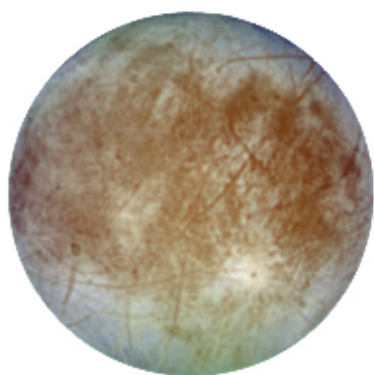


1

Bioelementuak, ura eta gatz mineralak



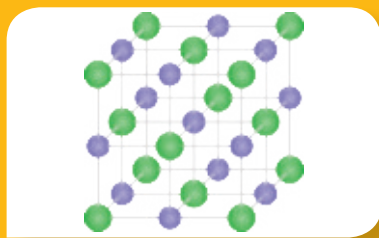
Izaki bizidunak ditu Lurrak, eta horixe da, zalantzarik gabe, gure planetaren ezaugarri nagusia.

Planeta batean bizia egongo bada, ur likidoa edukitzeko moduko tenperatura izan behar du, uretan gertatzen baitira nutriziorako ezinbesteko diren erreakzio kimiko guztiak; eta tenperatura planetatik bere izarerainoko distantziaren araberakoa da, hein batean. Bestalde, planetak tamaina egokia izan behar du, konposatu gaseosoak atxikitze adinakoa, horrela lor baitezake atmosfera izatea eta, atmosferak berotegi-efektua egiten badu,

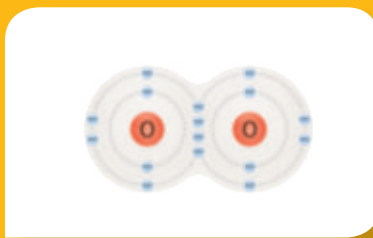
bat-bateko tenperatura-aldaketarik ez gertatzea. Atmosferak, gainera, konposizio egokikoa izan behar du, tenperatura altuegia izan ez dadin.

Oraindik ez dugu ezagutzen bizia dagoen beste lekurik unibertso osoan. Baina zientzialariek badute itxaropena: ur likidoa daukan beste planeta, satelite edo zeruko gorputz bat aurkituz gero, ba omen liteke bizia aurkitzea, bakterioak, behinik behin.

Orain bertan, badirudi Jupiterren Europa sateliteak eduki dezakeela ur likidoa, azaleko izotz-geruzaren azpian.



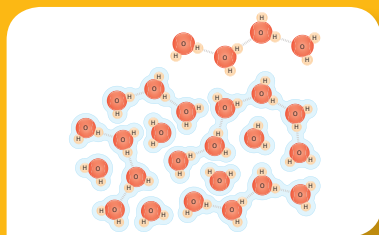
1 Atomoak eta molekulak lotura kimikoen bidez elkartzen dira



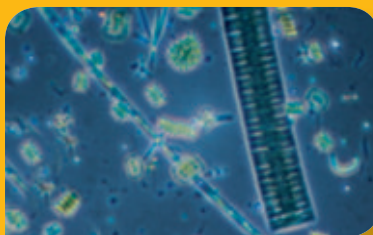
2 Izaki bizidunak bioelementuz osatuta daude



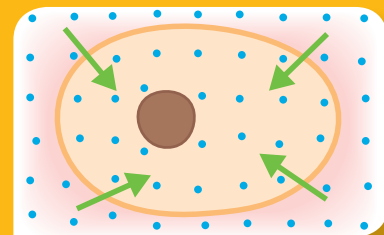
3 Funts-gai edo biomolekulek materia biziduna eratzen dute



4 Ura ezinbestekoa da bizia egoteko nahitaezkoak diren erreakzioetarako



5 Gatz mineralak hauspeatuta edo disolbatuta egoten dira



6 Egiatzko disoluzioak kristaloidez osatuta daude



7 Organismo askoren barne-ingurunea dispartzio koloidalak dira

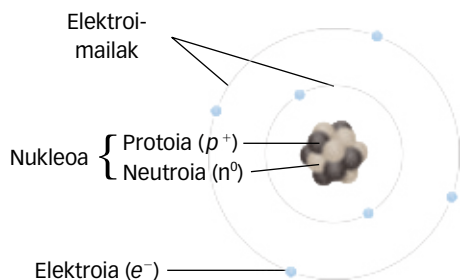


8 Zenbait teknikaren bidez, biomolekula mota guztiak banandu daitezke

HASTEKO

- Zergatik da hain garrantzitsua eta are ezinbestekoa ura egotea, bizia izan dadin?
- Zer ezaugarri izan behar ditu planeta edo satellite batek, ur likidua edukiko badu?
- Zer deritzozu: ba al legoke gure planetan izaki bizidunak, oxigenorik ez balego eta ur guztiak materia organikoz aseta baleude?
- Zuk dakizula, zer beste molekula dira ezinbestekoak, uraz gain, edonon bizia egon dadin?
- Aipatu materiaren antolaketa mailak (ezagutzen dituzunak), eta jarri adibide bana.
Zein da elementuek osagai dituzten partikuletan txikiena?
Zer maila da konplexutasun handienekoa?

1 Atomoak eta molekulak lotura kimikoen bidez elkartzen dira



Karbonoa $\cdot\dot{C}\cdot$ 6 e, 6 p, 6 n

Zenbaki atomikoa: 6

Masa atomikoa: 12

Karbono atomoaren egitura.

Atomoaren ikur kimikoan puntuen bidez adierazi da zenbat elektroi dauzkan azken geruzan; hau da, zenbat elektroi hartu edo eman ditzakeen, beste atomo batzuekin lotura kimikoak egiteko.

***Ioi:** karga elektrikoa duen atomoa edo molekula. Atomo isolatu batek elektroiak hartzen dituenean, karga global negatiboa hartzen du, eta elektroiak galtzen dituenean, berriz, karga global positiboa. Karga negatiboko atomoei anioi deritze, eta positibokoei, katioi.

Hona hemen materiaren konposizioa ulertzeko funtsezko kontzeptuak:

- **Elementu kimikoa edo substantzia bakuna.** Atomo mota bakar batez osatuta egon eta erreakzio kimikoen bidez beste substantzia batzuetan ezin deskonposa daitekeen substantzia oro da. Adibidez, hidrogenoa (H), oxigenoa (O), karbonoa (C) eta burdina (Fe). 118 elementu kimiko ezagutzen ditugu, baina horietako batzuk artifizialki lortu dira, eta oso denbora-tarte laburrean.
- **Atomoa.** Elementu kimikoen osagai txikiena da. Atomoek nukleoa eta geruza dituzte, eta haietan, **protoiak** eta **neutroiak**, nukleoan, eta **elektroiak**, geruzan. Atomo neutro mota bakoitzak protoi eta elektroi kopuru berbera du beti. Esaterako, karbono atomoak sei protoi ditu nukleoan, eta sei elektroi, geruzan.
- **Molekula.** Elkarren artean lotuta dauden bi atomoz edo gehiagoz osatutako egitura da. Atomoak mota berekoak badira, **molekula homogeneoa** da; hala-koak dira, esaterako, oxigeno gasa (O_2), nitrogeno gasa (N_2) eta hidrogeno gasa (H_2). Atomoak mota berekoak ez badira, **molekula heterogeneoa** da; hala-koen adibide dira, besteak beste, ura (H_2O) eta metanoa (CH_4).
- **Substantzia konposatua.** Bi elementu kimikoz edo gehiagoz osatuta dagoen substantzia oro da, eta erreakzio kimikoen bidez bereiz daitezke elementuok. Substantzia konposatuaren parterik txikiena molekula heterogeneo bat da; hots, mota desberdineko atomoz osatutako molekula bat. Konposatuak dira, esaterako, burdin oxidoak (FeO , Fe_2O_3), aluminio oxidoa (Al_2O_3) eta hidroxidoak, hala nola kaltzio hidroxidoa ($Ca(OH)_2$).

Molekula, ioi* eta abarretan atomoak elkarri lotuta iraunarazten dituen indarrari **lotura kimiko** deritzo. Materia bizidunean, lotura mota hauek dira nagusiak: lotura ionikoa, lotura kobalentea, hidrogeno-lotura eta Van der Waalsen indarrak.

1.1. Lotura ionikoa

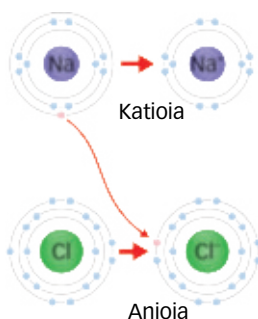
Atomo batek beste bati elektroi bat edo batzuk hartuz gauzatzen den lotura mota da. Hala, atomo bat anioi eta bestea katioi bihurtzen dira. Erakarpen elektriko bidez geratzen dira lotuta bi ioiak, eta kristal-sare bat eratzen dute.

Atomoek azken geruza zortzi elektroirekin osatzera jotzen dute. Horretarako, atomo batzuek elektroiak hartzen dituzte, eta besteek eman egiten dituzte azken geruzako elektroiak; elementu kimiko **elektronegatibo** edo **ez-metalikoak** dira lehenak, eta bigarrenak, **elektropositibo** edo **metalikoak**. Lotura ionikoa atomo oso elektronegatiboaren artean eta oso elektropositiboaren artean gertatzen da.

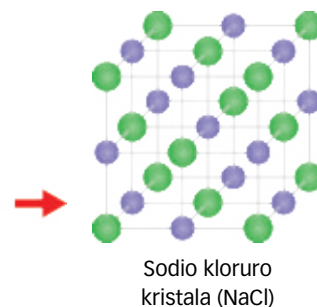
NaCl-aren lotura ionikoa

Sodio atomoak azken geruzan daukan elektroi bakarra eman egiten du, eta **sodio katioi** bihurtzen da.

Kloro atomoak zazpi elektroi ditu azken geruzan, eta hartu egiten du sodioak emandako elektroi hori, azken orbitala osatzeko; horrela, **kloro anioi** bihurtzen da.



Katioiak eta anioiak elkartu egiten dira, eta kristal-egitura kubikoa eratzen dute.



1.2. Lotura kobalentea

Bi atomok batak bestearekin elektroioak partekatuz gauzatzen den lotura mota da. Partekatutako elektroio pare bakoitzak (bi nukleo atomikoen inguruan biraka dabilta bi elektroioak) lotura kobalente bat eratzen dute. Lotura kobalentea elektro-negatibotasun handiko atomoen artean gertatzen da, eta oso lotura sendoa da.

- Lotu diren atomoak elektronegatibotasun berdintsukoak badira, **molekula apolarra** eratzen dira, karga elektrikorik gabeak. Halakoak dira, adibidez, atomo berberetz osatutakoak (H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , etab.), eta karbonoz eta hidrogenoz osatuak (hidrokarburoak), hala nola metanoa (CH_4) eta bentzenoa (C_6H_6).
- Atomo batzuek berenganako erakarpen-indar handiagoa egiten dutenean, **molekula polarra** eratzen dira, polo bat positiboa eta bestea negatiboa dutenak, hau da, molekula **dipolarra**. Halakoak dira, esaterako, ura (H_2O), amoniakoa (NH_3) eta hidrogeno sulfuroa (H_2S).

