

9 Protoi-transferentziako erreakzioak



Sustantziak sailkatzeko ahaleginei esker bereizi zen, Antzinaroan bertan, konposatuen talde handi bat, azido eta baseena. Deigarria zen konposatu horiek nahastuz gero haien ezaugarri bereziak desagertu egiten zirela. Baina gauza jakina izan arren, XX. mendearen hasiera arte ez zen ulertu substantzia horien portaera, nahiz ugariak izan eguneroko bizitzan zein naturan.

OINARRIZKO GAITASUNAK

Diziplinartekoak

- *Zientzia, teknologia eta osasun-kulturarako gaitasuna:*
 - pH kontzeptua ulertzea, eta erreakzio kimikoetan eta, horrenbestez, bizitzaren hainbat alderditan duen garrantziaz jabetzea.
 - Azidoak eta baseak bereiztea erabilera arrunteko hainbat produktutan.

Zeharkakoak

- *Informazioa tratatzeko eta teknologia digitala erabiltzeko gaitasuna:* programa informatikoak —berariazkoak nahiz orokorrak— erabiliz, ikasitakoa finkatzea eta aberastea.
- *Gizarterako eta herritartasunerako gaitasuna:* pila eta metagailu erabiliek ingurumenean eragin dezaketen kalteaz jabetuta, material horien bilketaren beharra ulertzea, eta norberak ere parte hartzea.

EDUKIAK

1. Azidoak eta baseak
2. Arrhenius-en teoria
3. Brönsted-Lowry-ren teoria | 3.1. Arrhenius-en definizioekin egindako erkaketa
4. Uraren autoionizazioa | 5.1. Azido baten indarraren eta azido horren base konjokatuaren indarraren arteko erlazioa
5.2. Azidoen indarra eta egitura molekularra
5. Azidoen eta baseen indarra
6. Azido eta base ahulak: ionizazio-konstanteak
7. Ur-disoluzioen pH-a | 7.1. pOH-a
7.2. Azido eta base sendoen pH-a
8. Disoluzio indargetzaileak | 8.1. CH_3COOH/CH_3COONa sistemaren portaera
9. Azido-base adierazleak
10. Gatzen hidrolisia
11. Azido-base balorazioak | 11.1. Balorazio-kurbak

Kimika eta gizartea: *Azidoak eta baseak eguneroko bizitzan*

ATARIAN

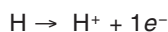
Gogoratu

- **Ioi** bat karga positiboak edo negatiboak dituen atomoa edo atomo multzoa da, elektroiak emanez edo irabaziz lortu dituenak. Ioiak honelakoak izan daitezke:

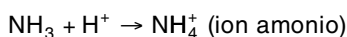
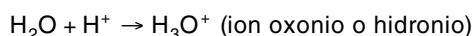
Katioiak: ioi positiboak (K^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , H_3O^+ ...).

Anioiak: ioi negatiboak (F^- , S^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- ...).

- **Orekan** dagoen **sistema kimiko batean**, bi erreakzio gertatzen dira, kontrako norantzan eta abiadura berdinean, eta presente dauden substantzien kontzentrazioak konstante mantentzen dira.
- **H⁺** ioiari edo hidrogeno-ioiari sarri protoi izena eman-go diogu, hidrogeno-atomo batek elektroia bat ematen duenean, nukleoaren protoia besterik ez baita geratzen.



- **Lotura kobalente koordinatua** lotuta dagoen atomo batek loturan konpartitzen den elektroia-bikotea ematen duenean eratzen da:



- **Oreka-konstanteak** orekako produktuen eta erreaktiboaren kontzentrazioen arteko erlazio konstantea adierazten du. Kontzentrazio horien berretzaileak koefiziente estekiometrikoak dira.

- Baldin erreakzio bat adierazi ahal bada bi edo erreakzio gehiagoren batura moduan, orduan erreakzio totalaren oreka-konstantea erreakzio partzialen oreka-konstanteen biderkaduraren berdina da.

- A zenbaki baten **logaritmoa** 10 oinarrian zenbaki hori lortzeko 10 oinarria berretu beharreko berretzailea da.

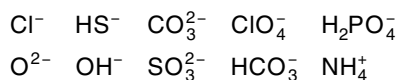
$$\log A = a \Rightarrow 10^a = A$$

- $A \cdot B$ biderkaduraren logaritmoa A -ren eta B -ren logaritmoen baturaren berdina da.

$$\log (A \cdot B) = \log A + \log B$$

JARDUERAK

- Izenda itzazu honako ioi hauek:



- Formula itzazu honako substantzia hauek:

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Azido nitrikoa | Merkurio (I) sulfatoa |
| Azido karbonikoa | Burdina (II) nitritoa |
| Azido perklorikoa | Kaltzio karbonatoa |
| Azido sulfurosoa | Potasio zianuroa |
| Zink hidroxidoa | Sodio azetatoa |
| Eztainu (II) hidroxidoa | Amonio kloruroa |

Elektrolitoak eta ez-elektrolitoak

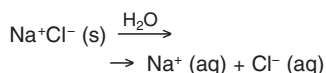
Elektrolitoak, uretan disolbatzean, disoluzio *elektrizitate-eroaleak* sortzen dituzten substantziak dira, eta hori disoluzioan ioiak egoteagatik gertatzen da.

Ez-elektrolitoak propietate hori ez duten substantziak dira. Adibidez, etanola, C_2H_5OH .

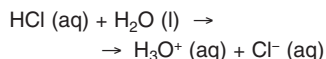
Hizkera arruntean, eta ur-disoluzioetan gertatzen den ioien eraketaz ari garenean, *disoziazio* eta *ionizazio* hitzak bereizi gabe erabiltzen ditugu.

Zenbait irizpideri jarraituz, elektrolitoak bi modutara sailka daitezke: *ionikoak* eta *molekularrak* edo *sendoak* eta *ahulak*.

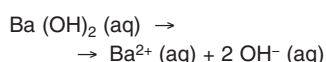
- **Elektrolito ionikoak** egoera solidoan *ioiz* eratuta daudenak dira. Horiek, uretan disolbatzean, ioi-tan disoziatzen dira. Horixe da, hain zuzen, konposatu ionikoen kasua. Adibidez:



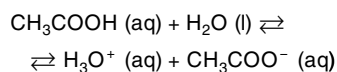
- **Elektrolito molekularrak** *molekulaz* osatuta daudenak dira, eta beraz ez dute ioirik, baina ur-disoluzioan eratan dituzte; kasu horretan, ionizatu egiten direla esaten dugu. Horixe da azidoekin gertatzen dena. Adibidez:



- **Elektrolito sendoak** *erabat* edo *ia-ia erabat ionizatzen direnak* dira. Talde hori gatz ionikoek, azido sendoek eta base sendoek osatzen dute. Adibidez:



- **Elektrolito ahulak** *partzialki ionizatzen direnak* dira. Talde hori azido eta base ahulek osatzen dute. Adibidez:



1. Azidoak eta baseak

Antzinatetik ezagutzen dira ezaugarri bereziak dituzten eta garrantzi praktikoa handikoak diren zenbait substantzia, gaur egunean *azido* eta *base* izenez ezagutuak. Ezaugarri horietaz aparte propietateak aipa genitzake: zaporea, ukia, substantzia batzuen kolore-aldaketa, erreazioak eragiteko gaitasuna, etab.

XVIII. mendearen bukaeratik saiatu izan ziren azidoen eta baseen propietate esperimentalen eta eraketa kimikoaren arteko erlazioen bat bilatzen.

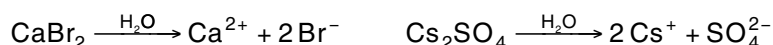
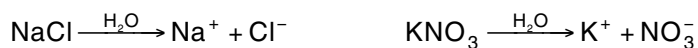
1787an, **A. L. Lavoisier** (1743-1794) frantziarrak azidoen eraketan *oxigenoa* halabeharrezko elementua dela defendatu zuen; hortik dator *oxigeno* izena, hau da, 'azidoen eratzailer', Lavoisierrek berak elementu honentzat proposaturikoa. Geroago, 1810an, **H. Davy** (1778-1829) ingelesak *hidrogenoa* dela azidoen osagai funtsezkoa ziurtatu zuen.

Gerotxoago egiaztatu zen bezala, *baseek*, itxuraz *azidoen* kontrako propietateak dituztenek, azidoen eragina neutralizatzen dute, *gatzak* eratuz.

XIX. mendearen bukaeran eta XX.aren hasieran formulatu ziren azidoen eta baseen izaeraren eta portaeraren gaineko teoria nagusiak: Arrhenius-en, Brönsted-Lowry-ren eta Lewis-en teoriak. Guk *Arrhenius-en* teoria garatuko dugu, eta bereziki, *Brönsted-Lowry-ren teoria* edo *protoi-transferentziaren teoria*.


2. Arrhenius-en teoria

1884an, S. Arrhenius (1859-1927) kimikari suediarrek **disoziazio ionikoaren teoria** aurkeztu zuen, eta horren arabera, substantzia askok, ur-disoluzioan jartzen direnean, *haustura* edo *disoziazioa* pairatzen dute, *ioi positibo* eta *negatiboak* emanez. Horrela, gatzak, sodio kloruroa, kaltzio bromuroa, potasio nitratoa edota zesio sulfatoa, etab. honela disoziatzen dira:



Disoziazio ioniko horrek, **disoziazio elektrolitiko** izenekoak, substantzia askoren ur-disoluzioen *eroankortasun elektrikoa* justifikatzen du. Substantzia horiek **elektrolito** izena hartzen dute.

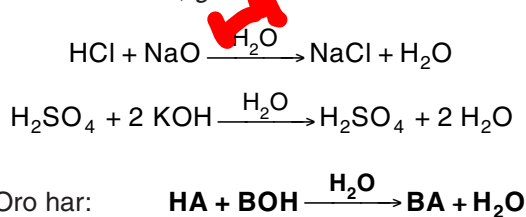
Teoria horren barruan, Arrhenius-ek *azidoen* eta *baseen* definizio hauek eman zituen:

 **Azidoa** da ur-disoluzioan disoziatzean hidrogeno ioiak, H^+ , eratzten dituen substantzia oro.

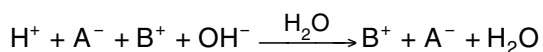
Basea da ur-disoluzioan disoziatzean hidroxido ioiak, OH^- , eratzten dituen substantzia oro.

| Azidoak | Baseak |
|---|--|
| Definizio honek hidrazidoak eta oxoazidoak hartzen ditu: HBr, H ₂ S, HNO ₃ , H ₃ PO ₄ ... | Definizio honek hidroxido izena hartzen duten substantziak hartzen ditu: KOH, Mg(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ ... |
| $\text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ | $\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ $\text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ |
| Oro har: $\text{HA} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{A}^-$ | Oro har: $\text{BOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{B}^+ + \text{OH}^-$ |

Neutralizazio-erreakzioa gertatzen da *azido batekin base batekin zeharo erreakzionatzen duenean, gatz eta ura eratuz.*



Egia esan, azidoa, basea eta gatzak ur-disoluzioan disoziatuta daude, eta horregatik erreakzio hori *ioi begiraleak* izenekoak kenduta idatzi ahal izango dugu:



Eta hortik, honako hau ondorioztatzen da: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

Neutralizazio-erreakzioa azidoaren propioa den H⁺ ioiaren, eta basearen propioa den OH⁻ ioiaren arteko konbinazio bat da, disoziatu gabeko H₂O-a eratzekoa.

Aurrerapauso handia izan zen arren, Arrheniusen teoriak **muga** garrantzitsuak ditu, azido eta base kontzeptuak gehiegi murrizten baititu.



■ Eguneroko bizitzan erabiltzen ditugun substantzia askoren erabilgarritasuna, haien propietate azidoetan edo basikoetan oinarritzen da.

Arrheniusen teoriaren arabera, azido eta base kontzeptuak *disolbatzaile gisa ura* erabiltzearen mende daude. Errealitatean, substantzia ugari ezagutzen dira ura egon gabe azido edo eta base gisa aritzen direnak.

Nahiz eta molekulan hidrogenorik ez eduki, izaera azidoa duten substantziak badira, oxido azidoekin gertatzen den moduan (CO₂, SO₃,...). OH⁻ ioirik ez duten substantzia basiko ugari daude, esaterako amoniakoa, NH₃, edo gatz batzuk, esaterako Na₂CO₃-a eta NaHCO₃-a.

JARDUERAK

- Arrheniusen formulazioaren arabera, idatzi honako substantzia hauek ur-disoluzioan duten disoziazio ionikoen ekuazio doituak:

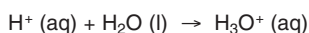
| | |
|-----------------------|---------------------|
| a) azido iodhidrikoa | e) kaltzio sulfuroa |
| b) azido sulfhidrikoa | f) bario nitratoa |
| c) potasio hidroxidoa | g) azido nitrikoa |
| d) azido fosforikoa | |
- Osatu eta doitu neutralizazio-erreakzio hauek:

| | |
|---|--|
| a) $\text{HI} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$ | d) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Sr(OH)}_2 \rightarrow \dots$ |
| b) $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$ | e) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \dots$ |
| c) $\text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \dots$ | f) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \dots$ |
- Behean aipatzen diren gatzak azido baten eta base baten arteko neutralizazio-erreakzioaren emaitza dira. Esan zein den azidoa eta zein basea kasu bakoitzean.

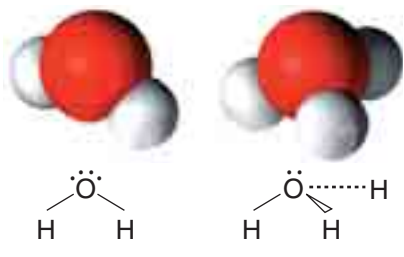
| | |
|------------------------|----------------------|
| a) Potasio kloruroa | c) Zink nitratoa |
| b) Kobre (II) sulfuroa | d) Aluminio sulfatoa |

Oxonio ioia, H₃O⁺

Ur-disoluzioetan ez dirudi H⁺ ioirik dagoenik, H₂O-molekulaz inguratze joera baitu, hidratatuz. H⁺ ioiak ur-molekula batekin duen erreakzioa honela formulatzen da:



Hala ere, errealitatean badirudi H⁺ ioiarekin H₂O molekula bat baino gehiago asoziatzen direla, eta H₇O₃⁺ eta H₉O₄⁺ moduko espezieak eratzen dira, 3 eta 4 H₂O molekularekin asoziatuz, hurrenez hurren.



3. Brönsted-Lowry-ren teoria

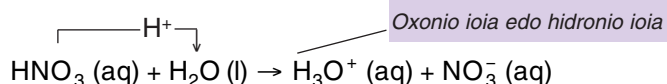
1923an, J. N. Brönsted (1879-1947) daniarrak eta T. M. Lowry (1874-1936) ingelesak, nor bere kabuz, azidoen eta baseen gaineko teoria bana proposatu zuten, Arrheniusek azaldutako kontzeptua nabariki hedatzen zutenak. Teoria horien arabera:

➡ **Azidoa** beste substantzia bati H⁺ ioi bat, hau da, protoi bat, lagatzeko edo emateko gai den espezie kimiko oro da, molekularra nahiz ionikoa.

Basea beste substantzia batetik H⁺ ioi bat jasotzeko edo hartzeko gai den espezie kimiko oro da, molekularra nahiz ionikoa.

Azido eta base kontzeptuak elkarren *osagarriak* dira. Azidoa protoi-emaille moduan arituko da, baina substantzia protoi-hartzaile baten presentzian baino ez, hots, base baten presentzian. Bestalde, baseak protoiren bat hartu ahal izango du, baina protoia emateko gai den azido batekin erreakzionatzen badu, bestela, ez.

Horrela, azido nitrikoaren, HNO₃, ur-disoluzio batean, substantzia horrek azido moduan jardungo du, eta ura basea izango da, azidoa ionizatu egiten delako eta urari protoi bat ematen diolako.



➡ **Azido-base erreakzioa** azido batetik base baterainoko protoi baten, H⁺, transferentzia da.

