Irakaslearen gida: uhinen simulazioa

Laburpena

Uhinen simulazioak erakusten du foku batek nola bibrarazten duen soka bat edo malguki bat, eta perturbazioa nola aurreratzen den ingurunean barrena. Zeharkako uhinak eta luzetarakoak bereizten ditu, marrazkian bertan neurtzen ditu anplitudea eta uhin-luzera, eta periodoa, maiztasuna eta hedapen-abiadura erlazionatzen ditu. Markatutako partikula batek erakusten du uhinak energia garraiatzen duela, baina ez materia. Euskadin DBHko 4. mailako Fisika eta Kimikan erabiltzen da batez ere; «Batxilergoa» laukiarekin, Batxilergoko 2. mailako Fisikako uhin-higidurarako ere balio du.

Datua	Xehetasuna
Esteka	simulaciencia.es/eu/simulazioak/ondas/
Mailak	DBHko 4. maila eta Batxilergoko 2. maila (Fisika)
Irakasgaia	Fisika eta Kimika (DBHko 4.) eta Fisika (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. Pantaila estuetan simulazioa goian geratzen da eta kontrolak behean; azaltzeko, hobe da pantaila handi bat
Aurretiko ezagutzak	DBHko 4. mailarako, abiadura espazioa zati denbora gisa eta energia zinetikoa. Batxilergoko 2. mailarako, higidura harmoniko sinplea eta sinu funtzioa
Irisgarritasuna	Gai iluna, argia eta kontraste handikoa (engranajearen botoia). Simulazioaren abiadura ×1, ×0,5 eta ×0,25. Modu- eta maila-aldaketak ozen irakurtzen dira pantaila-irakurgailuarekin

Nola dabil simulazioa

Simulazioak hiru modu ditu, «Zeharkakoa», «Luzetarakoa» eta «Konparatu», ezkerreko panelaren goialdean aukeratzen direnak. Oihalaren goialdean ingurunea ikusten da eta, azpian, mailaren arabera aldatzen diren bi koadro. Graduatzaileetako aldaketak berehala ikusten dira.

Modua	Zer ikusten den
Zeharkakoa	4 m-ko soka bat bere partikulekin. Ezkerrean, bibragailu batek («fokua») muturra igo eta jaisten du. Partikulak gora eta behera mugitzen dira, uhina eskuinera aurreratzen den bitartean
Luzetarakoa	Zazpi partikula-ilara gisa marraztutako malguki bat. Pistoi batek bultza egiten dio eta tira egiten dio. Partikulak hedapenaren norabidean joan-etorrian dabiltza eta gune estuagoak (konpresioak, urdinez itzalduta) eta bereiziagoak (enrarezimenduak, laranjaz) osatzen dituzte
Konparatu	Biak batera, foku berarekin eta ingurune berarekin: soka goian eta malgukia behean

Panelaren kontrolak, berdinak hiru moduetan:

- **Fokua.** «Perturbazio mota»: «Uhin jarraitua» edo «Pultsu bat aldi bakoitzean» («〰 Igorri pultsu bat» botoiarekin). «Anplitudea (A)», 0,05etik 0,30 m-ra (0,20 m-n hasten da), eta «Maiztasuna (f)», 0,25etik 2,00 Hz-ra (1,00 Hz-n hasten da). Fokuko aldaketa batek ez du aldatzen dagoeneko ingurunean

dagoen uhina: fokutik irteten da eta aurrera egiten du; beraz, segundo batzuetan uhin zaharra eta berria batera daude.

- **Ingurunea.** «Hedapen-abiadura (v)», 0,5etik 3,0 m/s-ra (1,50 m/s-n hasten da). Hura aldatzea ingurunez aldatzea da, adibidez soka tenkatzea, eta ingurune osoari eragiten dio batera.
- **Ikuspegia.** «Simulazioaren abiadura» ×1, ×0,5 edo ×0,25, eta «Erakutsi λ, A, gailurrak eta haranak» laukia. Inguruneko partikula bat sakatuz gero, P gisa markatzen da.
- **Batxilergoa.** «Erakutsi ekuazioa, grafikoak eta fasea» laukiak beheko koadroak aldatzen ditu eta bigarren puntu bat gehitzen du, Q, P-tik Δx distantziara, bere graduatzailearekin (0tik 3 m-ra) eta «Δx = λ/4», «Δx = λ/2» eta «Δx = λ» botoiekin.