1.3. Hidrogeno-lotura

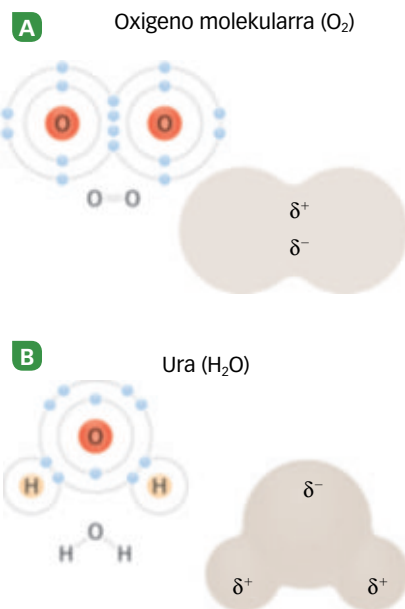
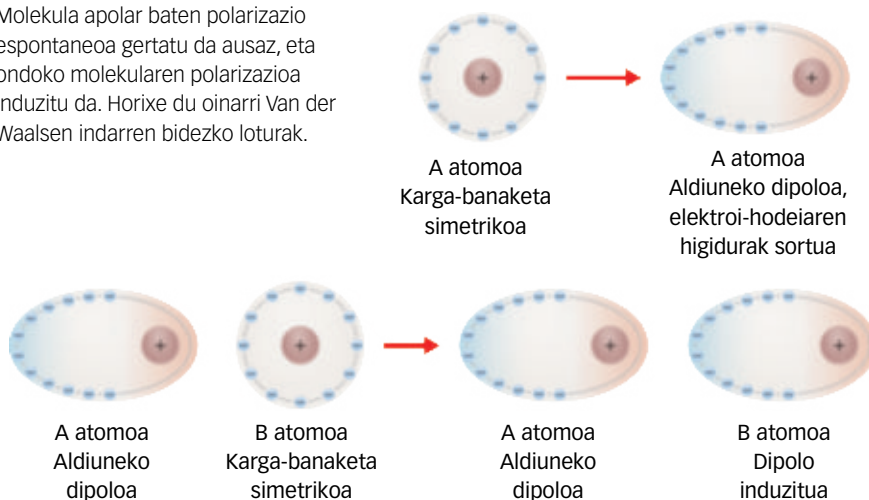
Hidrogeno atomoek egiten duten lotura mota berezi bat da. Hidrogeno-zubi ere esaten zaio. Oso lotura ahula da, elektrostatikoa, eta hidrogeno atomo batzuk oso elementu elektronegatiboekin lotuta daudenean eratzen da; adibidez, oxigenoarekin (O), nitrogenoarekin (N) eta fluorurarekin (F) elkartutakoan. Horrelakoetan, hidrogeno atomoa lotuta daukan elementu elektronegatiboaren nukleoak sekulako erakarpen-indarra egiten dio hidrogenoaren elektroioari, eta, horren ondorioz, hidrogeno atomoaren nukleoa (protoia, alegia) oso positibo bihurtzen da, eta bereganantz erakartzen ditu inguruko atomoen elektroioak. Hidrogeno-lotura **molekularartekoa** izan daiteke (ur molekulen artekoa, esaterako), bai eta **molekula barnekoa** ere (adibidez, proteina molekula bateko $-NH-$ eta $-CO-$ taldeen artekoa).

1.4. Van der Waalsen indarren bidezko lotura

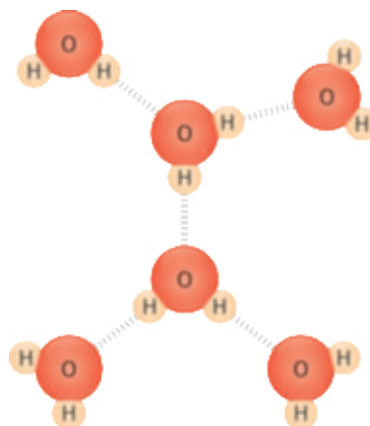
Molekula apolarren artean edo molekula bereko talde apolarren artean gertatzen da, elektroio-banaketa ausaz une batzuetan asimetrikoa bihurtzen denean, horrek eragiten dituen erakarpen elektrostatikoen ondorioz. **Aldiuneko dipoloak** sortzen dira horrela. Zenbat eta handiagoa izan molekula, orduan eta indar handiagokoa da lotura hau, erakarpen-puntuak gehiago izan daitezkeelako eta elektroio-geruzak errazago deformatzen direlako. Molekula polarren artean ere sortzen dira horrelako indarrak, eta handitu egiten dute erakarpena.

Molekula apolar baten polarizazio espontanea

Molekula apolar baten polarizazio espontanea gertatu da ausaz, eta ondoko molekularen polarizazioa induzitu da. Horixe du oinarri Van der Waalsen indarren bidezko loturak.



- A. Molekula kobalente apolarra.
B. Molekula kobalente polarra.



Hidrogeno-lotura (hidrogeno-zubia),
molekularartekoa, ur molekulen artean.

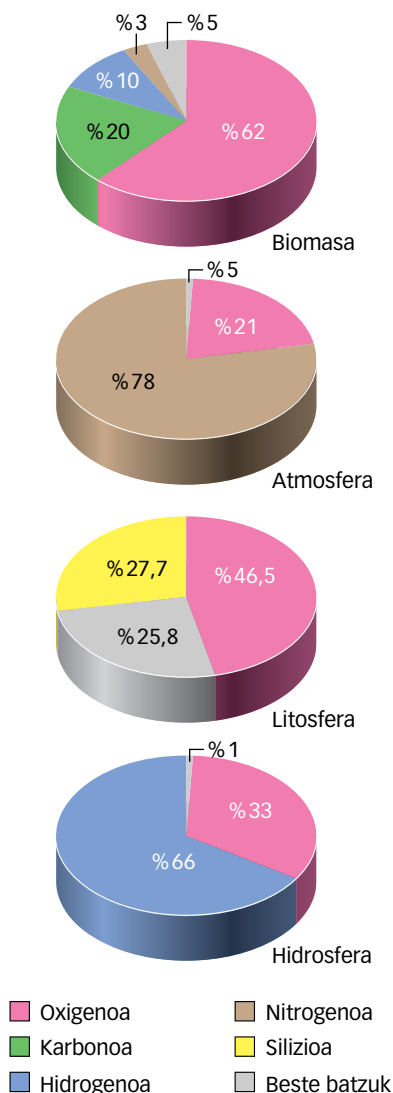
JARDUERAK

1. Atomo baten zenbaki atomikoa 12 bada, eta beste batena, 17, zein da bietan elektronegatiboen?
2. Zer atomo da elektronegatiboagoa, oxigenoa edo sufrea?
3. Zergatik ez dauka eta ezin dezake eduki hidrogenorik gaur egungo Lurraren atmosferak?

2 Izaki bizidunak bioelementuz osatuta daude



Zinka, kakahueteek eta beste fruitu lehor batzuek ugari daukaten elementu kimikoa, oligoelementu bat da, eta garunean, sexu-organoetan eta pankrean daukagu.



JARDUERAK

- Zergatik dira bioelementu batzuk ezinbestekoak, materia bizidunak halakoen aztarnak baino ez dauzka eta?

Bioelementuak materia bizidunaren eraketan parte hartzen duten elementu kimikoak dira, eta, horrexegatik, **elementu biogeniko** ere esaten zaie (grekozko *bio* hitzak 'bizi' esan nahi du, eta *geno* hitzak, 'sortzaile'). Bi taldetan banatu ohi dira:

- **Bioelementu primarioak** edo lehen mailakoak. Ezinbestekoak dira izaki bizidun guztiek osagai dituzten biomolekula organikoak eratzeko (gluzidoak, lipidoak, proteinak eta azido nukleikoak), eta biziaren **funts-gaiak** direla esaten da. Materia bizidun guztiaren % 96,2 bioelementu primarioak dira, eta sei elementu hauek dira zehazki: oxigenoa (O), karbonoa (C), hidrogenoa (H), nitrogenoa (N), fosforoa (P) eta sufrea (S).
- **Bioelementu sekundarioak** edo bigarren mailakoak. Ez dira funtsezkoak biomolekula organikoak eratzeko. Bitan bereizten dira:
 - **Ezinbestekoak.** Nahitaezkoak dira zelulak bizirik irauteko, eta izaki bizidun guztiek dituzte. Halakoak dira, besteak beste, kaltzioa (Ca), sodioa (Na), potasioa (K), magnesioa (Mg), kloroa (Cl), burdina (Fe) eta iodoa (I).
 - **Aldakorrak.** Ez dituzte organismo guztiek. Halakoak dira, esate baterako, bromoa (Br), zinka (Zn) eta titanioa (Ti).

Materia bizidunean haren pisuaren % 0,1 baino gutxiago diren bioelementuei **oligoelementu** esaten zaie. % 99 baino gehiago direnei, berriz, **bioelementu plastiko** deritze, eta hauek dira: C, H, O, N, P, S, Na, K, Ca, Mg eta Cl.

Ugaritasuna eta ezinbestekotasuna ez daude zuzenki lotuta. Adibidez, oligoelementu batzuk, izaki bizidunetan urri egonagatik ere, katalizatzaile-funtzioa betetzen duten heinean ezinbestekoak dira, bizia izateko funtsezkoak diren erreakzio kimiko batzuen azeleratzaileak direlako.

2.1. Bioelementu primarioen ezaugarriak

Alderatu ditzagun biomasaren konposizio atomikoa eta atmosferarena, litosferarena eta hidrosferarena (hiru geruza horietan daude izaki bizidunak), eta hiru ondorio hauek aterako ditugu:

- Biomasan, hidrogenoaren eta oxigenoaren ehunekoa oso handia da. Zentzuzkoa da hori, zeren eta materia bizidunaren parte handi bat ura baita: % 65, lehorreko organismoetan, eta % 90, uretako organismoetan. Eta hori ere zentzuzkoa da, izaki bizidunetan gertatzen diren erreakzio kimiko guztiak ur-ingurunean gertatzen direlako. Beraz, urik gabe bizirik ez dago, eta, hortaz, bizia ur-ingurunean sortu zen, nahitaez.
- Beste bioelementu primarioei dagokienez (C, N, P eta S), ehunekoetan alde handia dago biomasaz ari garen, edota atmosferaz, litosferaz eta hidrosferaz. Beraz, materia biziduna ez zen eratu ugarien dauden elementuetatik, baizik eta, dituzten ezaugarri kimikoei esker, materia biziduna eratzeko gai direnetatik (C, H, O, N, P eta S).
- Bioelementu guztiak masa atomiko txiki samarrekoak dira, eta azken orbitalean denek daukate hura osatuta edukitzeko behar dituzten elektroien erdia edo gehiago. Horri esker, atomo horiek elkartzen direnean **lotura kobalente egonkorrak** eratu ohi dira; izan ere, zenbat eta txikiagoa den horrelako atomo bat, orduan eta joera handiagoa du nukleo positiboak azken orbitala loturak eratzen dituzten elektroiekin osatzeko, eta, beraz, orduan eta egonkorragoak dira loturak.

2.2. Bioelementuen propietateak eta funtzioak

Bioelementuek, bai primarioek eta bai sekundarioek, talde bakoitzaren berariazko propietate batzuk dituzte.