Printzipioz, azido-base erreakzioak orekak direla kontsidera genezake, eta oreka horietan, eratu diren substantziak elkarren artean H⁺ bat transferitzeko gai direla. Oro har, azido-base erreakzioa oreka baten moduan adieraziz, honako hau dugu:



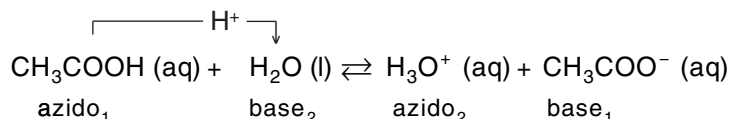
Baseak H⁺ bat hartzen duenean eratzen den azidoa.

Azidoak H⁺ bat ematen duenean eratzen den basea.

Azido batek eta bere base konjokatuak edo base batek eta bere azido konjokatuak osatzen duten bikoteari **bikote konjokatua** deritzo. Bikote konjokatu baten kideak azpiindize berberaz izendatutakoan, azido-base erreakzioa honela formula daiteke:



Esaterako, azido azetikoaren, CH₃COOH, erreakzioa urarekin:



Azido-base erreakzio horiek neutralizazio-erreakzio izena hartzen dute Brönsted-Lowry-ren teorian:

➡ **Neutralizazio-erreakzioa** transferentzia bat da, eta bertan azido baten protoi bat base bateraino doa, basearen azido konjokatua eta azidoaren base konjokatua sortuz.

ADI!

Izaera azidoa eta izaera basikoa erlatiboak dira, substantzia batzuek azido moduan zein base moduan jardun baitezakete, haiekin erreakzionatzen duten substantziaren arabera.

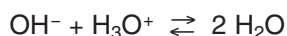
Fenomeno horri **anfoterismo** deitzen zaio, eta horrela aritzen diren substantziak **anfotero** izena hartzen dute.

Adibide gisa, urak base moduan dihardu HCl-aren aurrean eta azido moduan NH₃-aren aurrean.

3.1. Arrhenius-en definizioekin egindako erkaketa

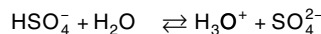
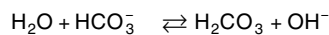
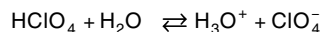
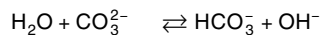
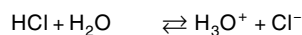
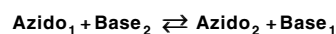
Brönsted-ek eta Lowry-k emandako azidoen eta baseen definizioak Arrhenius-enak baino zabalagoak dira. Ikus ditzagun:

- Brönsted-Lowry-ren definizioak ez dira ur-disoluzioetara mugatzen; *edozein disolbatzailetarako* dira baliagarri.
- Nahiz eta bi teoretiko azidoaren definizioak praktikan analogoak kontsidera daitezkeen, Brönsted eta Lowry-ren basearen definizioak aintzakotzat hartzen ditu Arrhenius-entzat base ez ziren substantzia batzuk, esaterako, NH_3 , CO_3^{2-} , HCO_3^- , S^{2-} , CH_3NH_2 , etab.
- NaOH -a, eta hidroxidoak, oro har, Brönsted-Lowry-ren baseak dira berez, Arrhenius-entzat ziren bezalaxe; izan ere, protoia jaso ezin duten arren, disoziatu egiten dira eta OH^- ioia ematen dute, eta ioi hori protoia hartzeko gai da, H_2O eratuz. Hau da:



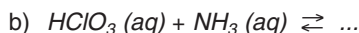
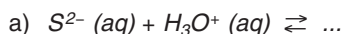
ADI!

Azidoen eta baseen adibideak, Brönsted-Lowry-ren teoriaren arabera.

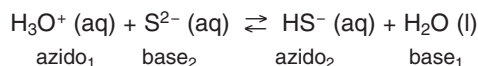


1. ADIBIDEA

Osatu azido-base erreakzio hauek, bikote konjokatuak zein diren adieraziz:

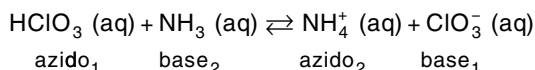


a) Sulfuro ioia, S^{2-} , ezin daiteke izan protoi-emaile, H_3O^+ ioia ez bezala, beraz, hau izango da azidoa, eta hura, basea.

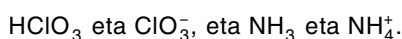


Bikote konjokatuak: H_3O^+ eta H_2O , eta S^{2-} eta HS^- .

b) Azido klorikoa, HClO_3 , protoiaren emailea da, eta amoniakoa, ostera, basea:



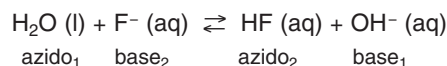
Bikote konjokatuak:



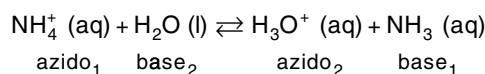
2. ADIBIDEA

Azaldu, H_2O -arekin duten erreakzioari dagokionez, honako espezie hauek zer diren, Brönsted-Lowry-ren azidoak ala baseak. Idatzi bakoitzaren erreakzioa, substantzia bakoitzaren azidotasuna edo basikotasuna zehaztuz.

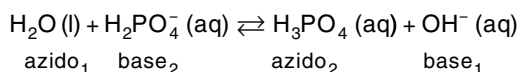
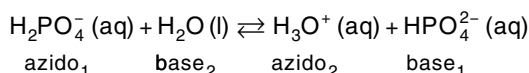
a) Fluoruro ioia, F^- , protoi-hartzaile besterik ezin izan daiteke, hau da, basea:



b) Amonio ioia, NH_4^+ , protoi-emailea besterik ezin izan daiteke, hau da, azidoa:



c) Dihidrogenofosfato ioia azido moduan zein base moduan aritu daiteke:



JARDUERAK

4. Justifikatu, urarekin egiten duten erreakzioen bidez:

a) H_3O^+ eta H_2SeO_3 espezie kimikoen izaera azidoa.

b) SO_4^{2-} eta HSO_3^- espezie kimikoen izaera basikoa.

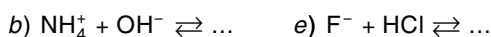
Idatzi bakoitzari dagokion erreakzioa.

5. Adierazi:

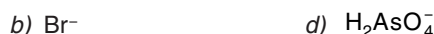
a) HBr , H_2S eta HSO_4^- azidoen base konjokatuak.

b) HCO_3^- , OH^- eta CO_3^{2-} azidoen azido konjokatuak.

6. Osatu honako erreakzioak, espezie kimiko bakoitzaren izaera adieraziz:



7. Adierazi espezie kimiko bakoitzaren izaera azidoa edo basikoa, urarekin duen erreakzioan. Idatzi erreakzioak:



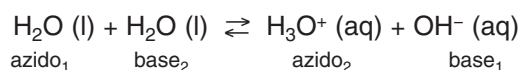
ADI!

Uraren eroankortasun elektrikoa gehitu egiten da temperaturarekin, orduan uraren ionizazio-maila handiagoa baita.

Iturriko ura kimikoki purua den ura baino askoz eroankorragoa da, lehenengoan zenbait ioi disolbatu-
ren presentzia dela eta. Iturriko ura, izatez, zenbait gatzen disoluzio diluitua baino ez da, honako ioi hauek dituena: CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , etab.

4. Uraren autoionizazioa

Egiatzatu egin da ur puruak *eroankortasun elektrikoa* arina duela, eta horrek adierazten du bertan ioiak, kantitate txikian baino ez bada ere, egon badaudela. Hala da, hain zuzen ere, urak **autoionizazio-prozesu** arina duelako, eta horren ondorioz, H_2O molekula batzuek beste molekula batzuei H^+ bat ematen dietelako, horrela azido-base erreakzio bat gertatuz.



Bikote konjokatuak azido₁-base₁ eta azido₂-base₂ dira.

Oreka horren konstantea idazteko, K -ren balioari ur ez-ionizatuaren kontzentrazioa asoziatzen zaio, konstante kontsideratzen dena. Horrela zera lortzen da:

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]} \quad K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Konstante berri horri K_w , **uraren biderkadura ionikoa** deritzo, hain zuzen, H_3O^+ eta OH^- ioien orekako kontzentrazio molarren biderkadura soila delako. Horren balioa, 25 °C-an, 10^{-14} da, bai ur puruan, baita ur-disoluzio diluituetan ere.

Beste temperatura batzuetan, uraren biderkadura ionikoa 10^{-13} eta 10^{-15} bitartekoa da, taulan egiazta daitekeen bezala:

| K_w -aren balioak temperaturaren arabera | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Temperatura | 0 | 10 | 25 | 45 | 60 |
| K_w | $1,13 \cdot 10^{-15}$ | $2,92 \cdot 10^{-15}$ | $1,00 \cdot 10^{-14}$ | $4,02 \cdot 10^{-14}$ | $9,61 \cdot 10^{-14}$ |

ADI!

Dagoeneko ikusi dugu ur puruan dagoen H_3O^+ ioien kontzentrazioaren balioa $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dela. Litro bat ur purutan 55,5 mol H_2O daude. Ondorioz, 550 milioi molekulatik bat soilik egongo da ionizatuta.

Ur-disoluzio neutroak, azidoak eta basikoak

Uraren autoionizazio-erreakzioan eratzen den H_3O^+ ioi bakoitzeko, beste OH^- ioi bat ere eratzen da. Horregatik, ur puruan bi ioien kontzentrazio molarrak berdinak dira. Kontzentrazio horren balioa uraren biderkadura ionikoaren konstantetik, 25 °C-an, atera daiteke:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$$

Baldintza hori betetzen duten ur-disoluzioei **disoluzio neutro** deitzen zaie.

Disoluzio azidoetan H_3O^+ ioien *soberakin* bat dago OH^- ioiekiko, baina K_w -aren balio konstanteak eskatzen du OH^- ioien kontzentrazioaren gutxipena H_3O^+ ioien kontzentrazioaren handitzearen heinekoa izatea. Hau da:

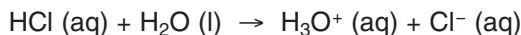
$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M} \quad [\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ M} \quad (25 \text{ }^\circ\text{C-an})$$

Haatik, **disoluzio basikoetan** OH^- ioien *soberakin* bat dago H_3O^+ ioiekiko, baina K_w -aren balioa konstante mantentzen da:

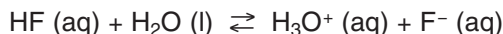
$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ M} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M} \quad (25 \text{ }^\circ\text{C-an})$$

5. Azidoen eta baseen indarra

Azidoek protoiak emateko duten joera oso aldakorra da. Adibidez, azido klorhidrikoak, HCl, *elektrolito sendoa* da, zeren hain handia du protoiak emateko joera, non ur-disoluzio diluituetan haren molekula ia guztiak erabat ionizatuta dauden. Arrazoi horrengatik, Brønsted-Lowry-ren teorian, azido klorhidrikoak *azido sendo* izena hartzen du.



HCl-a ez bezala, azido fluorhidrikoa *azido ahula* da, baseei H^+ ioiak emateko joera gutxikoa. Bestalde, ionizazioan eratutako F^- ioiek H_3O^+ ioiekin erreakzionatzeko joera dutenez, oreka hau agertzen da:

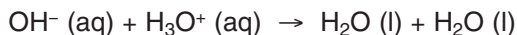


- **Azido sendoak** ur-disoluzio diluituetan zeharo ionizatzen dira, H^+ ioiak emateko duten joera handiagatik. Azido sendoak dira, besteak beste, HCl-a, HClO_4 -a, HBr-a, HClO_3 -a, HI-a, H_2SO_4 -a eta HNO_3 -a.
- **Azido ahulak** ur-disoluzioetan partzialki baino ez dira ionizatzen, H^+ ioiak emateko duten joera txikiagatik, eta oreka bat agertzen da molekula ez-ionizatuen eta eraturiko ioien artean.

Halaber, base sendoak eta ahulak ere bereizi ditugu:

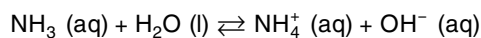
- **Base sendoak** azidoetatik H^+ ioiak jasotzeko joera handia dutenak dira. Base sendoak dira, besteak beste, LiOH-a, CsOH-a, NaOH-a, Ca(OH)_2 -a, Sr(OH)_2 -a, RbOH-a eta Ba(OH)_2 -a.

Sodio hidroxidoak, NaOH, elektrolito sendoa denez, ur-disoluzio diluituan ia-ia Na^+ eta OH^- ioiak baino ez ditu. Ondorioz, base sendoa da, OH^- ioiak H^+ ioia jasotzeko joera handia erakusten baitu:



- **Base ahulak** azidoetatik H^+ ioiak jasotzeko joera txikia dutenak dira, eta oreka bat agertzen da molekula ez-ionizatuen eta eraturiko ioien artean.

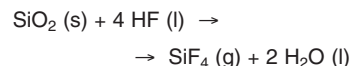
Uretan disolbagarriak diren base ahulak gutxi dira; horietariko bat amoniakoa, NH_3 , da. NH_3 -aren ur-disoluzio batek, orekan, molekula ez-ionizatuak eta NH_4^+ eta OH^- ioiak dauzka, azken horiek urarekin egindako erreakzioan eratuta:



ADI!

Azido bat *ahula* izateak ez du esan nahi *erreaktibitate gutxikoa* denik.

Adibidez, azido fluorhidrikoak, HF, ahula izan arren, silizea eta silikatoak disolbatzen ditu. HF-ak beirazko ontzei erasotzen die.



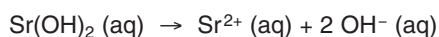
Ur-disoluzio diluituak

Ur-disoluzioetan, solutuaren kontzentrazioa mol bat litroko baino txikiagoa denean, ur-disoluzioari diluitua deitzen zaio. Disoluzio horietan, H_2O -aren kontzentrazioa praktikan konstante mantentzen da, eta 55,5 M da.

3. ADIBIDEA

Kalkula itzazu 0,020 M den disoluzioaren Sr^{2+} eta OH^- ioien kontzentrazioak estrontzio hidroxidotan, Sr(OH)_2 .

— Sr(OH)_2 -a base sendoa da, praktikan disoluzio diluituetan zeharo disoziatuta dagoena. Horrengatik:



Hidroxido horren disoziazio ionikoak adierazten du Sr(OH)_2 -aren mol bakoitzeko mol bat Sr^{2+} eta bi mol OH^- agertzen direla. Hortik ondorioztatzen denez:

$$[\text{Sr}^{2+}] = \mathbf{0,020 \text{ M}} \quad [\text{OH}^-] = 2 \cdot 0,020 \text{ M} = \mathbf{0,040 \text{ M}}$$

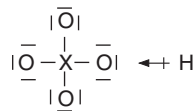
5.2. Azidoen indarra eta egitura molekularra

Esperimentalki egiaztatu izan da azido baten indarra eta haren molekularren egitura nolabait erlazionatuta daudela.

Adibide gisa, erlazio hori azidoen segida batzuetan kontuan hartuko dugu, azido guztiak kontzentrazioaren eta disoluzio-tenperaturaren baldintza berberetan daudela.

- **H—X loturaren energia** erabakitzailea da azidoen indarra justifikatzean. Energia hori zenbat eta txikiagoa izan, lotura egonkortasun gutxiagokoa izango da, eta erraztasun handiagoa askatuko da H^+ ioia (1. taula).

- Halogenoa zenbat eta **elektronegatiboagoa** izan, H-ari loturiko oxigenoarekin konpartitzen duen elektroibikotea gehiago erakarriko du. O—H lotura gehiago polarizatzean, H-a errazago ionizatzen da: azidoa sendoagoa da (2. taula).



- Cl-aren inguruan **O atomoen kopurua** zenbat eta handiagoa izan, O—H lotura polarizatzeke ahalmena handiagoa izango da, eta errazago ematen da H^+ ioia: azidoa sendoagoa da (3. taula).

| Azidoa | Lotura-energia ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) |
|--------|---|
| HF | 568,2 |
| HCl | 431,9 |
| HBr | 366,1 |
| HI | 298,3 |

Indarraren handitzea (behera) / Handitzearen noranzkoa (gertu)

■ 1. taula.

| Azidoa | Halogenoaren elektronegatibotasuna |
|-----------------|------------------------------------|
| HClO_4 | 3,0 |
| HBrO_4 | 2,8 |
| HIO_4 | 2,5 |

Indarraren handitzea (gertu) / Handitzearen noranzkoa (gertu)

■ 2. taula.

| Azidoa | Kloroaren oxidazio-zenbakia |
|-----------------|-----------------------------|
| HClO | +1 |
| HClO_2 | +3 |
| HClO_3 | +5 |
| HClO_4 | +7 |

Indarraren handitzea (behera) / Handitzearen noranzkoa (behera)

■ 3. taula.

