Irakaslearen gida: «Gay-Lussacen legea» laborategiko praktika

Laburpena

Laborategiko praktika simulatua da: ikasleek airea matraze batean ixten dute hiru bideko giltza batekin, ur eta izotzetan hozten dute eta plaka berogailu batekin berotzen dute 80 °C ingururaino. Tenperatura termometro batean eta presioa manometro digital batean irakurtzen dute, eta egiaztatzen dute, bolumen konstantean, P / T ez dela aldatzen tenperatura kelvinetan badago; P eta t zuzena P = 0 arte luzatzean, zero absolutura iristen dira. Ez da proiektatutako azalpen bat, ikasle edo bikote bakoitzak egiten duen praktika baizik: tenperatura ez da inoiz idatzita agertzen, eta termometroan irakurri behar da; prozedura-akatsek laborategian dituzten ondorio berberak dituzte. Euskadin DBHko 4. mailako Fisika eta Kimikan erabiltzen da batez ere, eta Batxilergoko 1. mailan ere badu lekua.

Datua	Xehetasuna
Esteka	simulaciencia.es/eu/simulazioak/practica-gay-lussac
Ikaslearen gidoia	simulaciencia.es/eu/gidoiak/practica-gay-lussac, Word eta LibreOffice formatuan egokitzeko, eta PDFn
Mailak	DBHko 4. maila (erabilera nagusia), Batxilergoko 1. maila
Irakasgaia	Fisika eta Kimika
Gutxi gorabeherako iraupena	50 minutuko saio bat: 20 maila gidatuarekin eta 20 maila librearekin eta gidoiarekin
Taldekatzea	Banaka edo bikoteka, talde bakoitzeko ordenagailu, tableta edo mugikor batekin
Materiala	Nabigatzailea, ezer instalatu gabe. Gidoia, inprimatuta edo digitalean, maila librerako, paper milimetratua eta erregela bat
Aurretiko ezagutzak	Presioa eta haren unitateak (kPa), tenperatura °C-tan, gas baten partikula-eredua. Kelvin eskala praktika berarekin aurkez daiteke
Irisgarritasuna	Gai iluna, argia eta kontraste altukoa (engranajearen botoia). Saguarekin, hatzarekin edo teklatuarekin erabiltzen da, eta «Deskribatu tresnak» botoiak esaten du termometroko likidoa zein marraren artean dagoen, zer markatzen duen manometroak eta nola dauden plaka eta jasogailua

Nola dabil praktika

Mahaian manometro digital bat, hiru bideko giltza bat, 250 mL-ko matraze bat (tapoi batez itxia eta euskarri bati lotua), termometro bat eta 600 mL-ko prezipitatu-ontzi bat daude, ur eta izotzarekin, irabiagailudun plaka berogailu baten gainean. Plaka jasogailu baten gainean dago. Lupa saguarekin edo hatzarekin arrastatzen da; giltzaren palanka, jasogailuaren geziak eta plakaren botoiak sakatu egiten dira. Mugikorrean, mahaiaren azpiko botoi batzuek agintzaileen gauza bera egiten dute.

- **Giltzak** ixten duen irteerara seinalatzen du. **Gorantz**, matrazea gelako airera irekita dago; **beherantz**, matrazeko airea itxita geratzen da eta, une horretatik aurrera, beti aire bera da, bolumen berean.
- **Jasogailuak** hiru altuera ditu: behean (urak ez du matrazea ukitzen), erdian (hondoa bakarrik estaltzen du) eta goian (matraze osoa estaltzen du).

- **Plakak** hiru botoi ditu: pizgailua, pilotu gorri batekin; potentzia (baxua, ertaina edo altua), eta irabiagailua. Itzaltzean bero jarraitzen du, eta urak oraindik 2 edo 3 °C igotzen ditu. Bakarrik itzaltzen da 90 °C-tan, ura irakin ez dadin.
- **Denbora hamar aldiz azkarrago doa,** eta erloju batek esaten du laborategian zenbat denbora igaroko zen. Ibilbide gidatu osoa laborategiko 30 minutu inguru da.

