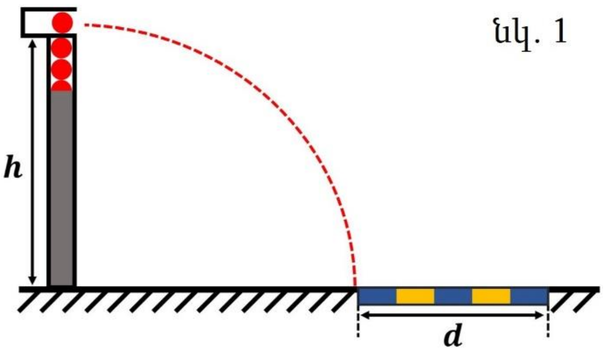
**10-րդ դասարան**
**Հանրապետական փուլ**

1. Սարքը հորիզոնական ուղղությամբ գնդիկներ է կրակում $\boldsymbol{h}$ բարձրությունից (նկ. 1)։ Բոլոր գնդիկների սկզբնական արագությունը $\boldsymbol{v}$ է և նրանք ընկնում են գետնին դրված $\boldsymbol{d}$ լայնությամբ թիրախի ձախ եզրին։ Սարքը փչանում է և սկսում է գնդիկները կրակել տարբեր արագություններով, ընդ որում բոլոր արագությունները ընկած են $[\boldsymbol{v}-\Delta\boldsymbol{v},\ \boldsymbol{v}+\Delta\boldsymbol{v}]$ միջակայքում և այդ միջակայքում բոլոր արժեքները հանդիպում են նույն հաճախականությամբ։ Փչանալուց հետո սարքը կրակում է $\boldsymbol{N_0}$ հատ գնդիկ ($\boldsymbol{N_0} \gg \boldsymbol{1}$)։ Որքա՞ն գնդիկ կընկնի թիրախի վրա։ **/5 միավոր/**



նկ. 1

**Լուծում:**

ա) Քանի որ սարքը գնդկները կրակում է հորիզոնական ուղղությամբ, ապա կարող ենք գրել

$$\boldsymbol{h} = \frac{\boldsymbol{g}\boldsymbol{t}^2}{\boldsymbol{2}}$$ **/0,5 միավոր/**

Այստեղից էլ կգտնենք գնդիկի թռիչքի տևողությունը.

$$\boldsymbol{t} = \sqrt{\boldsymbol{2h/g}}$$ **/0,5 միավոր/**

Սկզբում բոլոր գնդիկները դուրս են թռչում $\boldsymbol{v}$ արագությամբ։ Այստեղից կարող ենք գտնել թիրախի ձախ եզրի հեռավորությունը սարքի հիմքից.

$$\boldsymbol{L} = \boldsymbol{vt} = \boldsymbol{v}\sqrt{\boldsymbol{2h/g}}$$ **/0,5 միավոր/**

Սարքի փչանալուց հետո գնդիկների սկզբնական բարձրությունը չի փոխվում, բայց գնդիկների սկսեցին ընկնել սարքի հիմքից տարբեր հեռավորության վրա, ընդ որում այդ հեռավորությունները գտնվում են $[\boldsymbol{L}-\Delta\boldsymbol{L},\ \boldsymbol{L}+\Delta\boldsymbol{L}]$ միջակայքում, որտեղ

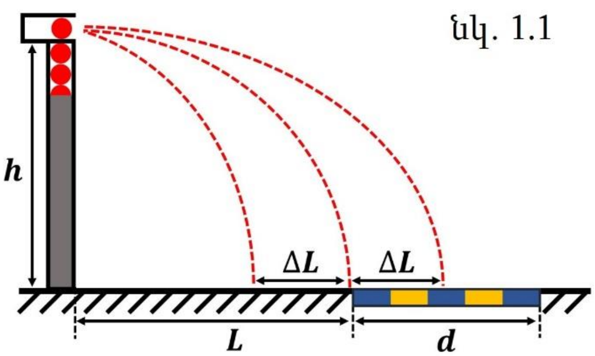
$$\boldsymbol{L}-\Delta\boldsymbol{L} = (\boldsymbol{v}-\Delta\boldsymbol{v})\boldsymbol{t} \qquad \boldsymbol{L}+\Delta\boldsymbol{L} = (\boldsymbol{v}+\Delta\boldsymbol{v})\boldsymbol{t}$$

