

ДЭЛХИЙ ДЭЭР ЦОЧРОЛ ХҮЙТРЭЛ

БОЛБОЛ...

А.СТАСЕНКО

... Хүйтэн маш их чангарч байна. Тасхийм хүйтэн нэвт үлээнэ. Хэрвээ гэгээн Дунстан хүйтэн шулмасын хамрыг халуун хавчаараар хавчсансан бол тэрээр бат бөх хавчаараас болж улин гиншэх байсан даа.

Ч.Диккенс, Үргэлжилсэн үгийн зохиол дахь Христосын дуу

Нэг удаа авъяаслаг нэгэн оюутан телевизээр ирээдүйд мөстлөгийн үе болж хот суурин зуу, хоёр зуу, .. жилээр сөнөн мөхөж байгаа тухай аймшгийн кино үзэж байгаад: хэрвээ дэлхийн температур 200 градус /хэм/ Цельсээр, өөрөөр хэлбэл Кельвений 73 градус /хэм/ хүрвэл юу болох вэ гэж боджээ. Ингээд тэрээр Физикийн хэмжигдэхүүн бүхий лавлах толь гаргаж дараах хүснэгтийг үзсэн.

Хий	Массын хувь	Буцлах хэм Т _к , К	
Хүчилтөрөгч O ₂	0,23	90	үндсэн /голлох/ хий
Азот N ₂	0,75	77	
Аргон Ar	0,013	87	Бага агуулагатай хий
Нүүрсхүчлийн хий CO ₂	4,6*10 ⁻⁴	195	
Криптон Kr	3,3*10 ⁻⁶	120	
Ксенон Xe	4*10 ⁻⁷	165	
Хүхэрт устөрөгч H ₂ S	8*10 ⁻⁷	112	
Азотын исэл NO	8*10 ⁻⁷	121	
Озон O ₃	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	111	Хөнгөн хий
Неон Ne	1,2*10 ⁻⁵	27	
Гелий He	7,2*10 ⁻⁷	4	
Устөрөгч H ₂	3,5*10 ⁻⁸	20	

Ингэж үзэхэд: агаар мандлын үндсэн бүрэлдэхүүн болох азот, хүчилтөрөгч 2 шингэн /зарим хэсэг нь/ болж, тэдгээрийн буцлах температур Т_к харгалзан 77°K ба 90°K болж байна. Неон, Устөрөгч, Гелий мэт “бага агуулгатай” хийнүүдийн хувьд бодох ч хэрэггүй, тэд бүгд /Т_к нь харгалзан 27°K, 20°K, 4°K болно./ шахагдана.

Гүн хөрөлт болоход агаар мандалд юу тохиолдох вэ? Мэдээж бүх агаар мандал конденсацид орж дэлхий дээр тундас болоод буух бөгөөд үүнээс болж дэлхийн гадаргуу нилдээ усан бүрхүүл тогтож, Раунед Блеза Паскалын /1623-1662/ сонгодог туршилт хийсэн вино шиг ус арав орчим метрээр хэмжигдэхүйц өндөрт өргөгдөнө.

Гэтэл лавлахаас /хүснэгтнээс/ харахад -200°С байхад азот болон хүчилтөрөгч нь бага биш даралттай ханасан уурын хэлбэртэй байж болно. Ойролцоогоор даралт нь харгалзан 400 болон 80 мм.муб буюу нийлбэр нь 520мм.муб байнагэж гаргасан. Энд оюутан хийн хольцын даралт нь түүний бүрэлдүүлэгч хийн даралтын нийлбэртэй тэнцүү гэсэн Дальтоны хуулийг ашигласан. Харин эдгээр хийн даралт ердийн агаар мандалд /”бага агуулгатай” хийнүүдийг тооцохгүйгээр/ 600, 160мм.муб байдаг. Тэгвэл “шинэ” агаар мандалд азот өмнөхөөсөө 440/600=0.73=73%, харин хүчилтөрөгчийн хувьд 80/160=0.5=50% үлджээ. Энэ бүхнийг мэдснээр “шинэ” агаар мандлын дундаж нягтыг ойролцоогоор дараах байдлаар тооцоолж болно.

$$\rho_n = \rho_0 \left(\frac{520}{760} \right) \left(\frac{273}{73} \right) = 3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$\rho_0 = 1,225 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad \text{-ердийн далайн түвшин дээрх агаар мандлын нягт.}$$

Гайхалтай нь эндээс харахад агаар мандлын даралт унахад харин түүний гадаргуугийн нягт өсжээ? Гайхах юм байхгүй. Энэ бол температурын огцом уналт /илэрхийллийн сүүлчийн үржигдэхүүнээс/-аас болж байгаа юм.