Bi maila

Maila	Zer egiten duten ikasleek	Zer egiaztatzen duen simulazioak
Gidatua (urratsez urrats)	Bederatzi urrats zenbakidun jarraitzen dituzte eta sei neurketa idazten dituzte pantailako laborategi-koaderno batean: gela, ur izoztuna eta 20, 40, 60 eta 80 °C ingurukoak. P / t kalkulatzen dute °C-tan eta ikusten dute ez dela errepikatzen; kelvinetara pasatzen dira eta P / T kalkulatzen dute. Erregela bat jartzen dute beren puntuen gainean P = 0-ra iristeko, kelvinetako grafikoa begiratzen dute eta partikulei buruzko galdera bati erantzuten diote	Irakurketa eta kalkulu bakoitza idaztean, erregelak P = 0 non ebakitzen duen eta erantzuna. Irabiagailua plakarekin batera pizten da bakarrik, eta potentzia ertaina da
Librea (gidoiarekin)	Ikaslearen gidoia jarraitzen dute, bost agintzaileak erabiltzen dituzte (giltza, jasogailua, pizgailua, potentzia eta irabiagailua), erabakitzen dute zer tenperaturatan neurtzen duten, eta kalkuluak eta grafikoa orrian egiten dituzte	Ezer ez. Tresnak eta muntaiaren zenbakia baino ez ditu jartzen. Irakasleak zuzentzen du, gida honetako gakoarekin

Maila gidatuaren bederatzi urratsak hauek dira: giltza irekita dagoela, gelako tenperatura eta presioa irakurri; giltza itxi; ur izoztuna igo matrazea estali arte eta irakurri; berotu, 20, 40, 60 eta 80 °C inguruan itzali eta irakurri; P / t probatu tenperatura °C-tan dagoela; kelvinetara pasatu eta P / T kalkulatu; P eta t zuzena luzatu P = 0 arte; P eta T grafikoa kelvinetan begiratu, eta partikulekin azaldu.

Neurketari buruz jakin behar dena

- **Tenperatura ez da inoiz idatzita agertzen.** Termometroa −10etik 110 °C-ra doa, 1 °C-ko zatiketekin. Lupaz irakurtzen da: haren marra horiak begien altuera markatzen du, eta zutabe gorriaren amaieran jartzen da.
- **Manometroa digitala da,** 0,1 kPa-koa, eta presio absolutua markatzen du. Orratzdun batekin, zero absolutua hainbat hamarnaka gradu desbideratuta aterako litzateke.
- **Dena gelditu arte itxaron behar da.** Matrazeko aireak segundo batzuk behar ditu uraren tenperaturara iristeko, eta termometroak ere bai. Horregatik, plaka bilatutako tenperatura baino gradu batzuk lehenago itzaltzen da, eta termometroa eta manometroa aldatzen ez direnean irakurtzen da.
- **Izotza dagoen bitartean, ura ez da 0 °C-tik pasatzen.** Izotz-kuboak txikitzen doaz, eta abisu batek azaltzen du beroa horiek urtzen gastatzen dela.
- **Muntaia-zenbaki bakoitza beti laborategiko egun bera da:** presio atmosferikoa (Madrilen ohikoa, 93tik 96 kPa-ra), gelako tenperatura eta izotz kantitatea. Praktika irekitzean, ausazko muntaia bat ateratzen da; beste bat aukera daiteke zerrenda zabalgarrian edo «Beste bat ausaz» botoiarekin.
- **Maila gidatuan** tenperatura onartzen da termometroak markatzen duenetik gradu-erdia baino gutxiagora badago, eta presioa pantailak erakusten duena. Errenkada beroak tarte batean onartzen dira (20 °C-koa, 15 eta 30 °C artean), eta urak errenkada bat gainditzen badu, errenkada hori saltatu egiten da. T balio du t + 273 edo t + 273,15 eginda. P / T konstantetzat hartzen da % 2 baino diferentzia txikiagoarekin, eta erregelak P = 0 ebakitzen duen puntua, ikaslearen datuen zuzenarenetik 15 °C baino gutxiagora.