Oihalaren gainean «⏸ Pausatu» eta «↺ Berrabiarazi» daude. Berrabiarazteak ingurunea geldi uzten du eta uhina berriro jaurtitzen du fokutik; horrela, frontea (lerro etenduna, horia, «frontea» errotuluarekin) aurrera nola doan ikusten da, zatiaren amaierara iritsi arte.

Azalpenari eusten dioten oihaleko elementuak:

- **Kotak.** Uhin-luzera ondoz ondoko bi gailurren (edo bi konpresioren) artean neurtzen da eta bere balioarekin errotulatzen da, adibidez «λ = 1,50 m». Gezi gorri batek anplitudea markatzen du, oreka-lerrotik gailur bateraino. Sokan bi gailur eta bi haran errotulatzen dira; malgukian, bi konpresio eta bi enrarezimendu.
- **P partikula.** Gorriz doa, bere ibilbidea (−A-tik +A-ra) markatzen duen lerro etendun batekin eta «bibrazioa» gezi batekin. Beti itzultzen da bere lekura.
- **DBH: «UHINAREN MAGNITUDEAK».** A, λ, T, f eta v, beren unitateekin, eta azpian T = 1 / f eta λ = v / f kalkuluak eta v = λ · f egiaztapena, uneko balioekin.
- **DBH: «ENERGIA, BAI; MATERIA, EZ».** Uhinak garraiatzen duen energiaren barra bat ($E \propto A^2 \cdot f^2$), hasierako balioenaren multiplo gisa adierazia («× 1,00», A = 0,20 m eta f = 1,00 Hz izanik), eta ondoan uhinak egin duen aurrerapena P partikulak egin duen lekualdaketaren aldean.
- **Batxilergoa: grafikoak.** «ELONGAZIOA – POSIZIOA», uhinaren argazki bat uneko aldiunean, P, Q eta λ kotarekin, eta «P ETA Q-REN ELONGAZIOA – DENBORA», bi puntuen azken 8 s-ak, T kotarekin.

«Uhinaren neurriak» zabalgarriak A, f, T, λ, v eta energia erlatiboa ematen ditu, λ v eta f-rekin erlazionatzen duen esaldi batekin. Batxilergoko mailan «Ekuazioa eta fasea» gehitzen du: ekuazioa zenbakiekin, adibidez «y(x, t) = 0,20 · sin(6,28 t − 4,19 x) (SI)», pultsazioa, uhin-zenbakia, bibrazio-abiadura maximoa (A ω), P-ren elongazioa eta bibrazio-abiadura aldiune horretan eta Δφ = k Δx desfasea, P eta Q fasean edo aurkako fasean dauden edo Q zenbat atzeratzen den esaten duen esaldi batekin. «Funtsezko formulak» atalak maila bakoitzeko erlazioak eta zeharkako eta luzetarako uhinen adibideak biltzen ditu.

Maila bakoitzean nola erabili

DBHko 4. mailan, simulazioak uhinak energia-garraio gisa, bi uhin motak eta haiek deskribatzen dituzten magnitudeak lantzen ditu. Batxilergoko 2. mailan, oszilazio-grafikoak posizioaren eta denboraren arabera, uhin-ekuazioa, hedapen-abiaduraren eta bibrazio-abiaduraren arteko aldea eta fase-diferentzia lantzen ditu. Aipatutako oinarrizko jakintzak Euskadiko curriculumekoak dira (77/2023 Dekretua DBHrako eta 76/2023 Dekretua Batxilergorako, EHAA, 2023ko ekainaren 9a), testu ofizialaren euskarazko bertsioan. Izartxoak (*) ezinbesteko jakintza dela adierazten du, dekretuan bezala.

