

Aireak pisatu egiten du!

Guillermo Roa Zubia

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



APPLE

Eseri, ez zaitez nekatu.

Gainean airearen pisua daramazu. Gau eta egun; astegunetan nahiz asteburuan.

Atmosfera ezin da jaso kaxa baten barruan, ezin da bildu desagerrarazteko. Eta, jakin ezazu: atmosferako gas gehiena inguruan daukazu.

ZIENTZIAREN PEDAGOGIAN ARITZEN DIRENEK askotan esaten dute kaleko jendeak ez duela ulertzen atmosfera nolakoa den. Onartutako ideia batzuk ez dira zuzenak. Alde batetik, aireak pisurik ez duela; oso zabaldua dago. Beste alde batetik, atmosferatik at ez dagoela grabitaterik; astronauten irudietan ikusten da hori.

Baina ez da egia. Aireak pisua du. Eta grabitatea ez da atmosferarekin batera bukatzen. Hain zuzen ere, bi gauza horiek elkarrekin doaz: aireak pisua duelako dago grabitate-eremuaren 'behealdean' metatuta, lurrazalaren ondoan. Pisua duen aire horri deitzen

diogu atmosfera, eta eragin handia du guregan. Beharbada ohitu egin gara, baina eragin hori hauteman dezakegu, baita neurtu ere.

Presio atmosferikoa, adibidez. Zentimetro karratu bakoitzeko kilo bateko pisuaren presioa egiten du atmosferak, gutxi gorabehera. Herri epeletako latitudeetan, 1.033,6 gramoren presioa izaten da batez besteko balioa. Eskua zabaltzen duzunean, ehun zentimetro karratu baino azalera handiagoa jartzen duzu atmosferarekin kontaktuan. Pentsa: ehun kilo baino gehiagoren presioari eusten diozu esku horrekin. ➔

Baina, kontuz; ez da pisua, presioa baizik. Gas batean murgilduta bizi gara, eta inguruko gas horren molekulak etengabe ari dira gure aurka talka egiten, ur-molekulek arrainen gorputzaren aurka bezala. Hori da, bada, presioa, molekulen talkak.

Zenbat eta talka gehiago izan, orduan eta handiagoa da presioa. Eta, jakina, talka-kopurua molekula-kopuruaren arabera da; zenbat eta molekula gehiago egon, orduan eta talka gehiago gertatzen dira. Horregatik, bolumen jakin batean gas asko edo gutxi dagoen jakiteko, ez da gasaren kontzentrazioa adierazten, gasaren presioa baizik. Atmosferaren kasuan berdin gertatzen da; presio atmosferiko handia izateak

esan nahi du aire-molekula asko daudela, baina ez gainean, baizik eta inguruan.

Horregatik, presio hori noranzko guztietan jasaten du gorputzak. Gorputzak duen azalera kontuan hartuta, zentimetro karratuko kilo bateko presioa asko da gizakiarentzat. Edo izan beharko luke. Nolatan ez du presio horrek giza gorputza erabat zanpatzen? Nolatan ez du hauts bihurtzen? Bada, gorputzak ere eragiten duelako presioa barrutik kanpora. Presioa orekatu egiten du, gorputza urez betetako egitura baita eta ur horrek ere egiten baitu presioa. Bizidun guztien gorputzak dira horrelakoak. Jasaten duten presioaren berdina sortzen dute kontrako noranzkoan.



Presioa neurtzean, inguruan aire-molekula asko edo gutxi dagoen adierazten du barometroak.

Hain zuzen horregatik, espaziora ateratzen den astronauta batek atmosferaren eragina sortu behar du artifizialki, ez bakarrik arnasa hartu ahal izateko, baizik eta gorputzak kanporantz egiten duen presioa nolabait konpentsatu behar duelako. Lurrazalean, atmosferako gasak egiten du lan hori.



“atmosferaren masaren % 80 beheko hamar kilometroetan dago, troposferan, eta % 19 estratosferan”

Dena dela, atmosferaren presioa ez da berdina altuera guztietan; zenbat eta gorago egon, orduan eta txikiagoa da presioa. Azken batean, horrek adierazten du lurrazaletik gora joan ahala gas gutxiago dagoela. Merezki du goranzko bidaia egitea ikusteko nola dagoen banatuta gasa.

Behealdean pilatuta

Esan daiteke aire gehiena behealdean dagoela; atmosferaren masaren % 80 beheko hamar kilometroetan dago. Itsas mailatik oso gertu. Nolabait esateko, airea lurrazalaren gainean dago metatuta. Mendizaleek ederki dakite hori; hiru mila metrora, adibidez, atmosfera oso arina da, itsasoaren mailako presioaren hiru laurdena bakarrik dago han.



