

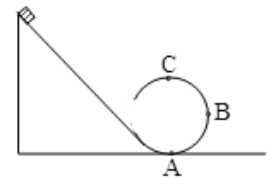


# ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԴՊՐՈՑԱԿԱՆ ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ - 2026  
ԵՐԿՐՈՐԴ ՓՈՒԼ

## Խնդիր №1. «Մահվան օղակ»:

$2 \cdot 10^{-3}$  կգ զանգվածով ոչ մեծ մարմինն առանց շփման ցած է սահում նկարում պատկերված թեք ճոռով, որը վերածվում է  $0,5$  մ շառավղով «մահվան օղակի» (նկ. 1): (4 միավոր)



Նկ. 1

1.1) Ի՞նչ ամենափոքր արագությամբ պետք է օժտված լինի մարմինը «մահվան օղակի» ներքևի A կետում, որպեսզի չպոկվի վերևի C կետում: (1 միավոր)

1.2) Որքա՞ն պետք է լինի ճոռի ամենափոքր H բարձրությունը, որպեսզի սահելով մարմինը կարողանա կատարել լրիվ պտույտ՝ առանց օղակից պոկվելու: (1 միավոր)

1.3) Ի՞նչ ուժով է ճնշում մարմինն օղակի վրա B կետում, որը գտնվում է R բարձրության վրա, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=2R$  բարձրությունից: (1 միավոր)

1.4) Ի՞նչ բարձրության վրա մարմինը կանջատվի օղակից, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=1,6R$  բարձրությունից: (1 միավոր)

## Խնդիր №2. «Երկու բալոններ»:

Երկու բալոններ իրար միացված են ջերմամեկուսիչ բարակ խողովակով: Բալոնների ծավալներն են՝  $V_1=12 \cdot 10^{-2}$  մ<sup>3</sup>,  $V_2=8 \cdot 10^{-2}$  մ<sup>3</sup>: Բալոններում գտնվում է  $\vartheta = 3$  մոլ իդեալական գազ: Առաջին բալոնում պահպանվում է  $t_1=0^\circ\text{C}$  ջերմաստիճան: Երկրորդ բալոնը տաքացնում են այնքան, որ նրանում մնում է ընդհանուր գազի քանակի մեկ երրորդ մասը: (5 միավոր)

2.1) Որքա՞ն է երկրորդ և առաջին բալոններում գազի կոնցենտրացիաների հարաբերությունը, երկրորդ բալոնը տաքացնելուց հետո: (1,5 միավոր)

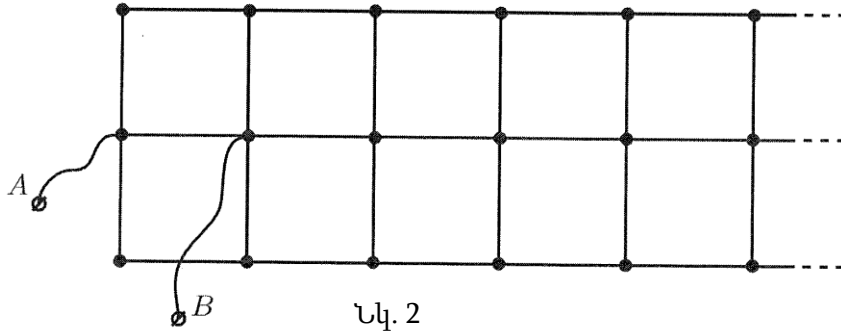
2.2) Մինչև ի՞նչ ջերմաստիճան են տաքացրել երկրորդ բալոնը: (1,5 միավոր)

2.3) Որքա՞ն է գազի ճնշումն առաջին բալոնում: (1 միավոր)

2.4) Որքա՞ն է գազի ճնշումը երկրորդ բալոնում: (1 միավոր)

**Խնդիր №3. «Կիսասանվերջ շղթա»:**

Կիսասանվերջ շղթան պատրաստված է  $g$  տեսակարար դիմադրություն և  $s$  լայնական հատույթի մակերես ունեցող հաղորդալարից (նկ. 2): Շղթայի հարևան հանգույցները միացնող հաղորդալարի երկարությունը՝  $l$  է: (5 միավոր)



3.1) Որքա՞ն է  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը: (3 միավոր)

3.2) Որքա՞ն կդառնա  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը, եթե այդ կետերը միացնող հաղորդալարը կտրենք: (2 միավոր)