Euskadin uhinak DBHko 4. mailan baino ez dira agertzen, energia-transferentzien barruan; DBHko 1.-3. mailek ez dituzte lantzen. Kontuan izan DBHko 4. mailako Fisika eta Kimika aukerakoa dela.

DBHko 4. maila (Fisika eta Kimika): uhinek energia garraiatzen dute

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

Oinarrizko jakintzak. C multzoa: «Energia-transferentziak: lana eta beroa, indarrekin edo tenperatura-diferentziarekin lotutako sistemen arteko energia-transferentziarako modu gisa. Argia eta soinua, energia transferitzen duten uhin gisa.». *A multzoa: «Hizkuntza zientifikoa: unitateen sistemen eta horien sinboloen erabilera egokia. Hainbat zientzia- eta ikas-egoeratarako egokiak diren tresna matematikoak.*» eta «Ikaskuntza zientifikoko hainbat ingurune eta baliabide, hala nola laborategia edo ingurune birtualak [...].*».

Ebaluazio-irizpideak. 1.1 (eguneroko fenomeno fisiko-kimikoak ulertzea eta printzipio, teoria eta lege egokien arabera zorrotz azaltzea), 1.2 (problemak lege egokiekin ebaztea, emaitzak zuzen eta zehatz adieraziz), 2.2 (modu esperimentalean edo deduktiboan egiazta daitezkeen erantzunak aurreikustea) eta 3.2 (unitate-sistemak eta tresna matematikoak behar bezala erabiltzea).

Curriculumak ez ditu izenez aipatzen anplitudea, uhin-luzera edo uhin motak; «argia eta soinua, energia transferitzen duten uhin gisa» azaltzean sartzen dira.

Helburuak. Uhina materia garraiatu gabe energia garraiatzen duen perturbazio bat dela azaltzea. Zeharkako uhinak eta luzetarakoak bereiztea eta adibideak ematea. Marrazki batean anplitudea, uhin-luzera, gailurrak eta haranak identifikatzea. Periodoa, maiztasuna, uhin-luzera eta abiadura erlazionatzea, T = 1 / f eta v = λ · f erabiliz.

Azalpen-sekuentzia (15-20 min).

1. «Zeharkakoa» modua, «Pultsu bat aldi bakoitzean» mota. Sakatu «〰 Igorri pultsu bat» eta markatu sokaren erdiko partikula bat. Galdetu aurretik: partikulak pultsuarekin bidaiatuko du? Pultsua pasatzen da eta partikula igo, jaitsi eta bere lekura itzultzen da. Bidaiatzen duena perturbazioa da, eta harekin batera energia.
2. Aldatu «Uhin jarraitua» modura eta sakatu «↺ Berrabiarazi». Frontea 1,50 m/s-an aurreratzen da eta 2,7 s inguru behar ditu 4 m-ak egiteko. «P partikula lekualdatu da» errenkadak −0,20 eta +0,20 m arteko balioak markatzen ditu, baina ez du inoiz aurrera egiten.
3. Irakurri kotak: anplitudea 0,20 m eta uhin-luzera 1,50 m, bi gailurren artean. «×0,25» abiadurarekin, zenbatu zenbat behar duen P-k oszilazio oso bat egiteko: periodoa, 1,00 s. f = 1,00 Hz izanik, oszilazio bat segundoko.
4. Igo maiztasuna 2,00 Hz-ra. Aldaketa fokutik irteten da: uhin berria, estuagoa, aurrera doa eta zaharrari bultza egiten dio. Kota λ = 0,75 m-ra pasatzen da: maiztasun bikoitzarekin, uhin-luzeraren erdia. Egiaztatu koadroan: v = 0,75 m · 2,00 Hz = 1,50 m/s. Abiadura ez da aldatu, ingurunea bera delako.
5. Itzuli 1,00 Hz-ra eta igo abiadura 3,0 m/s-ra: λ = 3,00 m. Azaldu abiadura ingurunearen mende dagoela (soka tenkatuago bat, soinua airean edo uretan) eta maiztasuna, fokuaren mende.
6. Energia: A = 0,10 m izanik, barrak «× 0,25» markatzen du; A = 0,20 m izanik, «× 1,00». Anplitude bikoitzarekin, lau aldiz energia gehiago. Lotu lurrikara batekin edo bozgorailu baten bolumenarekin.
7. «Luzetarakoa» modua eta gero «Konparatu». Malgukiaren partikulek uhina aurreratzen den norabide berean bibratzen dute. Sokaren gailurrak eta haranak malgukiaren konpresioei eta enrarezimenduei dagozkie, eta uhin-luzera berdin neurtzen da, bi konpresioren artean. Ireki «Funtsezko formulak» eta errepasatu adibideak: argia zeharkakoa da; soinua, luzetarakoa.

