetik, zurgatutako erradiazioaren ikerketa, laginaren osagaien identifikaziorako laguntza garrantzitsua bihurtzen da.

- *Erradiazioaren igorpena*: Prozesu hauetan kitzikatutako partikulak erlaxatzen direnean maila energetiko baxuetara bueltatzeko erradiazio elektromagnetikoa igortzen dute (fotoi eran).

6.1.5. Espektrofotometro baten atalak



Era askotako espektrofotometroak egon arren, hurrengoak dira edozeinek izango dituen oinarriko osagaiak:

1. Maiztasun edo uhin-luzera aldakorreko energia-iturri egonkorra.
2. Uhin-luzeraren tarte zehatza aukeratzeko sistema.
3. Lagina edukitzeko ontziak.
4. Erradiazioaren detektatzailea, irradiatutako energia seinale neurgarria bihurtuko duena.
5. Seinalearen anplifikagailua eta irakurketa-sistema.

6.1.6. Ultramore/Ikuskorreko espektrofotometria (UV/VIS)

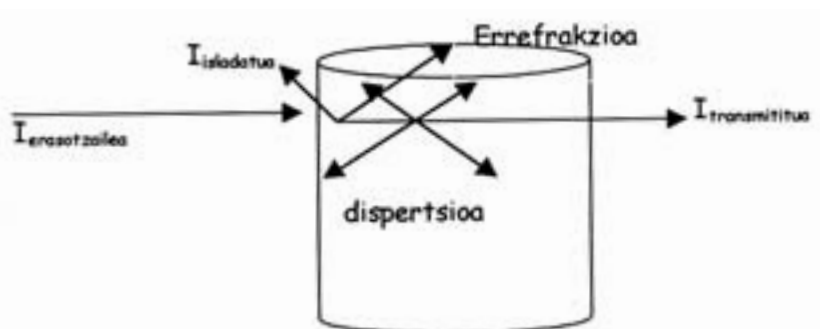
Molekulek argia zurgatzen dute eta zurgatutako uhin-luzera eta horren kantitatea molekularen eta dagoen medioaren arabera dira. UV/VIS delako espektrofotometrian, laginak energia-iturritik iristen zaion energia zurgatuko du eta zurgatuko duen energia-kantitatea substantziaren kontzentrazioaren arabera izango da.

Espektroskopia mota horretan uhin-luzerak 200-800 nm-ko tarte zeharkatzen du. 100-200 nm-ko tarteari *urruneko ultramore*, 200-400 nm-ko tarteari *hurbileko ultramore* eta 400-800 nm-ko tarteari *ikuskorra* esaten zaie.

6.1.6.1. Aurretiko kontzeptuak

Irradiatutako energia batek materia erasotzen duenean hurrengo efektu hauek gertatzen dira: Isladapena, Errefrakzioa eta Dispersioa. Edozelan ere,:

$$\text{Intentsitatea}_{\text{Erasotzailea}} = \text{Int.}_{\text{isladatua}} + \text{Int.}_{\text{Zurgatua}} + \text{Int.}_{\text{transmititua}}$$



Kubeta bakarra jarri beharrea bi jartzen badira, bigarrena konparaketak egiteko, isladatutako intentsitateari dagokion gaia ezabatzen da, bietan berdina baita.

Honela:

$$I_{\text{eraso}} = I_{\text{zurgatu}} + I_{\text{trans}}$$

Iristen zaizkion argi-irradiazio guztiak isladatzen duen gorputzari gorputz zuria esaten zaio.

Iristen zaizkion irradiazioaren zati bat soilik isladatzen badu, berriz, *koloreduna* esaten zaio. Honela, potasio permanganatoak argi berdea zurgatzen du eta gorria eta urdina isladatzen dituenez, kolore moreaz azaltzen zaigu.

Erradiazio erasotzailearen uhin-luzera guztiak zurgatzen duen gorputzari *beltza* esaten zaio. Iluntasunean dena beltzez ikusten da zeren materialak ez baitu inolako argirik jasotzen eta beraz, ez du ezer isladatzen.

Beer eta Lambert-en legea

Izpi monokromatu batek koloredun disoluzioa zeharkatzen duenean, izpiaren intentsitatea aldatu egiten da. Argi erasotzailearen intentsitatea eta transmitituaren arteko erlazioari *transmisioa* esaten zaio.

$$t = \frac{I_{\text{tr}}}{I_{\text{er}}}$$

Erlazio portzentuala definitzen da ere: **T** : Transmitantzia, Transmisioaren % (ez dauka unitaterik).

$$\text{Absorbantzia: } A = \text{Log} \frac{100}{T} \text{ (ez dauka unitaterik)}$$

Oso erabilgarria bihurtzen da hurrengo taularen antzeko zerbait egitea:

T Transmittantzia	A Absorbantzia
100	$\text{Log } 100/100 = 0$
10	$\text{Log } 100/10 = 1$
1	$\text{Log } 100/1 = 2$
0,1	$\text{Log } 100/0,1 = 3$

Beer-Lambert-en legeak zera dio:

$$A = \varepsilon \cdot L \cdot c$$

non:

A = disoluzioaren absorbantzia (%).

ε = ingurunearen zurgapen-indizea edo koefizientea (uhin-luzeraren menpekoa).

L = kubetaren zabalera.

c = analizatuko den substantziaren kontzentrazio molarra.

Adibidea:

KMnO_4 -ak 520 nm-tan dauka du bere zurgapen-maximoa. Substantzia honetan 10^{-5}M den disoluzio azido batek erradiazioaren %64-a transmititzen du, 1 cm-ko kubeta batean jarrita.. Kalkulatu:

- Absorbantzia
- 520 nm-tan zurgapen-indizea.
- Transmittantzia-portzentaia 3 cm-ko kubeta erabiliz gero.

Emaitzak: a) 0,194; b) $1,94 \cdot 10^4$ litro/mol.cm; c) %26,18.