**Խնդիր №4. «Գեներատոր»:**

Փոփոխական հոսանքի գեներատորի փաթույթն իրենից ներկայացնում է  $l_1 = 4$  սմ և  $l_2 = 8$  սմ կողմերով ուղղանկյունաձև շրջանակ, որը բաղկացած է  $d = 0,5$  մմ տրամագծով և  $N = 20$  պղնձյա գալարներից: Շրջանակը  $n = 50$  Հց հաճախությամբ պտտվում է  $B = 0,5$  Տլ ինդուկցիայով համասեռ մագնիսական դաշտում: Շրջանակի պտտման առանցքն անցնում է շրջանակի հանդիպակաց կողմերի միջնակետերը միացնող ուղղի երկայնքով և ուղղահայաց է մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի  $\vec{B}$  վեկտորին: Պղնձի տեսակարար դիմադրությունը  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Օմ  $\cdot$  մ է: (6 միավոր)

4.1) Որքա՞ն է փաթույթի մեկ գալարում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի լայնույթը: (1,5 միավոր)

4.2) Որքա՞ն է ամբողջ փաթույթում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի գործող արժեքը: (1,5 միավոր)

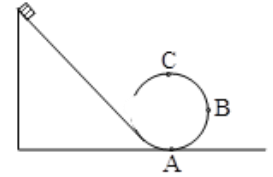
4.3) Որքա՞ն է հոսանքի ուժի գործող արժեքը շղթայում, եթե գեներատորին միացված է  $R = 1$  Օմ դիմադրություն: (1,5 միավոր)

4.4) Որոշել այն ջերմային հզորությունը, որ կանջատվի գեներատորին մացված  $R = 1$  Օմ դիմադրության վրա: (1,5 միավոր)

## ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐ

### Խնդիր №1. «Մահվան օղակ»:

$2 \cdot 10^{-3}$  կգ զանգվածով ոչ մեծ մարմինն առանց շփման ցած է սահում նկարում պատկերված թեք ճոռով, որը վերածվում է 0,5 մ շառավղով «մահվան օղակի» (նկ. 1): (4 միավոր)



Նկ. 1

1.1) Ի՞նչ ամենափոքր արագությամբ պետք է օժտված լինի մարմինը «մահվան օղակի» ներքևի A կետում, որպեսզի չպոկվի վերևի C կետում: (1 միավոր) 5մ/վ

1.2) Որքա՞ն պետք է լինի ճոռի ամենափոքր H բարձրությունը, որպեսզի սահելով մարմինը կարողանա կատարել լրիվ պտույտ՝ առանց օղակից պոկվելու: (1 միավոր) 1,25 մ

1.3) Ի՞նչ ուժով է ճնշում մարմինն օղակի վրա B կետում, որը գտնվում է R բարձրության վրա, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=2R$  բարձրությունից: (1 միավոր) 0,04 Ն

1.4) Ի՞նչ բարձրության վրա մարմինը կանջատվի օղակից, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=1,6R$  բարձրությունից: (1 միավոր) 0,7 մ

### Խնդիր №2. «Երկու բալոններ»:

Երկու բալոններ իրար միացված են ջերմամեկուսիչ բարակ խողովակով: Բալոնների ծավալներն են՝  $V_1=12 \cdot 10^{-2}$  մ<sup>3</sup>,  $V_2=8 \cdot 10^{-2}$  մ<sup>3</sup>: Բալոններում գտնվում է  $\vartheta = 3$  մոլ իդեալական գազ: Առաջին բալոնում պահպանվում է  $t_1=0^\circ\text{C}$  ջերմաստիճան: Երկրորդ բալոնը տաքացնում են այնքան, որ նրանում մնում է ընդհանուր գազի քանակի մեկ երրորդ մասը: (5 միավոր)

2.1) Որքա՞ն է երկրորդ և առաջին բալոններում գազի կոնցենտրացիաների հարաբերությունը, երկրորդ բալոնը տաքացնելուց հետո: (1,5 միավոր) 0,75