Այստեղից կարող ենք գտնել $\Delta\boldsymbol{L}$-ը.

$$\Delta\boldsymbol{L} = \Delta\boldsymbol{v}\sqrt{\boldsymbol{2h/g}}$$ **/0,5 միավոր/**

Քանի որ գնդիկների արագությունները բոլոր արժեքները $[\boldsymbol{v}-\Delta\boldsymbol{v},\ \boldsymbol{v}+\Delta\boldsymbol{v}]$ միջակայքում հանդիպում են նույն հաճախականությամբ, ապա $[\boldsymbol{L}-\Delta\boldsymbol{L},\ \boldsymbol{L}+\Delta\boldsymbol{L}]$ միջակայքի բոլոր արժեքները նույնպես կհանդիպեն նույն հաճախականությամբ։

Եթե $\Delta\boldsymbol{L} \le \boldsymbol{d}$, ապա որքան գնդիկ ընկնում է թիրախի վրա, նույն քանակությամբ էլ գնդիկ թիրախին չի հասնում (նկ. 1.1)։ **/0,5 միավոր/** Հետևաբար թիրախին դիպած գնդիկների քանակը՝



նկ. 1.1

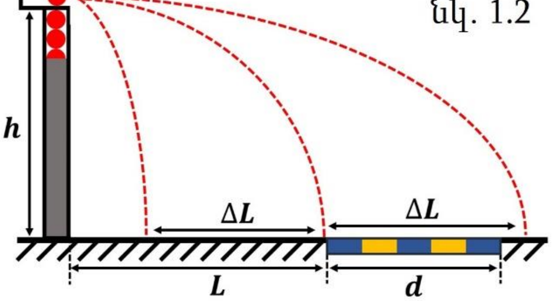
$$\boldsymbol{N} = \frac{\boldsymbol{N_0}}{\boldsymbol{2}}$$ **/0,5 միավոր/**

Եթե $\Delta\boldsymbol{L} > \boldsymbol{d}$, ապա գնդիկների կեսը թիրախին չի հասնի, իսկ մյուս կեսի մի մասը թիրախից ավելի հեռու կընկնի (նկ. 1.2)։ Քանի որ գնդիկները նույն հաճախականությամբ են ընկնում $\boldsymbol{2}\Delta\boldsymbol{L}$ հատվածի տարբեր կետերում, ապա թիրախին դիպած գնդիկների քանակը ուղիղ համեմատական կլինի թիրախի երկարությանը.

$$\boldsymbol{N} \sim \boldsymbol{d}$$ **/0,5 միավոր/**

Միավոր երկարության վրա ընկած գնդիկների թիվը՝

$$\boldsymbol{N'} = \frac{\boldsymbol{N_0}}{\boldsymbol{2}\Delta\boldsymbol{L}}$$ **/0,5 միավոր/**



նկ. 1.2

Այստեղից էլ կգտնենք թիրախին դիպած գնդիկների քանակը.

$$N = N'd = \frac{N_0 d}{2\Delta L} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Հաշվի առնելով, որ $\Delta L = \Delta v\sqrt{2h/g}$ և ընդհանրացնելով վերոնշյալ երկու դեպքերը՝ կստանանք.

- եթե $\Delta v\sqrt{2h/g} \le d$, ապա

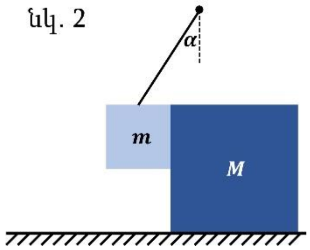
$$N = \frac{N_0}{2}$$

- եթե $\Delta v\sqrt{2h/g} > d$, ապա

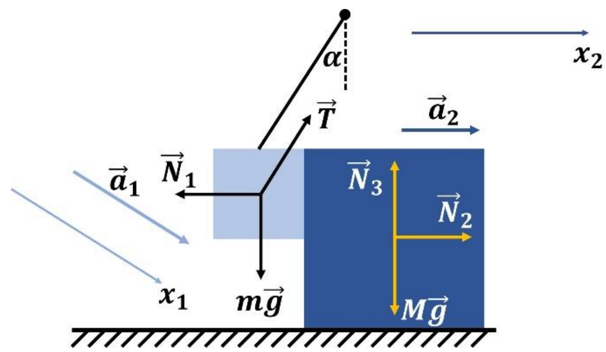
$$N = \frac{N_0 d}{2\Delta v\sqrt{2h/g}} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

