Irakaslearen gida: egoera-aldaketen simulazioa

Laburpena

Simulazioak substantzia bat berotu edo hozten du, eta aldi berean ontzia, haren partikulak eta tenperatura-denbora kurba erakusten ditu; bigarren modu batean, uraren, CO_2-aren eta iodoaren fase-diagrama dago. Euskadin DBHko 1. eta 2. mailetako Natura Zientzietan erabiltzen da batez ere, curriculumak han kokatzen baititu teoria zinetiko-molekularra eta egoera-aldaketak. Fase-diagrama DBHko 4. mailako Fisika eta Kimikarako baliabidea da.

Datua	Xehetasuna
Esteka	simulaciencia.es/eu/simulazioak/cambios-estado/
Mailak	DBHko 1. eta 2. mailak, Natura Zientziak (erabilera nagusia); DBHko 4. maila, Fisika eta Kimika; noizbehinkako errepasoa Batxilergoko 1. mailan eta 2. mailako Kimikan
Irakasgaia	Natura Zientziak (DBHko 1.-2.), Fisika eta Kimika (DBHko 4. eta Batxilergoko 1.), Kimika (Batxilergoko 2.)
Gutxi gorabeherako iraupena	15-20 minutu azalpenerako, simulazioa proiektatuta
Materiala	Proiektorea edo arbel digitala; nabigatzailean dabil, baita mugikorrean eta tabletan ere, ezer instalatu gabe. Diagramako puntua hatzarekin arrasta daiteke
Aurretiko ezagutzak	Agregazio-egoerak maila intuitiboan, tenperatura °C-tan, grafiko baten irakurketa. DBHko 4. mailan, presioa atm-tan
Irisgarritasuna	Gai iluna, argia eta kontraste handikoa (engranajearen botoia). Goiko zerrendako mezuak pantaila-irakurgailuarekin irakurtzen dira

Nola dabil simulazioa

Simulazioak bi modu ditu, «Berotu eta hoztu» (berotze-kurba) eta «Presioa eta tenperatura» (fase-diagrama), ezkerreko panelaren goialdean aukeratzen direnak. Lehenengoan hiru panel ikusten dira: «IKUSTEN DUGUNA» (ontzia, plaka eta termometroa), «IKUSTEN EZ DUGUNA» (64 partikula eta egoeren legenda bat) eta «GRAFIKOA». Bigarrenean diagrama, partikulen leihoa eta «PENTSATU ETA EGIAZTATU» panela ikusten dira. Bietan, goiko zerrenda batek esaldi batekin azaltzen du zer gertatzen ari den.

Modua	Irakasleak zer kontrolatzen duen	Zer erakusten duen
Berotu eta hoztu	Substantzia (Ura, Alkohola (etanola), Nitrogenoa, Burdina, Izotz lehorra (CO_2)). Simulazioaren gaineko barra: «Berrabiarazi», plaka «❄ Hoztu», «Itzali» edo «🔥 Berotu», eta abiadura ×1, ×2 edo ×4. Panelean, plakaren potentzia, −% 100etik (hoztu) +% 100era (berotu), 5eko urratsetan; +% 50ean hasten da. «Itzali» botoiak tenperatura finko uzten du partikulak mugitzen ari direla, lasai azaltzeko. R tekla berrabiarazteko	Ontzia, solidoarekin, likidoarekin, burbuilekin edo estalkiko tantekin. Termometroa, urtze- eta irakite-markekin (sublimaziokoa, izotz lehorrean). Tenperatura-denbora grafikoa, lautada bakoitza errotulatuta. Tenperatura, Denbora, Plaka eta «Substantziaren egoera» txartelak