Харин шинэ далайд юу болох вэ? Шингэн азотын нягт 800кг/м^3 , шингэн хүчилтөрөгчийн нягт 1100кг/м^3 . Шахагдсан агаар мандлын хэсгийн масс $\frac{760-520}{760} = 0,3$. Тэгвэл /Паскалийн 10

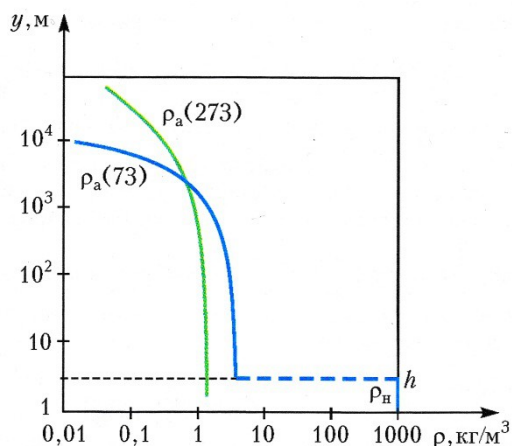
метрийн барометрийг санавал/ хүчилтөрөгч-азотын шингэн нуур, далай тэнгис рүү урсан орох учраас далайн түвшин 3-4 метр өргөгдөнө. Одоо дэлхийн бөмбөрцгийн дөрөвний нэг нь хуурай газар гэдгийг тооцвол шинэ далайн гүн /ероол нь хатуу мөс болсон байна./ өмнөхөөсөө нилээд их болсон байна. Дэлхийн бөмбөрцгийг хараад оюутан: шинэ далайн эзлэгдсэн талбайг ойролцоогоор өрнөд Сибир, Голланд, Америкийн дорнод муж улсууд, Амазонийн бэлчиртэй тэнцэж, түүний давалгаа нь “Зэс морьтой хүн”-ний хөлөөр цалгиж байх юм байна гэж төсөөлжээ.

Цааш нь ухаалаг оюутан маань нягт, далайн түвшнээс дээрх өндрийг хамаарлыг графикаар дүрслэхийг зорьсон /зураг 1./ Тэр 2 температур, $\rho = \rho_0 e^{\frac{mgy}{kT}}$ барометрийн томъёог ашигласан.

(Энд m – молекулын дундаж масс, k – Больцманы тогтмол) Оюутан барометрийн томъёог тэртээ 1686 онд Эдмонд Галлей /1656-1742/ онд нээж олсон бөгөөд энэ томъёо ёсоор температур, нягтыг тогтмол байхад даралт арифметикийн прогрессоор өсөхөд өндөр геометрийн прогрессоор буурдгийг саналаа. Харин /Галлей биш оюутан/ агаар мандлын хөрөх хүртлэх ба хөрсөний дараах метр квадрат бүрт масс хадгалагдах хуулийг бичсэн:

$$\int_0^{\infty} \rho_a(y, 273) dy = \int_h^{\infty} \rho_a(y, 73) dy + \rho_n h.$$

Геометр талаасаа зураг 1-т үзүүлсэн ердийн болон хөрсөн төлөвийн өндрөөс агаар мандлын бодисын нягтын хамаарах хамаарлын муруйгаар хязгаарлагдсан талбай тэнцүү.



Зураг 1. Агаар мандал болон далайн 2 өөр температурын утганд нягтын өндрөөс хамаарах хамаарал. -шахагдсан хийн нягт. h -түүний үеийн гүн

Тэгэхээр шинэ далайн ёроолд нягт мөсөн давхрага үүсэх бөгөөд түүн дээгүүр шингэн азот-хүчилтөрөгчийн долгион цалгилах ёстой. Тэгвэл ингэж цалгилахын тулд тэнд салхи хэрэгтэй. Шинэ далайн дээгүүр экватораас харьцангуй хүйтэн, аль хэдийн тэнд азот, хүчилтөрөгч хатуурч эхэлсэн туйлын зүгээс салхилах бөгөөд $\text{N}_2\text{-O}_2$ хатуу хольц бүхий мөсөн уул “дулаан” бүсэд тогтмол хөвөн ирж хайлж байх болно. Далайн тэгш гадаргуу дээгүүр салхи үлээж эхэлмэгц гадаргуугийн тогтворгүй байдал үүсдэг /тийзтэй усны гадаргууг үлээж үз./ Ингэж салхи гадаргуугийн тэнцвэрийн

байдлыг алдагдуулж байхад гадаргуугийн таталцалын хүч болон таталцалын хүч тэнцвэрийн байдалд нь буцааж оруулж байдаг. Ингэж гадаргуугийн долгион үүсдэг.