Ondorioak dituzten akatsak

Simulazioan legea zehazki betetzen da: emaitza urruntzen dutenak prozedura-akatsak dira, bakoitza gelan azal daitekeen arrazoi fisiko batengatik.

Akatsa	Zer gertatzen den simulazioan
Giltza itxi ondoren irekitzea, airea ixtean baino beroago edo hotzago dagoela	Airea irten edo sartu egiten da eta jada ez da gas bera. Maila gidatuan abisu gorri bat agertzen da eta berriro hasi behar da muntaia berarekin. Maila librean, presioa gelakora itzultzen da abisatu gabe
Plaka piztuta dagoela edo itxaron gabe irakurtzea	Airea uraren atzetik doa, eta termometroa ere bai: tenperatura eta presioa ez dagozkio une berari, eta P / T ez da errepikatzen
Jasogailua erdian uztea	Urak matrazearen hondoa bakarrik estaltzen du eta airea ez da uraren tenperaturara iristen. Presioa baxua ateratzen da
Termometroa begiak likidoaren altueran jarri gabe irakurtzea	Gradu bat gehiago edo gutxiago irakurtzen da. Maila gidatuan, pistak azaltzen du
Irabiatu gabe berotzea (maila librea)	Beheko ura goikoa baino lehenago berotzen da, eta goian dago termometroa; irakurritako tenperatura ez da matrazea inguratzen duen urarena
Plaka bilatutako tenperaturan bertan itzaltzea	Plakak beroa gordetzen du eta urak 2 edo 3 °C igotzen jarraitzen du

Praktika prestatuta banatzea

Praktikaren helbideak bi parametro onartzen ditu; konbinatu eta Classroom, Moodle edo Teams-en itsats daitezke:

Parametroa	Efektua	Adibidea
`nivel=libre`	Maila librea irekitzen du	simulaciencia.es/eu/simulazioak/practica-gay-lussac/?nivel=libre
`montaje=N`	N muntaiarekin hasten da (1etik 12ra)	.../practica-gay-lussac/?nivel=libre&montaje=7

Muntaien gakoa

Zuzentzeko. Giltza gelako tenperaturan ixten bada, neurketa guztietan betetzen da **$P / T = P_{atm} / (t_{gela} + 273{,}15)$**, T kelvinetan dagoela. Taulak konstante hori eta manometroak tenperatura batzuetan markatzen duen presioa ematen ditu.

Muntaia	P_{atm} (kPa)	Gela (°C)	P / T (kPa/K)	P 0 °C-tan (kPa)	P 40 °C-tan (kPa)	P 80 °C-tan (kPa)
1	94,6	21	0,322	87,8	100,7	113,6
2	93,4	22	0,316	86,4	99,1	111,8
3	95,2	20	0,325	88,7	101,7	114,7
4	94,1	23	0,318	86,8	99,5	112,2
5	94,2	21	0,320	87,5	100,3	113,1
6	93,0	24	0,313	85,5	98,0	110,5
7	94,9	22	0,322	87,8	100,7	113,5
8	93,7	20	0,320	87,3	100,1	112,9
9	95,5	22	0,324	88,4	101,3	114,3

Muntaia	P_{atm} (kPa)	Gela (°C)	P / T (kPa/K)	P 0 °C-tan (kPa)	P 40 °C-tan (kPa)	P 80 °C-tan (kPa)
10	94,3	19	0,323	88,2	101,1	114,0
11	96,0	23	0,324	88,5	101,5	114,5
12	93,9	21	0,319	87,2	100,0	112,7

Irakurketa onekin, P / T errepikatu egiten da % 1 baino diferentzia txikiagoarekin, eta P eta t zuzenak P = 0 ardatza −273 °C inguruan ebakitzen du. −250 eta −300 °C arteko emaitza zentzuzkoa da zuzena eskuz marraztuta; oso urrun ateratzen bada, ohikoena da itxaron gabe edo matrazea estali gabe irakurri izana. Ikasle batek giltza beste tenperatura batean ixten badu, haren konstantea P_{atm} zati ixtean aireak zuen tenperatura da, kelvinetan.