Modua	Irakasleak zer kontrolatzen duen	Zer erakusten duen
Berotu eta hoztu, partikulen ikuspegia	«Erakutsi partikulen arteko erakarpenak» eta «Erakutsi abiadura (arrastoak)» laukiak	64 partikula berberak egoera guztietan: hondoan bibratzen duen 16 × 4 sare bat, irristatzen diren partikulak edo partikula askeak. Ura H_2O molekula gisa marrazten da, nitrogenoa N_2 gisa eta izotz lehorra CO_2 gisa; alkohola eta burdina, esfera gisa. Molekulek solidoan oszilatzen dute eta likidoan eta gasean biratzen dute. Loturak sendoak dira solidoan, ahulak likidoan, eta ez dago loturarik gasean
Presioa eta tenperatura, ura	Tenperatura −40tik 160 °C-ra. Presioa 0,003tik 5 atm-ra, eskala logaritmikoan. «Itsas maila», «Everesten gailurra», «Presio-lapikoa» eta «Puntu hirukoitza» adibideak. Puntua arrastatu ere egin daiteke	SOLIDOA, LIKIDOA eta GASA eskualdeak, 1 atm-ko lerroa «0 °C-tan urtzen da» eta «100 °C-tan irakiten du» oharrekin, eta puntu hirukoitza. «Presio honetan, substantzia…» txartelak presio horretako aldaketa-tenperaturak ematen ditu
Presioa eta tenperatura, CO_2	Tenperatura −120tik 30 °C-ra. Presioa 0,30etik 100 atm-ra. «Izotz lehorra», «Aire zabala», «CO_2 itzalgailua» eta «Puntu hirukoitza» adibideak	Diagrama bera CO_2-arentzat, puntu hirukoitza 5,11 atm-tan eta −57 °C-tan duela. 1 atm-tan «−78 °C-tan sublimatzen da» markatzen du
Presioa eta tenperatura, iodoa	Tenperatura 20tik 220 °C-ra. Presioa 0,0003tik 5 atm-ra. «Laborategian», «Presio txikiarekin», «Iodo urtua» eta «Puntu hirukoitza» adibideak	Iodoaren diagrama, puntu hirukoitza 0,12 atm-tan eta 113,5 °C-tan duela. 1 atm-tan 114 °C-tan urtzen da eta 184 °C-tan irakiten du; 0,12 atm-tik behera sublimatu egiten da

Lau elementuk eusten diote azalpenari:

- **Grafikoaren lautada.** Urtzean eta irakitean kurba lau geratzen da, eta «tenperatura konstantea» errotulua agertzen da. Termometroa aldi berean gelditzen da.
- **Energia-barra.** «Zertan erabili da emandako energia?» txartelak bi zati ditu: «Tenperatura igotzea» eta «Partikulak banantzea». «Berrabiarazi» sakatu ondoren sartu den energia bakarrik zenbatzen du; beraz, % 0an hasten da. Lautada batean bigarrena bakarrik hazten da. Sartutakoa baino energia gehiago kendu bada, «Nondik atera da kendutako energia?» bihurtzen da.
- **Ikuspegi bikoitza.** Ontzian gertatzen dena aldi berean agertzen da partikuletan. Plakaren azpiko konposizio-barrak eta legendak solidoaren, likidoaren eta gasaren ehunekoa ematen dute.
- **Diagramako puntua.** Lerro bat gurutzatzean, zerrendak aldaketa izendatzen du (URTZEA, LURRUNTZEA, SUBLIMAZIOA…). Berotzeagatik ala presioa aldatzeagatik izan den ere esaten du. Lerro baten gainean, zer egoera dauden batera adierazten du.

«Funtsezko kontzeptuak» zabalgarriak sei egoera-aldaketak eta hiru ideia laburtzen ditu: tenperatura konstantea aldaketan zehar, substantzia bakoitzaren tenperatura propioak eta aldatzen ez diren partikulak. Diagrama moduan, «Nola irakurri fase-diagrama bat» atalak eskualdeak, lerroak, puntu hirukoitza eta eskala trinkotua azaltzen ditu.

Maila bakoitzean nola erabili

DBHko 1. eta 2. mailetan, Natura Zientzietan, simulazioak egoerak eta egoera-aldaketak teoria zinetikoarekin aurkezteko eta aldaketen energia aztertzeko balio du; DBHko 4. mailan, egoera-aldaketak presioarekin lotzeko. Aipatutako oinarrizko jakintzak Euskadiko curriculumekoak dira (77/2023 Dekretua, EHAA, 2023ko ekainaren 9a), testu ofizialaren euskarazko bertsioan. Izartxoak (*) ezinbesteko jakintza dela adierazten du, dekretuan bezala.