	Karbonoaren eta hidrogenoaren taldea	Oxigeno, nitrogeno, sufre eta fosforoaren taldea
Bioelementu primarioak	Materia organikoa eratzeke ezinbestekoak diren elementu bakarrak dira. Karbono atomoak lau elektroi dauzka kanpoaldean, eta lotura kobalente apolarrek eratu ditzake beste karbono atomo batzuekin, bai eta hidrogeno atomoekin ere. Horri esker, hidrokarburo-kate luze eta oso egonkorrak eratu ditzake (makromolekulak). - Karbonoaren eta hidrogenoaren artean eratzen den lotura kobalentea sendoa izaten da, egonkorra izateko bezain sendoa, baina ez eten dadin eragozteko bezainbestekoa. - Karbonoz eta hidrogenoz soilik eratuta dauden molekulak (lipido batzuk, adibidez) kobalente apolarrek dira; hots, uretan disolbaezinak. - Hidrokarburo-kateetako loturak (normalean, kobalenteak) hiru motatakoak izan daitezke: bakunak ($-CH_2-CH_2-$), bikoitzak ($-CH=CH-$) edo hirukoitzak ($-C\equiv C-$). Gainera, era askotara tolestu daitezke, eta hiru dimentsioko egiturak eratzen dituzte. - Ezaugarri horiek direla eta, molekula mota asko eratzen dira, dagokien funtzioa behar bezala betetzeko egitura tridimentsional egokikoak. - Molekula-aniztasun horri esker, eta gainerako bioelementu primarioak ere hor daudenez, izaki bizidunak kanpoko molekula-aniztasuna igarri eta baliatu egiten du, bai energia-iturri moduan, bai egitura supramolekularrak egiteko materia-iturri moduan; egitura supramolekularrak dira, adibidez, mintz plasmatikoa eta gainerako zelula-organuluak. - Hidrokarburo-kate luzeei esker, molekula bakar batek (DNA, adibidez) organismo bati buruzko informazio guztia eduki dezake: nolakoa den, nola dabilen... Molekula hori erreplikatzeko bada, informazio hori ondorengoei transmiti diezaieke, eta ekintza hori, hain zuzen, ezinbestekoa da biziak belaunaldiz belaunaldi irauteko.	- Elementu elektronegatiboak dira, eta hidrogenoarekin edo beren artean lotura kobalenteak egiten dituztenean, molekula dipolarrek eratzen dituzte. - Hidrokarburo-kate bati ($-CH_2-CH_2-CH_2-$ erakoa) behar beste talde polar gehitzen bazaizkio (esate baterako, $=O$, $-OH$, $-NH_2$, $-SH$, $-H_2PO_4$, etab.), hidrokarburo-katea apolarra bada ere, polaritate pixka bat izatera irits daiteke, eta, beraz, uretan disolbagarria izango da. - Polaritate-aldaketa horri esker gertatzen dira ur-ingurunean prozesu biokimikoak, bizia izan dadin guztiz ezinbestekoak. Oxigenoa bioelementu primarioetan elektronegatiboa da, eta, hidrogenoarekin lotzen denean, polo elektrikoak sortzen ditu. - Batzuetan, hidrokarburo-kate bateko hidrogenoen lekua erradikal kimikoek hartzen dute, hala nola alkohol edo hidroxiloak ($-OH$), aldehidoak ($-CHO$) eta azido edo karboxiloak ($-COOH$). Halakoetan, erradikalak polarrak direnez, likido polarretan (adibidez, uretan) disolbagarriak diren molekulak sortzen dira batzuetan; esaterako, glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Nitrogenoa aminoazidoetako eta azido nukleikoen base nitrogenatuetako amino taldeak ($-NH_2$) eratzen dago. Sufrea proteina askotan sulfhidrido erradikala ($-SH$) eratzen dago. Proteinen egiturari eusten dioten loturak eratzen dituzte erradikal horiek. Fosforoa fosfato taldeak ($-PO_4$)³⁻ eratzen dago. Bi fosfato talderen arteko lotura eteten denean, energia kantitate handia askatzen da. Horregatik, energia kimiko deritzona gordetzeko erabiltzen dira lotura horiek.
Bioelementu sekundarioak	Na, K eta Cl elementuak disolbatuta daude, Na^+, K^+ eta Cl^- ioiak eratuz; eta horiek dira ugarienak barne-inguruneetan eta zelulen barnean. Horregatik, nagusiki ioi horiei zor zaie mintz plasmatikoen alde batean eta bestean karga elektrikoak orekan egotea eta gazitasun maila ez aldatzea. Kaltzioak, karbonato ($CaCO_3$) moduan, moluskuen oskola eta beste organismo askoren eskeletoa eratzen du, eta ioi (Ca^{2+}) gisa, berriz, erreakzio askotan dago; besteak beste, muskuluak uzkuartzeko mekanismoetan. Magnesio ioia (Mg^{2+}) entzima askoren osagaietako bat da, eta klorofila pigmentuarena ere bai.	Burdin ioia odoleko hemoglobinarenekin parte da. Kobrea ezinbestekoa da hemozianina eratzeke (uretako ornogabe askoren arnas pigmentua da proteina hori). Kobalto B_{12} bitamina eratzen duten atomoetako bat da. Litioak neurotransmisoreak ugariago jariatzea eragiten du, eta gogo-aldarteak egonkor izateko mesedegarria da, beraz. Iodoa beharrezkoa da tiroxina eratzeke; hormona horrek erregulatzen du metabolismo energetikoaren erritmoa. Fluorra hezurretan metatzen da, fluoruro moduan, eta erresistentzia handiagoa ematen die.

JARDUERAK

- Zergatik dira karbonoa eta hidrogenoa ezinbestekoak materia biziduna eratzeke?
- Zergatik dira oxigenoa, nitrogenoa, sufrea eta fosforoa ezinbestekoak materia organikotik energia ateratzeko?
- Zer bioelementu sekundario da ezinbestekoa muskuluak uzkuartzeko?

3 Funts-gai edo biomolekulek materia biziduna eratzen dute

Materia bizidunaren analisi fisikoa eginez gero (osagai dituen substantzia guztiak elkarrengandik banantzeko moduan, baina haien ezaugarriak aldatu gabe), **funts-gai** edo **biomolekula** deritzenetara iristen gara. Zenbait metodo erabil daitezke horrelako analisiak egiteko: lurrunketa, iragazketa, destilazioa, dialisia, kristalizazioa, elektroforesia eta zentrifugazioa.

Funts-gaiak bi motatakoak izan daitezke:

- **Bakunak.** Molekulak mota bereko atomoz osatuak direnean.
- **Konposatuak.** Molekulak elementu bat baino gehiagoren atomoak dituenen.

Azken horiek, gainera, **ez-organikoak** izan daitezke, edo **organikoak**, hots, karbonozko eta hidrogenozko polimeroz osatuak.

JARDUERAK

8. Gauza bera al dira *materia biziduna* eta *materia organikoa*?

9. Bilatu informazioa substantziak banantzeko metodo aipatu berriei buruz, eta azaldu labur-labur zertan datzan bakoitza.

Zenbait biomolekula

Bakunak	Zenbait biomolekula	
	Nitrogeno molekularra (N_2).	
Konposatuak	Ez-organikoak	Ura (H_2O). Karbono dioxidoa (CO_2). Gatz mineralak ($NaCl$, $CaCO_3$, etab.).
	Organikoak	Gluzidoak: C, H eta O-z osatuak. Lipidoak: nagusiki C, H eta O-z osatuak. Proteinak: C, H, O, N eta S-z osatuak. Azido nukleikoak: C, H, O, N eta P-z osatuak.

BA OTE DAKIZU?

Miller eta Urey kimikarien esperimentua

Harold Urey (1893-1981) kimikariak zioen atmosfera primitiboak, duela 4.000 milioi urte inguru, ezaugarri erreduzitzaileak zituela, hidrogeno ugarikoa zelako.

Stanley Miller (1930-2007) kimikariak esperimentu bat proposatu zuen, berriro ere giro-baldintza haiek sortuta molekula organikorik lortzen zen ikusteko.

Ontzi batean ura (H_2O) berotu zuten, konposatu hauekin: hidrogenoa (H_2), metanoa (CH_4) eta amoniakoa (NH_3). Konposatu ez-organiko horiek deskarga elektrikoaren eraginpean jarri zituzten, duela milioika urte izandako ekaitz eta tximistak simulatzeko. Lortutako produktuak kondentsatu eta ontzi batean bildu zituzten.

24 orduren buruan, metanoan zegoen karbonoaren parte batek (ez-organikoa zen zerbaitek, beraz) molekula organikoak sortu zituen; besteak beste, proteinak eratzen dituzten aminoazidoak.

- Zer ondorio atera zuten Millerrek eta Ureyk esperimentu horri esker?
- Bilatu informazioa, eta marraztu esperimentu hori azaltzeko eskema bat.



4 Ura ezinbestekoa da bizia egoteko nahitaezkoak diren erreakzioetarako

Ura da materia bizidunak ugarien daukan substantzia kimikoa. Gizaki helduetan, pisu guztiaren % 63 ura da; giza enbrioietan, % 94; eta algetan, % 95. Ur gutxien daukatenen artean, aipatzekoak dira hezurak (% 22), hazi batzuk (% 20) eta hortzetako dentina (% 10 baino ez). Susma daitekeenez, organismo batek daukan ur kantitatea eta organismo horren aktibitate fisiologikoa zuzenki lotuta daude, eta bizi-egoera latentea duten izakiek daukate ehunekotan ur kantitate gutxien: haziek, esporek eta birusek, adibidez.

Materia bizidunean ura non edo nola dagoen, hiru mota hauek bereizten dira:

- **Ur zirkulatzalea.** Esaterako, odolean, landareen izerdian, etab.
- **Ur interstiziala.** Zelulen artean dagoen ura da. Zelularteko substantziari tinko atxikita egoten da sarritan (*inibizio-ur* deritzo horri); esate baterako, ehun konektiboan.
- **Zelula barneko ura.** Zitosolean eta zelula-organuluen barnean dagoena da.

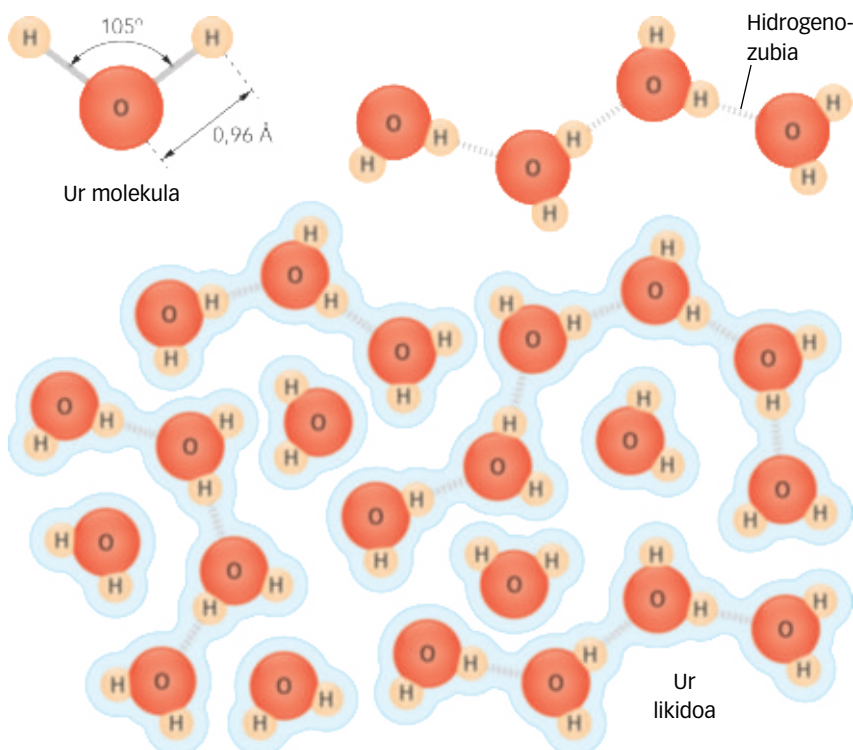
Gizakietan, ur zirkulatzalea organismoaren pisu guztiaren % 8 da; ur interstiziala, % 15; eta zelula barneko ura, pisuaren % 40.

Bestalde, organismoek ura lortzeko bi modu dituzte: zuzenean kanpotik hartuta, edota beste biomolekula batzuetatik abiatuta, zenbait erreakzio biokimikoren bidez. Beste biomolekula batzuetatik lortutakoari **ur metaboliko** esaten zaio. Esate baterako, glukosaren oxidaziotik ura eratzen da, erreakzio kimiko honen bidez:



10. Zergatik da ura giro-temperaturan likidua, SO_2 -a masa molekular handiagoa izanik gasa bada?

Uraren portaera likidua



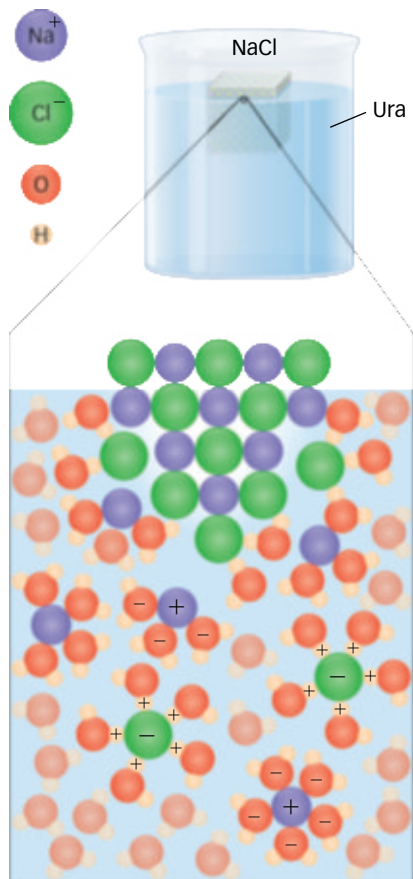
Ura, giro-temperaturan, likidua da, eta harritzekoa ere izan daiteke hori, kontuan izanda masa molekular berdintsua duten beste molekula batzuk, hala nola N_2 -a, O_2 -a, CO_2 -a eta SO_2 -a, gasak direla. Portaera fisiko horren arrazoiak haxe da: ur molekulan, bi hidrogenoen bi elektroiak oxigeno atomorantz desplazatuta daude; horren ondorioz, ur molekulan bada polo negatibo bat, oxigeno atomoan (elektroi-dentsitate handiagoa duelako), eta badira bi polo positibo, bi hidrogeno nukleoetan (elektroi-dentsitate txikiagoa dutelako), eta, horregatik, ur molekulak **dipoloak** dira.

Dipolo horien artean **hidrogeno-loturak** deritzen erakarpen-indarrak eratzen dira, eta indar horiek polimeroak eratzen dituzte, hiru, lau eta baita bederatzi-hamar molekulakoak ere. Masa molekular handiak sortzen dira horrela, eta H_2O -a likidoak bezala portatzen da. Elkarketa horiek segundo-zatikiak irauten dute eta fluidoaren propietateak ematen dizkiote urari. Egia esan, polimero txiki horiekin batera molekula isolatuak ere badaude, hutsuneak betetzen.