Maila bakoitzean nola erabili

DBHko 4. mailan, praktikak Gay-Lussacen legea eta Kelvin eskalaren beharra norberaren neurketetatik aurkitzeko balio du; Batxilergoko 1. mailan, estrapolazioa, errorea eta gas idealen ekuazioa lantzeko. Aipatutako oinarrizko jakintzak eta ebaluazio-irizpideak Euskadiko curriculumekoak dira (77/2023 Dekretua, EHAA, 2023ko ekainaren 9a), testu ofizialaren euskarazko bertsioan. Izartxoak (*) ezinbesteko jakintza dela adierazten du, dekretuan bezala.

Euskadin gasak ez daude DBHko 3. mailan: 4. mailan agertzen dira, B multzoan («disoluzioak eta gasak»). Horregatik, erabilera nagusia 4. mailan dago. DBHko 4. mailako Fisika eta Kimika hautazkoa denez, Batxilergoko 1. mailako proposamenak ere balio du gasak lehen aldiz ikusten dituzten ikasleekin, hasieran maila gidatuarekin.

DBHko 4. maila (Fisika eta Kimika): Gay-Lussacen legea eta zero absolutua aurkitzea

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

Oinarrizko jakintzak. A multzoa: «Lan esperimentala eta ikerketa-proiektuak: problemak ebazteko eta ikerketaren, dedukzioaren, ebidentzien bilaketaren eta arrazoiketa logiko-matematikoaren bidez errorea tratatzeko estrategiak...» *eta «Ikaskuntza zientifikoko hainbat ingurune eta baliabide, hala nola laborategia edo ingurune birtualak: materialak, substantziak eta tresna teknologikoak.*». B multzoa: «Sistema materialak: disoluzioei eta gasei buruzko hainbat ikas-problemaren eta -egoeraren ebazpena, beste sistema material esanguratsu batzuen artean.*».

Ebaluazio-irizpideak. 1.1 (eguneroko fenomeno fisiko-kimikoak ulertzea eta printzipio, teoria eta lege egokien arabera zorrotz azaltzea), 1.2 (planteatutako problemak lege egokiak erabiliz ebaztea eta emaitzak zuzen eta zehatz adieraztea), 2.2 (egiazta daitezkeen erantzunak aurreikustea, arrazoibide logiko-matematikoa aplikatuz) eta 3.2 (unitate-sistemak eta beharrezko tresna matematikoak behar bezala erabiltzea).

Curriculumak ez ditu Gay-Lussacen legea eta Kelvin eskala aipatzen; B multzoko gasei buruzko problemetan eta A multzoko errorearen tratamenduan sartzen dira.

Helburuak. Laborategiko prozedura bat ordena zuzenean jarraitzea. Termometro bat begiak likidoaren altueran jarrita irakurtzea. Egiaztatzea, bolumen konstantean, gas baten presioa igo egiten dela tenperatura igotzean. Ikustea P / t ez dela errepikatzen tenperatura °C-tan dagoela, eta P / T bai kelvinetan. Zero absolutura iristea zuzen bat luzatuz. Legea partikula-ereduarekin azaltzea.

Saio-proposamena (50 min).

1. **Hasierako galdera (5 min).** «Zergatik ez da spray-pote bat eguzkitan utzi behar?» eta «zer gertatzen zaio izotz-gau batean kanpoan uzten den futbol-baloi bati?». Aurretiko ideiak bildu.
2. **Maila gidatua, bikoteka (20 min).** Bikote bakoitza ateratzen zaion muntaiarekin. 5. urratsak (P / t °C-tan) harritu egin ohi du: presioa tenperaturarekin igotzen bada, zergatik ez da gauza bera ateratzen? 7. urratsak, erregelarekin, tenperatura bat ematen du, eta haren azpitik ezin da jaitsi.
3. **Maila librea gidoiarekin (15 min).** Muntaia desberdinak banatu `montaje=N` parametroarekin. Bikote bakoitzak bere tenperaturak aukeratzen ditu eta P–t grafikoa egiten du paper milimetratuan, tenperatura-ardatza −300 °C-tik hasita.
4. **Bateratzea (10 min).** Bikote bakoitzak esaten du non ebakitzen duen bere zuzenak. Muntaia desberdinekin presioak ez datoz bat, baina ebaki-puntu guztiak −273 °C inguruan daude. Hortik dator Kelvin eskala: puntu horretatik kontatzen hastea.

Aurretik Boyle-Mariotteren praktika egin bada, saioa bi legeak alderatuz amai daiteke: batean tenperatura mantentzen da, eta bestean, bolumena.

Batxilergoko 1. maila (Fisika eta Kimika): estrapolazioa, errorea eta gas idealak

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

Oinarrizko jakintzak. A multzoa: «Ikaskuntza zientifikoko hainbat ingurune eta baliabide erabiltzea: Fisika edo Kimikako laborategiko materiala eta tresna teknologikoak behar bezala erabiltzea...». C multzoa: «Sistema fisiko-kimikoetan materia-kantitateen kalkulua, adibidez, gas idealak edo disoluzioak eta horien propietateak: horiek eguneroko bizitzan dituzten egoeren berezko aldagai neurgarriak».

Ebaluazio-irizpideak. 2.1 (hipotesiak formulatzea eta egiaztatzea, lan esperimentala eta arrazoitze logiko-matematikoa erraztasunez erabiliz), 2.3 (hipotesiak baliozkotzean lege eta teoria zientifikoak integratzea, aldagaien arteko lotura kualitatibo eta kuantitatiboak aplikatuz) eta 3.4 (laborategiko esperimentazioan bereganatutako ezagutzak praktikan jartzea, materialen ezagutza barne).

Helburuak. Neurketak planifikatzea eta neurketa hondatzen duten aldagaiak kontrolatzea (irabiatzea, itxaron-denbora, matrazearen murgiltzea). Zero absolutua datuen zuzenetik kalkulatzea. Irakurketaren erroreak estrapolazio luze batean nola eragiten duen kalkulatzea. Praktika hau Boyle-Mariotterenarekin lotzea, lege orokorra eta gas idealen ekuazioa eraikitzeko.

Saio-proposamena (50 min).

1. **Plangintza (10 min).** Neurtu aurretik, gidoiko galderei erantzun: zergatik ixten den giltza giro-tenperaturan, zergatik estali behar den matrazea eta irabiatu, eta noiz itzali behar den plaka.
2. **Maila librea, akatsak nahita eginez (20 min).** Bikoteen erdiek ondo neurtzen dute; beste erdiek, irabiagailurik gabe edo jasogailua erdian dagoela. Talde bakoitzak bere zero absolutua kalkulatzen du.
3. **Analisia (20 min).** Ebaki-puntuak alderatu. P eta t zuzenaren malda kalkulatu, eta P = 0-rekiko ebakidura −P(0 °C) / malda gisa. Eztabaidatu zergatik irakurketetako gradu bateko errore batek ebaki-puntua hamarnaka gradu mugitzen duen: zuzena neurtutako tartea baino hiru aldiz gehiago luzatzen da. P / T konstantearekin eta matrazearen bolumenarekin (250 mL), kalkulatu zenbat mol aire dagoen itxita P · V = n · R · T erabiliz.