Euskadin teoria zinetiko-molekularra eta egoera-aldaketak Natura Zientzietan lantzen dira. DBHko 3. mailako Fisika eta Kimikak ez ditu berriro lantzen: B multzoan egitura atomikoa eta konposatuak daude. Horregatik, beste erkidego batzuetan 3. mailan dagoen sekuentzia (aldaketen energia) hemen 1. eta 2. mailetan dago, bigarren saio gisa. Kontuan izan DBHko 4. mailako Fisika eta Kimika aukerakoa dela.

DBHko 1. eta 2. mailak (Natura Zientziak): egoerak eta egoera-aldaketak

12-14 urte · 7th-8th grade AEBn · Year 8-9 Erresuma Batuan

Oinarrizko jakintzak. A multzoa: «Gai zientifiko jakin bati erantzuteko saiakuntzak eta landa-lana, tresnak eta espazioak (laborategia, ikasgelak, ingurunea...) modu egokian erabiliz» eta «Emaitzen analisia pentsamendu logiko edo konputazionalaren bidez». B multzoa, «Materia eta aldaketa» atala: «Teoria zinetiko-molekularra: materiari buruzko oharretan aplikazioa, haren propietateak, agregazio-egoerak, egoera-aldaketak, eta nahasteen eta disoluzioen eraketa azalduz.*» eta «Sistema materialak: jasaten dituzten aldaketa moten azterketa, aldaketa horien sorburuak aldaketa horien ondorioekin lotuz.*». C multzoa, «Energia» atala: «Beroak materian dituen efektuak: efektuen azterketa eta eguneroko egoeratan aplikazioa.*».

Ikastetxe bakoitzak erabakitzen du zein mailatan lantzen den materiaren zatia. Curriculumak ez ditu tenperatura-eskalak, beroaren kontzeptua edo sublimazioa izenez aipatzen.

Helburuak. Solidoa, likidoa eta gasa partikula-ereduarekin deskribatzea. Sei egoera-aldaketak izendatzea. Urtzean eta irakitean tenperatura ez dela aldatzen ohartzea. Substantzia bakoitza bere urtze- eta irakite-tenperaturekin lotzea. Bigarren saioan: lautada batean tenperatura zergatik ez den aldatzen azaltzea partikula-ereduarekin, eta tenperatura igotzen duen energia partikulak banantzen dituenetik bereiztea.

Azalpen-sekuentzia, 1. saioa (15-20 min).

1. Berotu eta hoztu modua, urarekin (hasierako konfigurazioa). Sakatu «Itzali»: izotza −20 °C inguruan. Erakutsi lupa: beren lekuan bibratzen duten partikula ordenatuak. Irakurri «SOLIDOA» legenda.
2. Aukeratu ×2 abiadura, igo plaka +% 50era eta sakatu «Berrabiarazi»: izotza −20 °C-ra itzultzen da eta denbora 0ra. Galdetu zer markatuko duen termometroak izotza urtzen ari den bitartean. Denbora txarteleko 5 min-etan 0 °C-ra iristen da.
3. Seinalatu lautada: tenperatura 0 °C-n geratzen da 33 min arte. Lupan, partikulek sarea uzten dute; ontzian, izotzak flotatu egiten du eta txikitzen joaten da.
4. Likidoa 100 °C-raino berotzen da 85 min-etan; grafikoan izotza baino motelago igotzen da. Galdetu zer diren burbuilak. Lupak erakusten du partikula berberak direla, orain bananduta. Lautadak 137 min arte irauten du.
5. Utzi lurruna 100 °C-tik gora berotzen: tenperatura berriro igotzen da. 250 °C-ra iristean (termometroaren goiko muga), plaka bere kabuz itzaltzen da eta «MUGA» agertzen da. Jarri plaka −% 50ean: tantak estalkian (kondentsazioa) eta gero solidotzea. Ireki «Funtsezko kontzeptuak» eta izendatu sei aldaketak.
6. Aldatu Alkoholera (−114 °C-tan urtzen da, 78 °C-tan irakiten du) eta Nitrogenora (−210 °C eta −196 °C). Kurbak tarte berberak ditu eta haren lautadek iraupen bera dute; tenperaturak dira aldatzen direnak. Ondorioztatu propietate bereizgarriak direla.

