

Ֆիզիկայի ուսուցիչների նախաատեստացիոն վերապատրաստում

Հետազոտական աշխատանք

Թեմա – Լեռների բարձրության, ջրի մակերևույթին առաջացած ալիքների, առաստաղից կախված ջրի կաթիլի և ֆիզիկայի հիմնարար հաստատունների մասին

Կատարող՝ Սարո Ռուբենի Աթայան

Մասնագիտական բաժնի ղեկավար՝

Հայկուհի Մայիսի Սիրեկանյան

Աշտարակի Ն.Սիսակյանի անվան N5 ավագ դպրոց
2022թ.

Բովանդակություն

1. Ներածություն	
2. Ձգման (սեղման) դեֆորմացիա: Ձգման դիագրամ	4
3. Երկրի վրա լեռան առավելագույն բարձրության գնահատումը.....	6
4. Ջրի մակերևույթին առաջացած ալիքի երկարության գնահատումը.....	9
5. Առաստաղից կախված ջրի կաթիլի շառավղի գնահատումը.....	11
6. Եզրակացություն	14
7. Գրականություն.....	15

Ներածություն

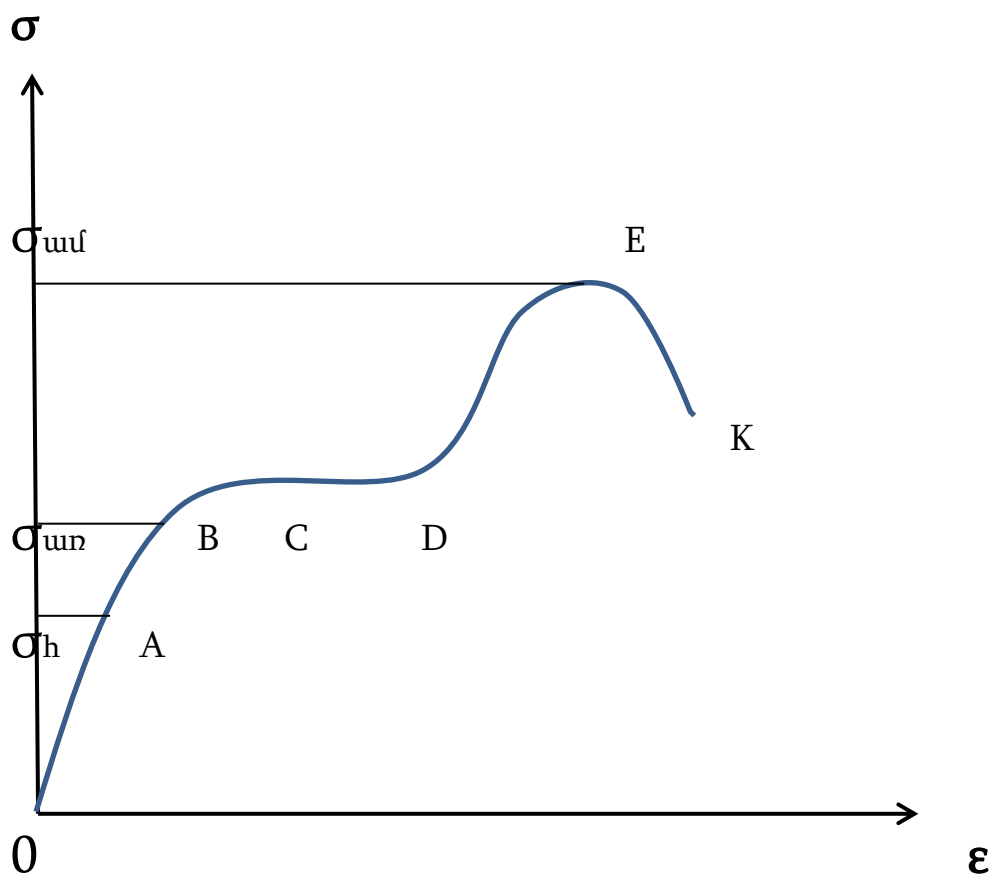
Մենք գիտենք, որ Երկրի վրա կան բարձր և ցածր լեռներ: Ինչու՞ ամենաբարձր լեռը (Ջոմոլունգման) Երկրի վրա ունի ընդամենը մոտ 10կմ բարձրություն, և ոչ թե, ասենք, 50կմ: Դիցուք Երկրի հրաբխային և տեկտոնական գործունեության շնորհիվ նրա մակերևույթին առաջանում են լեռներ և իջվածքներ: Ի՞նչն է սահմանափակում այդ լեռների բարձրությունը: Լեռնագոյացման քամահրման պրոցեսներում լեռներից շատերը քայքայվելով՝ կորցնում են իրենց բարձրությունը: Սակայն, ի՞նչ է նշանակում լեռան բարձրության վերին սահմանի գոյությունը: Պարզվում է, որ այդ բարձրությունը որոշվում է ժայռային պինդ ապարների նյութի ֆիզիկական հատկությամբ [4]: Այն կախված է նաև այնպիսի մեծություններից ինչպիսին են ազատ անկման արագացումը և պրոտոնների ու նեյտրոնների քանակը Երկրի նյութի մեջ, որը մոտավորապես $3 \cdot 10^{51}$ է:

Այսպիսով, ի՞նչու սարը չի կարող հասնել ավելի մեծ բարձրության: Եթե սարն ավելի մեծ բարձրություն ունենար, ապա այն կսկսեր ընկղմվել երկրակեղևի մեջ, քանի-որ այն կազմող նյութերը՝ գրանիտը, բազալտը, քվարցը (սիլիցիումի երկօքսիդը) այնքան ամուր չեն, որպեսզի կարողանան պահել այն լեռը, որի բարձրությունը որոշակի սահմանից մեծ է: Այդպիսի լեռան կշիռն այնքան մեծ կլինի, որ վերջ ի վերջո կխախտվի լեռնային ապարների նյութի միջատոմային կապերի ուղղորդվածությունը, որի արդյունքում ապարները կվերածվեն հեղուկի, կհոսեն տարբեր ուղղություններով: Դա էլ կառաջացնի լեռան իջեցում: Այդ երևույթին զուգընթաց լեռան պոտենցիալ էներգիայի մի մասն անջատվում է Երկրի ձգողական դաշտում: Այդ էներգիան փոխակերպվում է ապարների «հալման» էներգիայի:

Պարզության համար, ենթադրենք, լեռն իրենից ներկայացնում է սիլիցիումի երկօքսիդի շերտ, որը կանգնած է նույն նյութի մակերևույթի վրա: Լեռան առավելագույն բարձրությունը որոշվում է պլաստիկ դեֆորմացիայի սկսումով: Եթե լեռան բարձրությունը գերազանցում է առավելագույնը, այն անկայուն է, քանի-որ նրա ծանրությամբ սկսում է հիմքի նյութի պլաստիկ հոսքը:

Ջգման (սեղման) դեֆորմացիա: Ջգման դիագրամ

Հետազոտվող նյութի ձգման (սեղման) դեֆորմացիան ուսումնասիրելու համար հատուկ սարքերի միջոցով այն ենթարկում են ձգման (սեղման) և չափում նմուշի երկարացումն ու նրա մեջ առաջացող լարումը: Փորձի արդյունքների հիման վրա գծում են ϵ հարաբերական երկարացումից σ լարման ունեցած կախման գրաֆիկը, որը ստացել է *ձգման դիագրամ* անվանումը [1]:



Փորձը ցույց է տալիս, որ փոքր դեֆորմացիաների դեպքում σ լարումն ուղիղ համեմատական է ϵ հարաբերական երկարացմանը (դիագրամի AO տեղամասը): Այդ կախումը, որը կոչվում է Հուկի օրենք, գրվում է այսպես.

$$\sigma = E |\epsilon|, \quad (2.1)$$

որտեղ E գործակիցը կոչվում է առաձգականության մոդուլ կամ Յունգի մոդուլ: Այն բնութագրում է նյութի ցույց տված դիմադրողականությունը ձգման (սեղման)

առաձգական դեֆորմացիային: $\epsilon = \Delta l / l_0$ հարաբերական երկարացումն է, $\Delta l = l - l_0$ բացարձակ երկարացումը: $\sigma = F / S$, մեխանիկական լարումն է, F -ը՝ կիրառված ուժը, S -ը՝ ձողի լայնական հատույթի մակերեսն է: σ հարաբերական երկարացումը (2.1) բանաձևում վերցրված է մոդուլով, քանի-որ Հուկի օրենքը ճիշտ է ինչպես ձգման դեֆորմացիայի, այնպես էլ սեղման դեֆորմացիայի համար, երբ $\epsilon < 0$:

Արդեն ասացինք, որ Հուկի օրենքը տեղի ունի փոքր դեֆորմացիաների դեպքում, այսինքն՝ այն լարումների դեպքում, որոնք չեն գերազանցում որոշակի սահմանը: σ_h առավելագույն լարումը, որի դեպքում դեռևս տեղի ունի Հուկի օրենքը, անվանում են համեմատականության սահման: Եթե մեծացնենք բեռնվածությունը, ապա դեֆորմացիան կդառնա ոչ գծային. լարումը դադարում է հարաբերական երկարացմանն ուղիղ համեմատական լինելուց: Այնուամենայնիվ, փոքր ոչ գծային դեֆորմացիաների դեպքում բեռնվածությունը վերացնելուց հետո մարմնի ձևը և չափերը գործնականում վերականգնվում են (դիագրամի AB տեղամասը): Այն առավելագույն լարումը, որի դեպքում դեռ չեն ծագում նկատելի մնացորդային դեֆորմացիաներ (հարաբերական մնացորդային դեֆորմացիան չի գերազանցում 0.1% -ը), անվանում են $\sigma_{\text{ամ}}$ առաձգականության սահման:

Եթե արտաքին բեռնավորումն այնպիսին է, որ լարումը մարմնի մեջ գերազանցում է առաձգականության սահմանը, ապա բեռնավորումը հեռացնելուց հետո նմուշը թեպետ կարճանում է, բայց չի ընդունում նախկին չափերը, այլ մնում է դեֆորմացված:

Բեռնվածքի մեծացմանը զուգընթաց դեֆորմացիան աճում է ավելի ու ավելի արագ: Լարման մի որոշ արժեքի դեպքում, որին դիագրամի վրա համապատասխանում է C կետը, երկարացումն աճում է գործնականում առանց բեռնվածքը մեծացնելու: Այդ երևույթն անվանում են նյութի հոսություն (CD տեղամասը): Այդ դեպքում կորը դիագրամի վրա ընթանում է գրեթե հորիզոնական:

Այնուհետև ϵ դեֆորմացիայի մեծացման հետ լարումների կորը սկսում է մի փոքր աճել և E կետում հասնում է իր առավելագույն արժեքին: Հետո լարումն արագ ընկնում է, և նմուշը քայքայվում է (K կետը): Այսպիսով, խզումը տեղի է ունենում, երբ լարումը հասնում է իր առավելագույն արժեքին ($\sigma_{\text{ամ}}$), որն անվանում են ամրության սահման (նմուշը երկարում է առանց մեծացնելու արտաքին բեռնվածքը՝ ընդհուպ մինչև քայքայվելը):

Երկրի վրա լեռան առավելագույն բարձրության գնահատումը

Ենթադրենք սկզբում լեռան բարձրությունը H է և այն իջնում է x չափով: Լեռան զանգվածը նշանակենք M -ով: Ինչպես արդեն նշվեց Երկրի ձգողական դաշտում լեռան պոտենցիալ էներգիայի նվազումը հավասար է լեռան x բարձրությամբ ծավալում պարփակված զանգվածի «հալման» էներգիային, այսինքն՝

$$Mgx = EnxS \quad \text{կամ} \quad Mg = EnS \quad (3.1)$$

որտեղ n -ը մոլեկուլների թիվն է լեռան միավոր ծավալում, S -ը՝ լեռան հիմքի մակերեսը, E -ն՝ «հալման» էներգիան, կամ, որ նույնն է «հալման» թաքնված ջերմությունը՝ հաշված մեկ մոլեկուլի համար, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը:

(3.1) առնչության աջ մասն ունի որոշակի արժեք: Հետևաբար, «հալումը» սկսելու համար, այսինքն՝ լեռան «խորասուզման» համար, նրա M զանգվածը փոքր չպետք է լինի որոշակի նվազագույն արժեքից: Եթե M -ը փոքր լինի այդ կրիտիկական արժեքից, ապա լեռը կայուն կանգնած կմնա: Այդ իսկ պատճառով նման կայուն լեռների զանգվածները բավարարում են հետևյալ պայմանին.