Bi zapatari (*Gerris lacustris*), ur gainean, uraren gainazal-tentsioari esker.

***Bero espezifiko:** substantzia baten masa-unitate baten tenperatura gradu zentigradu bat igotzeko behar den bero kantitatea. Bero espezifikoa substantzia horren hasierako tenperaturaren arabera izango da.



Ura konposatu ionikoak disolbatzeko prozesua, eta konposatu horien solbatazioa.

4.1. Uraren propietateak

Urak propietate fisiko eta kimiko hauek ditu:

- **Molekulen artean kohesio-indar handia.** Hidrogeno-loturei esker gertatzen da. Kohesio-indarra handia delako, likido ia konprimaezin bat da ura, oso egokia zelulei bolumena emateko, landareen hanpadura eragiteko, eta anelido, polipo, marmoka eta abarren eskeleto hidrostatikoa eratzeke.

Landareetan, bestalde, molekulen arteko kohesio-indar handi horri esker igo-tzen da izerdi gordina hodi kapilarretan gora, hein batean, behinik behin. Izan ere, **kapilaritate** deritzen fenomeno hori gertatzeko, ezinbestekoa da ur molekulen arteko **kohesioa**, baina baita ur molekulak hodien paretetara **adhesioa** egitea ere.

- **Gainazal-tentsio handia.** Molekulen arteko kohesio-indar handia dela tarteko, uraren azalean mintz elastiko moduko bat sortzen da, eta sekulako erresisten-tzia egiten du eten edo hedatu ez dadin. Horri esker, organismo asko uraren azaleko mintz moduko horrekin lotuta bizi dira.

- **Bero espezifiko* handia.** Gorputz baten tenperatura gorputz horren mole-kulen agitazio maila da. Ur molekulak polimeroak eratzen dituztenez, solte eta higitzen egon daitezen nahi bada, hidrogeno-lotura asko eten behar dira. Horregatik, uraren tenperatura igotzeko, beste substantzia batzuetan tenpera-tura bera lortzeko baino askoz gehiago berotu behar da ura.

Horri esker, egonkortzaile termiko bikaina zaio organismoari, giro-tenperaturan gerta daitezkeen bat-bateko aldaketekiko.

- **Lurruntze-bero handia.** Likido-egoeratik gas-egoerara igarotzeko, hidrogeno-zubi guztiak eten behar dira, eta energia handia behar da horretarako. Horre-gatik, ur lurrundua substantzia hozgarri bikaina zaio organismoari. Horixe gertatzen da izerdia lurruntzen denean.

- **Likido-egoeran dentsitate handiagoa solido-egoeran baino.** Horregatik geratzen da izotza ur likidoaren gainean, flotatzen, eta, horri esker, geruza bero-isolatzaile bat eratzen da ur-azalean, eta egon liteke izaki bizidunik ibai, itsaso eta aintziretako izotzen azpian. Izotza ura baino dentsuagoa balitz, hondoa metatuko litzateke eta, denboraren joanean, ur guztia izoztuko litzateke.

- **Disoluzio-ahalmen handia.** Molekula dipolarrak dauzkala eta, ura disolba-tzaile bikaina da, bai konposatu ionikoena (adibidez, gatz mineralak), bai konpo-satu kobalente polarrena (esaterako, glukosa).

Ur molekulak solutuaren talde polarren inguruan jartzen dira, eta horrek disoluzio-prozesua eragiten du. Konposatu ioniko solidoetan, anioiak eta katioiak banantzea lortzen dute, eta ur molekula ugariz inguratuta geratzen dira. Fenomeno horri **solbatazio** edo **hidratazio ioniko** deritzo.

- **Ionizazio gradu txikia.** 10.000.000 ur molekulatik bakarra dago ionizatuta ($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$). Horrek esplikatzen du hidrogeno ioien (H^+) eta hidroxilo ioien (OH^-) kontzentrazioa zergatik den soilik litroko 10^{-7} molekoa.

Horregatik, H^+ eta OH^- kantitatea hain txikia delako, urari azido bat gehituz gero (H^+ gehitzen zaizkio) edota base bat gehituz gero (OH^- gehitzen zaizkio), baita oso azido edo base gutxi gehituta ere, H^+ eta OH^- kantitateak ikaragarri aldatzen dira.

JARDUERAK

11. Zergatik du urak gainazal-tentsio handia, bero espezifiko handia, lurruntze-bero handia, likido-egoeran solido-egoeran baino dentsitate handiagoa, ahalmen disolbatzaile handia eta ionizazio gradu txikia?

4.2. Uraren funtzioak izaki bizidunetan

Aipatu berri ditugun propietate edo ezaugarri berezi horiek dituela eta, urak zenbait funtzio betetzen ditu organismoetan:

- **Disolbatze-funtzioa eta garraio-funtzioa.** Disoluzio-ahalmen handia duenez, uretan gertatzen dira ia erreakzio biologiko guztiak eta uraren bidez garraiatzen dira substantziak; horien adibide dira, besteak beste, elikagaien digestioa eta digestiotik lortutako mantenugaien banaketa.
- **Funtzio biokimikoa.** Erreakzio kimiko askotan ezinbestean behar da ura; adibidez, hidrolisia (uraren eraginez, loturak etetea), elikagaien digestioan egiten dena, eta fotosintesia, hidrogeno-iturri den heinean.
- **Egitura-funtzioa.** Pareta zurrunik gabeko zelulek barnean daukaten urak egiten duen presioari esker eusten diote bolumenari eta formari. Zelulek ura galtzen dutenean, berezko *hanpadura* galtzen dute, zimurtu egiten dira, eta hautsi ere egin daitezke.
- **Indargetze mekanikoa egiteko funtzioa.** Ornodunek, esaterako, artikulazio higikorretan likido sinobialez betetako poltsak dituzte, hezurrek elkar urratu eta higatu ez dezaten.
- **Termorregulazio-funtzioa.** Urak bero espezifiko handia eta lurruntze-bero handia dituelako betetzen du funtzio hau. Animaliek, izerditzen direnean, ura kanporatzen dute, eta ur horrek lurruntzean gorputzeko beroa hartzen duenez, gorputza hoztu egiten da.



Landareek ere erabiltzen dute ura organismoa hozteko. Ezkaia, adibidez, oso inguru beroetara moldatuta dago, eta, hain zuzen ere, inguruko tenperatura jaitsarazteko gai da, transpirazio bidez ura lurrunduz.

EZTABAIDAGAI



Ura eta dibertsitate biologikoa

Ura naturako baliabideetan baliotsuena da izaki bizidun guztiontzat. Baliabide berdingabea da, gainera, zeren eta, berriztagarria bada ere, ordezkazina baita. Horregatik, oso garrantzitsua da guk denok ura behar bezala erabiltzea.

Dibertsitate biologikoa esaten zaio animalia, landare eta bestelako organismoen aniztasunari eta haiek bizileku dituzten ekosistemen askotarikotasunari.

Ingurumeneko prozesu guztiak ziklo hidrologikoaren mende gertatzen dira, eta, era berean, landarediaren eta lurzoruen mende gertatzen da uraren higadura. Beraz, bi faktore horiek elkarrekin erlazionatuta daude; bietako bat eteten bada, biak eteten dira, berez. Garrantzi handikoa da jakitea zer-nolako eragina duen uraren zikloan ingurumenak eta, beraz, dibertsitate biologikoak, neurri egokiak hartu ahal izan ditzagun baliabide berdingabe eta bizirako nahitaezko hori hobeto kudeatzea lortzeko. Hona hemen zenbait adibide:

- Basoek aldatu egiten dituzte beren transpirazio- eta lurruntze-indizeak, eta horrek eragin zuzena du uraren zikloan. Bestalde, uraren ibilian eta ura metatzeko moduan ere eragiten dute.
- Basoetako lurzoruari esker, urak kalitate onekoa izaten jarraitzen du. Deforestazioaren ondorioz lurzorua higatzeak askoz kalitate okerragoko ura lortzea dakar.



Landareek, lurzoruak eta animaliek, uraren zikloa iraunarazteaz gain, garrantzi handiko zeregina betetzen dute ura arazten. Adibidez, hezeguneetako landareek fosforo eta nitrogenoa kontsumitzen dute, eta uretatik substantzia toxikoak desagerrarazi ere egiten dituztenez, edateko uretara iristea eragozten dute.

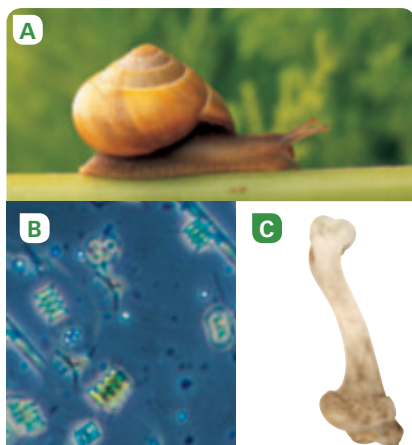
Gizakiok ziklo hidrologikoa eta ekosistemak drastikoki aldatzen ditugu: ura hainbat erabileratarako lekuz aldatu eta neurriz gain erabiltzen dugu, eta ingurumena andeatzen dugu.

- Eztabaidatu ezazue nola egin daitezkeen bateragarri gizakiok urarekiko dugun premia eta ingurumenaren oreka.

JARDUERAK

12. Azaldu, taula batean laburbilduta, uraren propietateak eta izaki bizidunetan betetzen dituen funtzio nagusiak.

5 Gatz mineralak hauspeatuta edo disolbatuta egoten dira



Substantzia mineral hauspeatuek egitura solidoak eratzen dituzte izaki bizidunetan.

- A. Gastropodoen oskola.
- B. Diatomeoen eskeleto silizeoa.
- C. Ornodunen hezurrak.

***pH:** ur-disoluzio baten azidotasun edo basikotasun maila adierazten duen koefizientea.

Gatz mineralak bi modutara egoten dira izaki bizidunetan:

- **Gatz mineral hauspeatuak.** Egitura solidoak eratzen dituzte, disolbaezinak, eta eskeleto-funtzioa betetzen dute. Adibidez, kaltzio karbonatoak (CaCO_3) moluskuen oskola eratzen du; kaltzio fosfatoak ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) eta kaltzio karbonatoak, kolagenoaren gainean jalkita, hezurak eratzen dituzte; eta silizeak (SiO_2) diatomeoen eta gramineoen exoeskeletoa eratzen du.
- **Gatz mineral disolbatuak.** Disolbatzen direnean, katioiak eta anioiak sortzen dira. Hona hemen garrantzitsuenak:
 - Katioiak: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} eta Mg^{2+} .
 - Anioiak: Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- eta NO_3^- .

Zelulak ioi horietaz baliatzen dira gazitasun maila konstante mantentzeko, bai eta azidotasun maila (pH^*) konstante mantentzeko ere. Likido biologikoek, funtsean urez osatuta badaude ere, azidotasun maila konstante mantentzen dute, azidoak edo baseak gehituta ere. Likido horiek gatz mineralak dauzkate-lako gertatzen da hori; izan ere, gatz mineralak hein handi edo txikiagoan ionizatu egin daitezke, H^+ edo OH^- ioiak eratzen dira horrela, eta likidoari gehituta baseen edo azidoen eragina indargabetzen dute ioi horiek. Fenomeno horri **tanpoi-efektua** deritzen, eta horrelako disoluzioei **tanpoi-disoluzio** edo **disoluzio indargetzaile** esaten zaie.

Bestalde, ioi bakoitzak berariazko funtzioak betetzen ditu, eta antagonikoak dira batzuetan. Esate baterako, K^+ ioiak zelularen hanpadura handitzen du, eta Ca^{2+} ioiak, aldiz, txikitu. Horregatik, Ca^{2+} eta K^+ **ioi antagonikoak** dira.

Organismoen barne-inguruneak kontzentrazio ioniko konstanteak mantentzen ditu. Kontzentrazio horiek aldatzen badira, aldatu egiten dira zelulen iragazkortasuna, kitzikaberatasuna eta uzkurkortasuna. Ezagunak dira landareentzako *Arnon* disoluzio nutritiboa eta animalientzako *Ringer* eta *Tyrode* disoluzio fisiologikoak, organo bat funtzionatzen mantentzeko baliagarriak.

➔ EGITEN JAKIN



Eskeletoetan gatz mineralik badagoen aztertzea

Eskeleto-egitura baten zurruntasuna gatz mineralen zori zorian edo ez aztertu eta jakitea da helburua.