Azalpen-sekuentzia, 2. saioa: aldaketen energia (15-20 min).

1. Ura, plaka +% 100ean, ×2 abiadura eta «Berrabiarazi». Aktibatu partikulen ikuspegiko bi laukiak. Lotu solidoaren bibrazioa eta likidoaren abiadura tenperaturarekin.

2. Urtzea amaitzean, irakurri energia-barra: % 16 «Tenperatura igotzea» eta % 84 «Partikulak banantzea». Irakitea amaitzean, % 41 eta % 59 markatzen ditu. Lurruntzeak urtzeak baino energia gehiago behar du: 100 °C-ko lautada 0 °C-koa baino ia bi aldiz luzeagoa da.
3. Jarri plaka +% 50ean, sakatu «Berrabiarazi» eta errepikatu. Urtzeak 28 min irauten du 14ren ordez, baina 0 °C-tan jarraitzen du. Potentzia handiagoak lautada laburtzen du; ez du aldaketa-tenperatura igotzen.
4. Urtzearen erdian, sakatu «Itzali». Egoera «Solidoa eta likidoa batera» bihurtzen da, eta zerrenda OREKA. Energia-trukerik gabe, proportzioa ez da aldatzen.
5. Berotu gasa izan arte 140 °C-tan, jarri plaka −% 100ean eta komentatu hozte-kurba: lautada berberak, orain KONDENTSAZIOA eta SOLIDOTZEA. Aldatu Nitrogenora eta irakurri grafikoan haren tenperaturak, identifikatzeko.
6. Igaro Presioa eta tenperatura modura, CO_2, «Izotz lehorra» adibidea (1 atm, −100 °C). Igo tenperatura: −78 °C inguruan solidoa zuzenean gas bihurtzen da. Zerrendak SUBLIMAZIOA dio. Kurban ere ikus daiteke: Berotu eta hoztu moduak, «Izotz lehorra (CO_2)» aukerarekin, lautada bakarra du, −78 °C-tan, SUBLIMAZIOA errotuluarekin, likido-tarterik gabe.

DBHko 3. maila (Fisika eta Kimika): jakintza espezifikorik gabe

14-15 urte · 9th grade AEBn · Year 10 Erresuma Batuan

3. mailako curriculumak ez ditu egoera-aldaketak lantzen. Simulazioak partikula-ereduaren errepaso gisa balio dezake E multzoko «Erreakzio kimikoen interpretazio makroskopikoa eta mikroskopikoa» lantzen hasi aurretik, aldaketa fisikoa (partikula berberak) eta kimikoa (partikula berriak) bereizteko.

DBHko 4. maila (Fisika eta Kimika): egoera-aldaketak eta presioa

15-16 urte · 10th grade AEBn · Year 11 Erresuma Batuan

Oinarrizko jakintzak. D multzoa: «Indarrak eta presioa fluidoetan: indarrek eta presioak likidoetan eta gasetan dituzten efektuak. Efektu horiek deskribatzen dituzten oinarrizko printzipioak.*». C multzoa: «Energia-transferentziak: lana eta beroa, indarrekin edo tenperatura-diferentziarekin lotutako sistemen arteko energia-transferentziarako modu gisa. [...]*».

Curriculumak ez ditu presio atmosferikoa edo fase-diagramak izenez aipatzen; presioak egoera-aldaketetan duen eragina likidoetako eta gasetako presioaren azterketan sartzen da.

Helburuak. Fase-diagrama bat irakurtzea. Irakite-tenperatura presioaren mende dagoela azaltzea. Presio-lapikoa eta goi-mendiko egosketa justifikatzea. Puntu hirukoitza eta izotz lehorraren sublimazioa kokatzea.

Azalpen-sekuentzia (15-20 min).