2. $M$ զանգվածով խորանարդը գտնվում է հորիզոնական հարթության վրա: Նրան հպվում է ուղղաձիգի հետ $\alpha$ անկյուն կազմող անկշիռ թելից կախված $m$ զանգվածով ավելի փոքր խորանարդը (նկ. 2): $t = 0$ պահին խորանարդներն անշարժ են: Ի՞նչ արագացումներով կսկսեն շարժվել խորանարդները, երբ դրանք բաց թողնենք: Խորանարդների պտույտներն ու շփումն անտեսել: Ազատ անկման արագացումը $g$ է: **/5 միավոր/**

նկ. 2




**Լուծում:**




Պատկերենք խորանարդների վրա ազդող ուժերը: Փոքր խորանարդի վրա ազդում է ծանրության $m\vec{g}$ ուժը դեպի վար, մեծ խորանարդի հակազդեցության $\vec{N}_1$ ուժը դեպի ձախ և թելի լարման $\vec{T}$ ուժը թելի երկայնքով: Մեծ խորանարդի վրա ազդում է ծանրության $M\vec{g}$ ուժը դեպի վար, փոքր խորանարդի հակազդեցության $\vec{N}_2$ ուժը դեպի աջ և հարթության հակազդեցության $\vec{N}_3$ ուժը դեպի վեր: **/0,5 միավոր/** Քանի որ $t = 0$ պահին երկու խորանարդներն էլ գտնվում են դադարի վիճակում, փոքր խորանարդի $\vec{a}_1$ արագացումն ուղղված է թելին ուղղահայաց, իսկ մեծ խորանարդի $\vec{a}_2$ արագացումը՝ հորիզոնական ուղղությամբ դեպի աջ: **/0,5 միավոր/** Երկու խորանարդների համար գրենք Նյուտոնի 2-րդ օրենքը.

$$m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{T} = m\vec{a}_1 \text{ /0,5 միավոր/}$$

$$M\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{N}_3 = M\vec{a}_2 \text{ /0,5 միավոր/}$$

Առաջին հավասարումը պրոյեկտենք $\vec{a}_1$-ով ուղղված $x_1$ առանցքի վրա, իսկ երկրորդ հավասարումը՝ $\vec{a}_2$-ով ուղղված $x_2$ առանցքի վրա:

$$mg\sin\alpha - N_1\cos\alpha = ma_1 \text{ /0,5 միավոր/}$$

$$N_2 = Ma_2 \text{ /0,5 միավոր/}$$

Ըստ Նյուտոնի 3-րդ օրենքի՝

$$N_1 = N_2 \text{ /0,5 միավոր/}$$

Քանի որ խորանարդները միմյանցից չեն պոկվում, նրանց արագացումների հորիզոնական բաղադրիչները պետք է միմյանց հավասար լինեն.

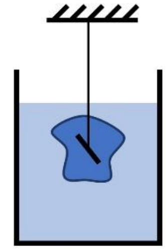
$$a_1\cos\alpha = a_2 \text{ /0,5 միավոր/}$$

Հաշվի առնելով վերոնշյալ երկու կետերը կգտնենք $a_1$-ը և $a_2$-ը.

$$a_1 = \frac{mg\sin\alpha}{m + M\cos^2\alpha} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

$$a_2 = \frac{mg\sin\alpha\cos\alpha}{m + M\cos^2\alpha} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

3. Թելից կախված մետաղե ձողը պատված է սառույցով և իջեցված է ջրով լցրած գլանաձև անոթի մեջ (նկ. 3): Սառույցով պատված ձողն ամբողջությամբ ընկղմված է ջրի մեջ ու չի դիպչում անոթի հատակին և պատերին: Սառույցի հալվելուց հետո թելից կախված ձողը շարունակեց ամբողջությամբ ընկղմված մնալ ջրի մեջ: Սառույցի հալվելու արդյունքում ջրի մակարդակն անոթում իջավ $\Delta H$-ով, իսկ թելի լարման ուժը մեծացավ $k$ **անգամ**: Գտնել մետաղե ձողի ծավալը: Ջրի խտությունը՝ $\rho_0$, մետաղի խտությունը՝ $\rho$, անոթի հատակի ներքի մակերեսը՝ $S$: **/5 միավոր/**