Materiala. Lau edalontzi, oilasko-izter baten hezurra, txirla-maskor bat, karramarro baten oskola, intsektu baten exoeskeletoa, eta azido klorhidrikotik bolumenaren % 10 den disoluzio bat.

Protokoloa. Jarri oilaskoaren hezur luze bat (kolageno proteinaz eta gatz mineralaz osatua), txirla-maskor bat (CaCO_3), karramarro baten oskola (kitina eta CaCO_3) eta intsektu baten exoeskeletoa (kitina) azido klorhidrikotik disoluzioan. Eduki horrela zenbait egun, eta ikusi emaitzak.

Emaitzak. Oilasko-hezurra malgua eta elastikoa da orain, baina ez du lehengo forma galdu. Txirla-maskorra erabat disolbatu da, eta karramarro-oskola ere bai. Azkenik, intsektuaren exoeskeletoa ez da batere aldatu, ez eta disolbatu ere, azido klorhidrikotik sartuta.



Txirla-maskorak.



Karramarro-oskola.

JARDUERAK

13. Azaldu kasu bakoitzeko emaitzak.
14. Izakiek, jaioberritan, hezur malguak izaten dituzte. Zergatik?
15. Organismo zaharren hezurak, aldiz, hauskorak izaten dira. Zergatik?

6 Egiazko disoluzioak kristaloidez osatuta daude

Izaki bizidunetan dauden fluidoek **molekula sakabanatu** edo **solutu** mota asko dauzkate, eta **fase sakabanatzaile** mota bakar bat: ura.

Solutuak masa molekular txikikoak edo **kristaloideak** dira batzuetan, hala nola sodio kloruroa (58,5) eta glukosa (180,2), baina badira masa molekular handikoak ere (zenbait milakokoak), hala nola **koloideak**.

Masa molekular txikiko solutuen dispartzioei **egiazko disoluzio** esaten zaie, eta horietan dira interes handienekoak biologian, dituzten propietate batzuegatik: difusioa, osmosia, eta azidotasun edo pH mailaren egonkortasuna.

6.1. Difusioa

Bi fluido nahasitakoan (direla gasak, direla likidoak) bateko partikulak beste fluidoan homogeneoki barreiatzea da difusioa. Likidoetako eta gasetako partikulak etengabe higitzen ari direlako gertatzen da prozesu hori. Difusioaren adibide da, esate baterako, ura eta airea elkartzen direnean aireko oxigenoa uretan sartzea, **urak oxigenoa xurgatzea** deritzona; eta beste adibide bat da, esaterako, ur-lurrunaren molekulak airean sartzea, hots, **airearen hezedura** esan ohi zaiona.

6.2. Osmosia

Kontzentrazio desberdineko bi disoluzio daudelarik, eta tartean haiek bereiziz mintz erdiiragazkor bat (disoluzio batetik bestera soluturik igarotzea eragozten duena), mintz horretan zehar disoluzioen kontzentrazio-oreka edo -berdintasuna lortzeko adina disolbatzaile igarotzea da osmosia.

Disolbatzailea (izaki bizidunetan ura da) disoluziorik diluituenetik kontzentratuenera igarotzen da, ur molekulen ehunekoa disoluzio diluituenean handiagoa delako, eta, beraz, molekula horiek mintzaren kontra egiten duten talka kopurua handiagoa delako alde horretan, diluitueneraren aldean, kontzentratueneraren aldean baino. Horrela, ur-bulkada bat sortzen da disoluzio kontzentratuenerantz: **presio osmotiko** deritzona.

16. Uraza-hostoak hanpatu egiten dira uretan jarritakoan, eta entsalada gatzozpindutakoan, berriz, zimurtu egiten dira. Zergatik?

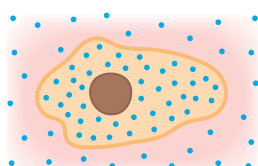
Osmosi-prozesuak izaki bizidunetan

Mintz plasmatikoa erdiiragazkorra da, eta horrek aukera ematen du, presio osmotikoaren diferentziaren arabera (kanpo- eta barne-inguruneetako kontzentrazioen arabera, alegia), erantzun bat edo beste emateko.

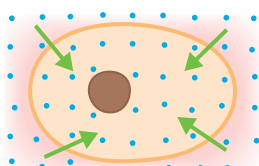
Kanpo-ingurunea **isotonikoa** denean (hau da, zelularen barne-inguruneak duen kontzentrazio berekoa), zelula ez da deformatzen.

Kanpo-ingurunea **hipotonikoa** denean (hau da, kontzentrazio txikiagokoa), zelula puztu egiten da, **hanpatu** egiten da, ura sartzen zaiolako.

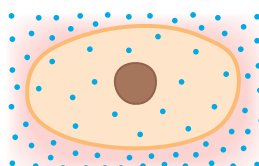
Kanpo-ingurunea **hipertonikoa** denean (hots, kontzentratuagoa), zelulak ura galtzen du, zimurtu egiten da, eta mintza apurtu ere egin daiteke azkenean. Prozesu honi **plasmolisi** deritzo.



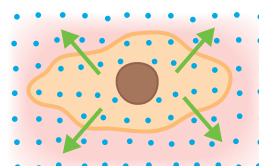
Zelula bat disoluzio hipotoniko batean



Hanpadura



Zelula bat disoluzio hipertoniko batean



Plasmolisia

6.3. Azidotasun edo pH mailaren egonkortasuna

1909an, Sörensenek bi kontzeptu eman zituen: **hidrogenoaren potentziala** (pH), disoluzio baten azidotasuna kuantitatiboki neurtzeko; eta **OH-aren potentziala** (pOH), basikotasun maila neurtzeko. pH-a honela definitzen da: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

pH-aren balioak 0 eta 14 artekoak izan daitezke. pH-a 7 baino txikiagoa bada, disoluzioa **azidoa** da; 7 baino handiagoa bada, **basikoa**; eta 7 bada, **neutroa**.

Izaki bizidun guztiek konstante mantentzen dute beren barne-ingurune ko pH-a. Nagusiki, gatz mineral disolbatuei esker gertatzen da hori, tanpoi-disoluzio edo disoluzio indargetzaileak eratzen baitituzte. pH-a aldatuko balitz, erreakzio kimiko askotan erreakzioaren noranzkoa aldatuko litzateke, eta entzima asko hauspeatu egingo lirateke; horrek arazo larriak eragingo lituzke, baita heriotza ere.

JARDUERAK

17. Zer gertatuko litzateke organismoen barne-ingurunea tanpoi-disoluzioa ez balitz?
18. pH-balioa 7 duen ura isuri dugu saio-hodi batera, eta berriro neurtu dugu pH-a, HCl tanta batzuk bota ondoren. pH-balioa 4raino jaitsi da. Zer pH-balio izango genuke pH-balioa 7 duen ur gasdunari edo ur karbonatatuari bota izan bagenizkio HCl tanta horiek? Bi disoluzioetan zein da tanpoi-disoluzioa? Zergatik?

Tanpoi-disoluzio batzuk		
Sistema	Erreakzioa	
Fosfato tanpoia	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \xrightleftharpoons[\text{Neutralizatu}]{\text{Azidotu}} \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$	Bi ioiak orekan daude. Hala, zelulan azidotasuna handitzen bada (alegia, $[\text{H}^+]$ handitzen bada), erreakzioa ezkerrerantz desplazatzen da, eta txikitzen bada, berriz, erreakzioa eskuinerantz desplazatzen da; horrela, azidotasun-aldaketak indargetzen dira. Zelula barneko pH-a 7,2 izaten da.
Bikarbonato tanpoia	$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \xrightleftharpoons[\text{Azidotu}]{\text{Neutralizatu}} \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Azido karbonikoa (H_2CO_3) oso ezegonkorra da, eta CO_2 -a eta H_2O -a eratzen ditu deskonposatutakoan. Odolean azidosia gertatuz gero (H^+ gehiegi izatea), HCO_3^- ioia H^+ gehiegiarekin elkartzen da; hala, H_2CO_3 -a eratzen da, eta hori CO_2 eta ur bihurtzen da berehala, deskonposatuta.

➔ EGITEN JAKIN



Ingurune batek zer azidotasun edo basikotasun maila duen jakitea

Normalean, pH-aldaketak ezin ikus daitezke begi hutsez. Aldaketarik gertatu den jakiteko, erreaktibo bereziak edo tresna elektronikoak (pH-metroak) behar dira. Substantzia natural batzuk kolorez aldatzen dira pH-a aldatzen denean; adibidez, aza gorriaren pigmentu morea.

Materiala. Motrailua, hiru saio-hodi, 10 cm³-ko bi pipeta, aza gorria, ura, ozipina, eta %20 sodio hidroxidoa duen disoluzioa.

Protokoloa. Moztu aza gorriaren hosto zati bat fin-fin, eta birrindu laborategiko motrailu batean, aldezturik 10 cm³ ur inguru jarri ondoren. Eduki birrindutakoa beratzen, hamar bat minutuan. Gero, hartu likido horren 5 cm³, eta bota iezazkiozu ozipin tanta batzuk; eta beste saio-hodi batean, likido horren beraren beste 5 cm³-ri, bota %20 sodio hidroxidoa duen disoluzioaren tanta batzuk.

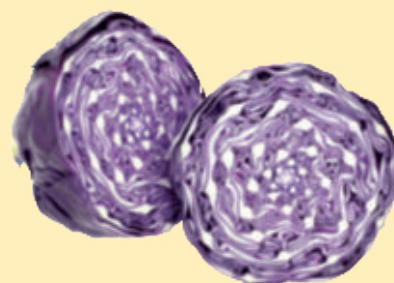
Aza gorriaren pH-balioen eskala.

	gorri bizia	gorri morexka	urdin morea	urdin morexka	urdin urdina	urdin berdexka	berde urdinxka	berde	horia
pH	< 2	4	6	7	7,5	9	10	12	> 13

Emaitzak. Ozipin tantak bota ondoren, likidoa gorri jarriko da; beste saio-hodian, berriz, %20 sodio hidroxidoa duen disoluzioaren tantak botatakoan, horitu egingo da likidoa.

JARDUERAK

19. Zer koloretakoa da likidoa hasieran, aza gorri birrindua besterik ez duenean?
20. Azaldu likidoari ozipina bota ondorengo emaitza eta sodio hidroxidoa bota ondorengo.
21. Nola erabil daiteke aza gorriaren estraktuaren propietate hori analisi kimikoetan?



7 Organismo askoren barne-ingurunea dispertsio koloidalak dira

Masa molekular handiko solutuen dispertsioei (koloideenei, alegia) **dispertsio koloidal** deritze. Baliteke substantzia bat uretan disolbatu ezin baina sakabanatu ahal izatea; horixe gertatzen zaie, esate baterako, fosfolipidoei eta proteinei.

Izaki bizidunek dauzkaten likido gehienak dispertsio koloidalak dira. Hona hemen halakoen propietate nagusiak:

- **Gel itxura hartu ahal izatea.** Dispertsio koloidal oro bi egoeratan egon daiteke: **sol** moduan edo **egoera likidoan**, eta **gel** moduan edo **egoera erdi-solidoan**. Fase sakabanatua solido bat denean, eta fase sakabanatzailea likido bat, orduan sola sortzen da. Gela sortzeko, fase sakabanatuak likidoa izan behar du, eta fase sakabanatzaileak, elkarri lotutako zuntz multzo bat; likidoaren molekulak zuntz horietan atxikita geratzen dira, kapilaritatez edota hidratazioz. Posible izaten da sol-egoeratik gel-egoerara igarotzea, baina prozesua ez da beti itzulgarria izaten.

Zelulan, ektoplasma* gel-egoeran dago, eta endoplasma*, berriz, sol-egoeran. Ektoplasma sol-egoerara igarotzeak pseudopodoak sortzeko aukera ematen du, eta, beraz, higidura ameboidea eta fagozitosia egitekoa. Sol-egoeratik gel-egoerara igarotzea, bai eta alderantzizkoa ere, zuntz-proteinen polimerizazioarekin edo despolimerizazioarekin lotuta dago, hurrenez hurren. Maila plurizelularrean, gelek, ura atxikitzen dutenez, gorputz-egitura batzuk lehorrean heze mantentzeko aukera ematen die organismo batzuei; adibidez, azala, barraskiloei.