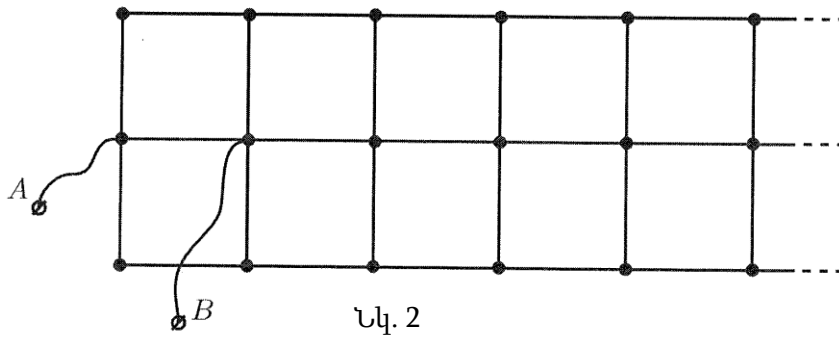
2.2) Մինչև ի՞նչ ջերմաստիճան են տաքացրել երկրորդ բալոնը: (1,5 միավոր)  $\approx 485$  Կ

2.3) Որքա՞ն է գազի ճնշումն առաջին բալոնում: (1 միավոր)  $\approx 3,8 \cdot 10^4$  Պա

2.4) Որքա՞ն է գազի ճնշումը երկրորդ բալոնում: (1 միավոր)  $\approx 5 \cdot 10^4$  Պա

### Խնդիր №3. «Կիսաանվերջ շղթա»:

Կիսաանվերջ շղթան պատրաստված է  $g$  տեսակարար դիմադրություն և  $s$  լայնական հատույթի մակերես ունեցող հաղորդալարից (նկ. 2): Շղթայի հարևան հանգույցները միացնող հաղորդալարի երկարությունը՝  $l$  է: (5 միավոր)



3.1) Որքա՞ն է  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը: (3 միավոր)  $\approx 0,58 \frac{\rho l}{s}$

3.2) Որքա՞ն կդառնա  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը, եթե այդ կետերը միացնող հաղորդալարը կտրենք: (2 միավոր)  $\approx 1,4R$

#### Խնդիր №4. «Գեներատոր»:

Փոփոխական հոսանքի գեներատորի փաթույթն իրենից ներկայացնում է  $l_1 = 4$  սմ և  $l_2 = 8$  սմ կողմերով ուղղանկյունաձև շրջանակ, որը բաղկացած է  $d = 0,5$  մմ տրամադծով և  $N = 20$  պղնձյա գալարներից: Շրջանակը  $n = 50$  Հց հաճախությամբ պտտվում է  $B = 0,5$  Տլ ինդուկցիայով համասեռ մագնիսական դաշտում: Շրջանակի պտտման առանցքն անցնում է շրջանակի հանդիպակաց կողմերի միջնակետերը միացնող ուղղի երկայնքով և ուղղահայաց է մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի  $\vec{B}$  վեկտորին: Պղնձի տեսակարար դիմադրությունը  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Օմ  $\cdot$  մ է: (6 միավոր)

4.1) Որքա՞ն է փաթույթի մեկ գալարում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի լայնությունը: (1,5 միավոր)  $\approx 0,5$  Վ:

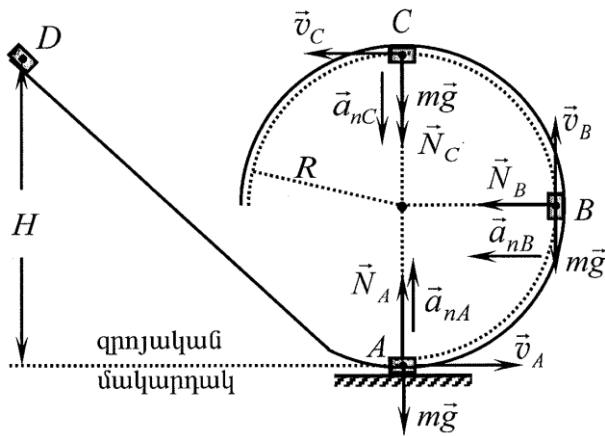
4.2) Որքա՞ն է ամբողջ փաթույթում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի գործող արժեքը: (1,5 միավոր)  $\approx 7$  Վ:

4.3) Որքա՞ն է հոսանքի ուժի գործող արժեքը շղթայում, եթե գեներատորին միացված է  $R = 1$  Օմ դիմադրություն: (1,5 միավոր)  $\approx 5$  Ա:

4.4) Որոշել այն ջերմային հզորությունը, որ կանջատվի գեներատորին մացված  $R = 1$  Օմ դիմադրության վրա: (1,5 միավոր)  $\approx 25$  Վտ:

# ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐ

## Խնդիր №1. «Մահվան օղակ»:



Նկ.1

մարմնի վրա ազդում են միայն  $m\vec{g}$  և  $\vec{N}$  պոտենցիալային ուժերը, ապա նրա լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է և՛  $E_{լրA} = E_{լրC}$ , կամ՝

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_C^2}{2} + 2mgR, \text{ որտեղից՝ } v_A = \sqrt{v_C^2 + 4gR} \quad (1):$$

(1) հավասարումից երևում է, որ՝  $v_A = v_{Amin}$ , երբ  $v_C = v_{Cmin}$  :

$$\text{Հետևաբար՝ } v_{Amin} = \sqrt{v_{Cmin}^2 + 4gR} \quad (2):$$

$$\text{Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ } mg + N_C = \frac{mv_C^2}{R}, \text{ որտեղից՝ } v_C^2 = R \left( g + \frac{N_C}{m} \right) \quad (3):$$

Ակնհայտ է, որ՝  $v_C = v_{Cmin}$ , երբ  $N_C = 0$  : Հետևաբար՝  $v_{Amin} = \sqrt{5gR} = 5 \text{ մ/վ}$  :

1.2) Որքան՞ պետք է լինի ճոռի ամենափոքր H բարձրությունը, որպեսզի սահելով մարմինը կարողանա կատարել լրիվ պտույտ՝ առանց օղակից պոկվելու: (1 միավոր)

$$E_{լրD} = E_{լրC}, \text{ որտեղից՝ } H_{min} = \frac{v_{Cmin}^2}{2g} + 2R = 1,25 \text{ մ:}$$

1.3) Ի՞նչ ուժով է ճնշում մարմինն օղակի վրա B կետում, որը գտնվում է R բարձրության վրա, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=2R$  բարձրությունից: (1 միավոր)

B կետում Նյուտոնի երկրորդ օրենքից հետևում է, որ  $N_B = F_{\delta\text{ն}B} = \frac{mv_B^2}{R}$ , մյուս կողմից  $E_{լրD} = E_{լրB}$  կամ՝

$$mgH = \frac{mv_B^2}{2} + mgR, \text{ ուստի՝ } N_B = 2mg = 0,04 \text{ Ն:}$$

1.4) Ի՞նչ բարձրության վրա մարմինը կանջատվի օղակից, եթե այն սահում է թեք ճոռի  $H=1,6R$  բարձրությունից: (1 միավոր)

$2 \cdot 10^{-3}$  կգ զանգվածով ոչ մեծ մարմինն առանց շփման ցած է սահում նկարում պատկերված թեք ճոռով, որը վերածվում է 0,5 մ շառավղով «մահվան օղակի» (նկ. 1): (4 միավոր)

### Լուծում

1.1) Ի՞նչ ամենափոքր արագությամբ պետք է օժտված լինի մարմինը «մահվան օղակի» ներքևի A կետում, որպեսզի չպոկվի վերևի C կետում: (1 միավոր)

Քանի որ ամբողջ շարժման ընթացքում

$$h = \frac{2 \cdot 1,6R + R}{3} = 0,7 \text{ մ:}$$

**Խնդիր №2. «Երկու բալոններ»:**

Երկու բալոններ իրար միացված են ջերմամեկուսիչ բարակ խողովակով: Բալոնների ծավալներն են՝  $V_1=12 \cdot 10^{-2} \text{ մ}^3$ ,  $V_2=8 \cdot 10^{-2} \text{ մ}^3$ : Բալոններում գտնվում է  $\vartheta = 3$  մոլ իդեալական գազ: Առաջին բալոնում պահպանվում է  $t_1=0^\circ\text{C}$  ջերմաստիճան: Երկրորդ բալոնը տաքացնում են այնքան, որ նրանում մնում է ընդհանուր գազի քանակի մեկ երրորդ մասը: (5 միավոր)

**Լուծում**

2.1) Որքա՞ն է երկրորդ և առաջին բալոններում գազի կոնցենտրացիաների հարաբերությունը, երկրորդ բալոնը տաքացնելուց հետո: (1,5 միավոր)

Ենթադրենք գազի զանգվածը բալոններում  $m$  է: Գազը տաքացնելուց հետո, ըստ խնդրի պայմանի՝  $m_2 = \frac{m}{3}$ , ուստի՝  $m_1 = \frac{2m}{3}$ : Եթե մեկ մոլեկուլի զանգվածը նշանակենք  $m_0$  - ով, առաջին բալոնում մոլեկուլների կոնցենտրացիան  $n_1$  - ով, իսկ երկրորդում  $n_2$  - ով, ապա.