նկ. 3

**Լուծում:** Նշանակենք սկզբում ջրի ծավալը $V_0$-ով, ձողի ծավալը՝ $V$-ով, ձողի զանգվածը՝ $m$-ով, մաքուր սառույցի ծավալը՝ $V'$-ով, մաքուր սառույցի զանգվածը՝ $m'$-ով, սառույցի խտությունը՝ $\rho'$-ով, սառույցի հալվելու արդյունքում առաջացած ջրի ծավալը՝ $V''$-ով: Սկզբում անոթի պարունակության ծավալը՝

$$V_1 = V_0 + V + V'$$

Սառույցի հալվելուց հետո անոթի պարունակության ծավալը՝

$$V_2 = V_0 + V + V''$$

Հաշվի առնելով, որ $m' = \rho' V'$ սառույցի հալումից առաջացած ջրի համար կարող ենք գրել

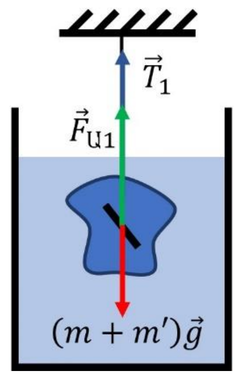
$$V'' = \frac{m'}{\rho_0} = \frac{\rho' V'}{\rho_0} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Ըստ խնդրի պայմանի

$$\Delta H S = V_1 - V_2 = V' - V'' = \left(1 - \frac{\rho'}{\rho_0}\right) V' \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Այստեղից կարող ենք գտնել սառույցի ծավալը.

$$V' = \frac{\Delta H S \rho_0}{\rho_0 - \rho'} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

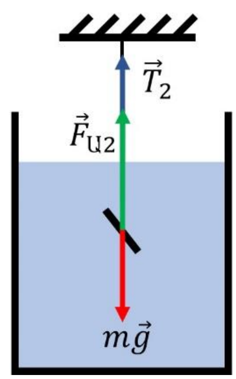



Մինչև սառույցի հալվելը սառույցով պատված ձողի վրա դեպի վեր ազդում են $\vec{F}_{Ա1}$ արքիմեդյան ուժը և $\vec{T}_1$ թելի լարման ուժը, իսկ դեպի վար՝ $(m + m')\vec{g}$ ծանրության ուժը: **/0,5 միավոր/** Ըստ հավասարակշռության պայմանի՝

$$F_{Ա1} + T_1 = (m + m')g$$

Այստեղից էլ թելի լարման ուժի համար՝

$$T_1 = (m + m')g - F_{Ա1} = (m + m')g - \rho_0 (V + V')g \quad \text{/0,5 միավոր/}$$




Սառույցի հալվելուց հետո ձողի վրա դեպի վեր ազդում են $\vec{F}_{Ա2}$ արքիմեդյան ուժը և $\vec{T}_2$ թելի լարման ուժը, իսկ դեպի վար՝ $m\vec{g}$ ծանրության ուժը: **/0,5 միավոր/** Ըստ հավասարակշռության պայմանի՝

$$F_{Ա2} + T_2 = mg$$

Այստեղից էլ թելի լարման ուժի համար՝

$$T_2 = mg - F_{Ա2} = mg - \rho_0 V g \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Ըստ խնդրի պայմանի՝

$$k = \frac{T_2}{T_1} = \frac{m - \rho_0 V}{(m + m') - \rho_0 (V + V')} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Այստեղից էլ կգտնենք մետաղե ձողի ծավալը.

$$V = \frac{k}{k - 1} \cdot \frac{\Delta H S \rho_0}{\rho - \rho_0} \quad \text{/1 միավոր/}$$

4. Հաստ պատերով գլանաձև ջերմամեկուսիչ անոթի պատերի հաստությունն արտաքին շառավղի $\mathbf{20}$ %-ն է կազմում: Եթե անոթը տաքացնենք մինչև $t_1 = 400$ °C և ամբողջությամբ լցնենք $t_0 = 0$ °C ջերմաստիճանի սառույցով, ապա սառույցն ամբողջությամբ կհալվի, բայց նրա ջերմաստիճանը չի փոխվի: Քանի՞ անգամ պետք է փոխել պատերի հաստությունը (արտաքին շառավիղը նույնը պահելով), որպեսզի նույն փորձի արդյունքում անոթի պարունակությունը եռա: Շոգեգոյացումը, ջերմային կորուստներն ու հատակի հաստությունն անտեսել: Ջրի տեսակարար ջերմունակությունը՝ $c = 4200$ Ջ/(կգ · °C), սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը՝ $\lambda = 340$ կՋ/կգ, ջրի եռման ջերմաստիճանը՝ $t_2 = 100$ °C: **/5 միավոր/**