6.2. pH-METROA

6.2.1. pH-metroaren oinarri teorikoa

pH-metroak aparatua elektriko edo elektronikoak dira, sistema haorien laguntzaz disoluzioaren edo beste edozein substantziaren pH-a neurtzen da.

pH-metroaren oinarria pila baten indar elektroeragilearen neurketan datza. Pila hau bi erdielementuz osatuta dago, *neurketa-elektrodoak*, hain zuzen ere, bata pH ezaguna duen disoluzio batean murgilduta eta bestea, pH-a neurtu nahi den disoluzioan.

Ekipoaren barnean amplifikadorea dago. Horren eginkizuna sortu den korrronte elektriko ahula amplifikatzea da. Era honetan, neurtu nahi den magnitudea graduatuta dagoen eskala zabal batean erregistratuta geratzen da, pH unitateak erabiliz.

6.2.2. Elektrodoak eta pilaren indar elektroeragilea

6.2.2.1. Neurketa-elektrodoa

Elektrodo horren fabrikazioan beira da gehien erabilitako materiala.

Neurketa-elektrodoa pH ezezaguna duen disoluzioan murgiltzen da eta pila osatzen du erreferentzia-elektrodoarekin batera. Pila horren indar elektroeragilea (i.e.e.), elektrodoak bere muturrean duen beirazko mintz mehearen alderdi bien arteko H^+ ioien kontzentrazio-diferentziaren araberakoa da.

6.2.2.2. Erreferentzia-elektrodoa

Erabilera ugariena duena *kalomelano-elektrodoa* da. Elektrodoa merkurio puruaz eginda dagoen geruzaz osatua dago. Geruza horren gainean, kalomelanozko (Hg_2Cl_2) beste geruza bat ezarri da eta biak potasio kloruroz aseturik dagoen disoluzio batekin daude orekan.

Elektrodo horretan dagoen potentzial-diferentziak 0,2496 V-eko balio konstantea du.

Elktrodo bi hauetaz osatutako pilaren indar elektroeragilea, Nernst-en ekuaziotik atera daiteke:

$$E = E_0 - 0,059 \cdot \log[H^+]$$

$$\log[H^+] = \frac{E - E_0}{0,059} = \text{pH}$$

eta $E_0 = 0,2496$ V-koa denez,

$$\text{pH} = \frac{E - 0,2496}{0,059}$$

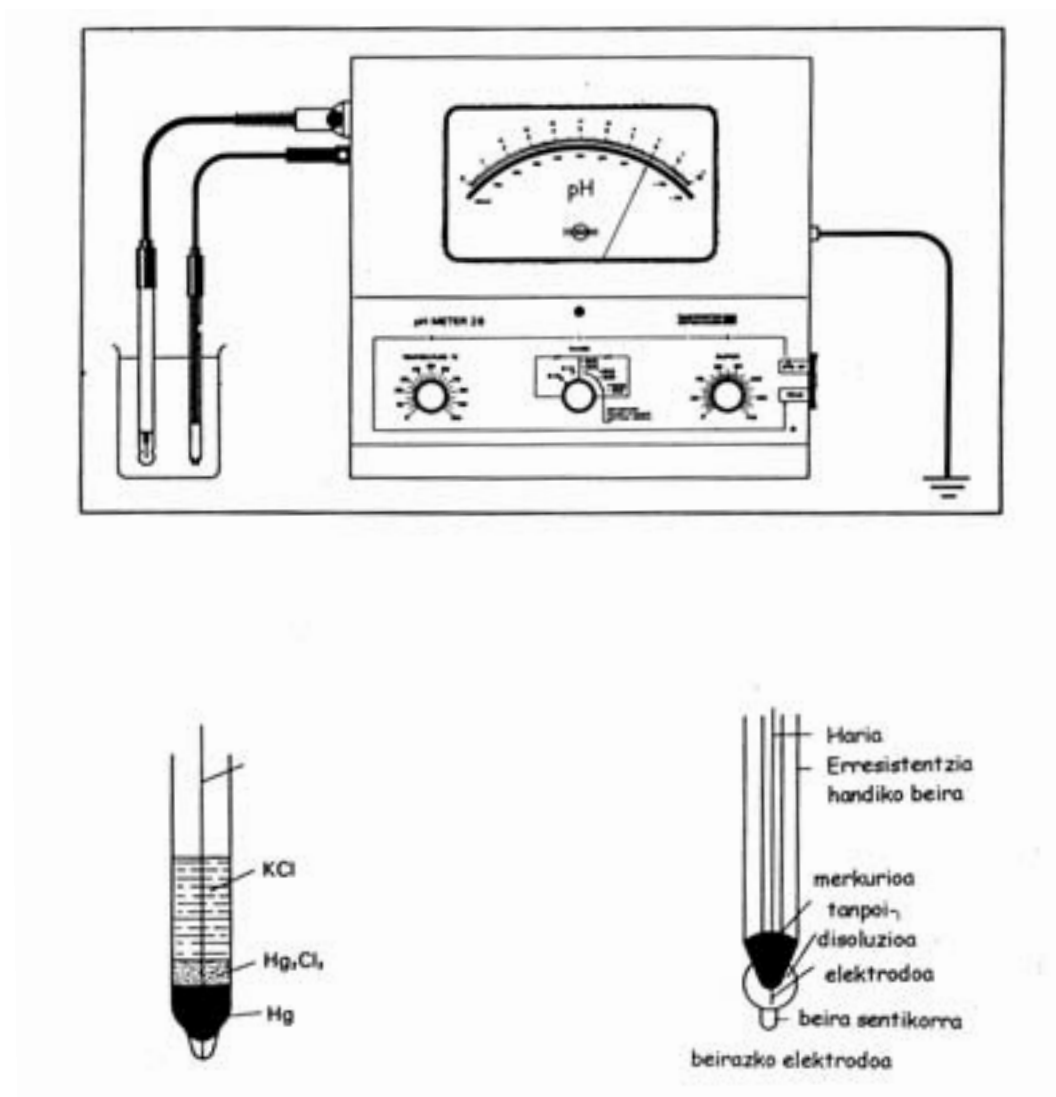
beraz, aurreko erlazioak adierazten duenez, voltmetroak ematen duen i.e.e.-aren balioa eta pH-a modu erraz batean elkar bihurtu daitezke. Gaur egungo pH-metroak transformazio hori egina ekartzen dute eta ondorioz, irakurketa pH unitatetan ematen dute zuzenean.

6.2.3. Neurketa-prozesua

Saiakuntza hasteko, pH-metroa bi erreferentzia-balioekin finkatzen da. Horretarako, elektrodoak tanpoi-disoluzio bitan murgiltzen dira (adibidez pH=4 eta pH=7 duten bi disoluzio) eta balio bi hauek egokiro finkatzen dira.

pH-metroa irakurketarako prest dagoenean elektrodoak garbitzen dira ur distilatuaren laguntzaz lehendabizi eta ondoren, determinatu nahi den disoluzioa erabiliz.

Guzti hau egin ondoren, disoluzioan sartuko dira elektrodoak eta pH-aren balioa irakutzen da.



6.3. ELEKTROLITOEN DISOLUZIOEN KONDUKTIBITATEA

Elektrolitoen disoluzioek korrante elektrikoa garraiatzen dute. Esperimentalki ikusten da elektrolitoek disoluzioan metalek bezala Ohm-en legea betetzen dutela.

$$I = E/R$$

Beste aldetik, erresistentzia, konduktorearen luzeraren (l) zuzenki proportzionala da eta konduktorearen sekzioaren (s) alderantziz proportzionala, proportzionaltasun konstantea erresistibitate espezifikoa ρ delarik.

$$R = \frac{l}{s} \rho \qquad \rho = R \frac{s}{l}$$

Konduktibitate espezifikoa, χ , definizioz, erresistibitate espezifikoaren inbertsua da.

$$\chi: \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R \cdot s}; \quad \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

Elektrolitoen kasuan, luzera eta azalera ezagutzeko zailtasunaren aurrean, l/s erlazioa *zelularen konstantea* bezala hartzen da, zeren edozein zelula batentzat konstante izango baita.

$$\chi = \frac{\text{Zelularen konstantea}}{R}$$

Elektrolito baten disoluzioaren *konduktibitate espezifiko*a 1 cm-ko ertza duen kubo baten disoluzioaren konduktibitatea da. Konduktibitate hau ez da konstantea, kontzentrazioaren menpekotasuna baitu, zeren 1 cm³-ko kubo horretan elektrolitoaren kantitate aldakorra existitzen baita $c/1000$.

$$c = \text{kontzentrazio molarra (mol/l)}$$

6.3.1. Konduktibitate molarra (Λ_m)

Elektrolitoaren mol bati dagokion konduktibitatea da eta konduktibitate espezifiko 1 cm³-tan dagoen mol-kopuruaz zatituz lortzen da.

$$\Lambda_m = \frac{\chi}{c/1000} = \frac{1000\chi}{c} = \chi V_m$$

$$V_m = \text{bolumen molarra}$$

6.3.2. Konduktibitate baliokidea (Λ)

Elektrolitoaren baliokide-gramo batek duen konduktibitatea da eta konduktibitate espezifikoaren (χ) eta 1 cm³-tan dagoen baliokide kopuruaren arteko erlazioa adierazten du.

$$\Lambda = \chi V_e \quad V_e = \text{Baliokidearen bolumena cm}^3\text{-tan}$$

Elektrolitoen disoluzio baten konduktibitate espezifikoak bere baitan duen ioi-kopuruaren menpekotasuna du, horregatik elektrolitoaren kontzentrazioarekin erlazio zuzena gordetzen du. Horrela, kontzentrazioa jaisten denean konduktibitate espezifiko ere gutxitu egiten da. Aldiz, konduktibitate baliokidea eta molarra, disoluzioa diluitzean handitu egiten dira eta balio maximo baterantz jotzen dute diluzio infinituan.

Elektrolito bakoitzaren balio karakteristiko hau konduktibitate baliokide (edo molar) limittea deitzen da eta Λ (edo Λ_m) hizkiez adierazten da.

Konduktibitatea gutxitzea kontzentrazioa gehitzean, ioien arteko indar elektrostatikoengatik gertatzen da. Indar horiek handiagoak izatean beraien abiadura gutxitu egiten da.

Elektrolito sendoen kasuan, disoluzio diluituetan, ondoko erlazioak betetzen dira:

$$\Lambda = \Lambda - A \cdot N^{1/2} \quad \Lambda_m = \Lambda_m - B \cdot M^{1/2}$$

non A eta B, konstanteak diren. Beraz dagokion errepresentazio grafikotik lortzen den zuzena estrapolatu egin daiteke, eta horrela, Λ eta Λ_m direlako balioak lortu, hots, konduktibitate baliokidea eta molarra disoluzio infinituan, hurrenez hurren.

Elektrolito ahulen kasuan, aldakuntza ez da lineala, eta ez da posible disoluzio infiniturainoko estrapolazioa egitea. Horregatik Λ° eta Λ_m direlakoan determinazioa egiteko, Kohlrausch-en ioien migrazio independenteen legea aplikatzen da:

$$\Lambda^\circ = \lambda^{o+} + \lambda^{o-} \qquad \Lambda^\circ = \lambda^{o+} + \lambda^{o-}$$

elektrolito sendoen Λ° eta Λ_m direlakoan datuetatik hasita.

Oso gutxi disolbatzen diren gatzen (gatz disolbagaitzak) disoluzio saturatuak oso diluituak dira, eta horregatik ondoko hurbilketa egin daiteke:

$$\Lambda \text{ (disoluzio saturatua)} \Lambda^\circ$$

$$\Lambda_m \text{ (disoluzio saturatua)} \Lambda_m$$

6.4. UHERTASUNAREN DETERMINAZIOA

Disoluzio akuosoan suspentsioan aurkitzen diren partikulekin argiak elkarrakzionatzen duenean, fenomeno desberdinak gertatzen dira. Argiak partikula baten elektroiekin elkarrakziona dezake eta argi hori dispersatu hainbat norabidetan, argi erasotzailearen uhin-luzera berberarekin. Argi-kopuru bat igorri daiteke argi erasotzailearen uhin-luzera baino luzera handiagoarekin, eta energia-kopurua bero bezala igorri daiteke. Argiaren zurgapena eta berrigorpena *disolbatutako espezieekin* ere gertatzen da.

Argiaren eta partikulen arteko elkarrekintza partikulen tamainuaren, formaren eta argi erasotzailearen uhin-luzeraren menpekoa da. Elkarrakzio hauek igorpen anisotropikoak (polarizatuak) ematen dituzte.

Uhertasuna, orokorrean, suspentsioaren propietate optiko bezala definitzen da. Partikulek argiaren dispersioa eragiten dute, suspentsioan zehar ez delarik transmititzen. Uhertasuna zentzu kualitatiboan erabiltzen da.

Argi erasotzailearen uhin-luzeraren $1/20$ -a baino diametro txikiagoa duten partikulentzat Rayleigh-ren argiaren dispersioaren teoriak, zera adierazten du: dispersatutako argiaren intentsitatea, I_s , partikularen bolumenarekin V , partikula-kopuruarekin ν , eta uhin-luzerarekin λ , erlazionatuta dagoela ondoko ekuazioaren arabera:

$$I_s \propto \frac{V}{\lambda} \nu$$

Partikularen tamainua $\lambda/20$ -tik gora handitzean, dispersatutako argiaren uhin-luzera funtzio konplexua da partikularen tamainuarekin eta argiaren igorpen- angeluarekin zerikusia duena.

Uhertasuna neurtzeko bi metodo instrumental erabili daitezke:

- Transmititutako argi izpiaren intentsitatea neur daiteke eta argi izpi erasotzailearen intentsitatearekin konpara daiteke.
- Dispersatutako argiaren intentsitatea neurtzea litzateke beste metodo bat (metodo nefelometrikoak).

Suspentsio diluituentzak, transmititutako argiaren intentsitatea eta partikulen kontzentrazioaren arteko erlazioak, *Beer-Lambert-en legearen* forma du.

Partikula-kopurua gehitzen denean argiaren dispersioaren aniztasuna ere gutxitu egiten da Beer-Lambert-en legetik desbideratuz.

Oso diluituak diren suspentsioetan, argiaren intentsitatea oso gutxi jaisten da suspentsioa zeharkatzerakoan eta uhertasuna determinatzeko metodorik sentikorrena argiaren dispersioa kalkulatzea da. Hau ia beti argi erasotzailearekiko angelu zuzenean egiten da.

Nefelometroetan uhertasuna NTU unitateetan (uhertasun nefelometrikoaren unitatea) neurtzen da.

6.5. GAS-KROMATOGRAFIA

6.5.1. Oinarri teorikoa

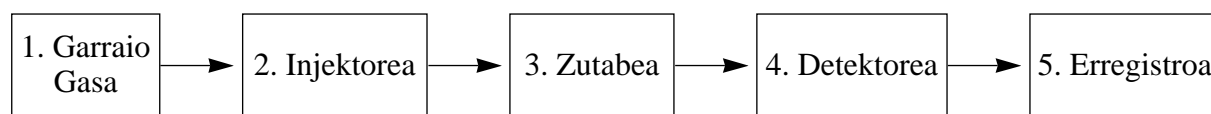
Orokorrean, edozein kromatografia-sistema bi fase desberdinez osatuta dago: bata likidoa edo solidoa, *fase geldikorra* izenaz ezagutua eta bestea: gasa, *fase mugikorra* deritzona. Anlizatu nahi den substantziak dituen osagaiak ez dira modu berdinean banatuko eta fenomeno fisiko honetan datza, hain zuzen ere, kromatografia-teknika.

Fase geldikorraren izaeraren arabera, gas-kromatografia hurrengo bi motatan sailkutzen da:

- Gas-solidoa: Osagaien bereizketa, zutabearen ezaugarri adsorbatzaileetan datza. Kromatografia mota hori gehienbat gasen bereizketan erabiliko da.
- Gas-likidoa: Solutuak bi fasetan jasaten duen partizioan oinarritzen da kromatografia hori.

6.5.2. Instrumentazioa

Ikus dezagun orain zein den gas-kromatografian erabiliko den tresneria egokia bere osagai nagusiak hurrengo eskeman adieraziz.



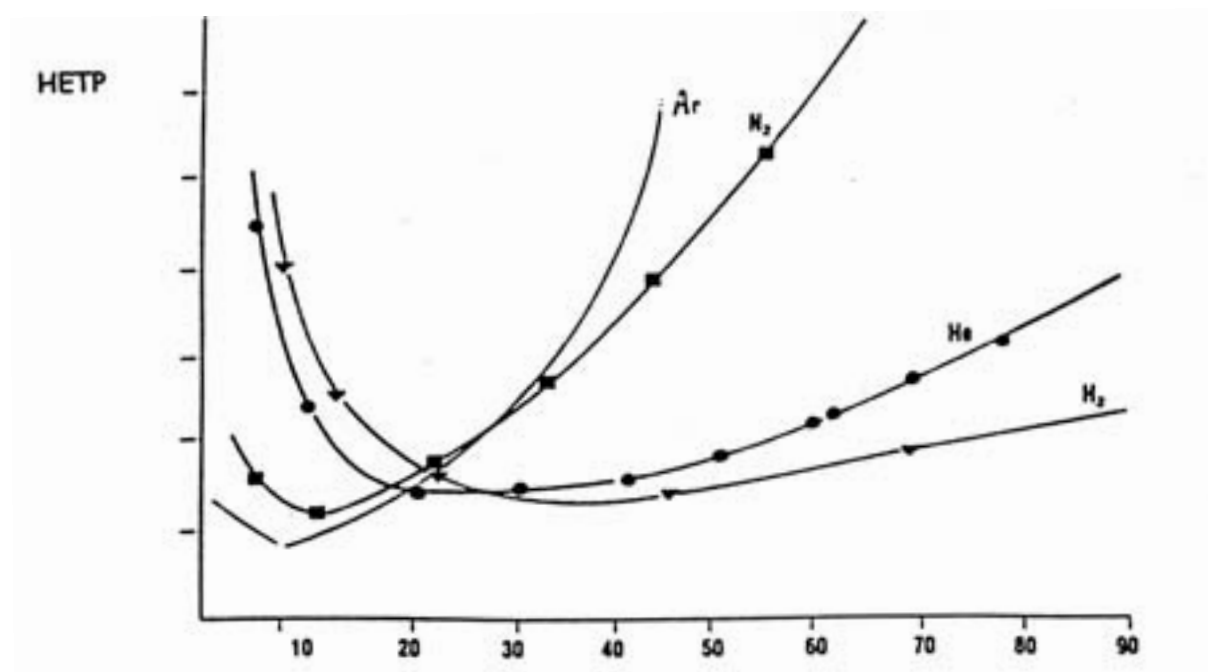
6.5.2.1. Garraio-gasa

Sistemaren fase higikorra da. Fase horrek hurrengo baldintzak bete behar ditu, besteak beste:

- Geldoa izatea: analitoaren molekulekin erreakzionatu ez dezan.
- Purutasun altukoa izatea, bestela, ez-purutasunen seinale nahaskorrak eman ditzake.
- Lehorra: portaera irregularrak edota ulertezinak saihesteko.

Erabilienak: hidrogenoa, helioa, nitrogenoa eta argona (edo Ar/CH₄ nahastea).

Zutabearen eraginkortasuna, gas garratzailearen abiaduraren menpekoea da. Manpekotasun hori hurrengo grafikoan agerian geratzen da:



-Van Deemter-en ekuazioan oinarritutako kurba-

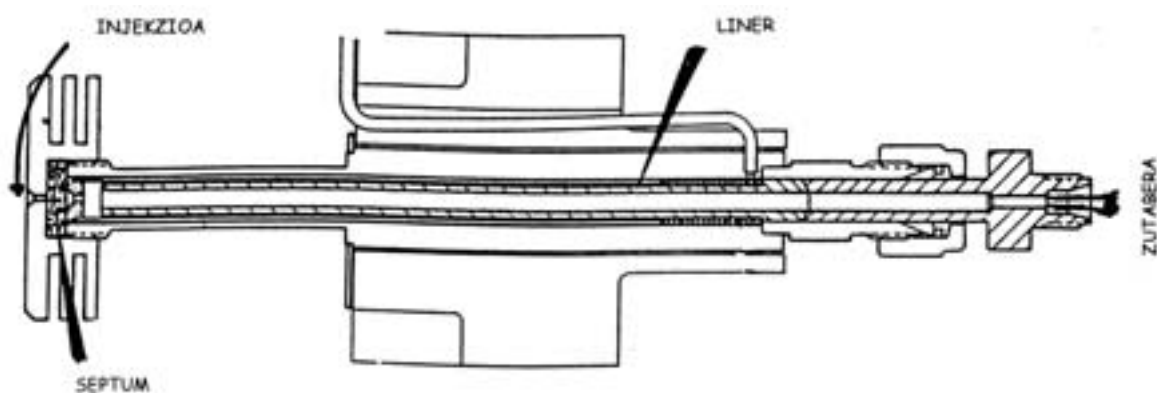
Non:

v , garraio-gasaren batezbesteko abiadura (zutabea zeharkatzean) baita eta *HETP*: plato teoriko baten altuera baliokidea, hots, zutabearen adsortzio-prozesuaren oreka bat burutzeko behar den zutabearen luzera.

6.5.2.2. Injektorea

Kromatografoaren atal horretan analisatu behar den lagina sartzen da bertan baporizatzen delarik. Injektoreko tenperatura finkatu beharko da baporizazioa bapatekoa izan dadin.

Beirazko edo kuartzozko *liner* batek analitoaren eta sistemaren bloke metalikoaren ukipen zuzena ekiditen du. Era berean “septum” (silikoznazko pieza) elastiko batez sistemaren despresurizazioa saihestuko da.



-Injektorea-

Injektore barruan gasifikatu den bolumen osoa zutabeen sartzen bada *injekzio zuzena* edo *splitless* izeneko injekzioa egin dugula esango da. Bestalde, gasifikatutako bolumen honen portzio zehatz bat kanporatzen bada (kromatografia sistematik ateraz) eta gainontzeko portzioa zutabea zeharkatzera igarotzen denean “split” izeneko injekzioa burutu dela esango da.

6.5.2.3. Zutabea

Atal honetan burutzen da berizketa kromatografikoa. Hiru zati daude zutabe batean:

- Ontzia (Edukiontzia): Zutabe enpaketatuta, metalezkoa izaten da (altzairu oxidaezinez egin), beirazkoa edo teflonezkoa. Kapilare-zutabeak, berriz, silika fundituaz fabrikatzen dira.
- Eustoina (soportea): Substratu geldoa da eta fase geldikorrari loturik doa (silizeak, diatomea lurrak,...). Material horiek trataera egokitik igaro dira elementu aktiboak ezabatze-ko (metalen hondakinak, OH⁻ taldeak,...).
- Fase geldikorra: Eustoina asetzen du eta berari esker bereiztuko dira laginaren osagaiak. Asetze-maila oso garrantzitsua da, hots, soportea bustitzen duen fase geldikorraren kantitatea: portzentaia handituz, bereizketa eraginkorragoa izango da. Fase geldikorrak muga-tenperaturak izaten ditu eta horiek gaituz gero, bolatilizazioz galdu daiteke (fasearen hondamena edo *sangraketa*).

Gaur egun merkatuan, era askotako fase geldikorrek daude: aplikazio eta polaritate esparru osoari egokitu. Polaritate baxuko zutabeetan, konposatuak beraien irakite-puntuen arabera bereiziko dira. Zutabe polarretan, berriz, bereizteko irizpidea polaritatea izaten da.

Detekzioan zein banaketan sor daitezkeen zenbait arazo kromatografikoen ebazpena *deribatizazioa* da. Metodo horri esker konposatuen hegazkortasuna handitzen da edo termikoki egonkorrago diren beste batzuk sortu, adsortzioak saihestu, isomeroak banatu...

6.5.2.4. Detektorea

Atal honetan garraio-gasaren ezaugarriren bat neurtzen da. Bere baitan neurtuko dena zera izango izango da: zutabeen aurretik banatutako konposatuak detektoretik igarotzean bertan sortzen den seinalea eta garraio-gasa soilik pasatzen denean sortu denaren arteko diferentzia. Azken seinle honi *hondoko seinalea* esaten zaio.

Hurrengo hauek ditugu detektore erabilienak:

- **FID** (Flame Ionization Detector) Konposatuak aire/H₂ gar batean erretzen direnean ioiak sortzen dira. Ioi horiek eremu elektriko polarizatu baten menpean dagoen kolektore batean biltzen dira oinarritzko seinalea aldatuz. *Aplikazio nagusia*: C-H lotura duten konposatuak. Esan beharra dago linealtasun handiko sistema dela injekzio-detekzio mota hori.
- **NPD** (Nitrogen-Phosphorus Detector) FID-en antzekoa da. Iturri termoioniko batez (Rubidioaren gatz alkalinoa) N edota P duten konposatuak ionizatzen dira konposatu horientzat oso aproposa izanik.
- **ECD** (Electron capture detector) Detektoreak ⁶³Ni isotopo erradioaktiboa dauka, elementu horrek energia handiko elektroiak (b partikulak) bidaliz. Partikula hauek garraio-gasaren molekulekin talka egingo dute, elektroio sekundarioak sortuz. Ondoz-ondoko talkak direla eta, elektroioen energia motelduz doa eta ondorioz, zutabetik eluitzen ari diren molekulek harrapatuak izango dira. Guzti horrek detektorearen oinarritzko korrantea aldatzen du, seinale bat emanik. *Aplikazio mugatuak*: Konposatu halogentuetan oso egokia izan arren linealtasun-tartea urria da.

- **FPD** (Flame Photometric Detector) Zenbait konposaturen Aire/H₂ garraren bidezko erretetan, uhin-luzera zehatzeko argia igorriko da. Argi hori iragazkin egoki batzuren laguntzaz isolatu eta ondoren amplifikatu egingo da.
- Beste detektore batzuk: katarometroa , masa-espektrofotometroa,...

6.6. ABSORTZIO ATOMIKOA

Atal honetan absortzio atomikoko espektroskopiaren deskribapena egingo dugu.

Uhin-luzera determinatua duen argiak oinarritzko egoeran dagoen atomo askeari erasotzen badio, atomoak energia hori zurgatu egiten du eta egoera kitzikatura pasatzen da. Beraz, *absortzio atomikoa* gertatu dela esan genezake.

Absortzio atomikoa gerta dadin, analizatu behar den elementua bere espektru propioa eragiten duen argiarekin erradiatzen da, hots, zurgapen maximoa eragingo duen uhin-luzera duen argiarekin. Sugarraren bidez sortutako atomo gaseosoak oinarritzko egoeran aurkitzen dira eta erradiazioa zurgatzeko gai dira.

Azken finean neurtzen duguna zera da: erradiazio erasotzailearen potentziaren, P_0 eta transmititutako erradiazioaren, P , arteko erlazioaren logaritmoa, *absorbantzia* izenez ezagutzen dena.

$$A = \log P_0/P$$

Beer-Lambert-en legea betetzen den eskualdean absorbantzia, A , eta kontzentrazioaren, c , artean erlazio zuzena egongo da.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

Teknika hau erabiliz egiten diren determinazioak zehaztasunez eta bizkortasunez burutzen dira. Hau dela eta gaur egun, absortzio atomikoko espektroskopia metalen determinazioa egiteko oso erabilia da.

6.6.1. Aparatuaren atal nagusiak

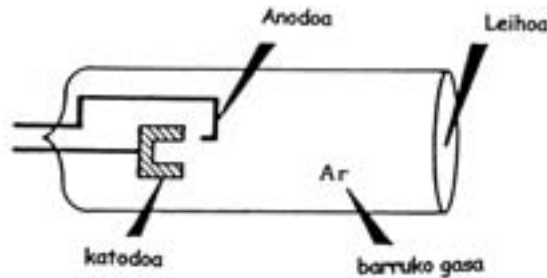
- a) Lanpara.
- b) Moduladorea.
- c) Errekari-sistema.
- d) Monokromadorea.
- e) Detektatzailea.

6.6.1.1. Lanpara

Absortzio atomikoko espektroskopian beharrezkoa da atomoak zurgatuko duen uhin-luzera espezifikoak igortzen duen argi-iturria erabiltzea.

Gehien erabilia katodo hutseko lanpara da, berarekin elementu gehienaren determinazioa burutu daitekeelako.

Beirazko lanpara zilindrikoa da eta barruan anodoa (tungstenozkoa) eta katodoa aztertu behar den metalez egindakoa ditu. Lanpara neon edo argon gasarekin baterik aurkitzen da 1 eta 5 Torr arteko presiopean. Zilindroaren mutur batean leiho gardena du igorritako erradiazioa modifikatu gabe irtetzeko.



-Katodo hutseko lanpara-

Elektrodoen artean 300 Volteko potentzial diferentzia ezartzen denean, gasaren ionizazioa gertatzen da eta 5-tik 20 mA-ko korronea sortzen du. Katioi gaseoek behar besteko energia zinetikoa lortzen dute eta negatiboki kargaturik dagoen katodoarekin talka eginez atomo metalikoak askatzea eragiten dute hodei atomikoa eratzuz. Prozesu honi txisporroteoa deitzen zaio.

Askatutako zenbait atomo egoera kitzikatuan aurkituko dira eta egoera egonkorrera itzultzean erradiazio karakteristikoa igorriko dute.

Azkenez, atomoak katodoaren gainazalera jalkiko dira berriro ere edo beiraren hormetara.

Lanpararen eraginkortasuna bere geometrian eta ezarritako potentzian datza.

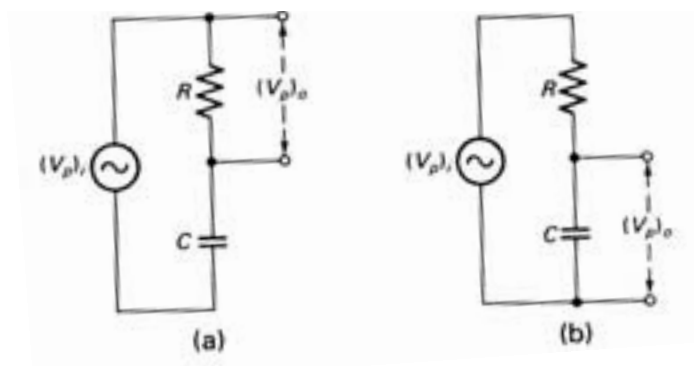
6.6.1.2. Moduladorea

Sugarrak igortzen duen erradiazioak sortutako interferentziak eliminatu egin behar dira. Kopururik handiena monokromadorean eliminatzen da.

Sugarraren igorpenaren efektuak ekiditeko argi-iturriaren irteera modulatu egiten da. Horrela detektatzaileak bi seinale hartuko ditu:

- Argi-iturriaren seinale alternantea.
- Sugarretik datorren seinale jarraikia.

Seinale alternanteari pasatzen uzteko seinale jarraia ezabatuz (RC) filtroak erabili daitezke. RC filtroak honelako zirkuituak dira:

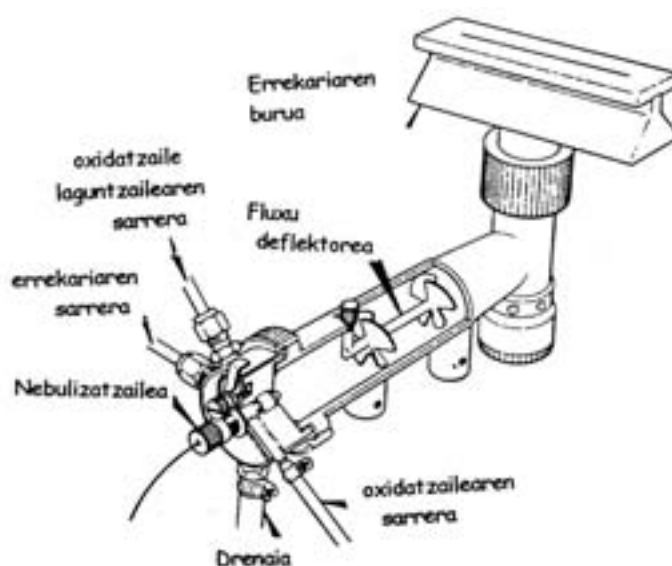


Beste modu bat: sugarraren eta erradiazio-iturriaren artean disko metalikoa jarritz. Disko honi alternatiboki laukiak kendu zaizkio eta abiadura konstantez biratzen du izpi intermitenteak emanez.

6.6.1.3. Errekari sistema

Oinarrizko hiru elementu ditu:

- a) Nebulizadorea.
- b) Aurrenahasketarako ganbara.
- c) Errekaria.



Absortzio atomikoan atomizadorearen eginkizuna, lagina lurrin atomiko bihurtzea da.

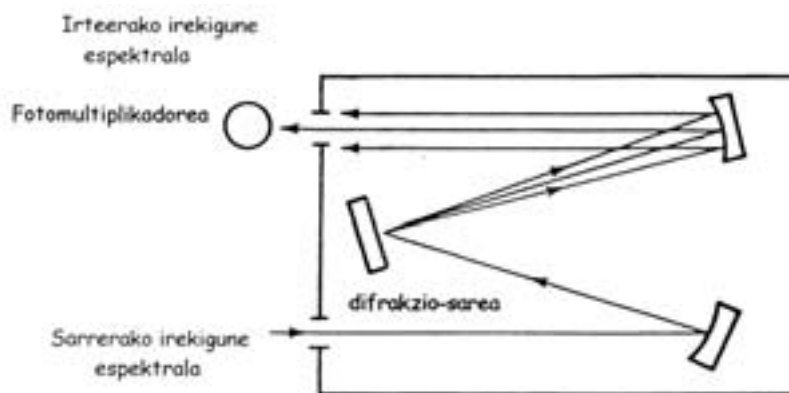
Nebulizadorean eta aurrenahasketako ganbaran, oinarrizko hiru urrats ematen dira: nebulizadoreak lagina laino fin bihurtzen du, zeina errekari eta oxidatzaile gaseoekin nahasten baita aurrenahasketako ganbaran.

Gasak laginaren tanta finekin errekariaren bururaino iristen dira fluxu laminarrean eta sugarretan, laginaren tantak lehenengo lurrundu egiten dira eta gero analitoaren atomotan deskonposatu.

Nebulizadoretik datozen tanten tamaina txikiagotzeko, laginaren bidean fluxu deflektoreak edo beirazko bolatxoak ezartzen dira oztopo gisa. Hauekin talka egitean tanta handiak apurtu egiten dira tanta finen kopurua handituz. Geratzen diren tanta handiak kondentsatu eta drenaiaren bidez kanpora ateratzen dira.