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{n_2 V_2}{n_1 V_1} = 0,5, \text{ կամ } \frac{n_2}{n_1} = 0,75:$$

2.2) Մինչև ի՞նչ ջերմաստիճան են տաքացրել երկրորդ բալոնը: (1,5 միավոր)

Հավասարակշռության պայմաններից կարող ենք ընդունել, որ բարակ խողովակով մի բալոնից մյուսն անցնող մոլեկուլների թիվը միավոր ժամանակամիջոցում կլինի նույնը: Ուստի՝  $\frac{1}{2} n_1 \bar{v}_{x1} = \frac{1}{2} n_2 \bar{v}_{x2}$ : Այսպիսով՝ ստացվում է, որ  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\bar{v}_{x1}}{\bar{v}_{x2}} = 0,75$ : Մյուս կողմից հայտնի է, որ մոլեկուլների միջին քառակուսային արագությունը համեմատական է ջերմաստիճանի քառակուսի արմատին,  $\bar{v}_x \sim \sqrt{T}$ , ուստի՝  $\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ : Հետևաբար՝  $\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot \frac{V_1}{V_2} = 2$ , որտեղից՝  $T_2 = 4T_1 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \approx 485 \text{ Կ}$ :

2.3) Որքա՞ն է գազի ճնշումն առաջին բալոնում: (1 միավոր)

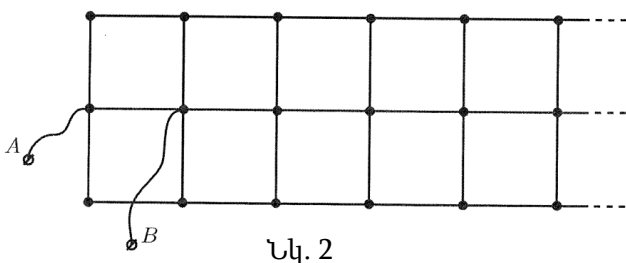
Ճնշումն առաջին և երկրորդ բալոններում գտնվելու համար օգտվենք Գլապեյրոն-Մենդելևի հավասարումից՝

$$P_1 = \frac{2\vartheta RT_1}{3V_1} \approx 3,8 \cdot 10^4 \text{ Պա:}$$

2.4) Որքա՞ն է գազի ճնշումը երկրորդ բալոնում: (1 միավոր)

$$P_2 = \frac{4\vartheta RT_1 V_2}{3V_1^2} \approx 5 \cdot 10^4 \text{ Պա:}$$

**Խնդիր №3. «Կիսաանվերջ շղթա»:**



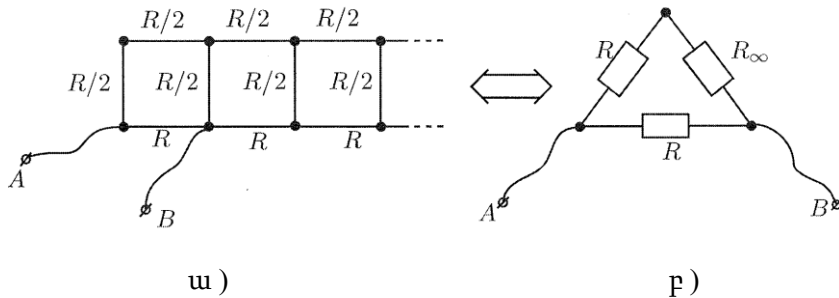
Կիսաանվերջ շղթան պատրաստված է ց տեսակարար դիմադրություն և  $s$  լայնական հատույթի մակերես ունեցող հաղորդալարից (նկ.