Ebaluazioa

Muntaia bakoitzak bere konstantea du, eta maila librean ikasleek aukeratzen dituzte tenperaturak; beraz, prozedura eta kalkulua ikasle bakoitzaren datuekin zuzentzen dira, eta konstantea gakoarekin. Errubrika sinple bat:

Irizpidea	Zer begiratzen den
Prozedura	Giltza giro-tenperaturan ixten du eta ez du berriro irekitzen, matrazea estaltzen du, irabiatzen du, plaka bilatutako tenperatura baino lehen itzaltzen du eta dena gelditu arte itxaroten du. Akats batengatik berriro hasi behar izan badu, azal dezala zein izan zen
Neurketa	Tenperaturak termometroaren zatiketarekin (1 °C) eta presioak manometroarenarekin (0,1 kPa), unitateekin
Kalkulua	Kelvinetarako pasoa ondo eginda eta P / T hiru hamartarrekin, unitateekin
Grafikoa	Ardatzak magnitude eta unitatearekin, tenperatura-ardatza −300 °C arte, zuzena ondo marraztuta eta P = 0-rekiko ebakidura irakurrita
Ondorioa	Legea adierazten du, azaltzen du zergatik behar den Kelvin eskala, bere zero absolutua ematen du eta partikula-ereduarekin lotzen du

Zuzentzen laguntzen dituen ideia okerrak

Ikasleen ideia	Ideia zuzena	Nola erakutsi
«Airea berotzean, haren partikulak dilatatu egiten dira»	Partikulek ez dute tamainarik aldatzen: azkarrago mugitzen dira	Maila gidatuko partikulei buruzko galdera, erantzun oker bakoitza azaltzen duena
«Berotzean partikula gehiago agertzen dira»	Matrazea itxita dago: partikula berberak daude	Giltza itxita praktika osoan zehar; irekitzean, airea irteten da
«Beroa sartu eta bultzatzen duen substantzia bat da»	Beroa uretik airera igarotzen den energia da, eta haren partikulak azkarrago mugitzea eragiten du	Plaka itzaltzean, presioa igotzeari uzten dio airea uraren tenperaturara iristen denean
«Presioa °C-tako tenperaturaren proportzionala da»	Tenperatura absolutuaren proportzionala da, kelvinetan	5. urratsa: P / t °C-tan ez da errepikatzen. 0 °C-tan, P / t-k ez du zentzurik, eta presioa ez da zero
«Tenperatura eta beroa gauza bera dira»	Tenperaturak neurtzen du partikulak zein azkar mugitzen diren; beroa igarotzen den energia da	Izotza dagoen bitartean, plakak beroa ematen du eta tenperatura ez da 0 °C-tik igotzen
«Termometro batek berehala markatzen du»	Termometroak eta aireak denbora behar dute uraren tenperaturara iristeko	Plaka itzali bezain laster irakurri eta denbora pixka bat geroago irakurri: ez datoz bat
«−273 °C-tik behera hozten jarrai daiteke»	−273 °C zero absolutua da: gasaren presioa zero izango litzateke	7. urratseko erregela eta gela osoaren grafikoak, puntu berean ebakitzen dutenak

Ezagutzea komeni diren sinplifikazioak

1. **Bolumen konstante perfektua.** Ez da kontuan hartzen matrazearen beiraren dilatazioa.
2. **Bolumen hilik gabe.** Hodiko eta manometroko aireak, berotzen ez denak, ez du kontatzen. Laborategian, aire horrek eragiten du zero absolutua zertxobait desplazatuta ateratzea.
3. **Gas ideala.** Aireak legea zehazki betetzen du. Praktikaren tartean, benetako aireak oso hurbilketa onarekin betetzen du.
4. **Aire lehorra.** Ez dago ur-lurrunik matrazearen barruan.
5. **Denbora azkartua.** Denbora hamar aldiz azkarrago doa, eta plakak benetako batek baino azkarrago berotzen du, praktika saio batean sar dadin.

6. **Izotza eta galerak sinplifikatuta.** Izotza erritmo konstantean urtzen da, bainuak oso poliki galtzen du beroa gelarantz, eta plakak ez du inoiz ura irakiten uzten.
7. **Alkohol-termometro perfektua.** Eskalak ez du kalibrazio-errorerik, eta likidoa ez da zutabean banatzen.

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/practica-gay-lussac/.