1. Presioa eta tenperatura modua, ura, «Itsas maila» adibidea (1 atm, 20 °C): Likidoa egoera. Seinalatu 1 atm-ko lerroa, «0 °C-tan urtzen da» eta «100 °C-tan irakiten du». Ohartarazi presio-eskala trinkotuta dagoela.
2. Tolestu «Diagramaren irakurketa», erantzuna emango bailuke. «Everesten gailurra» adibidea (0,33 atm). Galdetu zein tenperaturatan irakingo duen. Igo tenperatura graduatzailearekin: 70 eta 73 °C artean egoera «Likidoa eta gasa batera» da. Zerrendak baieztatzen du 72 °C-tan irakiten duela.
3. «Presio-lapikoa» adibidea (2 atm). «Presio honetan, substantzia...» txartelak dio 121 °C-tan irakiten duela. Lotu presio handiagoa egosketa-tenperatura handiagoarekin.
4. Itzuli «Itsas maila» adibidera eta jaitsi presioa bakarrik. 0,023 atm inguruan urak 20 °C-tan irakiten du. Zerrendak dio: «Presioa jaistean, likidoak irakin egiten du berotu gabe!».

5. «Puntu hirukoitza» adibidea (0,006 atm eta 0 °C): hiru egoerak daude batera. Presio horretatik behera ez dago likidorik; 0,005 atm-tan izotza −2 °C-tan sublimatzen da.
6. Aldatu CO_2-ra. «Aire zabala» (1 atm, 20 °C) gasa da. «CO_2 itzalgailua» (65 atm) likidoa da, eta 26 °C-tan irakingo du. 1 atm-tan CO_2-a ez da inoiz likidoa.
7. Aldatu Iodora. «Laborategian» (1 atm, 80 °C) solidoa da, eta 1 atm-tan 114 °C-tan urtuko litzateke. «Presio txikiarekin» (0,01 atm, 80 °C) gasa da: 0,12 atm-tik behera iodoa sublimatu egiten da. Galdetu zergatik ikusten diren lurrun moreak likidorik gabe hodi ireki batean iodoa berotzean: lurruna airean barreiatzen da, eta iodoaren presioa oso txikia izaten jarraitzen du.

Batxilergoko 1. maila: noizbehinkako errepasoa

16-17 urte · 11th grade AEBn · Year 12 Erresuma Batuan

Simulazioa errepaso gisa egokitzen da G multzoko «Sistema baten aldagai termodinamikoak, baldintzen arabera: esperimentatzen dituen tenperatura-aldaketen zehaztapena eta ingurunearekin gertatzen diren energia-transferentziak» lantzean. Lautada batean beroa sartzen da eta tenperatura ez da aldatzen: energia-barrak barne-energia handitzen dela eztabaidatzeko aukera ematen du. Erakarpenen laukiak zubi gisa balio du B multzoko «Atomoen eta ioien egonkortasunari buruzko teoriak: elementuen arteko loturen sorrera aurreikustea, horiek irudikatzea eta sustantzia kimikoen propietateak ondorioztatzea» jakintzarako, uraren 100 °C-ak eta nitrogenoaren −196 °C-ak alderatuz.

Batxilergoko 2. maila (Kimika): noizbehinkako errepasoa

17-18 urte · 12th grade AEBn · Year 13 Erresuma Batuan

Diagraman, edozein lerroren gainean edo puntu hirukoitzean, partikulek beren egoera trukatzen dute 0,65 s-ro, eta eraztun batekin markatzen dira. C multzoko «Oreka kimikoa prozesu dinamiko gisa» irudikatzen du, erreakziorik behar izan gabe. Uraren, etanolaren eta nitrogenoaren irakite-tenperaturak B multzoko «Molekulen arteko indarrak lotura kimikoaren ezaugarrien eta molekulen geometriaren arabera» eta «Konposatu molekularren propietate makroskopikoak» jakintzetarako sarrera dira.

Zuzentzen laguntzen dituen ideia okerrak

Simulazioak batez ere egoeraz aldatzean partikulak aldatzen direlako ideia du jomugan, baita beroaren eta tenperaturaren arteko nahasmena ere. Errenkada bakoitzak ohiko aurretiazko ideia bat eta simulazioarekin nola desegin adierazten du.