$$M \leq E \frac{nS}{g} \quad (3.2)$$

Լեռան զանգվածը կարելի է հաշվել

$$M = HSnm = HSnAm_p \quad (3.3)$$

բանաձևով, որտեղ m -ը լեռնապարի մոլեկուլի զանգվածն է, A -ն՝ նրա ատոմային զանգվածը, $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27}$ կգ պրոտոնի զանգվածը:

(3.3) արտահայտությունը տեղադրելով (3.2)-ի մեջ, կստանանք՝

$$HSnAm_p \leq E \frac{nS}{g} \quad \text{կամ} \quad H \leq \frac{E}{Agm_p} \quad (3.4)$$

Որպեսզի լեռը չխորասուզվի Երկրի մեջ պետք է H մեծությունը փոքր լինի $E / Am_p g$ -ի կրիտիկական արժեքից: $A=60$ սիլիցիումի երկօքսիդի համար:

Գնահատենք E էներգիան: Պլաստիկ դեֆորմացիան իրենից ներկայացնում է մոլեկուլների փոխադարձ դիրքերի փոփոխություն: Այդ դեպքում մոլեկուլը այնպիսի տեսք է ընդունում, որ ավելի շատ հեղուկ վիճակին է համապատասխանում, քան՝ պինդ: Այդպիսի վիճակի կարելի է հասնել հալելով նյութը և սառեցնելով ստացված

հեղուկը մինչև սկզբնական ջերմաստիճան: Եթե համարենք, որ հեղուկ և պինդ փուլերում ջերմունակությունը նույնն է, ապա այդ պրոցեսի համար անհրաժեշտ էներգիան, դա հալման ջերմաստիճանում պահանջվող հալման էներգիան է: Միլիցիումի երկօքսիդի համար մոտավորապես հավասար է $E = 0,148$ Էվ [2]: Տեղադրելով այն (3.4) արտահայտության մեջ, կստանանք՝ $H \leq 14$ կմ: Այս արդյունքը մոտ է Երկրի վրա լեռների առավելագույն բարձրությանը, որը 10կմ է:

E էներգիան, որը բնութագրում է պլաստիկ դեֆորմացիայի ժամանակ նյութի դիմադրությունը, կարելի է արտահայտել նաև ատոմական միավորներով: Այն կազմում է կապի էներգիայի մասը՝ $E = \xi E_B$: Կապի էներգիան $E_B = 6,5$ Էվ (այդքան էներգիա կպահանջվի սիլիցիումի երկօքսիդի մոլեկուլը բաժանելու համար): ξ գործակիցը շատ փոքր է ($\xi = 0,023$): Կապի էներգիան $E_B = \eta me^4/2\hbar^2$, այսինքն՝ ջրածնի ատոմի իոնացման էներգիայի կարգի է, ընդ որում $\eta = 0,48$ [2]: Այսպիսով, ատոմական ֆիզիկայի հիմնարար հաստատունների տերմիններով H -ի համար ստանում ենք՝

$$H \leq \xi \eta \frac{me^4}{2\hbar^2} \frac{1}{Agm_p} \quad (3.5)$$

Որտեղ m -ը էլեկտրոնի զանգվածն է, e -ն՝ լիցքը, \hbar -ը Պլանկի հաստատունը:

Ի՞նչ կարելի է ասել այլ մոլորակների վրա լեռների բարձրությունների մասին: Այս հարցին պատասխանելու համար պետք է արտահայտել Երկրին վերաբերվող g մեծությունը գրավիտացիոն հաստատունի՝ G -ի միջոցով՝

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (3.6)$$

որտեղ $M = \frac{4\pi}{3} R^3 \rho$ Երկրի զանգվածն է, R -ը՝ շառավիղը, իսկ $\rho = 5500$ կգ/մ³՝ Երկրի խտությունը:

Տեղադրելով (3.5) արտահայտության մեջ՝ կստանանք

$$H \leq \frac{R_o^2}{R}, R_o^2 = \frac{3}{8\pi} \frac{me^4}{\hbar^2} \xi \eta \frac{1}{A\rho Gm_p} \quad (3.7)$$