6.6.1.4. Monokromadorea

Monokromadorearen funtzio nagusia, erradiazio iturritik eratorritako erresonantzia-lerroari isolamendu espektrala eskeintzea da.



-Monokromadorea-

Erradiazio erasotzailea sarreratik sartu eta ispilu esferikoarekin talka egin eta sarrerantz abiatzen da. Hemen uhin-luzeraren arabera angelu desberdinetan dispersatzen da. Azkenean, bigarren ispilu batekin talka egin eta absorbantziarik handiena duen uhin-luzera irteeratik ateratzen da. Beste uhin-luzerak irteeratik ateratzea galerazten dizkien angeluekin dispersatzen dira.

6.6.1.5. Detektatzailea

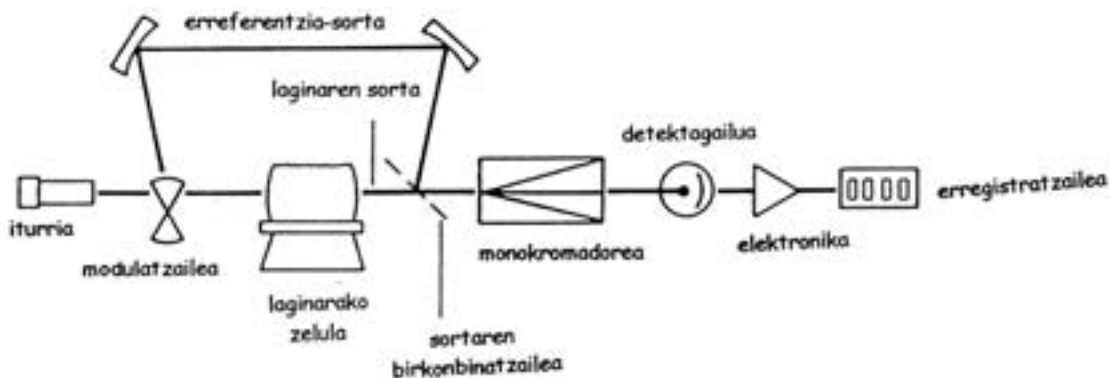
Detektatzailearen funtzioa, erradiazioa seinale elektriko neurgarri bihurtzea da. Hodi fotomultiplikatzaile batek amplifikazioa eta detekzioa ematen ditu irteerako seinalea asko handituz.

6.6.2. Instrumentu-motak

Absortzio atomikoan, neurketak egiteko bi sistema erabiltzen dira: izpi bakarrekota eta izpi bikoia.

Izpi bakarrekotan, lagina jarri aurretik instrumentua adjustatzen da P_0 (argi erasotzailearen potentzia) neurtzeko eta gero lagina jarritz, P -ren (argi transmitituaren potentzia) seinalea neurtzen da. Bien arteko erlazioa absorbantzia izango da.

Bi izpiko aparatuan, (irudian) P_0 eta P izpi-zatikatzaile baten bidez neurtzen dira: argi-iturriko erradiazioaren parte bat laginetik pasazten da eta beste partea kanpotik. *Chopper* deituriko ispilu biratzaile batek bi izpiak konbinatzen ditu alternatiboki monokromadorera bidaliz. Detektatzaileak bi argien pultsuak *ikusten* ditu segidan, bata P_0 -rena eta bestea P -rena.



-Bi izpiko aparatua-

Horrela bi izpiko aparailuak neurketa zehatzagoak eta bizkorragoak egiten ditu.

6.6.3. Interferentziak

Hemen interferentziarik garrantzitsuenak aipatuko ditugu: matrizeko interferentzia, interferentzia kimikoa eta interferentzia ionikoa.

a) *Matrizeko interferentzia*

Interferentzia-mota hau lagina likatsua denean edo bere gainazaleko tentsioa, patroiekin konparatuz, oso desberdina denean gertatzen da.

Laginaren absortzioaren edota nebulizazioaren abiadura, patroiekin konparatuz, oso desberdina izango da. Abiadura hau desberdina bada, laginarekin eta patroiekin lortzen diren absortzioak erlazioa ezin izango dira.

Interferentzia mota hau ekiditeko patroien eta laginaren matrizeko osagaiak berdintsuak izan behar dira. Horretarako, patroiei eta laginari kontzentrazio berdinean azido bat, edo beste erreaktiboren bat gehitu beharko zaizkie.

b) *Interferentzia kimikoa*

Interferentzia-mota hau, laginaren osagai batek determinatu beharreko elementuarekin termikoki egonkorra den konposatu bat osatzen duenean eta sugarrak askatzen duen energia guztiz deskonposatu ezin duenean gertatzen da.

Arazo hau konpontzeko bi bide daude:

Bide bat, lagina osatzen duen substantzia horrekin termikoki egonkorra den konposatua osatuko duen beste elementu baten soberazko kantitatea gehitzean datza.

Bigarren bidea, konposatua deskonposatzeko energia baxuegia denean erabiltzen da. Arazoa energia-kantitatea gehituz, hau da,ugar beroagoa erabiliz ekiditen da.

c) *Interferentzia ionikoa*

Sugar berotan gertatzen da askotan. Disoziazio-prozesua ez da atomoaren oinarritzko egoeran bukatzen. Energia gehigarria ematerakoan, oinarritzko egoeran dagoen atomoa, egoera kitzikatura pasa daiteke edo energia termala nahikoa bada, atomoa ionizatu, elektroia galduz. Honek argiaren zurgapenerako oinarritzko egoeran dauden atomoen kopurua gutxiagotzen du. Energia handiak oinarritzko egoeran dauden atomoak apurtzen dituenetan interferentzia atomikoa ematen da.

Interferentzia mota hau ezabatzeko, ionizatzeke erraza den elementuaren kantitate handia gehitzen da. Horrelaugarreko elektroien askeen kopurua gehituz eta determinatu nahi den elementuaren ionizazioa ezabatuz. Normalean sodioa eta potasioa erabiltzen dira.