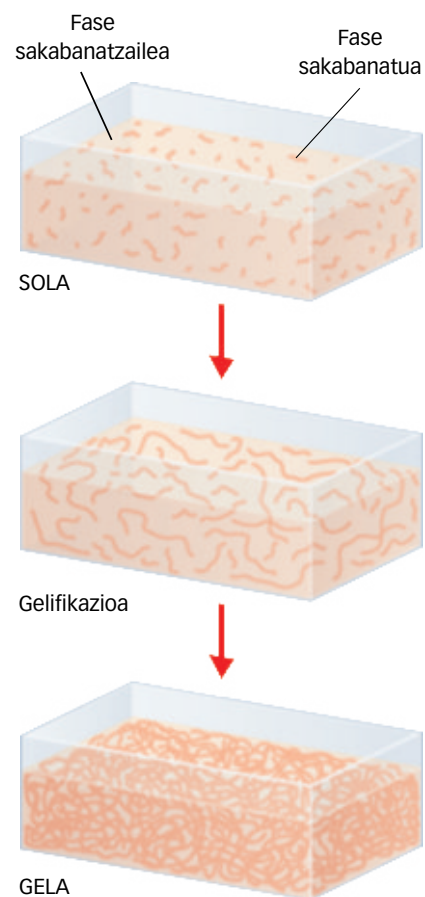
- **Biskositate handia.** Likido batek bere molekulek higidura erlatiboa sortzeari egiten dion barne-erresistentzia da biskositatea edo likatasuna. Dispertsio koloidalak oso likatsuak dira (biskositate handikoak, alegia), oso molekula edo molekula talde handiak dauzkatelako.
- **Adsortzio-ahalmen handia.** Solido baten gainazalak likido edo gas baten molekulak han atxikita gertatzeraino erakartzea da **adsortzioa**. Substantzia berdin baten kantitate berberak, zenbat eta finago banatuta egon, orduan eta adsortzio-ahalmen handiagoa du, orduan eta gainazal handiagoa duelako. Adsortzioaren adibide dira, maila biologikoan, *entzima-substratu* ukipenak eta *antigeno-antigorputz* ukipenak.

Ez dira nahasi behar adsortzioa eta absortzioa edo xurgapena: adsortzioan, fluido baten molekulak gainazal batean atxikita geratzen dira, hura zeharkatu gabe; absortzioan, aldiz, molekulak gainazala zeharkatzen dute, eta beste fluidoaren molekularekin nahasten dira. Xurgapena gertatzen da, adibidez, sustraiek ura hartzen dutenean, eta ura aireztatuz oxigenoz aberasten denean.

- **Tyndall efektua.** Partikula koloidalaren neurria milimikra bat eta 0,2 mikra artekoa izaten da; mikroskopia optikoarekin gehienez ere ikus daitekeena, hain zuzen. Horregatik, dispertsio koloidalak, egiazko disoluzioak bezala, garden eta argiak izan daitezke. Baina dispertsioari albotik eta atzean hondo iluna duela argi eginez gero, opaleszentzia modukoa bat ikusten da, argi-izpiak islatzearen ondorioz. Antzera gertatzen da argi-izpi batek ilunpean dagoen gela bateko hautsa argitzen duenean. Argiak aurretik ematen badio, hautsa jada ez da ikusten.

***Ektoplasma:** zitoplasmaren kanpoaldeko parte, mintz plasmatikotik gertuko dagoena. Organulurik ez du, eta endoplasma baino dentsitate txikiagoa da.

***Endoplasma:** zitoplasmaren erdialdeko parte, mintz nuklearraren eta mintz plasmakoaren artean dagoena. Baditu organuluak, eta ektoplasma baino dentsitate handiagoa da.



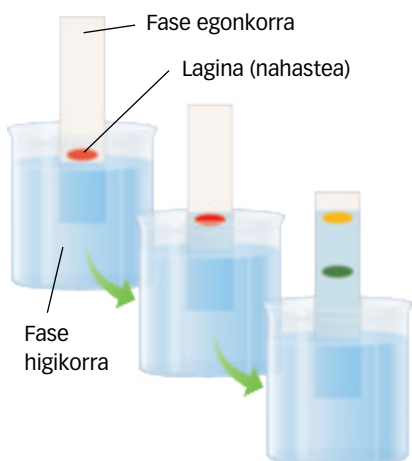
Sol-egoeran dagoen dispertsio koloidal bat gel bihurtzen.

JARDUERAK

22. Zergatik gelak ez dira batere erraz lehortzen? Aipatu hori organismoei onuragarri zaieneko adibide batzuk.
23. Adsortzio-ahalmen handia izatea zergatik da onuragarria erreazio biokimikoetan?



Dialisi-prozesua.



Geruza fineko kromatografia.

8 Zenbait teknikaren bidez, biomolekula mota guztiak banandu daitezke

Biokimikako laborategietan bost teknika erabiltzen dira, nagusiki: zentrifugazioa, dialisia, kromatografia, elektroforesia eta espektrofotometria.

8.1. Zentrifugazioa

Zelula-organuluak eta dispersio koloidaletako konplexu makromolekularrak egonkorak dira baldintza normalean; baina, indar handiko grabitazio-eremuen eraginpean jarritz gero, lor daiteke bai batak eta bai besteak jalkitzea. Horixe egiten da **zentrifugagailuetan** eta **ultrazentrifugagailuetan**. Minutuko 30.000 eta 100.000 bira eman ditzakete, hurrenez hurren, eta zer abiadura erabiltzen den, egitura handiak eta txikiak bereiztea lor daiteke.

8.2. Dialisia

Masa molekular handiko partikula sakabanatuak (koloideak) eta masa molekular txikikoak (kristaloideak) bereiztean datza, eta mintz erdiiragazkor baten bidez egiten da, hartan zehar igaro daitezkeen bakarrak molekula txikiak (kristaloideak eta ura) izan daitezen. Teknika honen aplikazio kliniko bat, oso erabilia, **hemo-dialisia** da: giltzurrun-gutxiegitasuna dutenei odoletik urea bereizten zaie (urea kristaloidea da), odoleko proteinen kontzentrazioa aldatu gabe (koloideak dira).

8.3. Kromatografia

Nahasita dauden zenbait substantzia kimiko banantzean datza, eta ingurune finko batek substantzia bakoitza atxikitzeke ahalmen bera ez duela baliatzen da horretarako. Nahastea fluido batean disolbatu behar da (likido edo gas batean), eta, gero, fluido edo **fase higikor** hori ingurune finko nahasezin edo **fase egonkor** batean zehar igaroarazi. Fase egonkorra gainazal solido bat bada (adibidez, papera), **geruza fineko kromatografia** deritzo; eta zutabe batean dagoen substantzia bat bada, berriz, **zutabe-kromatografia**. Ingurune finkoak atxikitzeke indar gutxien egiten dien substantziak aurrerago joaten dira, eta indar gehien egiten dienak atzerago geratzen dira. Horrela, bereizi egiten ditugu, gero kualitatiboki edo kuantitatiboki aztertzeke. Fluido gasa denean, **gasen kromatografia** deritzo.

➔ EGITEN JAKIN



Dialisi bat egitea

Helburua molekula handiak (makromolekulak) eta molekula txikiak (kristaloideak) bereiztea da.

Materiala. Hauspeakin-ontzi bat (500 cm³ ingurukoa), dialisiak egiteko hodi bat, arrautza-albumina edo zuringo, ura, NaCl-a, NaOH-a (%20ko kontzentrazioan), CuSO₄-a (%1ean) eta AgNO₃-a (%1ean).

Protokoloa. Moztu dialisiak egiteko hodi zati bat, eta utzi 24 orduan uretan. Erabili aurretik korapilo bat egin behar zaio muturretako batean. Sartu hodi zatian arrautza-albuminaren disoluzio bat; hori egiteko modu bat %1 NaCl-a duen ur-disoluzio baten 200 cm³-tan arrautza-zuringo bat sakabanatzea da. Gero, egin beste muturrean ere beste korapilo bat, eta sartu hodia ur destilatutan. Egun bat edo biren buruan, ikusi ea hodiaren barruan eta kanpoan albuminarik eta NaCl-rik badagoen edo ez.

Albuminarik badagoen jakiteko, hartu 2 cm³ disoluzio, eta bota %20 NaOH-a duen disoluzio baten 2 cm³, bai eta %1 kobre sulfatoa duen disoluzio baten tanta batzuk ere. Analisi horri **Biuret proba** esaten zaio. More jartzen bada, albumina badagoen seinale.

NaCl-rik badagoen jakiteko, hartu 2 cm³ disoluzio, eta bota %1 AgNO₃-a duen disoluzio baten tanta batzuk. Hauspeakin zuri bat sortzen bada, Na-a badagoen seinale.

Emaitzak. Biuret probak positiboa eman zuen hodiaren barruko disoluzioan, eta kanpokoan, berriz, negatiboa. NaCl-ri zegokionez, berriz, probak positiboa eman zuen, bai hodiaren barruan, bai kanpoan.

JARDUERAK

24. Zergatik lortu dira emaitza horiek? Arrazoitu zure erantzuna.

8.4. Elektroforesia

Partikula koloidalak gel baten bidez garraiatzean datza, eta eremu elektriko baten eraginpean jarrita lortzen da. Ehun batetik zenbait proteina mota edo DNA mota batera ateratakoan haiek bereizteko erabiltzen da normalean.

Partikulen abiadura karga/masa zatiduraren arabera da: zenbat eta karga elektriko handiagoa eta masa molekular txikiagoa dituen, are eta abiadura handiagoa du partikulak. Almidoi, agarosa eta poliakrilamidazko gelak erabiltzen dira.

25. Zertarako erabiltzen da SDS detergentea?
26. Non geratuko dira gelean islatuta masa molekular txikieneko proteinak? Zergatik?

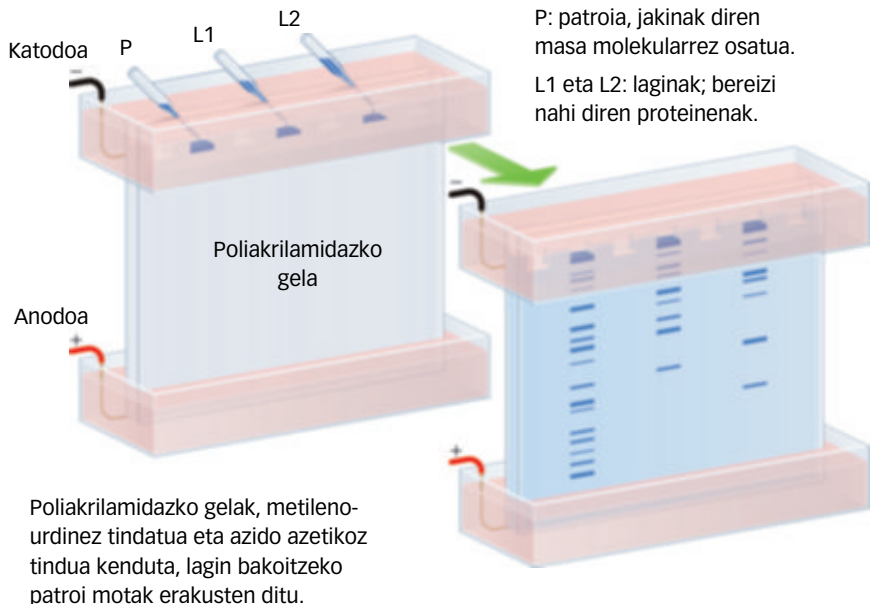
Proteina baten elektroforesia

Proteinak bereizteko ez ezik, haien masa molekularra jakiteko ere balio du elektroforesiak.

Aurrena, poliakrilamidazko gel bat prestatu behar da, akrilamidazko dispersio bati katalizatzaile bat gehituta. Gero, gel horri detergente bat gehitzen zaio: SDS-a. Izan ere, detergente hori proteinei lotuko zaie, eta karga negatiboa hartuko dute haiek, zeinek bere masa molekularren arabera. Horrela, proteinak masaren arabera soilik higitzea lortzen da.

Gero, bereizi nahi diren proteinak anodoaren kontrako aldean jartzen dira, eta korrante zuzen bat igaroarazten da, gela blaitzen duen tanpoi-disoluzio batean zehar.

Azkenik, gela metileno-urdinez tindatzen da, proteinak jada bereizita bandetan ikusteko. Koloratzaile hori proteinetan soilik finkatzen da, eta haiek ikusteko, beraz, tindua kendu behar zaio gelari.