Batxilergoko 2. maila (Fisika): uhin-higidura

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

Oinarrizko jakintzak. D multzoa, «Bibrazioak eta uhinak»: «Oszilazio-higidura: gorputz oszilatzaile baten aldagai zinematikoak eta energia-kontserbazioa sistema horietan.», «Uhin-higidura: oszilazio-grafikoak posizioaren eta denboraren arabera, hori deskribatzen duen uhin-ekuazioa eta mugimendu harmoniko sinplearekin duen erlazioa. Uhin-higidura mota desberdinak naturan.» eta «Uhin-fenomenoak: [...] Soinu-uhinak eta horien ezaugarriak. [...]».

Ebaluazio-irizpideak. 1.2 (problemak modu esperimentalean eta analitikoan ebaztea, fisikaren printzipioak, legeak eta teoriak erabiliz), 2.1 (sistema naturalen eboluzioa aztertzea eta ulertzea, fisikaren ereduak, legeak eta teoriak erabiliz), 3.2 (unitateak zorrotz erabiltzea eta aldagai fisikoak erlazionatzen dituzten grafikoak lantzea eta interpretatzea) eta 5.2 (prozesu fisikoak laborategi erreal edo birtualetan erreproduzitzea, haiek baldintzatzen dituzten aldagaiak aldatuz).

Curriculumak ez ditu izenez aipatzen bibrazio-abiadura eta fase-diferentzia; «uhin-ekuazioan» eta «mugimendu harmoniko sinplearekin duen erlazioan» sartzen dira.

Helburuak. Uhin harmoniko baten ekuazioa A, f eta v-tik abiatuta idaztea. y(x) grafikoa uhinaren argazki gisa eta y(t) grafikoa puntu baten higidura harmoniko sinple gisa interpretatzea. Hedapen-abiadura bibrazio-abiaduratik bereiztea. Bi punturen arteko fase-diferentzia kalkulatzea eta noiz bibratzen duten fasean edo aurkako fasean ezagutzea.

Azalpen-sekuentzia (15-20 min).

1. Markatu «Erakutsi ekuazioa, grafikoak eta fasea» laukia hasierako balioekin (A = 0,20 m, f = 1,00 Hz, v = 1,50 m/s). Kalkulatu arbelean $\omega = 2\pi f = 6{,}28$ rad/s, $\lambda = v / f = 1{,}50$ m eta $k = 2\pi / \lambda = 4{,}19$ rad/m, eta egiaztatu «Ekuazioa eta fasea» atalean: $y(x, t) = 0{,}20 \cdot \sin(6{,}28\, t - 4{,}19\, x)$.
2. Konparatu bi grafikoak. «ELONGAZIOA – POSIZIOA» grafikoan bi gailurren arteko distantzia λ da; «ELONGAZIOA – DENBORA» grafikoan P-ren bi maximoren arteko distantzia T da. Inguruneko puntu bakoitzak higidura harmoniko sinple bat egiten du; uhina higidura hori bera da, atzerapenarekin errepikatua.
3. Bibrazio-abiadura: A ω = 1,26 m/s, v = 1,50 m/s-tik desberdina. Pausatu eta begiratu «P orain»: P oreka-posiziotik pasatzen denean bere bibrazio-abiadura maximoa da; gailur batean, zero. Igo anplitudea 0,30 m-ra: v ez da aldatzen, eta bibrazio-abiadura maximoa 1,88 m/s-ra pasatzen da.
4. Fase-diferentzia. $\Delta x = 0{,}75$ m ($\lambda/2$) izanik, $\Delta\varphi = 3{,}14$ rad eta esaldiak «aurkako fasean» dio: bi grafikoetan P eta Q beti kontrako aldera doaz. Sakatu «$\Delta x = \lambda$»: $\Delta\varphi$ 0ra itzultzen da eta kurbak gainjartzen dira. «$\Delta x = \lambda/4$» izanik, Q periodo-laurden bat (0,25 s) atzerago doa P baino.
5. Problema: zein da aurkako fasean dauden bi punturen arteko distantzia minimoa f = 2,00 Hz eta v = 3,0 m/s badira? $\lambda = 1{,}50$ m eta $\Delta x = 0{,}75$ m. Jarri balio horiek eta egiaztatu «$\Delta x = \lambda/2$» botoiarekin.
6. «Luzetarakoa» modua: grafikoak «DESPLAZAMENDUA – POSIZIOA» izena hartzen du eta ξ irudikatzen du, hedapenaren norabidean zeharreko desplazamendua. Konpresioak ξ jaisten ari dela zerotik pasatzen den lekuan daude. Ekuazio berak deskribatzen ditu bi uhin motak; aldatzen dena bibrazioaren norabidea da.