Երկրի համար $R_o = 300$ կմ: (3.7) արտահայտությունից հետևում է, որ տարբեր մոլորակների վրա լեռների առավելագույն բարձրությունը հակադարձ համեմատական է մոլորակի շառավղին, պայմանով, որ մոլորակը կազմող նյութի հատկությունները անփոփոխ են, որը քիչ թե շատ տեղի ունի Մարսի և Լուսնի համար: Այսպիսով, լեռները Մարսի վրա 2 անգամ ավելի բարձր պետք է լինեն, քան

Երկրի վրա, որը և հաստատվում է դիտումների միջոցով: Մյուս կողմից, Լուսնի վրա անհարթությունները շատ ավելի ցածր են: Դա կապված է նրա հետ, որ ի տարբերություն Երկրի և Մարսի, Լուսնի վրա երկար տարիներ բացակայել է լեռնագոյացման գործունեությունը և նրա մակերևույթը հարթեցվել է երկնաքարային եռոզիայով և այլ պատճառներով: (3.7) բանաձևի համաձայն, երկնային մարմինը, որի շառավիղը $R \leq R_0$, մակերևույթին ունի լեռներ իր շառավղի կարգի: Այդպիսի մարմնի ձևը կարող է խիստ տարբերվել գնդայինից, քանի-որ ձգողության ուժերը ի վիճակի չեն մարմնին բերել գնդային ձևի պլաստիկ դեֆորմացիայի ճանապարհով: Երկրի քիմիական կազմն ունեցող մոլորակների համար կրիտիկական շառավիղը՝ $R_0 = 300$ կմ: Եվ, իսկապես, բոլոր հայտնի ոչ գնդային երկնային մարմինները, օր.՝ Մարսի արբանյակները և Սատուրնի որոշ արբանյակներ ունեն R_0 -ից փոքր չափսեր:

Ջրի մակերևութին առաջացած ալիքի երկարության գնահատումը

Այժմ դիտարկենք ջրի մակերևութին առաջացած ալիքները: Այն ալիքային շարժման ավելի բարդ օրինակ է: Ջրի մակերևութին ալիքների տարածման հնարավորությունը պայմանավորված է ծանրության դաշտի և մակերևութային լարվածության ուժերի համատեղ գործունեությամբ: Այդ ուժերի դերը տարբեր է տարբեր ալիքների երկարությունների համար: Բավական փոքր երկարությամբ ալիքների համար, երբ մակերևութի կորությունը մեծ է, գերակշռող են հանդիսանում մակերևութային լարվածության ուժերը, իսկ մեծ ալիքի երկարությունների դեպքում, ընդհակառակը, այդ ուժեր ազդեցությունը կարելի է անտեսել: Առաջին դեպքում ջրի մակերևութին առաջացած ալիքները կոչվում են *մազական*, իսկ երկրորդ դեպքում՝ *գրավիտացիոն*: Երբ թեթև քամին խոտորում է լճի հարթ մակերևութը, առաջին հերթին առաջանում են ալիքներ, որոնց ալիքի λ երկարությունը մի քանի սանտիմետրի կարգի է: Մենք ալիքների առաջացման մեխանիզմը խորը չենք ուսումնասիրելու. մեզ բավական է իմանալ, որ քամու էներգիան սկզբում փոխանցվում է այն ալիքներին, որոնց տարածման v արագությունը նվազագույնն է: v -ի համար արտահայտություն ունի [3]

$$v = \left(g \frac{\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi S}{\lambda \rho} \right)^{1/2} \quad (4.1)$$

տեսքը, որտեղ $S = 0,073$ Ն/մ՝ ջրի մակերևութային լարվածության գործակիցն է, ρ -ն՝ ջրի խտությունը և λ -ն՝ ալիքի երկարությունը: Առաջին գումարելին կապված է ծանրության ուժի, իսկ երկրորդը՝ մակերևութային լարվածության հետ: Ակնհայտ է, որ ինչքան մեծ է λ -ն, այնքան ուժեղ է ծանրության ուժի ազդեցությունը և λ -ի փոքրացմանը զուգընթաց ուժեղանում է մակերևութային լարվածության ազդեցությունը, որը կապված է մակերևութի կորության հետ: v -ն հասնում է իր նվազագույն արժեքին, երբ՝

$$\lambda_m = \left(\frac{S}{g\rho} \right)^{1/2} = 0,28 \text{ սմ} \quad (4.2)$$