**Լուծում:** Նշանակենք անոթի արտաքին շառավիղը $\boldsymbol{R}$-ով, անոթի ներքին շառավիղը I դեպքում՝ $\boldsymbol{r_0}$-ով, անոթի ներքին շառավիղը II դեպքում՝ $\boldsymbol{r}$-ով, անոթի բարձրությունը՝ $\boldsymbol{h}$-ով, անոթի նյութի խտությունը՝ $\boldsymbol{\rho_0}$-ով, սառույցի խտությունը՝ $\boldsymbol{\rho}$-ով, դատարկ անոթի զանգվածը I դեպքում՝ $\boldsymbol{m_0}$-ով, դատարկ անոթի զանգվածը II դեպքում՝ $\boldsymbol{m'_0}$-ով, սառույցի զանգվածը I դեպքում՝ $\boldsymbol{m}$-ով, սառույցի զանգվածը II դեպքում՝ $\boldsymbol{m'}$-ով: Ըստ խնդրի պայմանի՝

$$r_0 = \frac{4}{5}R$$

Ներքին մակերեսը I դեպքում՝

$$S = \pi r_0^2 = \frac{16}{25}\pi R^2$$

Անոթի պատի կտրվածքը I դեպքում՝

$$S_0 = \pi R^2 - S = \frac{9}{25}\pi R^2$$

Այստեղից էլ կստանանք սառույցի և դատարկ բաժակի զանգվածները I դեպքում.

$$m = Sh\rho = \frac{16}{25}\pi R^2 h\rho \quad \text{/0,5 միավոր/} \qquad m_0 = S_0 h\rho_0 = \frac{9}{25}\pi R^2 h\rho_0 \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Անոթի պատերից անջատված ամբողջ ջերմաքանակը կծախսվի սառույցի հալման վրա: Ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը՝

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Այստեղից էլ կստանանք

$$m\lambda = m_0 c_0 (t_1 - t_0) \text{ /0,5 միավոր/}$$

Տեղադրելով զանգվածների արտահայտությունները՝ կստանանք

$$16\rho\lambda = 9\rho_0 c_0 (t_1 - t_0) \quad (1)$$

որտեղ $\boldsymbol{c_0}$-ն անոթի նյութի տեսակարար ջերմունակությունն է:

Ներքին մակերեսը II դեպքում՝

$$S' = \pi r^2$$

Անոթի պատի կտրվածքը II դեպքում՝

$$S'_0 = \pi R^2 - S' = \pi\left(R^2 - r^2\right)$$

Այստեղից էլ կստանանք սառույցի և դատարկ բաժակի զանգվածները II դեպքում.

$$m' = S'h\rho = \pi r^2 h\rho \quad \text{/0,5 միավոր/} \qquad m'_0 = S'_0 h\rho_0 = \pi\left(R^2 - r^2\right)h\rho_0 \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

Այս դեպքում անոթի պատերից անջատված ամբողջ ջերմաքանակը կծախսվի սառույցի հալման վրա և սառույցի հալման արդյունքում առաջացած ջրի՝ մինչև եռման ջերմաստիճանը տաքացնելու վրա: Այս դեպքում ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը՝

$$Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 = 0$$

Այստեղից էլ կստանանք

$$m'[\lambda + c(t_2 - t_0)] = m'_0 c_0 (t_1 - t_2) \text{ /0,5 միավոր/}$$

Տեղադրելով զանգվածների արտահայտությունները՝ կստանանք

$$r^2\rho[\lambda + c(t_2 - t_0)] = \left(R^2 - r^2\right)\rho_0 c_0 (t_1 - t_2) \quad (2)$$

(1) և (2) արտահայտություններից կստանանք՝

$$\frac{r^2[\lambda + c(t_2 - t_0)]}{16\lambda} = \frac{\left(R^2 - r^2\right)(t_1 - t_2)}{9(t_1 - t_0)} \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

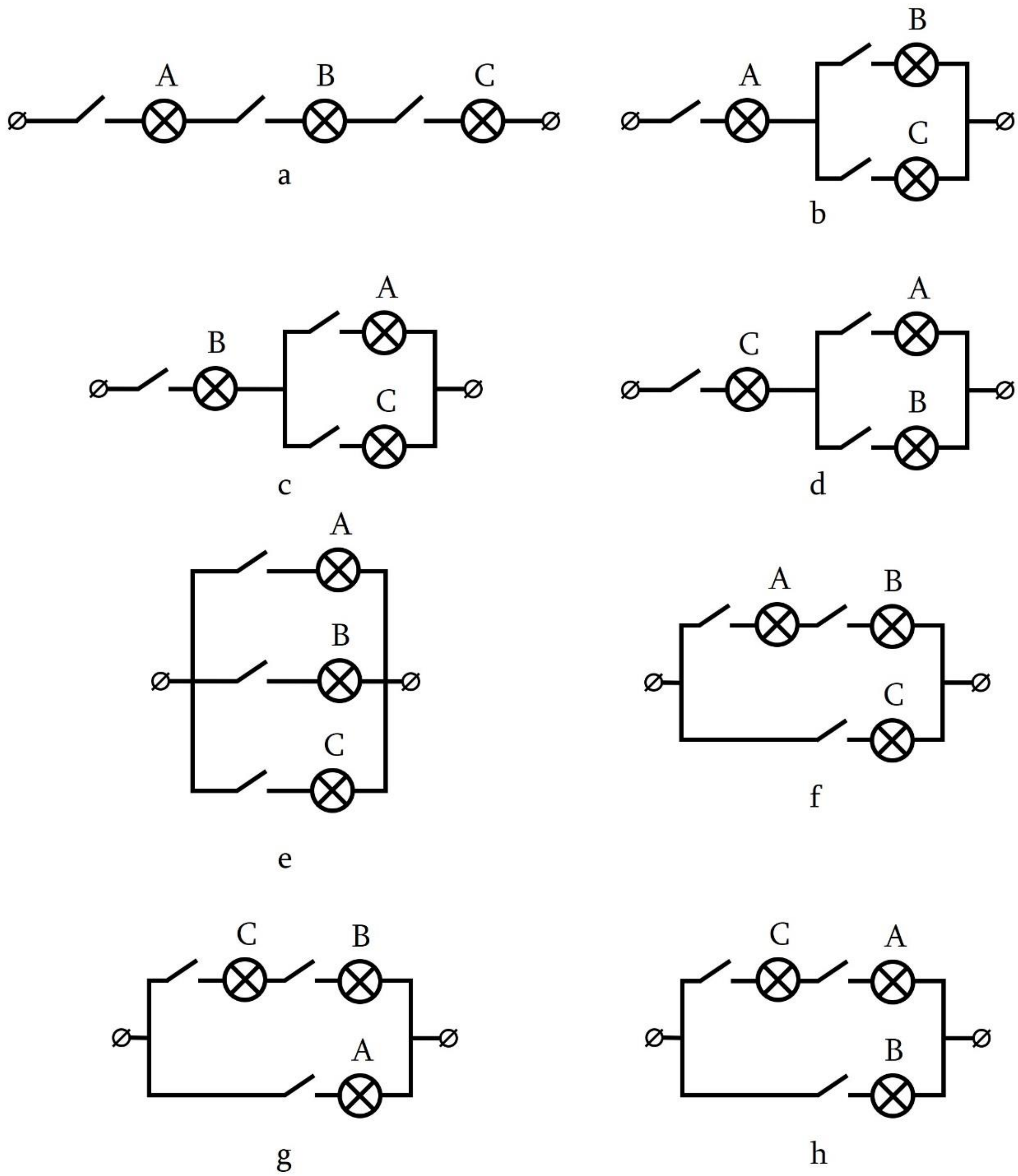
Լուծելով հավասարումը՝ կգտնենք անոթի ներքին շառավիղը II դեպքում.

$$r = R\sqrt{\frac{12\lambda}{9c(t_2 - t_0) + 21\lambda}} \approx 0,611R \quad \text{/1 միավոր/}$$