2): Շղթայի հարևան հանգույցները միացնող հաղորդալարի երկարությունը՝  $l$  է: (5 միավոր)

**Լուծում**

3.1) Որքա՞ն է  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը: (3 միավոր)

$A$  և  $B$  կետերով անցնող ուղղի նկատմամբ շղթայի համաչափությունից հետևում է, որ շղթայի բոլոր այն կետերում, որոնք համաչափ են այդ ուղղի նկատմամբ, պոտենցիալները նույնն են: Հետևաբար, նկ. 2-ում պատկերված շղթան համարժեք է ստորև բերված շղթային (նկ. 3ա), որտեղ  $R = \rho \frac{l}{S}$ :



Նկ. 3

Նկ. 3ա շղթան իր հերթին համարժեք է նկ. 3բ-ում բերված շղթային:

$$R_{\infty} = \frac{\frac{R}{2}(R_{\infty} + \frac{3R}{2})}{R_{\infty} + \frac{3R}{2} + \frac{R}{2}}, \text{ որտեղից՝ } R_{\infty} = \frac{(\sqrt{21}-3)R}{4} :$$

Այսպիսով՝

$$R_{AB} = \frac{(R_{\infty} + R)R}{R_{\infty} + 2R} = \frac{\sqrt{21}+1}{\sqrt{21}+5} R \approx 0,58R :$$

3.2) Որքա՞ն կդառնա  $A$  և  $B$  կետերի միջև դիմադրությունը, եթե այդ կետերը միացնող հաղորդալարը կտրենք: (2 միավոր)

$$R'_{AB} = R + R_{\infty} = R + \frac{\frac{R}{2}(R_{\infty} + \frac{3R}{2})}{R_{\infty} + \frac{3R}{2} + \frac{R}{2}} = R + \frac{(\sqrt{21}-3)R}{4} = \frac{(\sqrt{21}+1)R}{4} \approx 1,4R$$

**Խնդիր №4. «Գեներատոր»:**

Փոփոխական հոսանքի գեներատորի փաթույթն իրենից ներկայացնում է  $l_1 = 4$  սմ և  $l_2 = 8$  սմ կողմերով ուղղանկյունաձև շրջանակ, որը բաղկացած է  $d = 0,5$  մմ տրամադծով և  $N = 20$  պղնձյա գալարներից: Շրջանակը  $n = 50$  Հց հաճախությամբ պտտվում է  $B = 0,5$  Տլ ինդուկցիայով համասեռ մագնիսական դաշտում: Շրջանակի պտտման առանցքն անցնում է շրջանակի հանդիպակաց կողմերի միջնակետերը միացնող ուղղի երկայնքով և ուղղահայաց է մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի  $\vec{B}$  վեկտորին: Պղնձի տեսակարար դիմադրությունը  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Օմ · մ է: (6 միավոր)

## Լուծում

4.1) Ուրբա՞ն է փաթույթի մեկ գալարում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի լայնությունը: (1,5 միավոր)

Ենթադրենք ռոտորի պտտման առանցքն անցնում է  $l_1$  երկարությամբ կողմերի միջնակետերով: Այդ դեպքում  $l_2$  երկարությամբ կողմերը մագնիսական դաշտում շարժվում են՝

$$v = \omega \frac{l_1}{2} = 2\pi n \frac{l_1}{2} = \pi n l_1$$

գծային արագությամբ և շրջանակի յուրաքանչյուր գալարում կառաջանա.

$$E_1 = 2Bl_2v \sin \alpha = 2\pi Bnl_1l_2 \sin \alpha$$

ինդուկցիայի ԷլՇՈՒ,  $\alpha$  -ն  $l_2$  - կողմի շարժման արագության կազմած անկյունն է մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորի նկատմամբ, որը կարելի է ներկայացնել  $\alpha = \omega t$  տեսքով, ուստի՝

$$E_{10} = 2\pi Bnl_1l_2 \approx 0,5 \text{ Վ:}$$

4.2) Ուրբա՞ն է ամբողջ փաթույթում մակաձված ԷլՇՈՒ-ի գործող արժեքը: (1,5 միավոր)

$$E_q = \sqrt{2}\pi nBNl_1l_2 \approx 7 \text{ Վ:}$$

4.3) Ուրբա՞ն է հոսանքի ուժի գործող արժեքը շղթայում, եթե գեներատորին միացված է  $R = 1 \text{ Օմ}$  դիմադրություն: (1,5 միավոր)

$$I_q = \frac{E_q}{R+r} = E_q / \left( R + \frac{8\rho N(l_1+l_2)}{\pi d^2} \right) \approx 5 \text{ Ա:}$$

4.4) Որոշել այն ջերմային հզորությունը, որ կանջատվի գեներատորին միացված  $R = 1 \text{ Օմ}$  դիմադրության վրա: (1,5 միավոր)

$$P = I_q^2 R \approx 25 \text{ Վտ:}$$