Zuzentzen laguntzen dituen ideia okerrak

Simulazioak batez ere materia uhinarekin batera bidaiatzen dela dioen ideiari eta uhinaren abiadura eta partikulena nahasteari egiten die aurre. Errenkada bakoitzak ohiko aurretiazko ideia bat eta simulazioarekin nola desegin adierazten du.

Ikasleen ideia	Ideia zuzena	Nola erakutsi
«Partikulek uhinarekin bidaiatzen dute»	Partikula bakoitzak bere posizioaren inguruan oszilatzen du; perturbazioak eta energiak bidaiatzen dute	Markatu P eta igorri pultsu bat: P igo, jaitsi eta bere lekura itzultzen da. «P partikula lekualdatu da» errenkadak ez du inoiz A gainditzen
«Fokua azkarrago mugitzen badut, uhina azkarrago doa»	Abiadura ingurunearen mende dago; maiztasunak uhin-luzera aldatzen du	Pasatu 1etik 2 Hz-ra: v-k 1,50 m/s-an jarraitzen du eta λ 1,50etik 0,75 m-ra jaisten da
«Uhin altuago bat azkarrago doa edo luzeagoa da»	Anplitudeak ez ditu v eta λ aldatzen; energia aldatzen du	Igo A 0,10etik 0,30 m-ra: λ eta v berdinak, eta energia × 0,25etik × 2,25era pasatzen da
«Uhinaren abiadura eta partikulena berdinak dira»	Desberdinak dira: v = λ f; bibrazioaren abiadura maximoa A ω da	Batxilergoko maila: 1,50 m/s 1,26 m/s-ren aldean; bigarrena A-rekin aldatzen da eta lehena ez
«Luzetarako uhin batean ez dago uhin-luzerarik ez anplituderik»	Magnitude berberak ditu: λ bi konpresioren artean eta A hedapenaren norabidean	«Konparatu» modua: λ kota bera sokan eta malgukian
«y(x) grafikoa partikula batek egiten duen bidea da»	y(x) ingurune osoaren argazki bat da; puntu baten higidura y(t) da	Konparatu Batxilergoko mailako bi grafikoak eta begiratu P nola mugitzen den oihalean
«Fokuko aldaketa batek uhin osoa aldatzen du batera»	Aldaketak denbora behar du puntu bakoitzera iristeko, v abiaduran bidaiatzen duelako	Aldatu maiztasuna uhina martxan dagoela: segundo batzuetan λ zaharra eta berria batera daude

Ezagutzea komeni diren sinplifikazioak

Simulazioak lehentasuna ematen dio uhinaren magnitudeak argi ikusteari. Horretarako, ingurunea ideal gisa tratatzen du eta begiz jarrai daitezkeen eskalak aukeratzen ditu. Komeni da lizentzia horiek ezagutzea, nahi gabe ideia okerrak ez indartzeko.