4. ADIBIDEA

Esan zer noranzko izango den nagusi erreakzio honetan: $\text{HF}(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCN}(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$

HF-a HCN-a baino azido sendoagoa da, beraz, CN^- ioia F^- ioia baino base sendoagoa izango da. Ondorioz, HF-ak CN^- -ari H^+ -a emateko joera handiagoa du, HCN-ak F^- -ari ematekoa baino.

Beraz, HF-ak bere protoia CN^- -ari emango dio, eta erreazioa nagusiki ezkerretik eskuinera gertatuko da, hau da, **zuzeneko noranzkoan**.

JARDUERAK

- Ur-disoluzio baten H_3O^+ ioien kontzentrazioa $2,12 \cdot 10^{-11}$ da. Kalkula ezazu OH^- ioien kontzentrazioa, eta adierazi disoluzioa azidoa ala basikoa den.
Sol.: $4,72 \cdot 10^{-4}$ M
- Disoluzio baten OH^- ioien kontzentrazioa $9,45 \cdot 10^{-9}$ da. Kalkula ezazu $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren balioa eta adierazi disoluzioa azidoa ala basikoa den.
Sol.: $1,06 \cdot 10^{-6}$ M
- Arrazoitu ezazu ea ur-disoluzio azido batean $[\text{OH}^-]$ -a zero izan daitekeen, edota ur-disoluzio basiko batean $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -a zero izan daitekeen.
- Adierazi zein den azido sendo baten eta azido kontzentratu baten artean dagoen aldea.
- Aurresan, arrazoituz, zer noranzko izango den nagusi erreakzio honetan:
 - $\text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})$
- Ordena itzazu lindar erlatiboaren arabera, honako azidoen segida hauek txikienetik handienara. Azaldu arrazoia.
 - HNO , HNO_2 , HNO_3
 - HClO_2 , HBrO_2 , HIO_2
- Kalkula itzazu MgBr_2 -tan $0,015$ M den disoluzio baten Mg^{2+} eta Br^- ioien kontzentrazio molarra.
Sol.: $[\text{Mg}^{2+}] = 0,015$ M; $[\text{Br}^-] = 0,030$ M

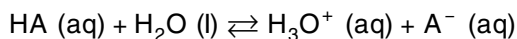
6. Azido eta base ahulak: ionizazio-konstanteak

Brönsted-Lowry-ren azido gehienak *ahulak* dira, hau da, *uretan molekulen proportzio txiki bat besterik ez da ionizatzen*.

Ikus dezagun nola ionizatzen diren azido *ahul* bat eta base *ahul* bat.

Azido ahul baten ionizazioa

Baldin azido ahul monoprotiko bat adierazteko HA formula orokorra erabiltzen badugu, hau da, molekula bakoitzeko H⁺ ioi bat soil-soilik ioniza dezakeen azido bat, horren ionizazioa uretan oreka honen bidez adierazten da:



Eta oreka-konstantea honako hau izango da:

$$K_C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

Ur-disoluzioak diluituak badira, uraren kontzentrazioa praktikan konstantea da, eta 55,5 mol · L⁻¹ balio du. Horregatik, goiko adierazpena honela idatzi ahal izango da:

$$K_C[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Eta $K_C[\text{H}_2\text{O}]$ biderkadurari K_a deituz gero:

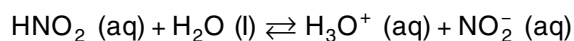
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Goiko adierazpen horretan,

- K_a azido ahularen ionizazio-konstantea, edo **azidotasun-konstantea** da.
- $[\text{H}_3\text{O}^+]$ eta $[\text{A}^-]$ orekan dauden ioien kontzentrazioak dira.
- $[\text{HA}]$ ionizatu gabeko azidoaren kontzentrazio molarra da.

4. taulak azido ahul batzuen azidotasun-konstantearen balioak erakusten ditu.

Esaterako, azido nitrosoaren, HNO₂, kasuan:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ (25 }^\circ\text{C-tan)}$$

K_a -ren balio hain txikiak, esperimentalki lortuak, H₃O⁺ eta NO₂⁻ ioien orekako kontzentrazioak oso baxuak direla adierazten du. Ondorioz, HNO₂ molekula gehienak disoziatu gabe mantentzen dira.

| Azido ahulak | K_a |
|--|----------------------|
| Klorosoa, HClO ₂ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Fluorhidrikoa, HF | $7,1 \cdot 10^{-4}$ |
| Nitrosoa, HNO ₂ | $4,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Metanoikoa, HCOOH | $1,7 \cdot 10^{-4}$ |
| Bentzoikoa, C ₆ H ₅ COOH | $6,5 \cdot 10^{-5}$ |
| Azetikoa, CH ₃ COOH | $1,8 \cdot 10^{-5}$ |
| Hipoklorosoa, HClO | $3,2 \cdot 10^{-8}$ |
| Zianhidrikoa, HCN | $4,9 \cdot 10^{-10}$ |

■ 4. taula.

Base ahul baten ionizazioa

Era berean, base ahul bat kontsideratzen badugu, eta B formula orokorraren bidez izendatu, haren ionizazioa uretan honela adierazi ahal izango da:



Oreka-konstantea honako hau izango da:

$$K_C = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B][H_2O]}$$

Eta azidoarekin egindakoaren antzeko arrazonamendu baten bidez, eta $K_C [H_2O]$ adierazpenari K_b deituz:

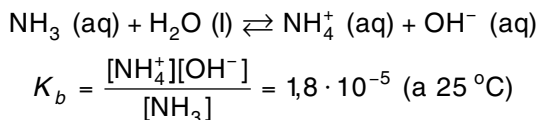
$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

Goiko adierazpen horretan,

- K_b base ahul baten ionizazio-konstantea edo **basikotasun-konstantea** da.
- $[BH^+]$ eta $[OH^-]$ orekan dauden ioien kontzentrazioak dira.
- $[B]$ ionizatu gabeko basearen kontzentrazio molarra da.

5. taulak base ahul batzuen basikotasun-konstantearen balioak agertzen ditu.

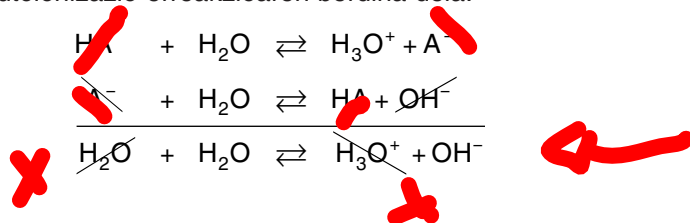
Esate baterako, amoniakoaren kasuan, NH_3 :



Esan daiteke, oro har, *ionizazio-konstantea*, K_a zein K_b , *zenbat eta txikiagoa izan, ahulagoa dela azidoa edo basea, hurrenez hurren.*

K_a , K_b eta K_w konstanteen arteko erlazioa

Azido ahul baten, HA, ionizazioa eta haren base konjokatuarena, A^- , formulatzen baditugu, erraz egiaztatuko dugu bi erreakzio horien batura uraren autoionizazio-erreakzioaren berdina dela.



Horren arabera:

$$K_a \cdot K_b = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \cdot \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = [H_3O^+][OH^-] = K_w$$

| Base ahulak | K_b |
|-------------------------|----------------------|
| Etilamina, $C_2H_5NH_2$ | $5,6 \cdot 10^{-4}$ |
| Metilamina, CH_3NH_2 | $4,4 \cdot 10^{-4}$ |
| Amoniakoa, NH_3 | $1,8 \cdot 10^{-5}$ |
| Anilina, $C_6H_5NH_2$ | $3,8 \cdot 10^{-10}$ |

■ 5. taula.

pK_a eta pK_b balioak

Praktikan oso erabilgarria da K_a eta K_b konstanteak erabili beharrean, pK_a eta pK_b izeneko balioak, hurrenez hurren, erabiltzea.

Definizioz:

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

Adibidez, azido azetikoarentzat, CH_3COOH , $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ da:

$$\begin{aligned} pK_a &= -\log K_a = \\ &= -\log (1,8 \cdot 10^{-5}) = 4,74 \end{aligned}$$

Azido klorosoaren, HClO_2 , kasuan,

$$K_a = 1,0 \cdot 10^{-2}$$

$$pK_a = -\log K_a =$$

$$= -\log (1,0 \cdot 10^{-2}) = 2,0$$

Azido bat zenbat eta sendoagoa izan, hau da, zenbat eta K_a handiagoa izan, pK_a txikiagoa izango da.

5. ADIBIDEA

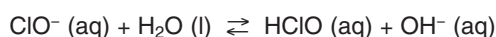
Azido hipoklorosoaren, HClO , ionizazio-konstantearen, K_a , balioa $3,2 \cdot 10^{-8}$ da. Kalkulatu base konjokatuaren K_b konstantearen balioa. Formulatu basearen eta HClO -aren ionizazio-erreakzioak, eta idatzi haien ionizazio-konstanteak

— HClO -aren ionizazioa:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

— Hipoklorito ioiaren, ClO^- , erreakzioa urarekin:



$$K_b = \frac{[\text{HClO}][\text{OH}^-]}{[\text{ClO}^-]}$$

— $K_w = K_a \cdot K_b$ adierazpenetik ondorioztatzen denez:

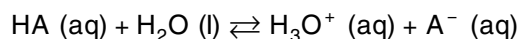
$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{3,2 \cdot 10^{-8}} = 3,13 \cdot 10^{-7}$$

ClO^- ioiaren basikotasun-konstantearen balioa $3,13 \cdot 10^{-7}$ da.

Ionizazio-konstantearen kalkulua

Har dezagun M dela HA azido ahul monoprotikoaren hasierako kontzentrazio molarra; orduan, K_a konstantearen adierazpena lor daiteke aipaturiko kontzentrazioaren funtzioan eta ionizazio-orekan eraturiko ioien kontzentrazioen funtzioan.

Horretarako, kalkuluak ohiko eran egingo ditugu, azido ionizatuaren kontzentrazioari, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ -tan, x deituz:



ADI!

(*) Disoluzioaren hasierako molar-tasuna determinatzeko unean, ez da kontuan hartzen uraren disoziazioetik datorren $[\text{H}_3\text{O}^+]$ kontzentrazioa, 10^{-7} ingurukoa baita arbuigarria, beraz.

Aurkezten zaizkigun problemak ebazteko unean, kalkuluaren errazketa hori erabiliko dugu hemendik aurrera.

| | [HA] | [H ₃ O ⁺] | [A ⁻] |
|-------------------------|-------|----------------------------------|-------------------|
| Hasierako molartasuna | M | 0 (*) | 0 |
| Orekaratutako aldaketak | -x | +x | +x |
| Orekarako molartasuna | M - x | x | x |

Beraz,

$$K_a = \frac{[\text{H}][\text{A}]}{[\text{HA}]} = \frac{x \cdot x}{M - x} = \frac{x^2}{M - x}$$

Antzeko eran, honako orekaren arabera ionizaturiko B base ahul batentzat K_b lortuko dugu:



$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = \frac{x^2}{M - x}$$

6. ADIBIDEA

HA azido ahul monoprotiko baten 0,067 M den disoluzio bat prestatzen da, eta disoluzioan dauden H_3O^+ ioien kontzentrazioa $5,31 \cdot 10^{-5}$ M dela egiaztatzen da. Kalkula ezazu azido horren ionizazio-konstantearen balioa.

— Ionizazio-oreka: $HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$

— Ionizazio-konstantea: $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{M-x}$

— Azidoaren hasierako molartasuna = 0,067 M

— Orekako kontzentrazioak:

$$[H_3O^+] = [A^-] = x = 5,31 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$[HA] = M - x = (0,067 - 5,31 \cdot 10^{-5}) \text{ M}$$

$$\text{Beraz: } K_a = \frac{(5,31 \cdot 10^{-5})^2}{0,067 - 5,31 \cdot 10^{-5}} = 4,21 \cdot 10^{-8}$$

Azidoaren ionizazio-konstantearen balioa $K_a = 4,21 \cdot 10^{-8}$ da, saioaren tenperaturan.

7. ADIBIDEA

Kalkulatu 0,100 M den amoniakoaren ionizazio-orekan presente dagoen espezie bakoitzaren kontzentrazio molarra.



— Basearen hasierako molartasuna = 0,100 M

— Helburua orekako kontzentrazioak kalkulatzeko da:

$$[NH_3] = M - x \quad [NH_4^+] = [OH^-] = x$$

— Ionizazio-konstantea: $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{M-x}$

$$K_a\text{-n ordezkatzuz: } 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,100 - x}$$

Kalkuluak errazteko asmoz, izendatzailean dagoen x -aren balioa arbuia dezakegu:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,100} \Rightarrow x = \sqrt{0,100 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = \pm 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Eraitza negatiboak ez du inolako esanahi errealik, beraz, ez dugu kontuan hartuko. Ondorioz:

$$[NH_4^+] = [OH^-] = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[NH_3] = M - x = (0,100 - 1,34 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9,87 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Egin den hurbilketa baliogarrtasuna egiaztatuko dugu:

$$\frac{x}{M} \cdot 100 = \frac{1,34 \cdot 10^{-3}}{0,100} \cdot 100 = \%1,3$$

Egin den errorea % 5 baino txikiagoa denez, egindako hurbilketa baliogarria da. Ondorioz, orekako kontzentrazioak hauek izango dira:

$$[NH_4^+] = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[OH^-] = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \quad [NH_3] = 9,87 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

ADI!

Eragiketa honetan, adibidez,

$$\frac{(5,31 \cdot 10^{-5})^2}{0,067 - 5,31 \cdot 10^{-5}}$$

kalkuluak egiterakoan, izendatzaileko $5,31 \cdot 10^{-5}$ kentzailea baztergarritzat jo daiteke 0,067 kenkizunarekiko. Ikus dezagun: kalkulua adierazpenean dagoen moduan egiten badugu, emaitza hau lortuko da:

$$\frac{(5,31 \cdot 10^{-5})^2}{0,067 - 5,31 \cdot 10^{-5}} = 4,212 \cdot 10^{-8}$$

Kalkulua berriro egiten badugu kentzailea baztertuz, hau lortzen da:

$$\frac{(5,31 \cdot 10^{-5})^2}{0,067} = 4,208 \cdot 10^{-8}$$

Egiten den errorea, gutxi gorabehera, honako hau da:

$$\frac{4,212 - 4,208}{4,212} \cdot 100 = 0,1\%$$

Oro har, egiten den errorea % 5 baino txikiagoa denean, batugai bat beste batugai askoz handiago baten aurrean baztertuz egiten den hurbilketa ontzat har daiteke.

Ionizazio-maila K_a eta K_b -ren kalkuluan

Sarri, K_a eta K_b konstanteak azidoaren edo basearen ionizazio-mailaren funtzioan adierazten dira, hurrenez hurren.



Azido edo base ahul baten **ionizazio-maila**, α , erlazio bat da, ionizaturiko azidoaren edo basearen orekako kontzentrazioaren eta hasierako kontzentrazioaren arteko zatidura.

$$\alpha = \frac{\text{ioien kontzentrazioa, orekan}}{\text{azidoaren edo basearen hasierako kontzentrazioa}} = \frac{x}{M}$$

α adierazteko, ehunekobesteak erabilgarriak dira. Horrela, baldin azido batentzat $\alpha = 0,10$ bada, horrek zera esan nahi du, molekulen % 10 ionizatuta daudela, eta molekulen % 90 ionizatu gabe mantentzen direla.