Այստեղից էլ կհաշվենք, թե քանի անգամ է փոխվել անոթի պատերի հաստությունը.

$$n = \frac{R - r}{R - r_0} \approx 1,945 \quad \text{/0,5 միավոր/}$$

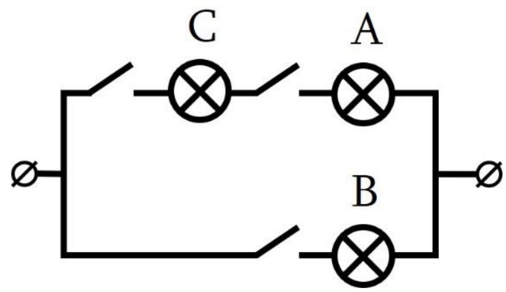
5. Հոսանքի աղբյուրին միացրած երեք միատեսակ A, B և C լամպերից բաղկացած էլեկտրական շղթայում լամպերի միջև միացումները չեն երևում (այսիպիսի հաակարգերը ֆիզիկայում անվանում են «սև արկղ»)։ Լամպերից յուրաքանչյուրն ունի իր բանալին, որի միջոցով կարելի է անջատել այդ լամպը։ Երբ անջատում ենք միայն A լամպը, մնացած երկու լամպերի ընդհանուր հզորությունը **120** Վտ է։ Երբ անջատում ենք միայն B լամպը, մնացած երկու լամպերի ընդհանուր հզորությունը դառնում է **60** Վտ։ Լամպերի դիմադրությունը ջերմաստիճանից կախված չէ։
ա) Պատկերել երեք լամպերի միացման բոլոր հնարավոր սխեմաները և հիմնավորել, թե դրանցից որն է բավարարում խնդրի պայմաններին։ **/4 միավոր/**
բ) Ի՞նչ ընդհանուր հզորություն կանջատվի, եթե երեք լամպերն էլ միացրած լինեն։ **/1 միավոր/**
**Լուծում:** ա) Ըստ խնդրի պայմանի $\boldsymbol{P_{BC}} = \mathbf{120}$ Վտ և $\boldsymbol{P_{AC}} = \mathbf{60}$ Վտ։ Նշանակենք մեկ լամպի դիմադրությունը $\boldsymbol{R}$-ով, հոսանքի աղբյուրի ընդհանուր լարումը՝ $\boldsymbol{U}$-ով։ Երեք միատեսակ լամպերի միացումների բոլոր հնարավոր տարբերակները պատկերված են նկարում։




**a**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC}} = \boldsymbol{P_{BC}} = \mathbf{0}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում։ **/0,5 միավոր/**
**b**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{BC}} = \mathbf{0}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում։ **/0,5 միավոր/**
**c**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC}} = \mathbf{0}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում։ **/0,5 միավոր/**
**d**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC}} = \boldsymbol{P_{BC}}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում։ **/0,5 միավոր/**

**e**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC} = P_{BC}}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում: **/0,5 միավոր/**
**f**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC} = P_{BC}}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում: **/0,5 միավոր/**
**g**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC} = U^2/R}$, $\boldsymbol{P_{BC} = U^2/(2R) = P_{AC}/2}$, ինչը խնդրի պայմանին չի բավարարում: **/0,5 միավոր/**
**h**) Այս դեպքում $\boldsymbol{P_{AC} = U^2/(2R)}$, $\boldsymbol{P_{BC} = U^2/R = 2P_{AC}}$, ինչը խնդրի պայմանին բավարարում է: **/0,5 միավոր/**
Հետևաբար լամպերի միացման սխեման ունի «**h**» տարբերակում պատկերված տեսքը:
բ) Քանի որ

$$\boldsymbol{P_{AC} = \frac{U^2}{2R}}$$




ապա

$$\boldsymbol{\frac{U^2}{R} = 2P_{AC}}$$ **/0,5 միավոր/**

Այս միացման ընդհանուր դիմադրությունը՝

$$\boldsymbol{R' = \frac{2R \cdot R}{3R} = \frac{2}{3}R}$$

Այստեղից էլ կգտնենք անջատված ընդհանուր հզորությունը.

$$\boldsymbol{P = \frac{U^2}{R'} = \frac{3}{2} \cdot \frac{U^2}{R} = 3P_{AC} = 180}\text{ Վտ}$$ **/0,5 միավոր/**