Цааш нь оюутан энэ гадаргуугийн долгионы урт λ , долгионы хурд u хоёр хоорондоо ямар хамааралтай байх талаар бодсон. Нэг талаасаа хэрэв долгион маш бага /капляр/ байвал түүнд гадаргуугийн таталцал чухал үүрэгтэй. Гадаргуугийн таталцалын коэффициентийн хэмжээс $[\sigma]=H/M$. Нөгөө талаас долгион эгц огцом /далайн/ байвал $[g]=M/c^2$ хэмжээс бүхий чөлөөт уналтын хурдатгалаар тодорхойлогдох таталцалын хүч гол үүрэгтэй. Гэхдээ $[\rho]=kg/M^3$ хэмжээс бүхий шингэний нягтыг бодож үзэх хэрэгтэй. Тэгвэл капляр болон гравитацын долгионы хувьд хурдны 2 хувилбарыг зохиож болно:

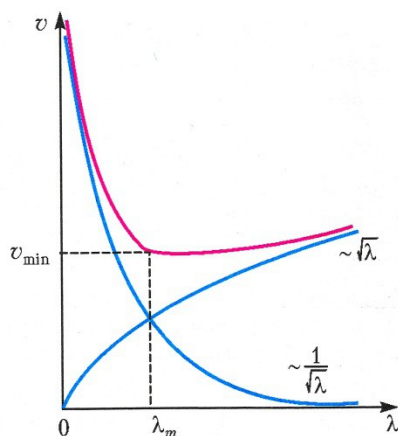
$$u_{\sigma}^2 = \frac{\sigma}{\rho\lambda} + u_g^2 \quad g\lambda.$$

Онолын гидродинамикаас дараах тодорхой илэрхийллийг бичиж болно.

$$u^2 = u_{\sigma}^2 + u_g^2 = \frac{\sigma}{\rho\left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)} + g\left(\frac{\lambda}{2\pi}\right).$$

Долгионы тоо хэмжээ: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. байдаг учраас дээр томъёонд долгионы уртыг 2π -д хуваасан болно.

Зураг 2-т гадаргуугийн долгионы хурд түүний уртаас хэрхэн хамаарах чанарын хамаарлыг харуулав.



Зураг 2. Гадаргуугийн долгионы хурд долгионы уртаас хамаарах хамаарал. -ийн зүүн талых нь капляр долгионы, баруун талых нь гравитацын долгионы хамгийн бага хурд -д харгалзана.

Одоо түүний харгалзах долгионы урт өгөгдсөн тохиолдолд /илэрхийллийг үр дүн нь 0 гарахаар нөхцөл өгөгдсөн үед шийдийг олж чаддаг хэнд ч болов/ хамгийн бага хурдыг олох тийм ч төвөгтэй

биш. Шинэ далайн хувьд $\sigma = 0,01 \frac{H}{M}$, $\rho_H = 900 \text{ кг}/M^3$ гэж тооцоод

$$u_{min} = \sqrt{2\sqrt{\frac{\sigma g}{\rho_H}}} = 14,5 \text{ см}/c \text{ ба } \lambda_m = 2\pi\sqrt{\frac{\sigma}{\rho_H g}} = 6,6 \text{ мм}.$$

Энэ асуудлаар Москвагийн физик-техникийн академийг үндэслэгчдийн нэг Петр Леонидович Капица /1894-1984/ илүү шаргуу судалгаа хийж байсныг тэмдэглэх хэрэгтэй. Тэрээр гадаргуу дээр долгионы хөгжүүлж /өрнүүлж/ чадах u_{min} -ээс 2 дахин их байх салхины бага хурдыг олж авсан. Дашрамд дурдахад тэрээр чухамхүү манай орны үйлдвэрлэлийн шахагдсан хийн /гелий/ технологийн талаар ажиллаж байсан билээ.

Мэдээжээр долгионы цаашид хөгжүүлэхэд өөр хүчний үйлчлэл хэрэгтэй. Хэрвээ хий дотор хөдөлж байгаа биед үйлчлэх хүч нь хий нягт болон биеийн хурдны квадратад пропорциональ гэдгийг тооцвол одоогийн дэлхий ертөнцөд долгионыг өдөөхөөр нягтыг 3 дахин ихэсгэхэд салхины хурд нь $\sqrt{3}$ дахин бага байх ёстой.

Гэвч хэрвээ долгионы уртыг гүний хэмжээ h -тай харьцуулахуйц хэмжээтэй гэж үзвэл тэнд “жижиг усны онол” биелэх бөгөөд ингэснээр шингэний чанарыг “үл мэдрэгч” хурдны маш энгийн хамаарлыг өгдөг. $v = \sqrt{gh}$

Оюутанд лавлахын өгөгдлийг ашиглан илүү нарийн тооцоолол хийхийг шаардсан Клайпейрон, Менделеев нар үзэгдэх шиг болсон. Тэрээр бараг -200°C хүйтэн хөлсөн дунд сэрлээ. Оюутан баяртайгаар амьсгаа авч, аэрогидродинамикийн шалгалтаа өгөхөөр гүйлээ.