8.5. Espektrofotometria

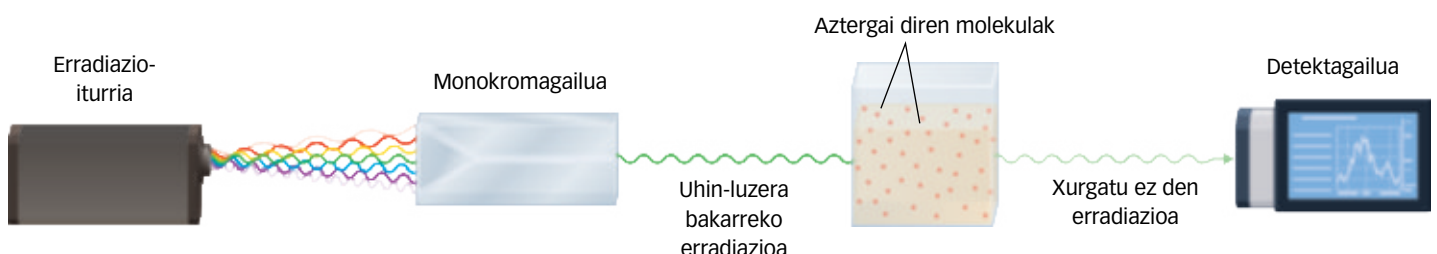
Analisi optikoko teknika bat da, eta bi disoluzioi xurgatutako erradiazio kantitatea alderatzeko erabiltzen da, disoluzio baten solutu-kontzentrazioa datu ezezaguna izanik, eta besteara, berriz, jakinekoa.

Substantzia bakoitzak xurgapen maila jakin bat du, zer uhin-luzera erabiltzen den (xurgapen- edo absorzio-espektra), eta substantzia identifikatzeko modua ematen du horrek. Substantzia baten kontzentrazioa zein den jakiteko, absorbantzia handiena zein uhin-luzeratan duen hartzen da kontuan, eta hura erabiltzen da.

Teknika honetarako, **espektrofotometroa** erabiltzen da. Tresna horrek aukera ematen du zer uhin-luzera erabili nahi den hautatu eta disoluzioa zenbat erradiazioz zeharkatu duen neurtzeko (zenbat transmititu den edo ez den xurgatu, alegia). Hiru erradiazio mota erabil ditzake: ultramorea (180 nm-tik 380 nm-ra artekoa), ikusgaia (380 nm-tik 780 nm-ra artekoa) eta infragorria (780 nm-tik gorakoa).

JARDUERAK

27. Zertan dira desberdin osmosia eta dialisia?
28. Ikertu zer kromatografia mota dauden, eta azaldu zertarako erabiltzen den bakoitza.





Berrikusteko

29. Nitrogeno molekula (N_2) osatzen duten bi atomoak hain daude elkarri tinko lotuta lotura kobalente hirukoitz baten bidez, nekez erreakzionatzen baitute beste substantzia batzuekin. Zer du ikustekorik horrek eta atmosferaren konposizioak?
30. Zer bioelementu ezinbestekok osatzen dituzte molekula organikoak?
31. Zergatik ematen du fosforoak aukera berehala erabiltzeko energia gordetzeko?
32. Zertan oinarritzen dira zientzialariak bizia ur-ingurunean sortu zela uste izateko?
33. Zuzendu testu hau: «Karbonoa, oxigenoa, hidrogenoa eta nitrogenoa masa atomiko txikiko oligoelementuak dira, eta, horregatik, lotura kobalenterik ezin dute egin. Lurraren geruza kanpokoan urri daude laurak, eta elementu horiek eratzen dituzten konposatu kimikoak ez dira ondo disolbatzen uretan».
34. Laburbildu, taula batean, biomolekulen edo funts-gaien sailkapena.
35. Zergatik H_2O formula ez dagokio berez ur likidoari, ur-lurrunari baizik?
36. Zergatik da ura disolbatzaile bikaina? Zergatik ez ditu disolbatzen hidrokarburoak ere?
37. Zer esan nahi du bi ioi antagonikoak izateak? Aipatu adibide batzuk.
38. Zergatik da elikagaiak kontserbatzeko modu bat gatz ez estaltzea, bakailaoarekin egiten den moduan?
39. Zergatik izan behar dute zain barneko injekzio bidez ematen diren disoluzioek globulu gorrientzat isotonikoak? Zer gerta daiteke hala ez bada?
40. Zer motatakoak dira mintz plasmaticoak?
41. Konposatu organikoetako $-COOH$ eta $-NH_2$ erradikalak ioniza daitezke uretan, honela:
 $-COOH \rightarrow -COO^- + H^+$
 $-NH_2 + H_2O \rightarrow -NH_3OH \rightarrow -NH_3 + OH^-$
 Esan zer gertatuko den egoera hauetan:
 a) Azido bat gehituta, ingurunea oso azido geratzen bada.
 b) Base bat gehituta, ingurunea oso basiko geratzen bada.
42. Zer egoeratan egon daitezke dispertsio koloidalak?
43. Zer propietate dituzte dispertsio koloidalek, egiazko disoluzioek ez bezala?
44. Dialisia egiteko erabiltzen diren mintzek kristaloideei ez diete igarotzen uzten, eta osmosia egiteko erabiltzen direnek, aldi, bai. Egia al da hori? Arrazoitu zure erantzuna.
45. Zer teknika erabiliko zenuke dispertsio koloidal batek substantzia jakin baten zer kontzentrazio duen jakiteko? Azaldu zertan oinarritzen den teknika hori.

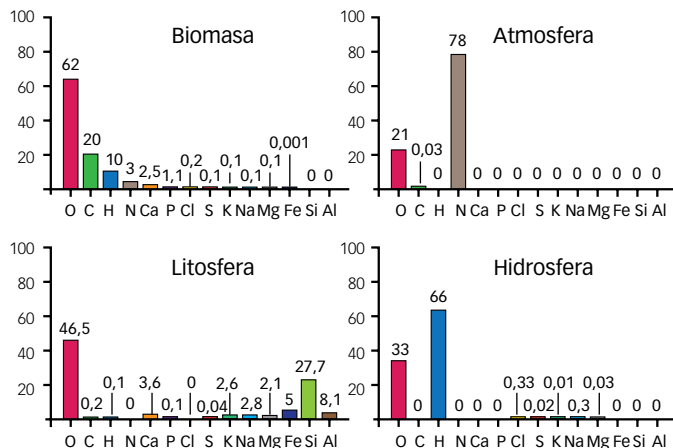
Sakontzeko

46. Organismoen barne-inguruneak ioi-kontzentrazio konstantea izan ohi du. Kontzentrazioa pixkatxo bat aldatzeak zeluletan aldaketa larriak eragin ditzake. Hona hemen Ringer eta Tyrode disoluzio fisiologikoen konposizioa (animalia-organoak funtzionatzen mantentzeko erabiltzen dira), bai eta Arnon disoluzio nutritiboarena ere (laborantza hidroponikoan erabiltzen da):

Ringer disoluzio fisiologikoa (anfibioentzat)	NaCl	6,0 g
	KCl	0,2 g
	$CaCl_2$	0,2 g
	$NaHCO_3$	0,1 g
	H_2O	1 litro, gehienez
Tyrode disoluzio fisiologikoa (ugaztunentzat)	NaCl	8,00 g
	KCl	0,20 g
	$CaCl_2$	0,20 g
	$MgCl_2$	0,10 g
	$NaHCO_3$	1,00 g
	NaH_2PO_4	0,05 g
	Glukosa	1,00 g
Arnon disoluzio nutritiboa (landareentzat, laborantza hidroponikoan)	H_2O	1 litro, gehienez
	KNO_3	1,02000 g
	$Ca(NO_3)_2$	0,49200 g
	$NH_4H_2PO_4$	0,23000 g
	$MgSO_4 \cdot 7(H_2O)$	0,49000 g
	H_3BO_3	0,00286 g
	$MnCl_2 \cdot 4(H_2O)$	0,001810 g
	$CuSO_4 \cdot 5(H_2O)$	0,000008 g
	$ZnSO_4 \cdot 7(H_2O)$	0,000022 g
	$H_2MoO_4 \cdot (H_2O)$	0,000009 g
	$FeSO_4 \cdot 7(H_2O)$	Aztarnak
	Azido tartarikoa	Aztarnak
	H_2O	1 litro, gehienez

- a) Zer disoluzio du, ehunekotan, gatz gehien? Eta gatz gutxien? Zergatik ote?
- b) Disoluzio guztiek al daukate materia organikoa, zelulei elikagai izan dakiekeena?
- c) Disoluzio guztiek al daukate ingurunearen pH-a konstante mantentzeko balio dezakeen substantziarik? Zein dira?
- d) Zergatik dauka Arnon disoluzioak hainbeste konposatu mota, bakoitzetik gutxi-gutxi baino ez dauka eta?

47. Izaki bizidunak atmosferaren behealdean, hidrosfera guztian eta litosferaren azalean bizi dira Lurrean. Gorputza eratzeke behar dituzten elementu kimikoak inguruetik lortzen dituztenez, uste izatekoa da haien konposizioak hiru geruza horien oso antzekoa izan behar duela. Aztertu arretaz hiru geruza horien konposizioa eta organismoena (elementu kimikoak zer ehuneko diren adierazten dute grafikoei), eta erantzun galderei.



- a) Bioelementu primarioak diren zer elementu daude oso ugari geruza horietako batzuetan? Zein ez?
- b) Zer molekula eratzen dituzte bioelementu primarioak izaki bizidunetan?
- c) Zergatik hautatu dira urrien dauden bioelementu primarioak organismoak eratzeke?

48. Bi elikagai zenbat ur duten jakiteko, lehortzeko labe batean eduki ditugu 7 egunean. Labean sartu aurretik pisatu egin genituen, ondoren ere bai, egunerok, eta hauek izan dira emaitzak:

	Pisua hasieran	1.a	2.a	3.a	4.a	5.a	6.a	7.a
Ziazerbak (g)	20	8,1	5,2	3,7	2,7	2,1	2,0	2,0
Haragia (g)	30	16,5	13,0	12	11,1	10,4	10,3	10,3

- a) Adierazi grafikoki zer bilakaera izan duen elikagai horien pisuak.
- b) Elikagai horien zer ehuneko zen ura hasieran, labean sartu aurretik?
- c) Adierazi grafikoki zer bilakaera izan duen elikagai horien ur kantitateak, ehunekotan.
- d) Nola jakin daiteke zazpi egunen buruan bi elikagaiak erabat deshidratatu diren?

49. Sartu Hezkuntza, Kultura eta Kirol Ministerioaren Biosfera Proiektuaren webgunean, Batxilergoko 2. mailari dagokion atalean, eta, hor, aukeratu 1. unitatea, eta egin *Actividades de investigación* saileko 1. jarduera (El Silicio: ¿Puede el Silicio ser la base de la vida?), 2. jarduera (La diálisis: ¿Qué tiene que ver con el riñón?) eta 3. jarduera (La ósmosis: Relaciona las sales minerales con el agua).

Gako-hitzak: *biosfera, actividades 2.º bachillerato, la materia viva.*

LABURBILDUZ

- Elementu kimikoak, molekulak eta lotura kimikoak**
 - Elementu kimikoa. Atomoa
 - Substantzia konposatua. Molekula
 - Ionikoa
 - Kobalentea
 - Hidrogeno-lotura
 - Van der Waalsen indarrak
- Bioelementuak**
 - Primarioak: C, H, O, N, S eta P
 - Sekundarioak: Na, K, Cl, Ca, Mg
- Biomolekulak edo funts-gaiak**
 - Bakunak
 - Konposatuak
 - Ez-organikoak
 - Organikoak
- Ura**
 - Non/nola: zirkulatzaila, interstiziala eta zelula barnekoa.
 - Ezaugarriak: handiak ditu kohesioa, gainazal-tentsioa, bero espezifiko, lurruntze-beroa eta disoluzio-ahalmena; dentsitate handiagoko egoera likidoan solidoan baino; ionizazio gradu txikia.
 - Funtzioak: disolbatzaile izatea, biokimikoa, egiturazkoa, indargetze mekanikoa, termorregulazioa.



Izotzak geruza bero-isolatzaila bat eratzen du.

- Gatz mineralak**
 - Hauspeatuak
 - Disolbatuak
- Egiazko disoluzioen propietateak**
 - Difusioa
 - Osmosia
 - pH mailaren egonkortasuna
 - Gelifikazio-ahalmena
- Dispersio koloidalaren propietateak**
 - Biskositate handia
 - Adsorizio-ahalmen handia
 - Tyndall efektua
- Biokimikan erabiltzen diren teknika nagusiak**
 - Zentrifugazioa
 - Dialisia
 - Elektroforesia
 - Kromatografia
 - Espektrofotometria

Zer aplikazio ditu markatzaile erradioaktiboak erabiltzeko?