Ikasleen ideia	Ideia zuzena	Nola erakutsi
«Berotzen jarraitzen badut, irakiten ari den urak tenperaturaz igotzen jarraitzen du»	Irakitean tenperatura konstante mantentzen da	Ura +% 50ean: termometroa 100 °C-n geratzen da 85etik 137 min-era, eta grafikoak «tenperatura konstantea» errotulatzen du
«Su handiagoarekin urak tenperatura handiagoan irakiten du»	Potentziak lautada laburtzen du, baina ez du irakite-tenperatura aldatzen	Errepikatu +% 100ekin: irakiteak 26 min irauten du 52ren ordez, eta 100 °C-tan jarraitzen du
«Irakiten ari den uraren burbuilak airea dira»	Substantzia bera dira, gas egoeran	Begiratu lupari IRAKITEA bitartean: likidoaren partikulak gas gisa ihes egiten dute. Ontzia itxita dago eta ez dago beste partikularik

Ikasleen ideia	Ideia zuzena	Nola erakutsi
«Urtzean edo lurruntzean, partikulak dilatatu, biguntzen edo aldatu egiten dira»	Partikulak berberak dira; haien ordena, banantzea eta mugimendua aldatzen dira	Ibili uraren kurba osoa: beti daude 64 H_2O molekula berberak. Irakurri «Funtsezko kontzeptuak»
«Solido batean partikulak geldirik daude»	Solidoaren partikulek beren posizioaren inguruan bibratzen dute, zenbat eta beroago, orduan eta gehiago	Sakatu «Itzali» izotza −40 °C-tan dagoela eta gero −5 °C-tan, eta alderatu bibrazioa lupan: plaka itzalita, tenperatura ez da aldatzen eta partikulek bibratzen jarraitzen dute
«Gas baten partikulen artean airea dago»	Partikulen artean hutsa bakarrik dago	Ur-lurruna 120 °C-tan: partikulen leihoa hutsik dago haien artean
«Solido bat berotzean, beti urtzen da gas bihurtu aurretik»	Badira substantziak 1 atm-tan solidotik gasera zuzenean igarotzen direnak	Izotz lehorra (CO_2) Berotu eta hoztu moduan: lautada bakarra −78 °C-tan, SUBLIMAZIOA, eta ontzian ez da inoiz likidorik agertzen
«Hoztea hotza gehitzea da»	Hoztea energia ateratzea da	Plaka −% 50ean: errotuluak «HOZTEN % 50 · energia ateratzen da» dio, eta geziak ontzitik ateratzen dira
«Urak beti 100 °C-tan irakiten du»	Irakite-tenperatura presioaren mende dago	Uraren diagrama: «Everesten gailurra» adibidean 72 °C-tan irakiten du, eta «Presio-lapikoa» adibidean 121 °C-tan

Ezagutzea komeni diren sinplifikazioak

Simulazioak lautadak eta partikula-eredua ondo ikustea lehenesten du, eta horretarako energiak eta denborak eskalatzen ditu. Komeni da lizentzia horiek ezagutzea, nahi gabe ideia okerrak ez indartzeko.

1. **Energia berdinak substantzia guztietarako.** Urtzeak 14 unitate xurgatzen ditu eta lurruntzeak 26, likidoa duten substantzia guztietan; izotz lehorrean, sublimazioak biak batera xurgatzen ditu, 40. Hiru berotze-tarteek 36 unitate banatzen dituzte, tarte bakoitzean tenperatura zenbat igotzen den kontuan hartuta. Tenperaturak benetakoak dira; errealitatean substantzia bakoitzak bere bero espezifikoak eta ezkutuak ditu.
2. **Tarteen arteko proportzioak ez dira errealak.** Lurruntzeak 26 unitate xurgatzen ditu, urtzearen 14en aldean: 1,9 aldiz gehiago, gutxi gorabehera. Benetako uretan 6,8 aldiz gehiago da (2257 eta 334 J/g). Nahikoa da «energia gehiago» esatea.
3. **Likidoak beti bikoitza behar du gradu bakoitzeko.** Likidoa duten substantzietan, likidoak solidoak eta gasak baino energia bikoitza behar du gradu bakoitzeko, eta, beraz, kurbaren tarte hori ez da hain malkartsua. Uraren kasua da (4,18 eta 2 J/g·°C inguru), baina alkoholean, nitrogenoan edo burdinan benetako proportzioa bestelakoa da. Maldak uraren barruan alderatu daitezke, ez substantzien artean.
4. **Denbora ez da erreala.** Denbora txarteleko «min» bakoitza benetako segundo bat da ×1 abiaduran. Ura +% 50ean, kurba osoak 147 min irauten du. Denbora-zifrek tarteak elkarren artean alderatzeko baino ez dute balio.
5. **Estalki mugikor batek 1 atm mantentzen du.** Ontzia libreki mugitzen den estalki batekin itxita dago; beraz, presioa ez da aldatzen eta lautadak 1 atm-koak dira. Ontzi zurrun batean presioa igo egingo litzateke lurruna sortzean, eta ez legoke 100 °C-ko lautadarik; ontziaren pistak eta errotuluak adierazten dute. Gainera, ez da gasik agertzen irakite-tenperatura arte: haren azpiko lurrunketa ez da irudikatzen. Komeni da hori zehaztea zabalduta dagoen arropari buruz hitz egitean.
6. **Astindua ez dago tenperatura absolutuaren mende.** Egoera bakoitzak bere tenperatura-tartearen barruan banatzen du astindua. Solidoaren bibrazioa 0,8tik 3,2 px-ra doa, eta gasaren abiadura 3,2tik