HA azido ahularen K_a konstantea α -ren funtzioan adierazi ahal izateko honela arituko gara:



| | [AH] | [H ₃ O ⁺] | [A ⁻] |
|-------------------------|----------------|----------------------------------|-------------------|
| Hasierako molartasuna | M | 0 (*) | 0 |
| Orekaratutako aldaketak | -M α | +M α | +M α |
| Orekako molartasuna | M - M α | M α | M α |

(*) Kalkulua sinplifikatzeko

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{M\alpha \cdot M\alpha}{M - M\alpha} = \frac{M^2 \alpha^2}{M(1 - \alpha)} = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

Honela ionizatuta dagoen B basearentzat goikoaren antzeko eran jardunez gero:



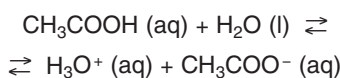
adierazpen hau lortzen da:

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

8. ADIBIDEA

Kalkulatu azido azetikotan, CH_3COOH , 0,20 M den disoluzio baten ionizazio-maila, eta orekan presente dauden espezieen kontzentrazioak. Azidoaren disoziazio-konstantea, $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ da.

— Ionizazio-oreka:



— Ionizazio-konstantea:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

— Kalkuluak errazteko, izendatzailean dagoen α -ren balioa baztertu egingo dugu, eta honako hau lortuko dugu:

$$\begin{aligned} K_a = M\alpha^2 \Rightarrow \alpha &= \sqrt{\frac{K_a}{M}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,20}} = 9,49 \cdot 10^{-3} \\ \alpha &= 9,49 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 0,95\% \end{aligned}$$

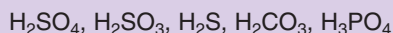
Orekako kontzentrazioak:

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= [\text{CH}_3\text{COO}^-] = M\alpha = \\ &= 0,20 \cdot 9,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOH}] &= M - M\alpha = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - \\ &- 0,20 \cdot 9,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{0,198 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \end{aligned}$$

Azido poliprotikoak

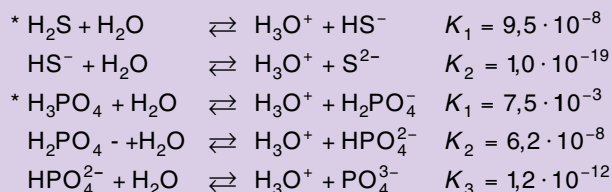
Molekula bakoitzeko, bi H^+ ioi edo gehiago ionizatzeko gai diren azidoei **azido poliprotikoak** deritze. Adibidez,



Azido horien ionizazioa ondoz ondoko erreakzioen bidez gertatzen da, eta erreakzio bakoitzean protoi bat ionizatzen da. Erreakzio horietatik baten bat osoa ez bada, orduan ionizazio-konstante berezia duen oreka bat agertzen da.

Erreakzio partzial bakoitzaren base konjokatua hurrengo erreakzio partzialaren azido konjokatu bilakatzen da.

Adibidez,



Azido ez-organikoetan, ionizazio-konstantearen balioa gutxituz doa, ondoz ondoko H^+ ioien ionizazioa aurreratuz doan heinean. Hau da:

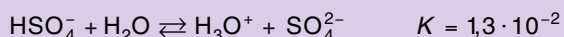
$$K_1 > K_2 > K_3$$

Horren azalpena zera da, eraturiko anioiaren karga negatiboa handituz doan neurrian, protoia askatzeko zailtasuna handiago bilakatzen dela.

Azido sulfurikoaren kasuan, azido sendoa denez, lehen disoziazioa totala edo osoa da:



HSO_4^- anioia azido ahulagoa da, eta ez da osoki disoziatzen:



JADUERAK

- Azido nitrosoaren disoziazio-konstantearen balioa $K_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$ da. Kalkula ezazu base konjokatuaren ionizazio-konstantearen, K_b , balioa. Formulatu ionizazio-erreakzioak.
Sol.: $2,2 \cdot 10^{-11}$
- Amonio ioiaren, NH_4^+ , ionizazio-konstantearen balioa $K_a = 5,6 \cdot 10^{-10}$ dela jakinda, kalkula ezazu bere base konjokatuaren, NH_3 -aren, K_b konstantearen balioa. Formulatu ionizazio-erreakzioak.
Sol.: $1,8 \cdot 10^{-5}$
- Azido nitrosotan, HNO_2 , 0,020 M den disoluzio batean, H_3O^+ ioien kontzentrazioaren balioa $2,8 \cdot 10^{-3}$ M da. Kalkula ezazu azido horren K_a konstantea.
Sol.: $4,56 \cdot 10^{-4}$
- Kalkula ezazu azido hipoklorosotan, $HClO$, 0,15 M den disoluzio baten $[H_3O^+]$ -a, baldin $K_a = 3,2 \cdot 10^{-8}$ bada.
Sol.: $6,93 \cdot 10^{-5}$
- HA azido ahul monoprotiko batean 0,001 M den disoluzioaren disoziazio-maila $\alpha = 0,13$ da. Kalkulatu azido horren ionizazio-konstantea.
Sol.: $1,94 \cdot 10^{-5}$
- Demagun azido azetikotan ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) 1,0 M den disoluzio bat. Kalkulatu: a) ionizazio-maila; b) orekan presente dauden espezieen kontzentrazioak.
Sol.: % 0,42;
 $[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 4,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$;
 $[CH_3COOH] = 0,996 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
- Determina ezazu azido zianhidrikoaren disoluzio baten molartasuna, baldin % 2 ionizatuta badago eta $K_a = 4,9 \cdot 10^{-10}$ bada.
Sol.: $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
- Amoniakoaren, NH_3 , K_b konstantearen balioa $1,8 \cdot 10^{-5}$ da. Kalkulatu amoniakotan 0,1 M den disoluzio baten OH^- ioien kontzentrazioa.
Sol.: $1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
- Azaldu ea posible den ur-disoluzio azido batean $[OH^-]$ ioien kontzentrazioa 0 izateraino iristea. Errepikatu azalpena, ur-disoluzio basiko batean eta $[H_3O^+]$ ioien kontzentrazioaren kasurako. Justifikatu zure erantzunak bi kasuetan.

7.2. Azido eta base sendoen pH-a

Azido eta base sendoak ur-disoluzio diluituetan zeharo ionizatuta daude. Horregatik, azidoaren edo basearen kontzentrazioetatik abiatuta, H_3O^+ -aren eta OH^- -aren kontzentrazioak kalkula daitezke, eta beraz, pH-a bera ere.

9. ADIBIDEA

Kalkula itzazu: a) disoluzio baten pH-a, baldin $[\text{H}_3\text{O}^+]$ kontzentrazioa $2,95 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ bada; b) disoluzio baten pH-a, baldin $[\text{OH}^-]$ kontzentrazioa $2,73 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ bada; c) disoluzio baten $[\text{H}_3\text{O}^+]$ eta $[\text{OH}^-]$ kontzentrazioak, baldin pH-a 3,15 bada.

a) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,95 \cdot 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2,95 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,53}$$

b) $[\text{OH}^-] = 2,73 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (2,73 \cdot 10^{-3}) = 2,56$$

Badakigu $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ dela, eta beraz,

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,56 = \mathbf{11,44}$$

c) $\text{pH} = 3,15 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,15} = \mathbf{7,08 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$

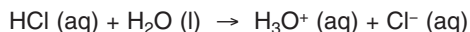
$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ berdintzatik honako hau ateratzen da:

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \\ &= \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{7,08 \cdot 10^{-4}} = \mathbf{1,41 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \end{aligned}$$

10. ADIBIDEA

Kalkula itzazu $[\text{H}_3\text{O}^+]$ eta $[\text{OH}^-]$ kontzentrazioak, pH-a eta pOH-a honako disoluzio hauetan: a) azido klorhidrikotik, HCl , $0,015 \text{ M}$ den disoluzio batean; b) bario hidroxidotan, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $0,020 \text{ M}$ den disoluzio batean.

a) Ionizazioa:



HCl -a azido monoprotiko sendoa da, zeharo ionizatzen dena, eta beraz, HCl -aren hasierako kontzentrazioa disoluzioaren $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren berdina izango da.

Beraz, $[\text{H}_3\text{O}^+] = \mathbf{0,015 \text{ M}}$

$[\text{OH}^-]$ -aren balioa honako berdintza honetatik ateratzen da:

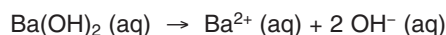
$$\begin{aligned} K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \\ [\text{OH}^-] &= \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,5 \cdot 10^{-2}} = \mathbf{6,67 \cdot 10^{-13} \text{ M}} \end{aligned}$$

pH-aren eta pOH-aren balioak:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1,5 \cdot 10^{-2}) = \mathbf{1,82}$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 1,82 = \mathbf{12,18}$$

b) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -a elektrolito sendoa da, ioietan zeharo disoziatua:



$\text{Ba}(\text{OH})_2$ -aren molekula bakoitzak bi ioi OH^- ematen ditu.

Beraz, $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 0,020 \text{ M} = \mathbf{0,040 \text{ M}}$

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren balioa honako berdintza honetatik ateratzen da:

$$\begin{aligned} K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{4,0 \cdot 10^{-2}} = \mathbf{2,5 \cdot 10^{-13} \text{ M}} \end{aligned}$$

pH-aren eta pOH-aren balioak:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2,5 \cdot 10^{-13}) = \mathbf{12,60}$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12,60 = \mathbf{1,40}$$

JADUERAK

24. Kalkula itzazu ur-disoluzioen pH-a eta pOH-a, baldin $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren balioak hauek badira: a) $0,325 \text{ M}$; b) $4,56 \cdot 10^{-10} \text{ M}$.

25. Kalkula itzazu ur-disoluzioen pH-a eta pOH-a, baldin $[\text{OH}^-]$ -aren balioak hauek badira: a) $0,0257 \text{ M}$; b) $2,35 \cdot 10^{-12} \text{ M}$.

26. Kalkula itzazu disoluzioen $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -a eta $[\text{OH}^-]$ -a,

baldin pH-aren balioak hauek badira: a) 4,78; b) 12,41.

27. Kalkula ezazu HNO_3 -tan $2,72 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ den ur-disoluzioaren pH-a. Sol.: 2,57

28. Kalkula ezazu sodio hidroxidotan $8,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ den ur-disoluzioaren pH-a. Sol.: 12,92



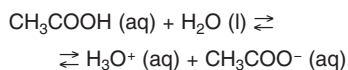
EEBBetako Coloradoko Unibertsitateak amaierako orrialdean moldatu duen *apple*tean sartuta, hainbat substantzia arruntan pH-a aurkitu duzu, esate baterako esnearena edo odolarena, eta ikus dezakezu, halaber, nola aldatzen den haren balioa disoluzioaren kontzentrazioa aldatuz gero: http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=pH_Scale

loi komunaren efektua

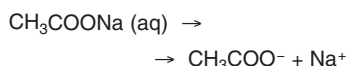
loi komunaren efektua *oreka batean gertatzen den desplazamendua da, eta hori sistemari konposatu bat gehitzen zaionean gertatzen da, baldin konposatu horrek orekan presente dauden substantzietako ioi baten ioi berdina badu.*

Berez, Le Chatelierren printzipioaren aplikazio bat baino ez da.

Har dezagun azido azetikoaren ionizazio-oreka:



Oreka hori ezkererantz desplazatuko da disoluzioari sodio azetatoa gehitzen zaionean, azken hori era honetan disoziatzen baita:



loi komunaren, CH_3COO^- , soberakinak aipaturiko desplazamendua eragiten du.

8. Disoluzio indargetzaileak

Oro har, ur-disoluzio bati azido baten edo base baten kantitate bat gehitzen bazaio, haren pH-a aldatu egingo da. Hala ere, mekanismo erraz baten bidez, pH-aren aldaketa neurgarria gertatzea eragozten duten disoluzio batzuk badaude. Horiek dira, hain zuzen, disoluzio indargetzaileak.



Disoluzio indargetzaileak edo erregulatzaileak pH-a praktikoki konstante mantentzeko gai diren disoluzioak dira, azido baten edo base baten kantitate txikiak gehitzen zaizkienean, edota diluitu egiten direnean.

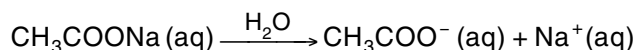
Disoluzio horiek kontzentrazio erlatiboki altuetan honako bi osagai hauek dituzte: batetik, *azido ahul* bat eta gatz disolbagarri bat, zeinak disoziazioz azidoaren *base konjokatua* ematen duen; edo, *base ahul* bat eta gatz disolbagarri bat, zeinak disoziatzean basearen *azido konjokatua* sortzen duen.

Hona hemen horrelako disoluzioen adibide batzuk: CH_3COOH eta CH_3COONa , H_3PO_4 eta NaH_2PO_4 ; NH_3 eta NH_4Cl , etab.

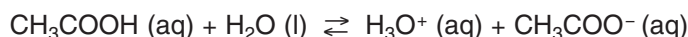
8.1. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ sistemaren portaera

Ur-disoluzioak elementu hauek ditu:

- Gatz bat, guztiz disoziatuta dagoena elektrolito sendoa delako: sodio azetatoa (CH_3COONa).



- Azido ahul bat, CH_3COOH , partzialki ionizatuta dagoena.



loi komunaren, CH_3COO^- , presentziak, disoziatutako gatzak emandakoak, *oreka ezkerrean oso desplazatuta egotea* eragiten du. Ondorioz, azidoa ia-ia ez da disoziatuta egongo, eta disoluzioan H_3O^+ ioien presentzia oso urria izango da.

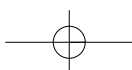
- Baldin azido kantitate txiki bat gehitzen bazaio, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren kontzentrazioa gehitu egiten da, eta kontzentrazio hori gutxitzeko, oreka gehiago desplazatuko da ezkererantz: $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren kontzentrazioa ia-ia ez da aldatzen, eta beraz, pH-a ez da era adierazgarri batean aldatuko.

- Baldin base kantitate txiki bat gehitzen bazaio, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren kontzentrazioa gutxitu egiten da, eta oreka eskuinera desplazatuko da, H_3O^+ ioiak emanez. Ioi horiek basearen OH^- ioien presentzia neutralizatuko dute, beraz, hemen ere pH-a ez da aldatuko era adierazgarri batean.

Gatza zeharo disoziatuta dagoenez, eta azidorik ia-ia ez dagoenez, sistemaren hasierako pH-aren balioa honela lor daiteke:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \approx K_a \frac{M_a}{M_b} \Rightarrow \text{pH} = -\log \left(K_a \cdot \frac{M_a}{M_b} \right)$$

non M_a eta M_b , azido azetikoaren, CH_3COOH , eta sodio azetatoaren, CH_3COONa , hasierako kontzentrazioak diren, hurrenez hurren.



Oro har, HA azido batez eta bere base konjokatu monobalenteaz, A⁻, osaturiko sistemarentzat, honako hau betetzen da:

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

B base batez eta bere azido konjokatu monobalenteaz, BH⁺, osaturiko sistemarentzat, honako hau betetzen da:

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

ADI!

Laborategiko erreakzio askotan, prozesu industrialetan eta sistema biologikoetan, pH-ak **konstante** irauteak garrantzi berezia du.

Adibidez, odolak pH-aren balioa 7,40 inguruan konstante mantentzen du sistema indargetzailearen presentziaren ondorioz; horietatik, ezagunena H₂CO₃-ak eta HCO₃⁻-ak osaturik dagoena da.

11. ADIBIDEA

Disoluzio indargetzaile bat honako hauetaz dago osatuta: CH₃COOH 1,0 M eta CH₃COONa 1,0 M. Kalkulatu hasierako pH-a, eta pH horrek izango duen aldakuntza baldin 0,1 mol HCl gehitzen bazaio. Suposatu egiten da gehikuntza horretan disoluzioaren bolumena ez dela aldatzen.

— Lortzen den oreka honako adierazpen honetan agertzen da:



Dakigunez, oreka hau oso desplazatuta dago ezkerrera, eta beraz, orekako CH₃COOH-aren eta CH₃COO⁻-aren kontzentrazioak hasierako kontzentrazio oso antzekoak dira, praktikan berdinak.

Hasierako pH-a zuzen-zuzen lortzen da formula hau erabilita:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_0 = K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0}{[\text{CH}_3\text{COONa}]_0} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{1,0}{1,0} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH}_0 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_0 = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) = -(-4,74) = 4,74$$

— 0,1 mol HCl gehitzean, oreka berriro desplazatzen da ezkerrerantz: sistemak, gehituriko 0,1 mol H₃O⁺ xurgatu egingo ditu. Horretarako, 0,1 mol CH₃COO⁻ desagertuko da, eta 0,1 mol CH₃COOH agertuko da.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{oreka}} = (1,0 + 0,1) \text{ M} = 1,1 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{oreka}} = (1,0 - 0,1) \text{ M} = 0,9 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{oreka}}}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{oreka}}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{1,1}{0,9} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2,2 \cdot 10^{-5}) = 4,66$$

pH-aren aldakuntza honako hau izango da: 4,74 - 4,66 = **0,08**

JADUERAK

29. Azaldu amoniakoaren eta amonio kloruroaren disoluzio batek eratzen duen sistema indargetzailearen portaera.

30. Kalkula ezazu NH₃ 0,030 M eta NH₄Cl 0,040 M dituen disoluzio indargetzaile baten pH-a.

Sol.: 9,1

31. Har dezagun honela osatutako disoluzio indargetzaile bat: CH₃COOH 0,10 M eta CH₃COONa 0,10 M. Kalkula ezazu pH-a. Kalkulatu zein izango den pH-a, baldin disoluzio horri 0,010 mol NaOH gehitzen bazaizkio, eta bolumena ez dela aldatzen suposatzen bada.

Sol.: 4,7; 4,8

ADI!

Robert Boyle irlandarra lehena izan zen, XVII. mendean erdiaren inguruan, behaketa hau egiten: landareen koloratzaile urdinek kolore gorria hartzen dute azido bat gehitzean. Horregatik, *bioleta-xarabea* sartu zuen azido bat eta base bat elkarrengandik bereizteko eta eza-gutzeko.

Adierazlearen kolorea

Oro har, HIn adierazle batentzat, baldin haren ionizazio-konstantea honako hau bada,

$$K_a = \frac{[In^-][H_3O^+]}{[HIn]}$$

hau betetzen da:

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]}$$

Azken adierazpen horretatik, adierazlearen forma basikoaren, In^- , eta forma azidoaren, HIn, kontzentrazioetatik abiatuta, adierazleak zein kolore hartuko duen auresatea ahalbidetzen duten erlazio batzuk atera daitezke.

$\frac{[In^-]}{[HIn]} \leq 10$ Forma azidoaren, HIn, kolorea da nagusi.

$\frac{[In^-]}{[HIn]} \geq 10$ Forma basikoaren, In^- , kolorea da nagusi.

$[In^-] \approx [HIn]$ Kolorea, forma azidoaren eta forma basikoaren koloreen nahastea da.

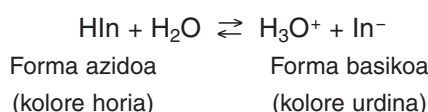
9. Azido-base adierazleak

Antzinetatik ezagutzen dira jatorri organikoa duten zenbait substantzia, **kolorez aldatzen direnak** izaera azidoa edo basikoa duten beste substantzia batzuei gehitzen zaizkienean. Gaur egun, substantzia horiek eta laborategi kimikoaren erabilera arruntaren bilakaeran sartu diren beste asko disoluzioen pH-a determinatzeko eta azido-base balorazioen bukaera-puntua zehazteko erabiltzen dira. *Azido-base adierazle* izena hartzen dute.



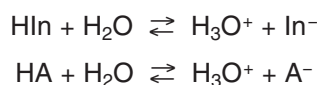
Azido-base adierazlea izaera azido edo basiko ahula duen substantzia bat da, eta kolore desberdinak hartzen ditu disolbatuta dagoeneko disoluzioaren pH-aren arabera.

Adierazleen portaera erraza da ulertzeko. Har dezagun azido ahul monoprotikoz osaturiko adierazle bat, HIn formula orokorra duena. Ur-disoluzioan arinki ionizatzen da, bere base konjokatua eratuz:



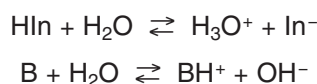
Adierazleen ezaugarri propioa denez, *forma azidoak, HIn, eta forma basikoak, In^- , kolore desberdinak dituzte*; esate baterako, horia eta urdina, hurrenez hurren. Disoluzioaren kolorea bertan presente dauden batoren eta besteen kantitateen mendekoa izango da.

Baldin azido baten, HA, disoluzioari adierazlearen kantitate txiki bat gehitzen bazaio, aldi berean bi prozesu gertatzen dira: adierazlearen ionizazio-oreka eta azidoarena.



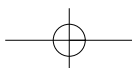
loi komunaren eraginez $[H_3O^+]$ kontzentrazioa gehitzean, adierazlearen oreka ezkererantz desplazatuko da. Ondorioz, disoluzioaren kolore nagusia adierazlearen forma azidoarena, HIn, izango da.

Base bati adierazlearen kantitate txiki bat gehitzen bazaio:



$[H_3O^+]$ -a gutxitu egingo da, H_3O^+ ioien eta OH^- ioien arteko konbinazioaren ondorioz, eta adierazlearen oreka eskuinera desplazatuko da. Hori dela eta, disoluzioaren kolore nagusia adierazlearen forma basikoarena, In^- , izango da.

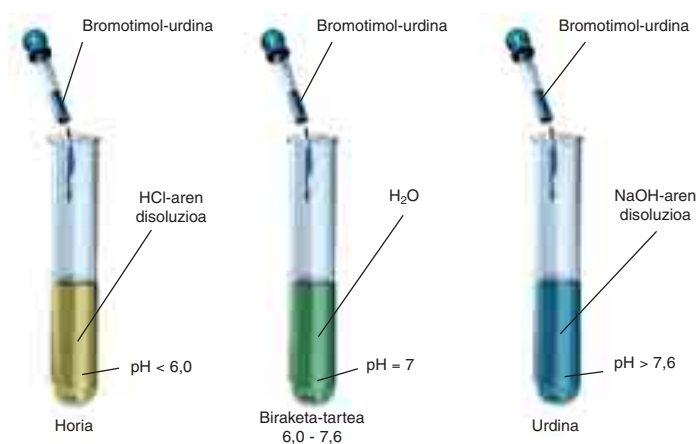
Adierazle bakoitzak bere **biraketa-tarte propioa** du, hots, pH-aren unitate-tarte txikiago edo handiago bat, non kolorearen aldaketa gertatzen den. *Adierazle bat are erabilgarriagoa da zenbat eta biraketa-tartea txikiagoa izan, eta zenbat eta argiago gertatu kolorearen aldaketa.*



Beheko taulak azido-base adierazle batzuk erakusten ditu, bakoitza bere biraketa-tarte bereziarekin, eta hartzen duen koloreekin, bai pH-a tarte hori baino txikiagoa denean, bai handiagoa denean ere.

| Adierazlea | Kolorea, pH baxuagoetan | Biraketa-tartea (pH-aren unitateak) | Kolorea, pH altuagoetan |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Timol-urdina | Gorria | 1,2 - 2,8 | Horia |
| Bromofenol-urdina | Horia | 3,0 - 4,6 | Urdina |
| Metilo-laranja | Laranja | 3,1 - 4,4 | Horia |
| Metilo-gorria | Gorria | 4,2 - 6,3 | Horia |
| Klorofenol-urdina | Horia | 4,8 - 6,4 | Gorria |
| Bromotimol-urdina | Horia | 6,0 - 7,6 | Urdina |
| Gorri neutroa | Gorria | 6,8 - 8,0 | Horia |
| Timol-urdina | Horia | 8,0 - 9,6 | Urdina |
| Fenolftaleina | Kolore gabea | 8,3 - 10,0 | Gorria |
| Alizarina-horia | Horia | 10,1 - 12,0 | Gorria |

Ikus dezagun orain *bromotimol-urdina* adierazlearen portaera hiru disoluziotan: azidoa, neutroa eta basikoa.



JARDUERAK

- Adierazi zer kolore edukiko duten honako adierazle hauek: a) metilo-laranja; b) bromotimol-urdina; c) fenolftaleina, bi disoluziotan daudenean: bata pH = 2,0 du, eta besteak pH = 11,0.
- Disoluzio bati tanta batzuk fenoftaleina gehitzen zaizkio, eta disoluzio hori kolorge geratzen da. Adierazi ea ziurtatu ahal den disoluzio hori azidoa dela edo neutroa ere izan daitekeela.
- Gorri neutroa izeneko adierazlearen ionizazio-konstantetik abiatuta, $K_a = 2,0 \cdot 10^{-7}$, egiaztatu matematikoki adierazle horrek pH-aren balioa 3,0 denean kolore gorria duela, eta kolore horia pH-aren balioa 10,0 denean.

ADI!

Paper adierazle Unibertsalak adierazle desberdinak ditu itsatsita, eta laborategian disoluzio baten pH-a gutxi gorabehera neurtzeko oso erabilia da. Disoluzioan paper-zati-txo bat sartuta, paperak kolore jakin bat agertzen du, gorritik urdinerainokoa, oso azidoa edo oso basikoa izatearen arabera.



ADI!

Hidrolisi hitza bi hitz grekotik dator: hidro, 'ura' eta lisis, 'haustura'.

Gatz baten ioiek disolbatzailearekin duten erreakzioari, azken hori ura zein beste edozein izan, **solbolisia** deritzen.



Jo ezazu orrialde hauetara, eta informazio zabala aurkituko duzu antiazidoez eta horien efektuaz: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/ Curiosid/Rc-61.htm> eta <http://gerd.emedtv.com/antacids/antacids.html>

10. Gatzen hidrolisia

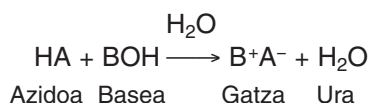
Gatz asko, ur-disoluzioan daudenean, Brönsted-Lowry-ren azido edo base moduan jarduten dute; izan ere, disoziatzean sorturiko ioiak urari H^+ ioiak emateko edo uretatik H^+ ioiak hartzeko gai dira.



Gatz baten hidrolisia gatzaren ioiek urarekin egin dezaketen azido-base erreakzioa da.

Ondorioz, H_3O^+ ioien zein OH^- ioien soberakin bat sor daiteke, eta disoluzio azidoa zein basikoa eratu, hurrenez hurren.

Demagun gatzak konposatu ionikoak direla, erreakzio honen arabera, azido baten eta base baten erreakzio osotik datozenak:



Ikusten denez, *gatzaren katioia basetik dator, eta anioia azidotik dator.*

Urarekin duten portaera aztertzeko, gatzak lau taldetan klasifika daitezke jatorriaren arabera: *base sendo batetik eta azido sendo batetik* datozenak, *base sendo batetik eta azido ahul batetik* datozenak, *base ahul batetik eta azido sendo batetik* datozenak eta *base ahul batetik eta azido ahul batetik* datozenak.

Base sendotik eta azido sendotik datozen gatzak

Hau da, besteak beste, *sodio kloruroaren*, $NaCl$, *sodio nitratoaren*, $NaNO_3$, eta *potasio ioduroaren*, KI , kasua.

Na^+ eta K^+ katioiak base sendoetatik datoz: $NaOH$ eta KOH , hurrenez hurren. Cl^- , NO_3^- eta I^- anioiak azido sendoetatik datoz: HCl , HNO_3 eta HI , hurrenez hurren.

Azter dezagun $NaCl$ -aren ur-disoluzioaren kasua.

- Disoluzioan, gatzaren disoziazio ionikoa erabatekoa da, eta honako ekuazioaren arabera gertatzen da:



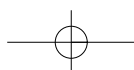
- Uraren autoionizazioa oreka honen arabera gertatzen da:



- Na^+ katioia eta Cl^- anioia, biak hidratatuta, $NaOH$ -aren eta HCl -aren azido eta base konjokatutak dira, hurrenez hurren. Azken horiek oso sendoak direnez, Na^+ eta Cl^- ioiak ahulegiak dira urarekin erreakzionatzeko.
- Ondorioz, H_2O -aren oreka ez da aldatzen, eta uraren pH -a = 7, mantentzen da. Disoluzioa neutroa da.



Base sendo batetik eta azido sendo batetik datozen gatzek ez dute hidrolisi-erreakziorik sortzen, eta beraz, ez dute uraren pH -a aldatzen ($pH = 7$). Gatz horien disoluzioa beti da **neutroa.**

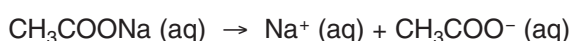


Base sendotik eta azido ahuletik datozen gatzak

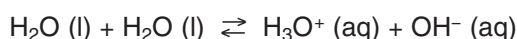
Talde honetakoak dira, adibidez, *sodio karbonatoa*, Na_2CO_3 , *sodio hidrogenokarbonatoa*, NaHCO_3 , *sodio azetatoa*, CH_3COONa , eta *potasio zianuroa*, KCN . Na^+ eta K^+ katioiak *base sendoetatik* datoz, eta CO_3^{2-} , HCO_3^- , CH_3COO^- eta CN^- anioiak *azido ahuletatik*, H_2CO_3 , CH_3COOH eta HCN .

Sodio-azetatoaren ur-disoluzioaren kasuan, adibidez, CH_3COONa :

- Disoluzioan gatzaren disoziazio ionikoa osoa da, eta ekuazio honen arabera gertatzen da:

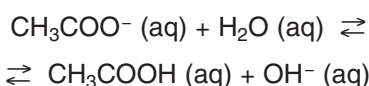


- Uraren autoionizazioa honako oreka honen arabera gertatzen da:




- Na^+ katioiak, hidratatuta, ez du urarekin erreakzionatzen.

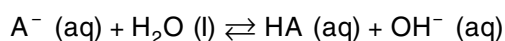
CH_3COO^- anioia, CH_3COOH azido ahularen base konjokatua, oreka honen arabera hidrolizatzen da:



- OH^- ioien kontzentrazioaren gehikuntza dela eta, disoluzioa basikoa da, eta pH-a handiagoa bilakatzen da: $\text{pH} > 7$. Disoluzioa *basikoa* da.

 *Anioiaren hidrolisiaren kausaz, base sendoetatik eta azido ahuletatik datozen gatzaren disoluzioak basikoak dira.*

Oro har, anioia honela hidrolizatzen da:



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

Baldin goiko adierazpen horren bi atalak $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -az biderkatzen baditugu, hau lortzen da:

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

Baina $K_w = K_a \cdot K_b$ denez, ondorioztatzen dugu *hidrolisi-konstantea*, K_h , *anioi basikoaren*, A^- , *ionizazio-konstantearen*, K_b , *berdina dela*.

Ondorioz, *zenbat eta txikiagoa izan* K_a , hau da, *azidoa zenbat eta ahulagoa izan, handiagoa izango da* K_h , eta beraz, disoluzioa basikoagoa izango da.

Base ahuletik eta azido sendotik datozen gatzak

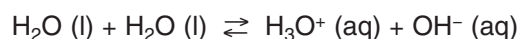
Talde honetakoak dira, adibidez, azido sendoetatik datozen gatz amonikoak, hala nola, *amonio kloruroa*, NH_4Cl , eta *amonio nitratoa*, NH_4NO_3 . NH_4^+ katioia *base ahul* batetik dator, eta NH_3 -a eta Cl^- eta NO_3^- anioiak HCl eta HNO_3 *azido sendoetatik*.

Ikus dezagun amonio kloruroaren, NH_4Cl , ur-disoluzioa.

- Disoluzioan gatzaren disoziazio ionikoa osoa da, eta honako ekuazio honen arabera gertatzen da:

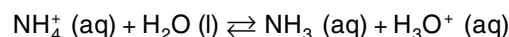


- Uraren autoionizazioa, dakigunez, honako oreka honen arabera gertatzen da:




- Cl^- anioiak, hidratatuta, ez du urarekin erreakzionatzen.

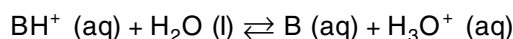
NH_4^+ katioia, NH_3 base ahularen azido konjokatua, oreka honen arabera hidrolizatzen da:



- H_3O^+ ioien kontzentrazioaren gehikuntza dela eta, disoluzioa azidoa da, eta pH-a txikiagoa bilakatzen da: $\text{pH} < 7$. Disoluzioa *azidoa* da.