Erabiltzen diren teknika batzuk

Auziaren azalpena

Markatzaile erradioaktiboak darabiltzaten teknikak zenbait molekulatan isotopo erradioaktiboak sartzean datuak, eta isotopoen bitartez molekula horiei jarraipena egitea izaten dute helburu. Azterketa biologiko askotan jakin egin behar izaten da molekula bat beste bat bihurtzen den edota non metatzen den. Horrela, izan ere, bidezidor metabolikoak ondorioztatu daitezke, edota material genetikoaren erreplikatzeko prozesuak, anomalia fisiologikoak, tumore kantzerigenoen kokapena, etab.

Aurretik zer dakigun

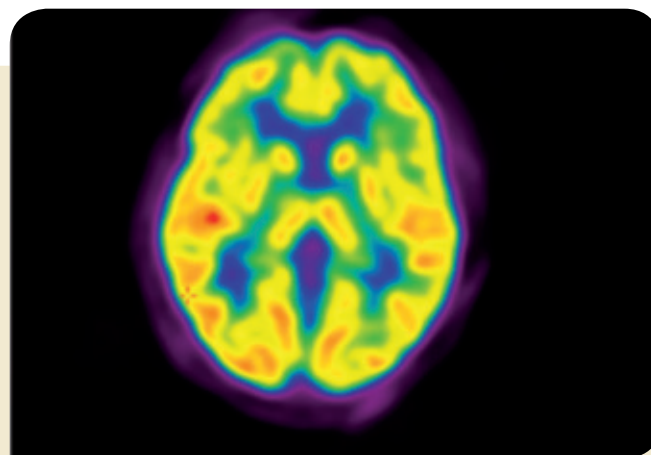
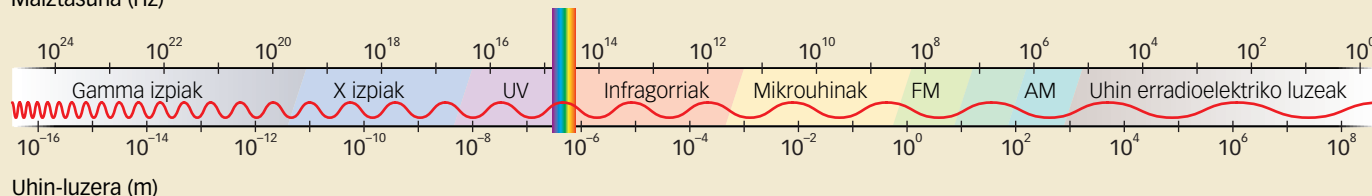
Isotopoak protoi kopuru berdina baina neutroi kopuru desberdina duten atomoak dira. Esate baterako, karbono normalak (^{12}C) 6 protoi eta 6 neutroi dauzka nukleoan, eta haren isotopoek, berriz, ez: ^{13}C isotopoak 6 protoi eta 7 neutroi dauzka, eta ^{14}C -k, 6 protoi eta 8 neutroi.

Atomo horiek guztiak karbono atomoak balira bezala portatzen dira erreakzio kimikoetan, baina masa molekularrean diferentziak eragiten dituzte, jakina. Naturan, % 99 ^{12}C da, % 1 ^{13}C , eta ^{14}C -aztarnak baino ez daude. Horregatik karbonoaren masa atomikoa ez da 12, baizik eta 12,0107 (isotopo guztien masa atomikoen kalkulua haztatutik lortzen den balioa). Gainerako atomo mota guztiekin beste horrenbeste gertatzen da.

Isotopo horiek beste ezaugarri bat ere badute, eta erabili-lia da. Batzuk (^{14}C -a, adibidez) **isotopo ezegonkorak** edo **erradioaktiboak** dira, eta deskonposatzen direnean gamma erradiazioa (γ) igortzen dute, isotopo egonkor bihurtzeko. Normalean beste elementu baten atomo bihurtzen dira; ^{14}C -a, esaterako, desintegratu eta ^{14}N bihurtzen da. Batez besteko bizitza 5.730 urtekoa du; hau da, denbora hori guztia behar du ^{14}C atomoen erdiak desintegratu daitezkeen. Horrek esplikatzeko isotopo horren bidez zergatik datatu daitezkeen objektu historikoak, baina ez milioika urteko prozesu geologikoak.

Gamma izpiak erradiazio elektromagnetikoak dira (hots, X izpiek baino uhin-luzera txikiagoko fotoiak), eta material sartzeko ahalmen handia dute, beraz.

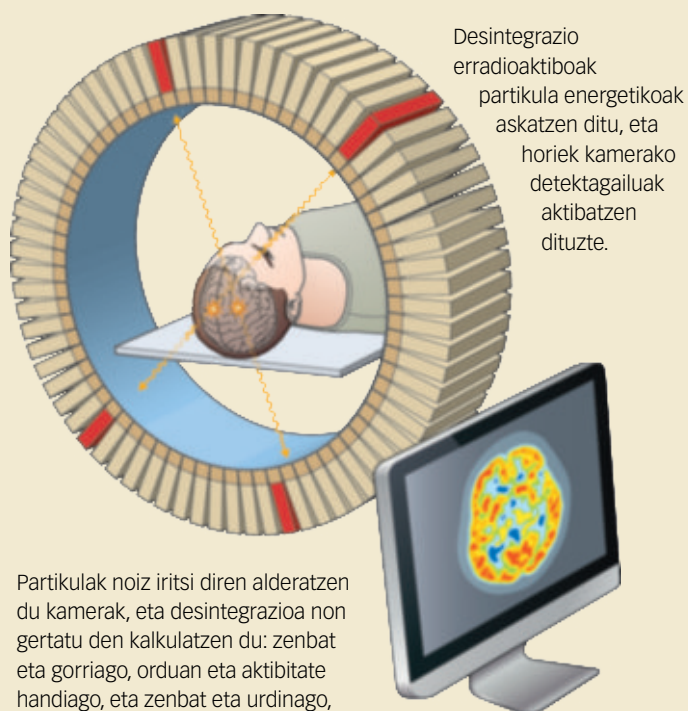
Maiztasuna (Hz)



Giza garun baten irudia, positroi-igorpenezko tomografia (PET) bidez hartua.

Arriskutsuak dira, DNA aldatzea eta minbizia sortzea eragin dezaketelako, baina ondo erabilia material kirurgikoa esterilizatzeko balio dute, bai eta elikagaietan bakterioak eta onddoak deuseztatze ere.

Isotopo erradioaktiboek igortzen dituzten erradiazioak gamma izpien kamera batekin detekta daitezke. Horrela, jarraipena egin daiekie, baita organismo bizidunetan ere.



Partikulak noiz iritsi diren alderatzen du kamerak, eta desintegrazioa non gertatu den kalkulatzeko du: zenbat eta gorriago, orduan eta aktibitate handiago, eta zenbat eta urdinago, are eta aktibitate txikiago.

Gamma izpien kamera baten eskema.

Isotopo erradioaktiboen aplikazioak medikuntzan

Medikuntzan, gamma izpiak zenbait tumore kantzerigenori erasotzeko erabiltzen dira, bai eta diagnostikorako teknika batzuetan ere.

- **Ordenagailu bidezko tomografia, X izpien bidezkoa (OT).** Gorputzaren zeharkako irudiak erabiltzen ditu (X izpien bidezko ekipo batekin lortuak), miaketak egiteko: minbiziak, hezur hautsiak, odolbilduak, barne-odoljarioak eta bihotzeko gaixotasunen seinaleak.

Gaixoari teknezioa (^{99}Tc) injektatzen zaio. Batez besteko bizitza sei ordukoa baino ez du, eta, hortaz, pazientearentzat ez da kaltegarria, eta behatu nahi den lekuaren irudiak lortzeko aukera ematen du.

- **Positroi-igorpenezko tomografia (PET).** Irudi zehatzagoak lortzen dira teknika honekin. Aztertu nahi diren organoen ebakidurak berregiten dira informatikoki, zenbait angelutatik lortutako proiektzio gammagrafiko ugari erabiliz.

Onkologian, glukosa molekula bat injekta daiteke, fluor-18 (^{18}F) markatzailea daramala, eta bihotzaren edo garunaren irudiak lortu nahi direnean, karbono-11 (^{11}C) eta nitrogeno-13 (^{13}N) isotopoak ematen dira.

Diagnostikorako irudien teknikariaren profila

Zer egiten du?

- Giza gorputzaren erregistro grafikoak lortzen ditu, zenbait ekipo eta teknika mota erabiliz, lortutako irudiak tratatu ondoren diagnostiko egokiak egin ahal izateko.
- Erradiofarmakoak prestatzen eta dosifikatzen ditu, ezarritako protokoloen arabera.
- Larrialdietako plana aplikatzen du, irradiazio-arriskua duten istripuak gertatutakoan.

Nola egiten du?

- Ekipo erradiografikoak erabiltzen ditu, X izpien bidezko plakak ateratzeko.
- Erresonantzia magnetiko bidez eta/edo ordenagailu bidezko tomografia axialaren bidez lortutako irudiak informatikoki prozesatzen ditu.
- Medikuntza nuklearreko ekipoak erabiliz teknika erradioisotopikoak aplikatzen ditu, behatu edo aztertu nahi den gorputzeko lekuaren irudiak lortu eta prozesatzeko.
- Instalazio, langile eta pazienteentzako erradiobabeseko neurriak aplikatzen ditu.
- Erradiologia-unitateetan kutsadura erradioaktiboaren kontrolak egiten ditu.

Isotopo erradioaktiboen aplikazioak landareetan

Isotopo erradioaktiboei esker, izugarri egin da aurrera Biologian. Hona hemen isotopo horiek landareetan erabili izan direneko zenbait adibide:

- 1962an, Cornelius Bernardus van Niel-ek zera proposatu zuen: fotosintesian oxigeno-iturria ura dela, eta ez karbono dioxidoa, ordura arte bestela uste bazen ere. Zenbait landareri $\text{C}[^{18}\text{O}_2]$ -a eman zien (hau da, karbono dioxidoa, baina oxigenotzat ^{18}O isotopoa zeukala), eta ur normala (H_2O). Horrela bere hipotesia egiaztatu zuen, ikusi baitzuen fotosintesiaren ondoren lortutako oxigenoa oxigeno molekular normala zela, ez markatua, eta, beraz, haren jatorriak ura izan behar zuela.
- Interes handiko beste adibide bat landareei ^{14}C isotopoarekin markatutako karbono dioxidoa eman ziotenekoa da; alegia, $[^{14}\text{C}]\text{O}_2$ -a aplikatu zutenekoa. Hori eginez, landareek izerdi ondutan daukaten glukidoa sakarosa dela jakin ahal izan zuten, eta molekula horrek liberhodien bahe-plakak nola zeharkatzen dituen ere bai.
- Lurzoruko urari potasio erradioaktiboa (^{42}K) aplikatuta egiaztatu ahal izan zen urak eta ioi ez-organikoek gorantz egiteko bidea xilema dela.

JARDUERAK

50. Zergatik dira isotopo erradioaktiboak baliagarriak biziaren kimika aztertzeko?
51. Zertan datza positroi-igorpenezko tomografia edo PET deritzona?
52. Zer uhin mota erabiltzen dira erresonantzia magnetikoetan?
53. Demagun egoera hau: goi-mendietako aintzira batzuetako uren eutrofizazio maila aztertzen ari den biologo bat zara, eta bakoitzean zenbat alga zelulabakar dauden neurtu eta kantitateak alderatu nahi dituzu. Horretarako, ur-laginak har ditzakezu, eta, gero, algak jalki, kontzentratu, eta mikroskopio baten laguntzaz zenbatu. Baina askoz errazago eta azkarrago ere egin dezakezu lan bera, gamma erradiazioen kontagailu bat erabiliz, algak fotosintesia egiteko erabiltzen duten substantzia erradioaktiboetako bat merkatuan erosita; adibidez, $[^{14}\text{C}]\text{O}_2$ -a. Substantzia produktuek zenbat gamma erradiazio duten neurtuz, aintzira bakoitzean zer alga kantitate erlatibo dagoen jakin dezakezu. Azaldu, urratsez urrats, zer egingo zenukeen isotopo erradioaktiboen teknika hori aplikatzeko, eta, horrela, problema ebazteko.
54. Erradiobabeseko zer neurri aplikatu behar ditu diagnostikorako irudien teknikari orok instalazioetan, pazienteei eta langileei beraiei?