4,6ra. −190 °C-ko nitrogeno gasa 120 °C-ko ur-lurrunaren berdin mugitzen da. Substantziak alderatzeko, erabili termometroa, ez lupa.

7. **Solidoaren sarea 16 × 4 irudi bat da.** Zabala eta baxua da, likidoa bezala, solidotzean partikulak hondoan ordena daitezen. Izotzean partikulak 20 px-ra geratzen dira, eta solidoak ur likidoak baino zertxobait leku gehiago hartzen du (likidoak 18 px-ra biltzen ditu); gainerako substantzietan sarea trinkoa da (17,5 px). Lupan solidoa beti hondoan dago; ontzian, aldiz, izotzak flotatu egiten du. Uraren, nitrogenoaren, CO_2-aren eta iodoaren molekulek benetako forma dute, baina atomoen tamainak orientagarriak dira, eta alkohola esfera gisa marrazten da ikuspegia ez kargatzeko.
8. **Fase-diagrama eskematikoa da.** Presioa eskala logaritmikoan doa. Uraren urtze-lerroak benetako malda du (−0,0075 °C/atm), baina 5 atm-tan −0,03 °C-raino baino ez da jaisten, eta bertikala dirudi. Ez du balio anomalia hori erakusteko. CO_2-ak ez du puntu kritikorik: haren kurba 30 °C-tan eta 71,5 atm-tan amaitzen da. Iodoan, kurbak haren puntu hirukoitzera, 1 atm-ko irakitera eta 25 °C-ko lurrun-presiora (0,0004 atm) egokitzen dira; urtze-lerroaren malda gutxi gorabeherakoa da.
9. **Lerroek lodiera dute.** Puntua lerro baten gainean dago 5 px baino gutxiagora badago, eta puntu hirukoitzean 12 px baino gutxiagora. Horregatik agertzen da «Likidoa eta gasa batera» tarte batean, 70etik 73 °C-ra Everesten. Lerroaren gainean partikulak erdibana banatzen dira, errealitatean proportzioa emandako energiaren mende dagoen arren.

Ikasleen jarduera-fitxa

Jarduera-fitxak iragarri, behatu eta azaldu eskema jarraitzen du. Jarduera bakoitzak simulazioa prestatuta irekitzen duen esteka du; beraz, informatika-gelan, tabletekin edo etxeko lan gisa erabil daiteke. Word eta LibreOffice formatuetan deskargatzen da, egokitu ahal izateko.

Maila	Jarduerak	Gutxi gorabeherako iraupena
DBHko 1. edo 2. maila (Natura Zientziak), 1. saioa	Hasi aurretik, 1., 2., 4. eta 5. jarduerak, Aplikatu ikasitakoa, Berrikusi zure ideiak eta Autoebaluazioa	50-55 minutuko saio bat
DBHko 1. edo 2. maila (Natura Zientziak), 2. saioa	3. eta 6. jarduerak (3.a energia-barrarekin)	Saio erdi bat
DBHko 4. maila	1. eta 3. jarduerak errepaso gisa, eta Gehiago jakiteko, fase-diagramarekin	Saio bat

«Hasi aurretik» taulak ideia okerren taulako sei aurretiazko ideia biltzen ditu. Hobe da hasieran ez zuzentzea: ikasleak «Berrikusi zure ideiak» atalean itzultzen dira hara. Denborak potentziaren eta «Berrabiarazi» noiz sakatzen den araberakoak dira; soluzioetakoak plaka +% 50ean dagoela emanda daude.

Soluzioak

Atala	Soluzioa
Hasi aurretik	Denak gezurrak. a) eta b) Tenperatura 100 °C-n geratzen da irakiten ari den bitartean, edozein potentziarekin (1. eta 3. jarduerak). c) Ur-lurruna dira (2. jarduera). d) Partikulak berberak dira; haien ordena, banantzea eta mugimendua aldatzen dira (2. jarduera). e) Beren posizioaren inguruan bibratzen dute (2. jarduera). f) Presioaren mende dago (Gehiago jakiteko)
1. jarduera	5 min inguruan hasten da urtzen 0 °C-tan, eta 33 min inguruan amaitzen da, 0 °C-tan; 85 min inguruan hasten da irakiten 100 °C-tan, eta 137 min inguruan amaitzen da. Grafikoak bi tarte lau (lautada) ditu: tenperatura ez da aldatzen urtzean ez irakitean. Irakiteak urtzeak baino ia bi aldiz gehiago irauten du

Atala	Soluzioa
2. jarduera	Solidoa: sarean ordenatuta, beren lekuan bibratzen dute, lotura sendoak. Likidoa: hurbil baina desordenatuta, irristatu egiten dira, lotura ahulak. Gasa: oso bananduta, azkar eta lerro zuzenean mugitzen dira, loturarik gabe. Partikulak ez dira aldatzen; haien ordena, banantzea eta mugimendua aldatzen dira. Burbuilak ura bera dira, gas egoeran. Gasaren partikulen artean hutsa dago
3. jarduera	100 °C-tan irakiten du bi potentziekin. Irakiteak 52 min inguru irauten du +% 50ekin, eta 26 min inguru +% 100ekin. Potentzia handiagoak lautada laburtzen du, baina ez du tenperatura igotzen: irakitean energia partikulak banantzen erabiltzen da, ez tenperatura igotzen
4. jarduera	Kondentsazioa 100 °C-tan (tantak estalkian) eta solidotzea 0 °C-tan (izotza sortzen da). Hoztea ez da hotza gehitzea: energia ateratzea da, eta geziak ontzitik ateratzen dira
5. jarduera	Ura: 0 eta 100 °C, likidoa 20 °C-tan. Alkohola: −114 eta 78 °C, likidoa. Nitrogenoa: −210 eta −196 °C, gasa. Burdina: 1538 eta 2862 °C, solidoa. Substantzia bakoitzari dagozkio eta ez daude kantitatearen mende; beraz, substantziak identifikatzeko balio dute
6. jarduera	Lautada bakarra, −78 °C-tan (simulazioan, −78,5 °C): SUBLIMAZIOA. Ez da likidorik agertzen. Presio atmosferikoan CO_2 solidoa zuzenean gas bihurtzen da; beraz, busti gabe hozten du
Aplikatu ikasitakoa	1) Urtzea, lurruntzea eta sublimazioa: energia eman behar da. Solidotzea, kondentsazioa eta alderantzizko sublimazioa: energia kendu behar da. 2) 120tik 100 °C-ra jaisten den gasa, kondentsazio-lautada 100 °C-tan, likidoa 100etik 0 °C-ra, solidotze-lautada 0 °C-tan, solidoa 0tik −20 °C-ra. 3) Alkohola (etanola); 0 °C-tan likidoa da. 4) Biak 100 °C-tan daude; su biziko lapikoa lehenago lurruntzen da
Gehiago jakiteko	1) 72 °C inguruan: urak tenperatura txikiagoan irakiten du, eta pasta okerrago egosten da. 2) 121 °C: ur likidoak tenperatura handiagoa hartzen du eta lehenago egosten du. 3) 0,023 atm inguruan

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. CC BY-SA 4.0 lizentziapean argitaratutako gida: egokitu eta partekatu dezakezu, egilea aipatuz eta lizentzia bera erabiliz. Bertsio eguneratua eta simulazioa: simulaciencia.es/eu/gidak/cambios-estado/.