1. **Moteltzerik eta islapenik gabe.** Uhinak ez du energiarik galtzen aurrera egitean, eta eskuineko muturrak erabat xurgatzen du: ez dago uhin islaturik ezta geldikorrik ere. Benetako soka batean uhina ahuldu egiten da eta muturrean errebotatzen du.
2. **Laborategi geldoko eskalak.** Maiztasunak (0,25-2 Hz) eta abiadurak (0,5-3 m/s) uhina begiz jarraitzeko aukeratu dira. Arrazoizkoak dira soka edo malguki luze baterako, baina soinua airean 340 m/s inguruan doa eta haren maiztasun entzungarriak 20 eta 20 000 Hz artekoak dira.
3. **Malgukiaren desplazamendu murriztuak.** Luzetarako moduan, A · k handia denean, desplazamenduak eskala murriztuan marrazten dira partikulak gurutza ez daitezen, eta oihalak adierazi egiten du («Desplazamenduak × 0,72… eskalan marraztuta»). λ-ren kotak zehatzak dira oraindik ere.
4. **Energia erlatiboa da.** Barrak $E \propto A^2 \cdot f^2$ erabiltzen du eta ez du joulerik ematen, benetako energia ingurunearen masaren eta abiaduraren mende ere badagoelako. Barra erro karratuaren eskalan dago, × 0,25 eta × 9 (maximoa, A = 0,30 m eta f = 2,00 Hz izanik) biak ikus daitezen.
5. **Abiadura-aldaketa batek ingurune osoari eragiten dio batera.** Ingurunez aldatzea irudikatzen du. Errealitatean, beste ingurune batera pasatzen den uhin batek abiadura eta uhin-luzera aldatzen ditu mugatik aurrera bakarrik.
6. **Ekuazioak uhin jarraitu egonkorra baino ez du deskribatzen.** Uhin zahar bat eta berri bat batera daudenean, edo pultsu solteekin, panelaren ekuazioak ez du ingurune osoa deskribatzen; simulazioak abisatu egiten du.

7. **Ez du argiaren natura lantzen.** Uhin elektromagnetikoak zeharkako uhinaren adibide gisa baino ez dira agertzen. Fotoiaren energia (E = h f = h c / λ), uhin-korpuskulu dualtasuna eta efektu fotoelektrikoa Batxilergoko 2. mailako Fisikakoak dira, eta espektro atomikoen simulazioarekin lantzen dira.

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 4. maila	Fitxa osoa, Gehiago jakiteko izan ezik	50-55 minutuko saio bat, edo bi problemak klasean egiten badira
Batxilergoko 2. maila (Fisika)	3. eta 5. jarduerak errepaso gisa eta Gehiago jakiteko	Saio bat

«Hasi aurretik» taulak uhinei buruzko bost aurretiazko ideia biltzen ditu. Hobe da hasieran ez zuzentzea: ikasleak «Berrikusi zure ideiak» atalean itzultzen dira hara. Maiztasuna aldatzean, uhin berriak segundo batzuk behar ditu soka betetzeko: komeni da amaierara iritsi arte itxarotea marrazkian λ irakurri aurretik.

Soluzioak

Atala	Soluzioa
Hasi aurretik	Denak gezurrak. a) Soka-zati bakoitzak oszilatu eta bere lekura itzultzen da (1. jarduera). b) Abiadura ingurunearen mende dago; fokua azkarrago mugitzean uhin-luzera jaisten da (3. jarduera). c) Anplitudeak ez du abiadura aldatzen; energia aldatzen du (5. jarduera). d) λ bi konpresioren artean du, eta anplitudea hedapenaren norabidean (6. jarduera). e) Ura igo eta jaitsi egiten da; hondartzara iristen dena energia da (1. jarduera eta 4. problema)
1. jarduera	P igo, jaitsi eta bere lekura itzultzen da; desplazamenduak ez du inoiz anplitudea gainditzen. Pultsua sokaren amaieraraino iristen da. Perturbazioak bidaiatzen du, eta harekin batera energiak. Uhina ingurune batean hedatzen den eta materia garraiatu gabe energia garraiatzen duen perturbazio bat da
2. jarduera	A = 0,20 m (oreka-lerrotik gailur bateraino); λ = 1,50 m (bi gailurren artean); T = 1,00 s (P-ren oszilazio bat; ×0,25 abiadurarekin 4 s-tan ikusten da); f = 1,00 Hz; v = 1,50 m/s (fronteak 2,7 s inguru behar ditu 4 m-ak egiteko). T = 1 / 1,00 = 1,00 s eta v = 1,50 · 1,00 = 1,50 m/s. 1 Hz oszilazio bat da segundoko
3. jarduera	0,50 Hz: T = 2,00 s, λ = 3,00 m. 1,00 Hz: T = 1,00 s, λ = 1,50 m. 2,00 Hz: T = 0,50 s, λ = 0,75 m. v = 1,50 m/s eta λ · f = 1,50 m/s hiru kasuetan. Abiadura ez da aldatzen; zenbat eta maiztasun handiagoa, orduan eta uhin-luzera txikiagoa. Aldaketa fokutik irteten da eta uhinaren abiaduran aurreratzen da; beraz, segundo batzuetan uhin zaharra eta berria batera daude
4. jarduera	λ = 1,00 m 1,0 m/s-rekin, 1,50 m 1,5 m/s-rekin eta 3,00 m 3,0 m/s-rekin. Maiztasuna (eta periodoa) fokuak finkatzen du; abiadura, inguruneak; uhin-luzera bien mende dago. Adibideak: soinua airetik uretara pasatzean azkarrago doa; argia airetik beirara pasatzean motelago doa; ur gutxiko eremura iristen den olatu bat
5. jarduera	v = 1,50 m/s kasu guztietan. λ = 1,50 m 1,00 Hz-rekin eta 0,75 m 2,00 Hz-rekin. Energia: × 0,25 0,10 m-rekin, × 1,00 0,20 m-rekin, × 2,25 0,30 m-rekin eta × 4,00 2,00 Hz-rekin. Anplitudeak ez ditu v eta λ aldatzen: energia aldatzen du, $A^2 \cdot f^2$-ren proportzionala dena. Anplitudea bikoiztean, energia lau aldiz handitzen da: bozgorailu indartsuago batek airea gehiago mugitzen du; anplitude handiagoko lurrikara batek askoz gehiago suntsitzen du

Atala	Soluzioa
6. jarduera	Soka: partikulek gora eta behera bibratzen dute, uhinaren aurrerapenarekiko perpendikularrean. Malgukia: aurrera eta atzera bibratzen dute, uhina aurreratzen den norabide berean. Gailurrak konpresioei dagozkie (partikulak elkarren ondoan) eta haranak enrarezimenduei (bereizita). λ = 1,50 m bietan. Soinua: luzetarakoa. Argia: zeharkakoa. Saltoka ibiltzeko soka: zeharkakoa. Luzatu eta uzkurtzen den malgukia: luzetarakoa
Aplikatu ikasitakoa	1) T = 1 / 5 = 0,20 s; v = 0,40 · 5 = 2,0 m/s. 2) λ = 340 / 440 ≈ 0,77 m. 3) f = 10 / 20 s = 0,5 Hz; T = 2 s; v = 3 · 0,5 = 1,5 m/s. 4) Olatua energia garraiatzen duen perturbazio bat da, ez ura: itsasontzia, uraren partikula bakoitza bezala, bere posizioaren inguruan igo eta jaisten da
Gehiago jakiteko	1) ω = 2π · 1 = 6,28 rad/s; λ = 1,50 m; k = 2π / 1,50 = 4,19 rad/m; y(x, t) = 0,20 · sin(6,28 t − 4,19 x) (SI). 2) A · ω = 0,20 · 6,28 = 1,26 m/s, v = 1,50 m/s-tik desberdina. A = 0,30 m izanik, A · ω = 1,88 m/s eta v ez da aldatzen. 3) Δx = λ/2: Δφ = π rad = 3,14 rad, aurkako fasean, kurba kontrakoak. Δx = λ: Δφ = 2π (0ren baliokidea), fasean, kurba gainjarriak

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/ondas/.