Airearen dentsitatean igartzen da hori; itsasoan litro bat airek 1,226 gramo pisatzen du eta hiru mila metrora, berriz, 0,910 gramo, batez beste. Hamar mila metrora, hau da, hegazkin komertzialek hartzen duten altueran, 0,413 gramo besterik ez du pisatzen aire-litroak. Askoz gas gutxiago dago hango airean; askoz materia gutxiago. Ematen du hegazkin batek ezin duela han goian hegan egin, gas horrek eutsi behar baitio hegan egiteko.

Bestalde, ezaguna da goranzko bide horretan tenperatura ere aldatzen dela. Normalean, 180 metro inguru igota tenperatura gradu bat jaisten da, Lurrarekin beroa trukatzeko. Lurrak atmosferaren behealdea berotzen du, alegia. Horregatik jaisten da tenperatura gora joan ahala. Baina hori ez da atmosfera osoan gertatzen. Muga batetik gora, atmosferaren tenperatura ez da gehiago jaisten, zero azpiko 50 graduan geratzen da, gutxi gorabehera.

Muga horretarainoko atmosfera-zatiari troposfera deritzo, eta mugari berari tropopausa. Izen egokiak dira oso, 'tropo' aurrizkiak aldaketa adierazten baitu. Oso eremu aldakorra da: airea asko mugitzen da norabide guztietan, berotu eta hoztu egiten da, eta zurrumbilo asko sortzen ditu. Inoiz ez da oreka lortzen; han gertatzen dira fenomeno meteorologiko guztiak.

Baina tropopausan erabat aldatzen da egoera. Lurrazalaren eragina oso ahula da, alde batetik oso urruti dagoelako,



Sumendi batzuetako erupzioek estratosferaraino jaurtitzen dute gasa.

ARTXIBOKOA

“troposfera oso eremu aldakorra da: airea berotu eta hoztu egiten da, eta zurrumbilo asko sortzen ditu”

eta, bestetik, airea oso arina delako. Molekula gutxi dago; presioa txikia da, beraz. Eta bero-trukea molekulen arteko talken bitartez gertatzen da.

Tropopausan lurrazalean baino aire-molekula gutxiago daudenez, bero-transmisioa mantsiago gertatzen da.

Bestelako zerua

Tropopausa 10 kilometroko altueran dago, baina ez beti eta ez toki guztietan. Poloetan beherago dago, eta ekuatorean gorago. Neguan jaitsi egiten da eta udaran igo. Azken batean, tenperatura igotzen denean, tropopausa ere bai. Hain zuzen ere, zientzialari batzuek uste dute planetaren berotze globalak ehunka metroko igoera eragin diola tropopausari; dena dela, datu gutxi eta zalantza asko dago.

Nolanahi ere, tropopausan egoera asko aldatzen da. Handik gora ere mugitzen da airea, haize azkarra dabil, baina ez gorantz edo beherantz, baizik eta horizontalean. Estratuetan. Ez da harrizekoa zientzialariek estratosfera izena eman izana zati horri.

Egia esan, bada arrazoi bat hori horrela izateko. Estratosferan airearen tenperatura igo egiten da gorantz joan ahala. Beraz, aire beroa goialdean pilatzen da

Hegazkin komertzialek estratosferan egiten dute hegan, han ez baitago turbulenziazirik.



P. MCIVER

Hodeiak, atmosfera ikusgai

Airea ez da ikusten. Airearen ur-lurruna kondentsatzen denean, ordea, bai, hodeiak ikusten dira. Gas-itxura hartzen dute, baina ez dira gasezkoak. Likidoa dira, ur-tanta txikiak, eta, kondentsatzeko unean tenperatura oso baxua bada, izotz-kristal ñimiñoak. Beraz, solidoak edo likidoak dira. Eta hori sumatzen dute, besteak beste, hegazkin ultrarinetan hegan egiten dutenek. Hodei batean sartzea milaka partikularen aurka talka egitea bezalakoa da.

Hodei-mota asko dago, baina denak sortzen dira airearen ur-lurruna hoztuta. Lurruna kondentsatu eta tanta likido bihurtzen da, eta, tenperatura oso baxuan, izotz-kristal ñimiño. Eta, kondentsatuta ere, tantak ez dira lurzorura erortzen, haize-laster txikiek eusten dietelako airean.

Eta dena dago lotuta. Haize-laster horiek ere eragiten dute hodeien sorreran. Haize geldotan eratzen diren hodeiak geruzatan antolatzen dira; haize bortitzetan sortutakoak, berriz, gorantz garatzen dira.

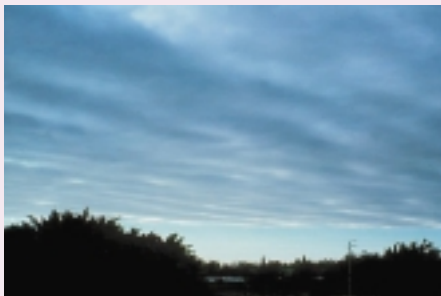
Baina adituek ez dituzte egituraren arabera bakarrik sailkatzen hodeiak. Garrantzitsutzat jotzen dute hodeia zer altueratan agertzen den. Bost mila metrotik gora zirruak izaten dira nagusi. Altuera horretako tenperatura oso baxua denez, izotz-kristalek osatzen dituzte zirruak. Haize bortitzak



Zirruak.



Altokumuluak.



Estratuak.

luzatu egiten ditu, baina beste itxura batzuk izan ditzakete. Zerua erabat estaltzen duen geruza fin bat osatzen dutenei zirrostratu deritze, eta kotoi-puska luzeen itxura dutenei, berriz, zirrokumulu.

Zertxobait beherago, bi mila metroko altueran, sortzen diren hodeiek ur likidoa dute gehienbat. Altostratu eta altokumulu deritze, lodiera txiki-koei eta handikoei, hurrenez hurren. Behe-hodeietan, azkenik, estratuak dira nagusi. Euria ekartzen duten ohiko hodeiak ninbostratuak dira, eta, nahiz eta zerua erabat estali euririk uzten ez dutenak estratokumuluak. Batzuetan, behe-hodei horiek laino eran zabaltzen dira, eta zaila da haien egitura igartzen; hodei horiek estratuz osatuta daude.

Hodei batzuk goraka doan ur-lurrunak sortzen ditu. Lurrazalak berotutako aireak gora egitean hozten delako izan daiteke. Edo mendikate batek gorantz eginarazten diolako aireari. Edo aire beroak aire hotzarekin topo egin duten tokian, frente batean alegia, aire beroak gora egiten duelako eta azkenean hoztu egiten delako. Modu horietan sortutako hodeiak garapen bertikalekoak dira, kumuluak. Batzuek mendi erraldoiak ematen dute, onddo-itxurako gailurreko mendi erraldoiak. Kumulu horiei kumuloninbo deritze.



ARTXIBOKOA



NOAA



eta hotza behealdean, hau da, aire arinena goian dago eta astunena behean, eta ez da goranzko edo behe-ranzko haize-lasterrik sortzen dentsitateagatik. Troposferan gertatzen denaren aurkakoa.

Lasterren ikuspuntutik, egoera hori ezin hobea da hegan egiteko. Hegaldi komertzialetan, hegazkinak estratosferaraino igotzen dira, hain zuzen, turbulenziazirik gabeko zona delako.

Eta beste ikuspuntu batzuetatik ere, oso berezia da estratosfera. Adibidez, konposizio kimikoaren ikuspuntutik. Estratosferaren konposizioa eta troposferarena oso antzekoak dira. Hala ere, bi geruzen arteko materia-trukea oso mantsoa da, estratosferan gasak ez duelako ia gorantz edo beherantz egiten. Egia da sumendi batzuen erupzioetan gasak haraino iristen direla, baina ez dute asko aldatzen konposizioa.

Bi ezberdintasun nabarmen daude troposferako eta estratosferako gasen artean. Lehenengoa ur falta da. Ura ez da estratosferara iristen; kondentsatu eta Lurrera erortzen da. Pixka bat bada, baina han bertan sortutakoa. Eta ur-pixka horrek hodeiak sortzeko oso tenperatura baxua behar da. Ondorioz, estratosferan hodei gutxi izaten dira, eta poloen gainean sortzen dira.

Bigarren ezberdintasuna estratosferako molekularik ospetsuenaren presentzia da: ozonoa. Zeinek ez du inoiz



ARTXIBOKOA

Alde handia dago troposferaren eta estratosferaren artean. Lehenengoa oso zurrunbiltsua da, oso aldakorra, eta bigarrena, aldiz, geruza egonkorra.

“estratosferan gasak ez du ia gorantz edo beherantz egiten; estratueta mugitzen da airea”

entzun estratosferan ozono-geruza dagoela? Eguzkiaren erradiazioak oxigenotik abiatuta sortua da, eta haize-lasterren estratueta dago harrapatuta. Poluitzaileekin elkartzen ez den

bitartean, ez du ihesbiderik. Eskerrak; ozono horrek izpi ultramoreak xurgatzen ditu.

Ozono gehiena estratosferan dago, baina hortik gora ere detektatu dute. Egia esan, estratosferaren goiko mugan, estratopausan, ez da gas askorik geratzen; oso molekula gutxi dago, oso presio baxua. Lurrazaletik 50 kilometrorra dago, gutxi gorabehera.

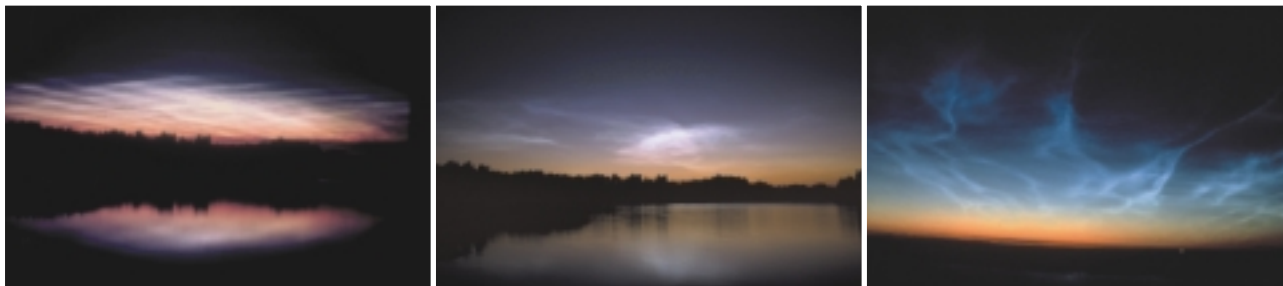
Eta handik gorako zatian, mesosferan, are gutxiago. Dena dela, badu garrantzia molekula gutxi horien jokabideak. Oso gutxi direnez, oso talka gutxi gertatzen dira haien artean. Horrek esan nahi du bero-transmisioa oso mantsoa dela. ➔

guztion neurria guztion neurria

aldizkariak euskaraz

guztion neurria

guztion neurria guztion neurria



COLORADOKO UNIB.

Ilunabarrean, batzuetan ikusi ahal izaten dira hodei noktiluzenteak. Osos hodei bereziak dira, mesosferan sortzen baitira.

Ustez, horrek tenperaturaren aldaketarekin du zerikusia. Geruza horretan gora egin ahala jaitsi egiten da tenperatura, estratosferan gertatzen denaren kontrakoa. Zero azpiko ehun gradura ere iristen da. Eta kondizio horietan hodeiak kondentsatzen dira. Hodeiak daude mesosferan! Hodei noktiluzenteak deritze. Ilunabarretan ikusi ahal izaten dira batzuetan. Baina ezer gutxi dakite zientzialariek hodei horiei buruz.

Edonola ere, ez dago materia asko han goian. Eta, horregatik, mesosfera ez dago babestuta espazioaren eragine-
tik. Izpi ultramoreek erraz ionizatzen dituzte molekula gutxi horiek, eta beste hainbat prozesu gertatzen dira; besteak beste, estratosferako ozono asko han sortzen da.

Azken batean, espazioaren eragina Lurrarena baino handiagoa da mesos-

“mesosfera da Lurrera itzultzen diren espazio-ontziei ongietorria ematen dien lehena, han hasten delako haizea nabaritzen”

feran. Baina mesosfera da Lurrera itzultzen diren espazio-ontziei ongietorria ematen dien lehena. Agian, ez frikzioa eragiten dieten molekulen ikuspuntutik, baina bai haizea eta zurrumbiloak han hasten delako nabaritzen. Oso materia gutxi dago, baina ontziak igarri egiten ditu hegaldiaren kilometro horiek.

Espazioan barrena

Atmosfera ez da hor bukatzen. Hala ere, handik gora ez dago ia ezer ez. Molekula ionizatu gutxi batzuk bakarrik geratzen dira. Baina badute eraginik. Alde batetik, irrati-uhin asko islatzen dituzte. Lurrazaletik datoz uhinak, eta lurrazalera islatzen dituzte molekula horiek. Horregatik entzun dezakegu Euskal Herrian Arabian emititutako irratsaio bat. Efektu hori, gainera, indartsuagoa da gauetan, Eguzkiaren erradiazioa desagertu denean.

Bestetik, esaten da geruza horretan tenperaturak berriz ere gora egiten duela altuerarekin. Baina kondizio horietan tenperaturaren kontzeptua asko aldatzen da. Molekula gutxi dago benetakotako tenperaturaz hitz egiteko. Zaila da neurtzen, horretarako beroa transmititu beharko luketelako hango molekulek. Baina ia ez dago molekularik.

Nolanahi ere, tenperatura handiko geruzat hartu da, eta termosfera izena eman diote. Dena dela, molekula ionizatuak daudenez, ionosfera izena ere erabiltzen da atmosferaren goialdeaz hitz egiteko.

Atmosferaren azken molekulak lurrazaletik 600 kilometrora daude, edo urrutiago. Baina, hain dira urriak, muga zein den esatea ia ezinezkoa da. Han ez dago ia ezer. Bukatu da 'zure gaineko' gasa. Espazioan gaude. Espazio beltzean. ☐



NASA