 *Katioiaren hidrolisiaren kausaz, base ahuletatik eta azido sendoetatik datozen gatzaren disoluzioak azidoak dira.*

Oro har, katioia honela hidrolizatzen da:



$$K_h = \frac{[\text{B}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{BH}^+]}$$

Baldin goiko adierazpen horren bi atalak $[\text{OH}^-]$ -az biderkatzen baditugu, hau lortzen da:

$$K_h = \frac{[\text{B}][\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{K_b}$$

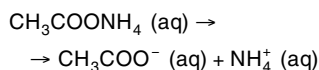
Alboko arrazonamendu berdina erabiliz, ondorioztatzen dugu *hidrolisi-konstantea*, K_h , *katioi azidoaren*, BH^+ , *ionizazio-konstantearen*, K_a , *berdina dela*.

Ondorioz, *zenbat eta txikiagoa izan* K_b , hau da, *basea zenbat eta ahulagoa izan, handiagoa izango da* K_h , eta beraz, disoluzioa azidoagoa izango da.

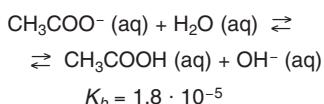
ADI!

Har dezagun amonio azetatoaren, CH₃COONa, ur-disoluzio baten kasua.

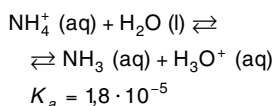
- Gatzaren disoziazioa honako ekuazio honen arabera gertatzen da:



- CH₃COO⁻ (aq) anioiak hidrolisi basikoa eragiten du, honako oreka honen arabera:



- Bestalde, NH₄⁺ (aq) katioiak hidrolisi azidoa eragiten du, honako oreka honen arabera,



Kasu honetan $K_a = K_b$ dela suertatzen denez, disoluzioaren pH-a 7 izango da, gutxi gorabehera, eta disoluzioa *neutroa* da.

Base ahul batetik eta azido ahul batetik datozen gatzak

Talde honetan sartzen dira, besteak beste, azido ahuletatik datozen gatz amonikoak, hala nola, amonio azetatoa, CH₃COONH₄, amonio zianuroa, NH₄CN eta amonio karbonatoa, (NH₄)₂CO₃. NH₄⁺ katioia NH₃ base ahuletik dator, eta CH₃COO⁻, CN⁻ eta CO₃²⁻ anioiak azido ahuletatik datoz: CH₃COOH, HCN eta H₂CO₃.

Gatz horien ur-disoluzioetan, *katioiaren hidrolisi azidoa* eta *anioiaren hidrolisi basikoa* gertatzen dira. Orduan, **hidrolisi-konstantea**, K_h , honako hau da:

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

non K_a , anioiaren hidrolisi azidoaren konstantea baita, eta K_b , katioiaren hidrolisi basikoaren konstantea.

Disoluzio horien pH-a K_a -ren eta K_b -ren balio erlatiboen mende dago.

- Baldin $K_a > K_b$ bada, katioia anioia baino gehiago hidrolizatzen da, eta pH < 7 da. Gatzaren disoluzioa **azidoa** da.
- Baldin $K_b > K_a$ bada, anioia katioia baino gehiago hidrolizatzen da, eta pH > 7 da. Gatzaren disoluzioa **basikoa** da.
- Baldin $K_a \approx K_b$ bada, bi ioiak antzeko proportzioan hidrolizatzen dira, eta pH \approx 7 da. Gatzaren disoluzioa, praktikan, **neutroa** da.

Beheko laukia aztertutako lau gatz moten laburpena da.

| Gatz mota | | Adibidea | Hidrolizatzen diren ioiak | Disoluzioaren pH-a | Hidrolisi-konstantea |
|---------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|-----------------------------|
| Katioiaren jatorria | Anioiaren jatorria | | | | |
| Base sendoa | Azido sendoa | NaCl | Bat ere ez | 7 | – |
| Base sendoa | Azido ahula | CH ₃ COONa | CH ₃ COO ⁻ | > 7 | $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ |
| Base ahula | Azido sendoa | NH ₄ Cl | NH ₄ ⁺ | < 7 | $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ |
| Base ahula | Azido ahula | CH ₃ COONH ₄ | CH ₃ COO ⁻ NH ₄ ⁺ | < 7 baldin $K_b < K_a$ = 7 baldin $K_b \approx K_a$ > 7 baldin $K_b > K_a$ | $K_h = \frac{K_w}{K_a K_b}$ |

Hidrolisi-maila

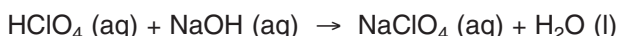
Oso erabilgarria ohi da hidrolisiaren prozesuaren hedadura **hidrolisi-mailaren**, α_h , bidez neurtzea, honela definitzen dena: *hidrolizaturiko gatzaren kontzentrazio molarra zati gatzaren hasierako kontzentrazio molarra*.

$$\alpha_h = \frac{\text{hidrolizaturiko gatzaren molartasuna}}{\text{gatzaren hasierako molartasuna}} = \frac{x}{M}$$

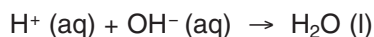
Hidrolisi-maila portzentajetan adierazi ohi da.

11. Azido-base balorazioak

Oro har, ur-disoluzioan azido baten eta base baten arteko erreakzio osoari **neutralizazio-erreakzioa** deritzo, eta *gatz* baten eta, orokorrean, *uraren* eraketa ahalbidetzen du. Adibidez:



Ekuazio horretatik ioi behatzaileak kendu eta gero, forma ionikoan honela geratzen da:



edo, hobeto: $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Neutralizazio-erreakzioa, praktikan, *azido-base balorazioetan* erabiltzen da.

➔ *Azido-base balorazio bat disoluzio batean dagoen azidoaren kontzentrazioaren determinazioa da, base baten kontzentrazio ezagunetik abiatuta, edo alderantziz ere, neutralizazio-erreakzioan oinarrituta, alegia.*

Azido baten balorazioari **azidimetria** deritzo, eta base batenari, **alkalimetria**.

Balorazioa azidoa eta basea gradualki nahastuz egiten da, **baliokidetza-puntua** lortu arte, hau da, *neutralizazio-erreakzioa osoa izan den unea* lortu arte. Puntu horretan, azidotik datozen H_3O^+ ioien kopurua eta basetik datozen OH^- ioien kopurua berdinak dira.

Balorazio baten **bukaera-puntua** *adiezlearen kolore-aldaketa* gertatzen denean lortzen da, adierazle hori erreaktiboei aurretik gehituz. *Balorazioa egokia izan dadin, bukaera-puntuak eta baliokidetza-puntuak bat etorri behar dute.*

ADI!

Neutralizazio izenak ez du halaberrez lorturiko disoluzioa hertsiki neutroa denik zertan adierazi, hau da, $\text{pH} = 7$ denik, pH -a erreakzioan eratu den gatzaren hidrolisiaren mende dagoelako.

Erabili den prozedurak **neutralizazio-bolometria** izena ere hartzen du, azidoa neutralizatzeko behar den base-bolumenaren neurraketa soila (edo alderantziz) delako.



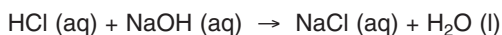
1. irud. Neutralizazio-bolometria egiteko muntaia.

12. ADIBIDEA

Determina ezazu azido klorhidrikoaren ur-disoluzio baten kontzentrazioa. Horretarako, sodio hidroxidotan 0,1318 M den disoluzio bat duzu.

Azidoaren kontzentrazioa jakiteko (*azidimetria*), azidoa zeharo neutralizatzeko behar izan den NaOH (aq)-aren bolumena determinatu beharko dugu.

Erreakzioa honako hau da:



Prozedura honako hau izango da:

- Bureta batean (1. irud.), NaOH disoluzioa jartzen da.
- Erlenmeyer matrize batean HCl disoluzioaren bolumen jakin bat jartzen da, esaterako, 25 mL, eta bromotimolurdina adierazlearen tanta batzuk. Disoluzioak kolore horia hartzen du.
- Poliki-poliki NaOH-a HCl-aren gainera botatzen da, baliokidetza-puntua lortu arte. Puntu hori adierazleak kolore berdea hartzen duenean gertatzen da. NaOH-aren soberakin batek adierazlearen kolore urdina izatera eramango luke.

Demagun NaOH-tan 0,1318 M den disoluzio baten 17,6 mL gastatu direla.

Datu horretatik abiatuta, azidoaren kontzentrazioa kalkula daiteke:

$$n_{\text{NaOH}} = 17,6 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,1318 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

1 mol NaOH-rekin 1 mol HCl-k erreakzionatzen duenez, $2,32 \cdot 10^{-3}$ mol HCl kontsumituko ziren.

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\text{mol HCl}}{\text{disoluzioaren } V} = \frac{2,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 0,0928 \text{ M}$$

Baloratu den azido klorhidrikoaren disoluzioaren kontzentrazioa **0,0928 M** da.

Adierazlearen aukera

Azido-base balorazioetan erabili behar den adierazle egokiaren aukerak honako irizpide honen arabera izan behar du: *balorazioaren baliokidetzapuntuak adierazlearen biraketa-tartearen barruan geratu behar du.*

11.1. Balorazio-kurbak

Azido-base balorazio-prozesuan zehar lortzen den disoluzioaren pH-a etengabe aldatzen da, baina aldaketa horren forma zehatza azidoaren edo basearen izaeraren mende dago, hots, sendoa edo ahula izatearen mende.

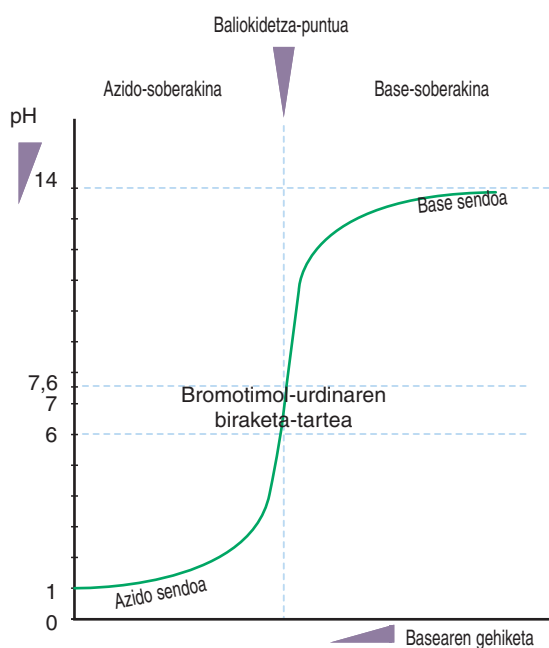
Edozelan ere, *pH-a astiro aldatzen da, baliokidetzapuntuaren inguruan izan ezik*, puntu horren inguruan pH-aren aldaketa bat-batekoa gertatzen baita. Jazoera hori da, hain zuzen ere, balorazioaren bukarra zehaztea ahalbidetzen duena.

Ikus ditzagun bi kasu: *azido sendo baten balorazioa base sendo bat erabiliz, eta azido ahul baten balorazioa base sendo bat erabiliz.*

Azido sendo baten balorazioa base sendo bat erabiliz

Baliokidetzapuntuak pH-a 7 denean lortzen da, eratu den gatzak ez duelako hidrolisirik eragiten.

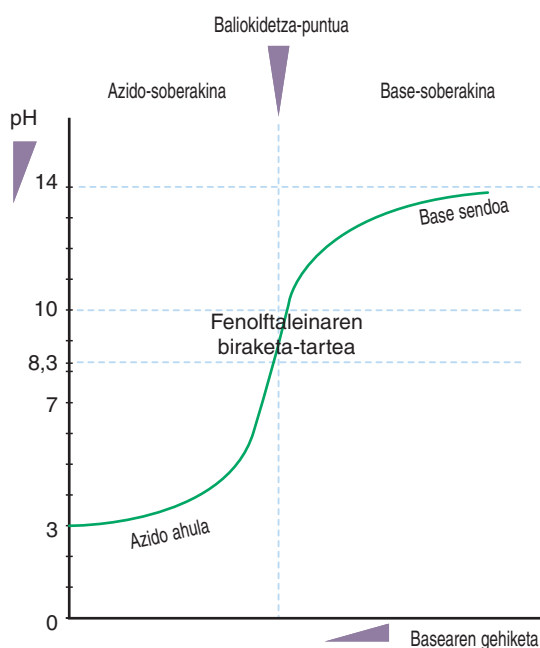
pH-aren jautzia handia denez, adierazle gehienek balio dute balorazio hauentzat. *Bromotimol-urdina* izan daiteke egokia.



Azido ahul baten balorazioa base sendo bat erabiliz

Baliokidetzapuntuak pH-a 7 baino handiagoa denean gertatzen da, eratu den gatzak hidrolisi azidoa eragiten duelako.

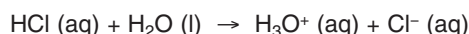
Adierazle gisa *fenolftaleina* erabil daiteke, horren biraketa-tarteak (pH-a 8,3tik 10,0ra) baliokidetzapuntuaren pH-a barneratzen duelako.



13. ADIBIDEA

Kalkulatu azido klorhidrikotan 0,1 M den disoluzio baten pH-a.

— HCl-aren kontzentrazioa 0,1 M bada, horrek esan nahi du $[H_3O^+] = 10^{-1}$ M dela, HCl-a azido sendoa baita, zeharo disoziatuta dagoena.



Beraz, $pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-1} = 1$

HCl-aren disoluzioaren pH-a 1 da.

14. ADIBIDEA

Azido klorhidrikotan 0,1 M den disoluzio baten 25 mL honako disoluzio hauei gehitzen zaie:

a) Sodio hidroxidotan 0,2 M diren 5,00 mL.

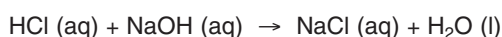
b) Sodio hidroxidotan 0,2 M diren 20,0 mL.

Kalkula itzazu lortzen diren disoluzioen pH-ak. Demagun bolumenak batukorrak direla.

$$a) n_{\text{HCl}} = V \cdot M = 0,025 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,0025 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = V' \cdot M' = 0,005 \text{ L} \cdot 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,0010 \text{ mol}$$

Neutralizazio-erreakzioa hau da:



Mol bat HCl-k mol bat NaOH-rekin erreakzionatzen duenez, 0,0010 mol HCl kontsumituko dira. Beraz,

$$n_{\text{HCl}} \text{ neutralizatu gabekoa} = 0,0025 - 0,0010 = 0,0015 \text{ mol}$$

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\text{molak}}{\text{disoluzioaren } V} = \frac{\text{HCl } 0,0015 \text{ mol}}{(0,025 + 0,005) \text{ L}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

HCl-a zeharo disoziatuta dago. Beraz,

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (5 \cdot 10^{-2}) = 1,3$$

$$b) n_{\text{NaOH}} = V' \cdot M' = 0,020 \text{ L} \cdot 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,0040 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = V \cdot M = 0,025 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,0025 \text{ mol}$$

Kasu honetan, soberan dagoen erreaktiboa NaOH-a da. Erreakzioa molez-mol egiten denez:

$$n_{\text{NaOH}} \text{ neutralizatu gabekoa} = 0,0040 - 0,0025 = 0,0015 \text{ mol}$$

$$M_{\text{NaOH}} = \frac{\text{NaOH-aren molak}}{\text{disoluzioaren } V} = \frac{0,0015 \text{ mol}}{(0,020 + 0,025) \text{ L}} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

NaOH-a zeharo disoziatuta dago. Beraz,

$$[\text{OH}^-] = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (3,33 \cdot 10^{-2}) = 1,5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,5 = 12,5$$

JARDUERAK

35. 0,10 M den azido azetikoaren disoluzio bat dugu. Kalkula itzazu gatzaren hidrolisiaren konstantea, disoluzioaren pH-a eta hidrolisi-maila ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

$$\text{Sol.: } 5,6 \cdot 10^{-10}; 8,9; 7,5 \cdot 10^{-5}$$

36. Kalkulatu sodio azetatotan 0,50 M den disoluzio baten pH-a 0,50 M. ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

$$\text{Sol.: } 9,2$$

37. Kalkulatu amonio klorurotan 0,10 M den disoluzio baten hidrolisi-maila eta pH-a ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

$$\text{Sol.: } 7,5 \cdot 10^{-5}; 5,12$$

38. Kalkulatu amonio bromurotan 0,10 M den disoluzio baten pH-a ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

$$\text{Sol.: } 5,12$$

39. Arrazoitu ea posible den azido sendo baten disoluzioak pH = 0 edukitzea. Baiezkoan, adierazi zein izan beharko luketen azido horren kontzentrazioak eta disoziazio-mailak.

40. pH = 5,00 duen amonio kloruroaren ur-disoluzio bat prestatu nahi da. Lor ezazu gatz horren kontzentrazio molarra ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

$$\text{Sol.: } 0,18 \text{ M}$$

41. Amonio azetatotan 0,15 M den disoluzio bat dugu. Aurki itzazu disoluzio horren hidrolisi-konstantea, hidrolisi-maila eta pH-a. ($K_a = K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

$$\text{Sol.: } 3,1 \cdot 10^{-5}; 5,5 \cdot 10^{-3}; 7$$

42. Kalkula itzazu sodio hidrogenokarbonatotan 0,1 M den disoluzio baten hidrolisiaren konstantea eta maila. Lortu disoluzio horren pH-a ($K_a = 3,0 \cdot 10^{-7}$).

$$\text{Sol.: } 3,3 \cdot 10^{-8}; 5,7 \cdot 10^{-4}; 9,8$$

43. Kalkulatu HCl-tan 0,050 M den disoluzio baten pH-a. Kalkula ezazu aurreko horren 20,0 mL-ko disoluzioaren pH-aldaketa kasuan kasu:

a) Sodio hidroxidotan 0,050 M den disoluzio baten 10 mL gehitzen zaizkionean.

b) Azken disoluzio horren 19 mL gehitzen zaizkionean.

c) Berdin, baina 21 mL gehitzen zaizkionean.

d) Berdin, baina 30 mL gehitzen zaizkionean.

$$\text{Sol.: } 1,30; 1,78; 2,89; 11,09; 12,0$$

44. NaOH-tan 0,2 M diren 50mL-ri, HCl-tan 0,15 M diren 15 mL gehitzen zaizkie. Kalkulatu hasierako eta bukaerako pH-ak. Suposatu disoluzioen bolumenak batukorrak direla.

$$\text{Sol.: } 13,30; 13,08$$

45. Irudikatu base ahul batekin egiten den azido sendo baten balorazioaren kurba, eta adierazi baliokidetzaz-puntuaren pH hurbildua. Aipatu balorazio honentzat egokia litzatekeen adierazle bat, eta arrazoitu aukera.

46. Irudikatu base ahul batekin egiten den azido ahul baten balorazioaren kurba. Arrazoitu baliokidetzaz-puntuaren pH hurbildua zein izango den, balorazio honentzat egokia litzatekeen adierazlea.

Azidoak eta baseak eguneroko bizitzan

Azidoak eta baseak ez dira substantzia arrotzak, kimikariek soil-soilik laborategietan erabiltzen dituztenak. Eguneroko bizimoduan ere horrelako substantzia asko erabiltzen ditugu, eta substantzia horien erabilgarritasuna, hain zuzen ere, izaera azidoan edo basikoan datza. Hona hemen horren adibide batzuk:

- Zenbait **fruitu** eta **elikagai arruntek** azidoak dituzte.

Laranjek, limoiek eta beste zenbait frutak azido zitrikoa dute. Sagarretan, azido malikoa agertzen da, jogurtean, azido laktikoa, eta ozpinean, azido azetikoa. Azido butirikoa (butanoikoa), gurinaren osagai berezia da, eta, oro har, gantz-azidoak landareetako eta animailuetako gantzen osagai funtsezkoak dira. Azido tartarikoa mahatsean aurkitzen da, eta horri berezkoa duen garratzasuna ematen dio.

- Gauza jakina da azido klorhidrikoa, beste substantzia batzuekin batera, gure urdaileko **urin gastriko**etan dagoela, eta bertan elikagaien liseriketan eta liseri-entzima batzuen aktibazioan oinarrituko funtzioa betetzen duela.

Pertsona heldu batek, egunero, 2 eta 3 L arteko urin gastriko ekoizten dituela kalkulatu da, eta bertan, HCl-aren kontzentrazioa % 0,4 ingurukoa dela. Baina, zein da urin gastrikoaren HCl-aren jatorria?

Zenbait erreakzio metabolikoren emaitza gisa H^+ ioiak ekoizten dira, eta urdailaren kanpoaldeko odol-plasmatik, haren barnealdera desplazatzen dira. Prozesu horri garraio aktiboa deritzo, eta bertan zenbait entzimak hartzen dute parte. Aldi berean, eta kargen neutralitatea mantentzeko, norantza berean Cl^- ioien kopuru berdina higitzen da. Jatearen ekintzak H^+ ioien jarioa eragiten du, eta, normalean, ioi horietariko ehunekobeste txiki bat urdaila inguratzen duen muki-min-tzak birxurgatzen du, H^+ ioiak odol-plasmara berriro doazelarik. Hala ere, HCl-aren



kantitatea larregizkoa bada, orduan muki-mintzaren zeharkako H^+ ioien itzulera gehiegizkoak kalte larriak eragin ditzake.

Kalte horietako bat bihotzerrea da, eta gehienetan une baterako H^+ ioien kontzentrazioa gutxitzen duen antiazido bat hartuz moteltzen da. Era horretan, substantzia horietako batzuek urin gastrikoan soberan dagoen HCl-a neutralizatzen dute.

- **Etzeko garbiketan erabilitako merkatuko produktu**en artean, oso arruntak dira amoniakoa, NH_3 , duten substantziak, base ahul oso garrantzitsuak. Sosa kaustikoa, hau da, sodio hidroxidoa, NaOH, base sendoa dena, sarri erabiltzen da hondakin-urak daramatzaten hodieriak libratzeko. Azido klorhidrikoaren disoluzio komertziala den *salfumana* etzeko garbiketan sarri erabiltako produktuetariko bat da.

Produktu hauek guztiak oso kontzentratuak izaten dira; beraz, arreta eta kontu handiz erabili behar dira, haien erasokortasun kimikoa dela eta.

- **Gorputzaren garbiketarako zenbait produktu**ren ontzietan, esaterako xanpuak eta bainurako gelak, zera ikusi ohi da, barruko produktuaren pH-a, izan ere, substantzia horien azidotasunak azalaren osasunaren gainean eta ilearen gainean eragin baitezake.

Gure ileak proteina-katea luzez eratuta dago, eta katea horiek zenbait lotura motaz elkarrekin lotuta daude. Lotura horietarik ahulenak hidrogeno-loturak dira, uretan bustitzean apurtu egiten direnak, geroago lehortzean berriro eratzen diren arren. Xanpu baten pH-a 4 baino baxuagoa bada edo 8 baino altuagoa bada, proteinen arteko beste lotura guztien gainean, gehiago edo gutxiago, eragiten du; bereziki, bortizki alkalinoak den xanpu bat bada, ilea hauskorrago bilakatu ez ezik, ilearen deshidratazioa ekiditeko larruazaleko guruinak jariatzen duten koipe babeslea larregi eliminatu ere egiten baitu.

Xanpu batean pH-rik egokiena 5 ingurukoa da. Oro har, gorputzaren garbiketa egiteko lar alkalinoak diren produktuek azala sikatu eta arrakalatu egiten dute.

Hausnartzeko

Zer abantaila eskaintzen du frutan substantzia azidoak egoteak?

Zer onura dakarkie gure jatorduei fruta-postre bat gehitzeak?

Zer ondorio ekar ditzake garbiketarako produktu bortizki azido edo basikoen erabilera axolagabeak?

LABURPENA

- **Arrhenius-en** edo disoziazio ionikoaren **teorien arabera**, azidoek eta baseek ur-disoluzioan baino ez dute izaera hori.

— **Azidoa**, ur-disoluzioan disoziatzean *hidrogeno ioiak*, H^+ , eratzen dituen substantzia oro da.

— **Basea**, ur-disoluzioan disoziatzean *hidroxido ioiak*, OH^- , eratzen dituen substantzia oro da.

Neutralizazioa *azido batek base batekin zeharo erreazionatzen duenean*, gatza eta ura eratuz, gertatzen da.



- **Brönsted eta Lorry-ren teoriak** azido eta base kontzeptuak sakondu zituen. Teoria horren arabera:

— **Azidoa** beste substantzia bati H^+ ioi bat, hau da, protoi bat, lagatzeko edo emateko gai den espezie kimiko oro da, molekularra zein ionikoa.

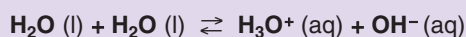
— **Basea** beste substantzia batetik H^+ ioi bat jasotzeko edo hartzeko gai den espezie kimiko oro da, molekularra zein ionikoa.

Neutralizazioa *transferentzia* bat da, eta bertan azido baten ioi bat, H^+ (protoia), base bateraino doa, basearen azido konjokaturia eta azidoaren base konjokaturia sortuz.



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

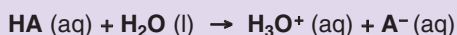
- Urak **autoionizazio-prozesu** bat jasaten du, eta prozesu horren arabera, molekula batek azido gisa dihardu, beste molekula batek base gisa, batetik bestera protoia transferituz, honako ekuazio honen arabera:



Oreka horren konstanteak, $K_W = [H_3O^+][OH^-]$, **uraren biderkadura ionikoa** deritzen, eta balioa 10^{-14} da $25^\circ C$ -an.

- **Azido eta baseen indarrak** substantzia horiek protoiak, H^+ , emateko edo hartzeko, hurrenez hurren, duten ahalmen baldiako edo txikiagoaren mende daude.

— **Azido sendoek eta base sendoek** protoiak, H^+ , emateko edo hartzeko, hurrenez hurren, joera oso handia erakusten dute, eta ur-disoluzioetan zeharo disoziatzen dira.



— **Azido ahulek eta base ahulek** protoiak, H^+ , emateko edo hartzeko, hurrenez hurren, joera oso txikia dute, eta molekula ez-ionizatuen eta eraturiko ioien artean oreka bat agertzen da.



Azido ahul baten **azidotasun-konstantea**, K_a , honela definitzen da:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$



Base ahul baten **basikotasun-konstantea**, K_b , honela definitzen da:

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

Azido bat zenbat eta sendoagoa izan, ahulagoa izango da haren base konjokaturia, eta alderantziz.

- Azido edo base ahul baten **ionizazio-maila**, α , erlazio bat da, ionizaturiko azidoaren edo basearen orekako kontzentrazioaren eta hasierako kontzentrazioaren arteko zatidura.

- Disoluzio baten **pH**-a H_3O^+ ioien kontzentrazio molarren zenbakizko adierazpenaren logaritmo negatiboa da. $[H_3O^+]$.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

pOH $[OH^-]$ ioien kontzentrazioaren zenbakizko adierazpenaren numerikoaren logaritmo negatiboa da.

$$pOH = -\log [OH^-]$$

Aldagaien arteko erlazioa honako adierazpen honek ematen du:

$$pH + pOH = 14$$

- **Disoluzio indargetzaileak** edo **erregulatzailak** pH-a praktikoki konstante mantentzeko gai diren disoluzioak dira, azido baten edo base baten kantitate txikiak gehitzen zaizkienean, edota diluitu egiten direnean.

- **Azido-base adierazlea** izaera azido edo basiko ahula duen substantzia bat da, kolore desberdinak hartzen dituenak, disolbatuta dagoeneko disoluzioaren pH-aren arabera.

- **Gatz baten hidrolisia** gatzaren ioiek urarekin egin dezaketen azido-base erreakzioa da.

— *Base sendo batetik* eta *azido sendo batetik* datozen gatzek ez dute hidrolisi-erreakziorik sortzen eta disoluzioa neutroa da ($pH = 7$).

— *Base sendo batetik* eta *azido ahul batetik* datozen gatzek hidrolisi alkalinoa agertzen dute, eta horien disoluzioa basikoa da ($pH > 7$).

— *Base ahul batetik* eta *azido sendo batetik* datozen gatzek hidrolisi azidoa erakusten dute, eta horien disoluzioa azidoa da ($pH < 7$).

— *Azido ahul batetik* eta *base ahul batetik* datozen gatzek hidrolisi azidoa eta alkalinoa erakusten dituzte, eta horien disoluzioen pH-a jatorrizko azidoaren eta basearen indar erlatiboaren arabera izango da.

- **Azido-base balorazio bat** disoluzio batean dagoen azidoaren kontzentrazioaren determinazioa da, base baten kontzentrazio ezagunetik abiatuta, edo alderantziz ere, neutralizazio-erreakzioan oinarrituta, alegia. Azido baten balorazioari **azidimetria** deritzen, eta base batenari, **alkalimetria**.

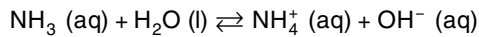
A

Kalkula itzazu amoniakotan 0,20 M den ur-disoluzio baten pH-a eta ionizazioaren portzentajea.

$$(K_b = 1,8 \cdot 10^{-5})$$

- Datuak: $[\text{NH}_3] = 0,20 \text{ M}$ $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$
- Amoniakoa, NH_3 , base ahula da, eta ionizazio partzialak OH^- ioiak ematen ditu.

Ionizazioaren oreka honako hau da:



eta orekako kontzentrazioak honako hauek dira:

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = x \quad [\text{NH}_3] = M - x$$

- Ionizazio-konstantea honela adieraz daiteke:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{M - x} \approx \frac{x^2}{M}$$

Adierazpen horretatik:

$$x = \sqrt{K_b \cdot M} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,20} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Datu horretatik abiatuta, pH-a lortuko dugu:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1,9 \cdot 10^{-3}) = 2,72$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,72 = \mathbf{11,28}$$

- Disoziazio-maila honako hau da:

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{hasierako } [\text{NH}_3]} = \frac{1,9 \cdot 10^{-3} \text{ M}}{0,20 \text{ M}} = 9,5 \cdot 10^{-3}$$

Portzentajetan adierazita:

$$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 9,5 \cdot 10^{-1} = \mathbf{\% 0,95}$$

Amoniakotan 0,20 M den disoluzioaren pH-a **11,28** da eta amoniakoa **% 0,95** ionizatuta dago.

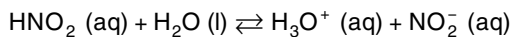
B

Determina ezazu zein izan beharko duen azido nitrosozko disoluzio baten kontzentrazioak, disoluzio horren pH-a 2,50 izan dadin.

$$(K_a = 4,5 \cdot 10^{-4})$$

- Datuak: $\text{pH} = 2,5$ $K_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$
- Azido nitrosoa, HNO_2 , azido ahula da, eta ionizazio partzialak H_3O^+ ioiak ematen ditu.

Ionizazioaren oreka honako hau da:



eta orekako kontzentrazioak honako hauek dira:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = x \quad [\text{HNO}_2] = M - x$$

- Ionizazio-konstantea honela adieraz daiteke:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = \frac{x^2}{M - x}$$

- pH-aren datutik abiatuta, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -a jakin daiteke, eta ondorioz, x -aren balioa:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Balio hori, oreka-konstantearen adierazpenean ordezkaturaz, M-ren balioa lortuko dugu:

$$K_a = \frac{x^2}{M - x} \Rightarrow 4,5 \cdot 10^{-4} = \frac{(3,16 \cdot 10^{-3})^2}{M - 3,16 \cdot 10^{-3}}$$

$$4,5 \cdot 10^{-4} \text{ M} - 1,42 \cdot 10^{-6} = 9,98 \cdot 10^{-6}$$

$$4,5 \cdot 10^{-4} \text{ M} - 9,98 \cdot 10^{-6} = 1,42 \cdot 10^{-6}$$

$$M = \frac{8,56 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 0,019$$

Disoluzioaren pH-a 2,50 izan dadin, kontzentrazioaren balioak **0,019 M** izan behar du.

1. Kalkula itzazu azido azetikotan CH_3COOH , 0,1 M den disoluzioaren pH-a eta azidoaren ionizazioaren portzentajea ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Sol.: 2,87; % 1,34

2. Temperatura batean, azido zianhidrikotan 0,1 M den disoluzio baten pH-aren balioa 5,07 da. Kalkula ezazu azido horren ionizazio-konstantea, temperatura horretan.

Sol.: $7,23 \cdot 10^{-10}$

3. Azido monoprotiko batean, HA, 0,1 M den disoluzioaren pH-a 4,0 da. Kalkula itzazu azidoaren ionizazioaren portzentajea eta azidotasun-konstantea.

Sol.: % 0,1; $1,0 \cdot 10^{-7}$

4. Azido ahul monoprotiko bat, HA, ur-disoluzioan eta 10^{-2} M-eko kontzentrazioan, % 3 ionizatuta dago. Kalkula itzazu disoluzioaren pH-a eta azidoaren ionizazio-konstantea.

Sol.: 3,52; $9,3 \cdot 10^{-6}$

5. Kalkula ezazu azido azetikotan 0,1 M den disoluzio baten pH-a, % 1,6 ionizatuta dagoela jakinda.

Sol.: 2,80

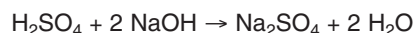
6. Determina ezazu amoniakotan 0,01 M den disoluzio baten pH-a, % 4,2 ionizatuta dagoela jakinda.

Sol.: 10,62

C

Azido sulfurikotan 0,10 M den disoluzio baten 4,0 mL-rekin, sodio hidroxidozko disoluzio baten 7,0 mL zeharo neutralizatzen dira. Kalkula itzazu NaOH-zko disoluzioaren kontzentrazio molarra eta disoluzio horretan zenbat gramo zati litro NaOH dagoen.

— Neutralizazio-erreakzioa honako hau da:



Horrek esan nahi du gehitzen den mol H_2SO_4 bakoitzeko, bi mol NaOH neutralizatzen direla.

— Lehendabizi, 0,10 M den H_2SO_4 -zko disoluzioaren 4,0 mL-rekin zenbat mol NaOH neutralizatuko diren kalkulatu dugu. Horrela lortutako datuarekin NaOH disoluzioaren molaritatea lortuko dugu, eta hortik abiatuta, edukia gramotan aterako dugu:

$$4,0 \cdot 10^{-3} \text{ L disol. } \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{0,1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L disol. } \text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH}$$

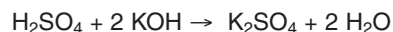
$$M_{\text{NaOH}} = \frac{8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH}}{7,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,114 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow m_{\text{NaOH}} = \frac{0,114 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L disol.}} \cdot \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 4,56 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

NaOH disoluzioa **0,114 M** da, eta disoluzioak **4,56 g** NaOH ditu litro bakoitzeko.

D

Kalkula ezazu zein izango den potasio hidroxidotan 0,610 M den disoluziotik erabili behar den bolumena, azido sulfurikotan 0,245 M den disoluzio baten 20,0 mL zeharo neutralizatzeko.

— Neutralizazio-erreakzioa honako hau da:



Horrek esan nahi du gehitzen diren bi mol KOH-ko, mol bat H_2SO_4 neutralizatuko dela.

— Lehendabizi H_2SO_4 -aren disoluzioaren 20 mL-ak neutralizatzeko beharrezko diren KOH molak kalkulatu dugu. Horrela lortutako datuarekin, eta KOH-aren disoluzioaren molaritatea jakinda (0,610 M), beharrezkoa den bolumena determinatuko dugu:

$$20,0 \cdot 10^{-3} \text{ L disol. } \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{0,245 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L disol. } \text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol KOH}$$

$$M_{\text{KOH}} = \frac{n_{\text{KOH}}}{V} \Rightarrow V = \frac{n_{\text{KOH}}}{M_{\text{KOH}}} = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,610 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,0160 \text{ L} = 16,0 \text{ mL}$$

16,0 mL beharko dira KOH-aren disoluziotik.

7. 3,65 g HCl (g) disolbatu dira, 1,0 L disoluzio lortzeko. Baldin disoluzio horren 100 mL behar badira sodio hidroxidoaren disoluzio baten 50 mL neutralizatzeko, determina ezazu azken horren kontzentrazio molarra.

Sol.: 0,2 M

8. Kaltzio hidroxidoaren disoluzio baten 20,0 mL behar dira azido sulfurikotan 1,0 M den disoluzio baten 30,0 mL neutralizatzeko. Determina ezazu zenbat gramo kaltzio hidroxido dauden disoluzioaren 1 L-ean.

Sol.: 111,14 g

9. Azido sulfurikoaren disoluzio baten 50,0 mL-tan, 14,0 g azido puru daude disolbatuta. Determina ezazu zein izango den disoluzio hori neutralizatzeko beharrezkoa den potasio hidroxidotan 0,5 M den disoluzio baten bolumena.

Sol.: 0,571 L

10. Kalkulatu aurreko ariketaren neutralizazioan lortzen den gatzaren kontzentrazioa, bolumenak batukorrak direla suposatuz.

Sol.: 0,23 M

11. Kalkula ezazu zenbat gramo potasio hidroxido puru beharko diren azido sulfurikotan 0,1 M diren 100 mL disoluzio neutralizatzeko.

Sol.: 1,12 g

12. Kalkula ezazu zein izango den neutralizatu daitekeen kaltzio hidroxidoaren masa, azido klorhidrikotan 5,0 M den disoluzio baten 100,0 mL erabilita.

Sol.: 18,5 g

13. Kalkula ezazu zein izango den azido sulfurikoaren disoluzio baten molartasuna, baldin disoluzio horren 40,0 mL-rekin 0,365 g kaltzio karbonato neutralizatu ahal badira.

Sol.: 0,085 M



1. Idatz itzazu honako substantziek ur-disoluzioan jasaten duten disoziazio ionikoaren ekuazio doituak, Arrheniusen teoriaren arabera: potasio fosfatoa, kaltzio bromuroa, azido karbonikoa eta magnesio hidroxidoa.

2. Aipatutako gatz bakoitza azido bat base batez neutralizatuz eratu da.

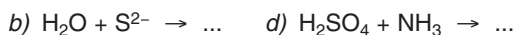
Adierazi zein den azidoa eta zein basea kasu bakoitzean: burdina (II) kloruroa, sodio karbonatoa eta kobrea (I) nitritoa.

3. Justifika ezazu Brönsteden teoria erabilia: a) honako espezie kimiko hauen izaera azidoa: H_2O eta NH_4^+ ; b) honako espezie kimiko hauen izaera basikoa: OH^- eta CH_3NH_2 , metilamina.

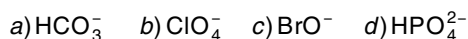
4. Adierazi honako Brönsteden azidoen base konjokatuak zein diren: H_2O , HCO_3^- eta HS^- .

5. Adierazi honako Brönsteden base hauen azido konjokatuak zein diren: H_2O , NH_3 eta HSO_4^- .

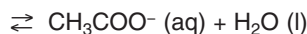
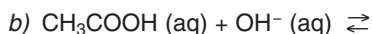
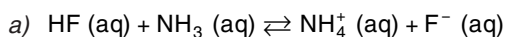
6. Osa itzazu erreakzioak Brönsted-Lowry-ren teoriaren arabera, eta bakoitzean identifika ezazu zein den azidoa, zein basea, eta dagozkien base eta azido konjokatuak.



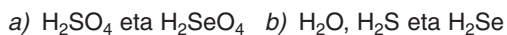
7. Adierazi H_2O -arekin nola moldatuko diren substantziak, eta identifika ezazu bakoitzaren izaera, azidoa edo basikoa. Idatzi erreakzioak.



8. Aurrean, arrazoituz, zein izango den noranzko nagusia erreakzio hauetan:



9. Argudia ezazu talde bakoitzean zein izango den azido sendoena.



10. Kalkula ezazu zein izango den Na_2SO_4 -ak eratzen dituen ioien kontzentrazio molarra, gatz horretan 0,020 M den disoluzio batean.

Sol.: $[\text{Na}^+] = 0,040 \text{ M}$; $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,020 \text{ M}$

11. Azido hipoklorosotan 0,20 M den ur-disoluzio bat prestatu da. Kalkula ezazu K_a ionizazio-konstantea, jakinda orekako ClO^- ioien kontzentrazioa $8,4 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ dela.

Sol.: $3,5 \cdot 10^{-8}$

12. Demagun azido monoprotiko bat, HA. Azido horretan hasierako ur-disoluzioaren kontzentrazioa 0,10 M da, K_a -ren balioa $1,1 \cdot 10^{-9}$ delarik. Aurki ezazu orekan presente dagoen espezie kimiko bakoitzaren kontzentrazioa.

Sol.: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; $[\text{HA}] = 0,099 \text{ M}$

13. Azido azetikoaren, CH_3COOH , disoluzio bat 0,01 M da. Kalkula itzazu disoluzio horretan orekako espezie kimikoaren kontzentrazioak eta azidoaren disoziazioaren portzentajea ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Sol.: $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,24 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 9,58 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; % 4,24

14. Baldin azido fluorhidrikoaren, HF, ionizazio-konstantearen balioa, tenperatura batean, $6,4 \cdot 10^{-4}$ bada, kalkula ezazu zein izango den azido horren ionizazio-maila 0,10 M den disoluzio batean.

Sol.: 0,08

15. HA azido monoprotiko bat % 1,34 disoziatuta dago 0,10 M den disoluzio batean. Aurki ezazu ionizazio-konstantearen balioa.

Sol.: $1,8 \cdot 10^{-5}$

16. Kalkula itzazu kasu hauetako pH-a eta pOH-a:

a) Ur-disoluzio bat, non $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -aren balioa $4,25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ baita.

b) Ur-disoluzio bat, non $[\text{OH}^-]$ -aren balioa $7,86 \cdot 10^{-11} \text{ M}$ baita.

Sol.: a) 2,37; 11,63; b) 3,9; 10,1

17. Kalkula itzazu hiru ur-disoluzioaren $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -a eta $[\text{OH}^-]$ -a, baldin haien pH-ak 0,55, 4,20 eta 13,15 badira, hurrenez hurren.

Sol.: 0,28 eta $3,5 \cdot 10^{-14}$; $6,3 \cdot 10^{-5}$ eta $1,6 \cdot 10^{-10}$;
 $7,1 \cdot 10^{-14}$ eta 0,14

18. Kalkula itzazu HCl-tan $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ den ur-disoluzio baten pH-a, eta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -tan 0,0015 M den beste ur-disoluzio batena.

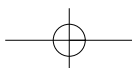
Sol.: 3,0; 11,5

19. Azal ezazu H_3PO_4 -aren eta NaH_2PO_4 -aren disoluzioak eraturiko sistema indargetzailearen portaera.

20. Aurki ezazu osaera hau duen disoluzio indargetzailearen pH-aren balioa. CH_3COOH 0,50 M eta CH_3COONa 0,50 M ($K_a = 1,85 \cdot 10^{-5}$). Kalkula ezazu pH-a HCl-tan 1,0 M den 1,0 mL gehitu ondoren.

Sol.: 4,733; 4,731

21. Arrazoiu zein izango den ur-disoluzioaren izaera, azidoa, basikoa ala neutroa: KCl, NH_4F , Na_2SO_4 , K_2CO_3 , NH_4NO_3 .



22. Demagun sodio azetatotan 1,0 M den disoluzio bat. Kalkula itzazu orekako espezie kimikoen kontzentrazio molarrek eta disoluzioaren pH-a ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
- Sol.: $[\text{OH}^-] = [\text{CH}_3\text{COOH}] = 2,4 \cdot 10^{-5}$; pH = 9,38
23. Lortu itzazu amonio klorurotan 1,0 M den disoluzio baten pH-a eta gatzaren hidrolisi-maila ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
- Sol.: 4,63; $2,4 \cdot 10^{-5}$
24. Kalkulatu potasio zianurotan 0,2 M den disoluzio batean dauden OH^- ioien kontzentrazioa ($K_a = 4,0 \cdot 10^{-10}$).
- Sol.: $2,24 \cdot 10^{-3}$
25. Kalkula ezazu amonio azetatoaren hidrolisiaren portzentajea, jakinda ioiek disoluzioan duten hidrolisi-konstanteak: $K_a = K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- Sol.: % 0,55
26. Azido azetikoaren disoluzio bat prestatu da, azidoa urari gehituz, pH-a 3,0 izan arte. Disoluzioaren bukaerako bolumena 0,400 L-koa da. Kalkulatu:
- Azido azetikoak disoluzioan duen kontzentrazio molarra.
 - Azidoaren ionizazio-maila.
 - Disoluzio azido hori zeharo neutralizatzeko beharko den sodio hidroxidoaren disoluzio baten bolumena, baldin disoluzio hori 1,00 M bada. (CH_3COOH -aren $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
- Sol.: 0,0566 M; 0,018; 22,6 mL
27. Demagun azido zianhidrikoaren disoluzio bat, 0,10 M dena, sodio hidroxidotan 0,10 M den disoluzio batekin neutralizatzen dela. Kalkula ezazu balio-kidetzaren puntuaren pH-a (HCN -aren $K_a = 5 \cdot 10^{-10}$). Irudika ezazu balorazio-kurba modu hurbil batean.
- Sol.: 11,15
28. Kalkula ezazu 25 mL sodio hidroxido 0,16 M, azido klorhidrikotan 0,10 M diren 50 mL-ri gehitzen zaizkionean agertzen den disoluzioaren pH-a.
- Sol.: 1,9
29. Azido monoprotiko baten, HA, ionizazio-konstantearen balioa $2,14 \cdot 10^{-14}$ da. Kalkulatu:
- Azido horretan 0,20 M den disoluzio baten ionizazio-maila.
 - Disoluzioaren pH-a.
- Sol.: 0,033; 2,2
30. Kalkula ezazu azido hipobromosotan, HBrO , 0,12 M den disoluzio baten pH-a (K_a , $\text{HBrO} = 2,1 \cdot 10^{-9}$).
- Sol.: 4,80
31. Determina ezazu azido azetikoaren disoluzio baten pH-a, % 1,3 ionizatuta badago ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
- Sol.: 2,86
32. Azido azetikotan 0,01 M den disoluzio baten pH-a 3,37 da. Kalkulatu azidoaren ionizazio-konstantea.
- Sol.: $1,9 \cdot 10^{-5}$
33. BOH base bat, 0,50 M den disoluzio batean, % 1,0 ionizatuta dago. Determina ezazu pH-a.
- Sol.: 11,70
34. Aurki ezazu zenbat gramo potasio hidroxido gehitu behar zaizkion 250 mL uri, disoluzioaren pH-a 9,50 izan dadin. Gehikuntza horretan uraren bolumena konstante mantentzen dela suposatuz.
- Sol.: $4,4 \cdot 10^{-4}$ g
35. Determina ezazu zein izan beharko duen amoniako-disoluzio baten kontzentrazioak pH-a 10,35 izan dadin (NH_3 -aren $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
- Sol.: $2,8 \cdot 10^{-3}$ M
36. Bi disoluzio azidok, bata azido klorhidrikoaren eta bestea azido azetikoarena, pH berdina dute. Determinatu bietatik zeinek edukiko duen kontzentrazio handiena, eta justifikatu erantzuna.
37. Bi disoluzio basikok, bata amoniakoarena eta bestea sodio hidroxidoarena, pH berbera dute. Determinatu bietatik zeinek edukiko duen kontzentrazio handiena, eta justifikatu erantzuna.
38. Sodio hidroxidoaren disoluzio batek kaltzio hidroxidoaren beste disoluzio baten kontzentrazio berbera du. Justifikatu, arrazoituz, bietatik zeinek edukiko duen pH-rik altuena.



39. Presta itzazu, kalkulu-orri batean, bi programa, bata azido monoprotikoaren disoluzioaren pH-a eta pOH-a kalkulatzeko, eta bestea base sendoen pH-a eta pOH-a lortzeko. Kalkuluak 10^{-5} M eta 1 M bitarteko kontzentrazioetarako egingo dira.
40. Bilatu Interneten euri azidoari buruzko informazioa, eta aurkezpen-programa batez, prestatu azalpen bat fenomenoaren eragileez, ondorioez eta konponbideez.