λ_m -ին համապատասխանում է արագության նվազագույն արժեքը՝ $v_m = 23$ սմ/վ: Քամին, որն ունի ավելի փոքր արագություն, չի կարող առաջացնել ալիքներ, դրա պատճառով լճի մակերևութը հայելային հարթ է: Առաջին ալիքներն առաջանում են, երբ քամու արագությունը գերազանցում է v_m : Իրականում v_m նվազագույն արագությունը ավելի փոքր է, իսկ նրան համապատասխանող ալիքի λ_m

երկարությունը ավելի մեծ է մեր ստացած արժեքներից, քանի-որ հաշվարկներում պետք էր օգտվել խմբային արագությունից ալիքների փուլայինի փոխարեն: Ավելի ճշգրիտ հաշվարկների դեպքում կստանայինք $\nu_m = 18\text{սմ/վ}$ և $\lambda_m = 4,4\text{սմ}$, որը քիչ է տարբերվում մեր գնահատումներից:

Առաստաղից կախված ջրի կաթիլի շառավղի գնահատումը

Ի՞նչ չափ է ունենում առաստաղից կախված ջրի կաթիլը պոկվելու պահին: Կաթիլը պոկվում է առաստաղից այն դեպքում, երբ Երկրի ձգողության ուժը գերազանցում է կաթիլին պահող մակերևութային լարվածության ուժին: Մակերևութային լարվածության S գործակիցը իրենից ներկայացնում է միավոր մակերեսի մակերևութային էներգիան կամ միավոր երկարության վրա ազդող ուժը: Եթե համարենք, որ կաթիլն ունի R_1 շառավղով կիսագնդի տեսք, ապա կաթիլի պոկմանը արգելող F մակերևութային լարվածության ուժը՝

$$F = 2\pi R_1 S \quad (5.1)$$

որտեղ R_1 -ը կաթիլի շառավղին է, S -ը՝ մակերևութային լարվածության գործակիցը: Կաթիլի պոկման պահին այս ուժը հավասարվում է կաթիլի կշռին՝

$$P = \frac{2\pi}{3} R_1^3 \rho g \quad (5.2)$$

որտեղ ρ -ն ջրի խտությունն է, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը:

Հավասարեցնելով (5.1) և (5.2)-ը, կստանանք կաթիլի շառավղի համար

$$R_1 = \left(\frac{3S}{g\rho} \right)^{1/2} = 0,47 \text{ սմ} \quad (5.3)$$

Ջրի համար տեղադրեցինք մակերևութային լարվածության գործակիցը՝ $S = 0,073$ Ն/մ արժեքը: Այս արդյունքը լիովին ճշգրիտ չէ, քանի-որ կաթիլի ձևը իրականում տարբերվում է կիսագնդից, հատկապես առաստաղից պոկվելու պահին: Այնուամենայնիվ, կաթիլի համար ստացված չափը հաճախ համընկնում է իրական չափին: Պետք է ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքին, որ (4.2) արտահայտությամբ որոշվող ջրի մակերևութին առաջացած ալիքի նվազագույն երկարությունը λ_m և առաստաղից պոկված կաթիլի նվազագույն շառավղիը՝ R_1 -ը տարբերվում են միայն $\sqrt{3}$ արտադրիչով:

Որպեսզի համեմատենք ստացված արդյունքները լեռների H առավելագույն բարձրությունների հետ, պետք է արտահայտենք մակերևութային լարվածության գործակիցը՝ S -ը և խտությունը՝ ρ -ն մոլեկուլային մեծություններով: Դա կատարված է [2]-ում և ստացվում է λ_m ալիքի երկարության համար

$$\lambda_m^2 = \frac{R_1^2}{3} = C d H \quad (5.4)$$

որտեղ \mathbf{d} -ն մուլեկուլների միջև եղած հեռավորությունն է, \mathbf{H} -ը՝ լեռան առավելագույն բարձրությունը, իսկ \mathbf{C} գործակիցը քիչ է տարբերվում մեկից՝ $\mathbf{C} = 1,8$:

Այսինքն՝ ստացվում է, որ ալիքի λ_m երկարությունը և կաթիլի \mathbf{R}_1 շառավիղը մոտավորապես հավասար են լեռների առավելագույն բարձրության և միջմուլեկուլային հեռավորության միջին երկրաչափականին:

Արտահայտենք \mathbf{H} և λ_m մեծությունները ատոմային հիմնարար միավորներով. ջրածնի ատոմի Բորի շառավղի միջոցով՝

$$\mathbf{a} = \frac{\hbar^2}{(me)^2} = 0,53 \cdot 10^{-8} \text{ սմ} \quad (5.5)$$

որտեղ \mathbf{m} -ը էլեկտրոնի զանգվածն է, $\mathbf{m} = 9 \cdot 10^{-31}$ կգ, $\mathbf{e} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Կլ էլեկտրոնի լիցքն է, $\hbar = 1,06 \cdot 10^{-34}$ Ջվ՝ Պլանկի հաստատունն է:

Բացի դրանից, պետք է (3.7) արտահայտության մեջ ազատվել բոլոր մակրոսկոպական մեծություններից, օրինակ՝ ρ խտությունից և մոլորակի \mathbf{R} շառավղից, դրանք արտահայտելով տվյալ երկնային մարմնում եղած բոլոր նուկլոնների (պրոտոնների և նեյտրոնների) \mathbf{N}_p թվով: Բարեբախտաբար, մոլորակը հիմնականում կազմված է սիլիցիումի երկօքսիդից, իսկ միջուկը՝ երկաթից: Այս երկու նյութերն ունեն մոտավորապես նույն ատոմային զանգվածը, հետևաբար՝ նաև միատեսակ չափեր: Մտցնենք միջմուլեկուլային \mathbf{d} հեռավորությունը

$$\frac{\mathbf{N}_p}{\mathbf{A}} \mathbf{d}^3 = \frac{4\pi}{3} \mathbf{R}^3 \quad (5.6)$$

արտահայտությամբ և կապենք այն \mathbf{a} ջրածնի ատոմի Բորի շառավղի հետ: Պինդ նյութերի համար մեծ ճշտությամբ \mathbf{d} -ն համեմատական է \mathbf{a} -ին՝ $\mathbf{d} = \mathbf{f} \mathbf{a}$, որտեղ \mathbf{f} -ը Երկրի համար հավասար է 4.9-ի:

(5.6) արտահայտությունից Երկրի շառավղի համար կստանանք

$$\mathbf{R} = \left(\frac{3}{4\pi} \frac{\mathbf{N}_p}{\mathbf{A}} \right)^{1/3} \mathbf{f} \mathbf{a} \quad (5.7)$$

Տեղադրենք (5.7)-ը (3.6) արտահայտության մեջ, ազատ անկման արագացման համար կստանանք

$$\mathbf{g} = \mathbf{G} \frac{\mathbf{N}_p \mathbf{m}_p}{\left(\frac{3}{4\pi} \frac{\mathbf{N}_p}{\mathbf{A}} \right)^{2/3} \mathbf{f}^2 \mathbf{a}^2} \quad (5.8)$$

որտեղ Երկրի զանգվածի համար օգտագործեցինք $M = N_p m_p$ արտահայտությունը: Վերջապես տեղադրենք (5.8)-ը (3.5) արտահայտության մեջ: Արդյունքում լեռների առավելագույն բարձրությունը ջրածնի ատոմի Բորի շառավղի միավորներով արտահայտված կլինի

$$\frac{H}{a} = 0.19 \xi \eta f^2 \frac{\alpha}{\alpha_g} \frac{1}{A^{5/3} N_p^{1/3}} = 2,6 \cdot 10^{14} \quad (5.9)$$

որտեղ $\frac{\alpha}{\alpha_g} = \frac{e^2}{G m_p}$:

Այլ մոլորակների լեռների բարձրության գնահատման ժամանակ A և N_p մեծությունները չի կարելի համարել հիմնարար հաստատուններ, քանի-որ այդ մոլորակների ապարներում տարրերի կազմը կարող է տարբեր լինել Երկրից:

(5.9) հավասարման երկու կողմերից քառակուսի արմատ հանելով՝ կարելի է ստանալ ջրածնի ատոմի Բորի շառավղի միավորներով արտահայտված քամու կողմից լճի մակերևույթին առաջացրած ալիքի λ_m երկարության և առաստաղից ընկնող կաթիլի R_1 շառավղի համար արտահայտություն: Տեղադրելով ξ , η , f և A հաստատունների արժեքները՝ ջրի մակերևույթին առաջացած ալիքի λ_m երկարության համար կստանանք

$$\frac{\lambda_m}{a} = 10^7 \quad (5.10)$$

Օգտագործելով (5.4) առնչությունը՝ առաստաղից պոկված կաթիլի շառավղի համար կունենանք

$$\frac{R_1}{a} = \sqrt{3} \cdot 10^7 \quad (5.11)$$

Եզրակացություն

Մենք դիտարկեցինք, առաջին հայացքից իրար հետ կապ չունեցող, երեք տարբեր երևույթներ: Գնահատեցինք լեռների H առավելագույն բարձրությունը, ջրի մակերևույթին առաջացած ալիքի λ_m նվազագույն երկարությունը և առաստաղից պոկված ջրի կաթիլի R_1 շառավիղը: Ստացանք գնահատական H-ի համար՝ $H \leq 14$ կմ: Նման գնահատականը ցույց է տալիս, որ լեռները կարող են կայուն մնալ ժայռային հիմքի վրա միայն այն դեպքում, երբ ունենք 14 կմ-ից փոքր բարձրություն: Իրականում այդ վերին սահմանը ավելի փոքր է, քանի-որ լեռներն ավելի տաք են և նրանց հալելու համար անհրաժեշտ է ավելի փոքր էներգիա, քան $E = \xi E_B$ բանաձևով հաշված էներգիան է: Այլ մոլորակների վրա լեռների կրիտիկական բարձրությունը կարող է այլ լինել, քանի-որ դրանց ազատ անկման g արագացումները տարբեր են: Բացի դրանից լեռները կարող են կազմված լինել այլ նյութերից:

$$(5.9) \text{ արտահայտության մեջ } \frac{\alpha}{\alpha_g} = \frac{e^2}{Gm_p}, \text{ որը պարունակում է } \alpha = \frac{e^2}{\hbar C} = 1/137$$

նուրբ կառուցվածքի էլեկտրամագնիսական հաստատունը և նրա գրավիտացիոն

$$\text{նմանակը՝ } \alpha_g = \frac{Gm_p^2}{\hbar C} = 6.1 \cdot 10^{-39}: \text{ Այստեղ } C\text{-ն լույսի արագությունն է վակուումում:}$$

Այսպիսի հարաբերության գոյությունը խոսում է այն մասին, որ H բարձրությունը որոշվում է ատոմական ուժերի միջոցով, որոնք ունեն էլեկտրամագնիսական բնույթ և ենթարկվում են քվանտային ֆիզիկայի օրենքներին ու գրավիտացիոն ուժերով, որոնք գրավիտացիոն բնույթի են, գործում են մեծ մասշտաբներում և ենթարկվում են հարաբերականության տեսության օրենքներին: α_g պարամետրի փոքր լինելը համակշռվում է N_p -ի մեծ արժեքով:

Այս երեք երևույթների նմանությունը պարզ դարձավ, երբ մենք լեռների առավելագույն H բարձրությունը, ջրի մակերևույթին ալիքի λ_m երկրությունը և առաստաղից պոկված կաթիլի R_1 շառավիղը արտահայտեցինք ջրածնի ատոմի Բորի շառավղի միավորներով: Համեմատելով (5.9), (5.10) և (5.11) արտահայտությունները՝ պարզ է դառնում, որ հսկա լեռները, առաստաղից կախված ջրի կաթիլը, ջրի մակերևույթին առաջացած ալիքը և միկրոսկոպական փոքր ատոմները, որոնք տարբեր մասշտաբներ ունեն իրար հետ կապված են բնության պարզ օրենքներով:

Գրականություն

1. Բ. Բուխովցև, Յու. Կլիմոնտովիչ, Գ. Սյակիշև Ֆիզիկա – 9, Եր. «Լույս», 1989
2. Weisskopf V. – Amer.J. Phys., February 1985, V. 54, N2, p. 110
3. Е. Бутиков, А. Быков, А. Кондратьев, Физика, “Наука”, 1982
4. Վ. Վայսկոպֆ, Սարերի բարձրությունը և հիմնարար ֆիզիկական հաստատունները, Բնագետ 3-4, 2005: