

11-րդ դասարան

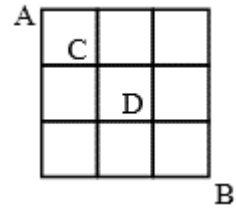
1. Որոշեք նկ.3-ում պատկերված ցանցի դիմադրությունը

ա) A և B կետերի միջև

բ) C և D կետերի միջև:

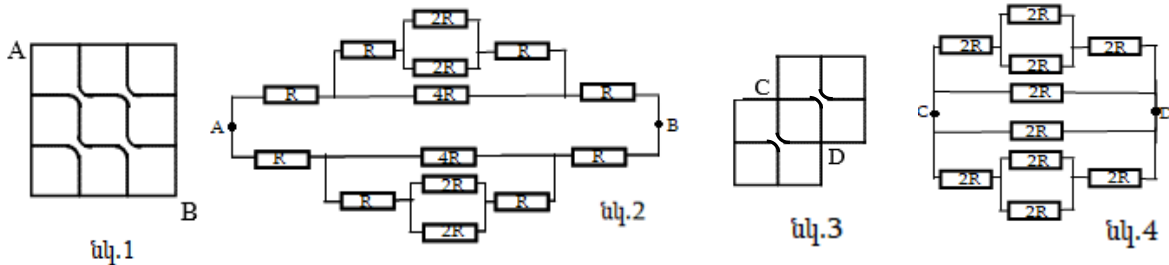
Ցանցը կազմող քառակուսիների յուրաքանչյուր կողմի

դիմադրությունը  $R$  է: {5 միավոր}



Լուծում: A ու B կետերի միջև դիմադրությունը որոշելու համար օգտվենք համաչափությունից, ինչից հետևում է, որ շղթան համարժեք է նկ.1-ում ցույց տրված ցանցի դիմադրությանը: Հաշվի առնելով, որ մեկ կողմի դիմադրությունը  $R$  է, ստանում ենք նկ.2-ի համարժեք շղթան: Դրա

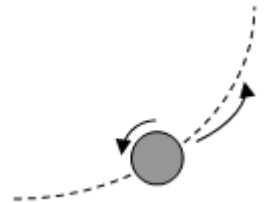
դիմադրությունը հավասար է  $\frac{1}{2} \left( 2R + \frac{3R \cdot 4R}{3R+4R} \right) = \frac{13}{7} R$ :



D և C կետերի միջև դիմադրությունը գտնում ենք նկ.3-ի համարժեք շղթայից, որին համարժեք նկ.4-ի շղթան: Դրա դիմադրությունը հավասար է

$$\frac{1}{2} \left( \frac{5R \cdot 2R}{5R + 2R} \right) = \frac{5}{7} R:$$

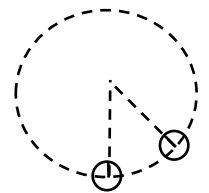
2 Մոլորակը պտտվում է արեգակի և իր առանցքի շուրջը նկ. 5-ում պատկերված ուղղություններով: Այդ մոլորակի վրա տարին բաղկացած է N օրից: Քանի՞ օրից բաղկացած կլինի տարին այդ մոլորակի վրա, եթե նրա՝ իր առանցքի շուրջը պտտման պարբերությունը մեծանա երկու անգամ:



{4 միավոր}

Լուծում: Եթե նշանակենք տարվա տևողությունը  $T_0$ , իսկ մոլորակի իր առանցքի շուրջ պտտվելու տարբերությունը  $T_1$ , ապա պատկերված դեպքում օրվա  $T$  տևողությունը կապված են  $T \cdot \frac{2\pi}{T_1} - T \cdot \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi \rightarrow T = \frac{T_1 T_0}{T_0 - T_1}$ : Տարվա օրերի քանակը՝  $N = \frac{T_0}{T} = \frac{T_0 - T_1}{T_1}$ :

Այստեղից ստանում ենք  $T_0 = (N + 1)T_1$ : Եթե մոլորակի իր առանցքի շուրջը պտտման պարբերությունը մեծանա երկու անգամ՝  $T_1' = 2T_1$ , օրերի քանակը մեկ տարում կլինի  $N' = \frac{T_0 - T_1'}{T_1'} = \frac{T_0 - 2T_1}{2T_1} = \frac{N-1}{2}$  օր:



3.  $M$  զանգվածով  $q_1$  դրական լիցքով լիցքավորված հարթ

կոնդենսատորի թիթեղներից մեկը պահվում է երկրորդ

ամրագրված բացասական  $-q_2$  լիցքով թիթեղից  $d$ -ի

հեռավորության վրա (տե՛ս նկ.): Յուրաքանչյուր թիթեղի

մակերեսը  $S$  է: Վերին թիթեղը բաց են թողնում: Ինչքա՞ն կլինի այդ թիթեղի



արագությունը երբ այն հեռանա ներքևի թիթեղից  $d/2$  հեռավորության վրա: Թիթեղների բախումը բացարձակ առաձգական է: {5 միավոր}

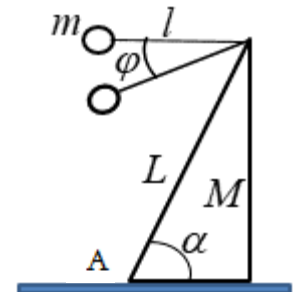
Լուծում: Ներքևի թիթեղը ազդում է վերելի թիթեղի վրա  $F = q_1 \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$  ուժով: Էլեկտրական դաշտի աշխատանքը բախումից առաջ հավասար է  $A_1 = \frac{q_1 q_2 d}{2\epsilon_0 S}$ : Բախվելուց հետո թիթեղներից յուրաքանչյուրի վրա կա  $q = (q_1 - q_2)/2$  լիցք: Վերև բարձրանալու ընթացքում էլեկտրական դաշտը թիթեղի վրա կատարում է  $A_2 = \frac{(q_1 - q_2)^2 d}{16\epsilon_0 S}$ : Էներգիայի պահպանման օրենքից ունենք՝

$$Mgd + A_1 + A_2 = Mgd/2 + \frac{mv^2}{2}:$$

Այստեղից ստանում ենք

$$v = \sqrt{gd + \frac{(q_1^2 + q_2^2 + 6q_1 q_2)d}{8\epsilon_0 SM}}:$$

4. Հորիզոնական սեղանի վրա կա  $M$  զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն պրիզմա: Պրիզման հենվում է սեղանին իր փոքր հիմքով (տե՛ս նկ.): Շփումը սեղանի հետ այնպիսին է, որ պրիզման չի սահում սեղանի մակերևույթով: Եռանկյան հիմքի մոտի անկյունը՝  $\alpha = 60^\circ$ : Պրիզմայի վերին եզրի միջնակետում կապված թել և  $m$  զանգվածով փոքրիկ գնդիկը ամրագրված է թելի մյուս ծայրին: Գնդիկը բաց են թողնում հորիզոնական դիրքից ինչպես ցույց է տրված նկարում: Պրիզման շուտ է գալիս երբ թելը շեղվում է հորիզոնական դիրքից  $20^\circ$  անկյունով:



ա) Ինչքա՞ն է զանգվածների  $M / m$  հարաբերությունը :

բ) զանգվածների  $M / m$  ինչ հարաբերության դեպքում պրիզման չի շրջվի գնդիկի շարժման ընթացքում: {6 միավոր}

Լուծում: Նշանակենք թելի երկարությունը  $l$  ու եռանկյան ներքնաձիգ  $L$ . –ով: Երբ թելը շեղվում է հորիզոնի նկատմամբ  $\varphi$ -ով գնդիկի արագությունը որոշվում էր էներգիայի պահպանման օրենքից

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgl \sin \varphi, \quad v = \sqrt{2gl \sin \varphi}:$$

Թելի  $T$  լարման ուժը որոշվում է Նյուտոնի երկրորդ օրենքից՝

$$T - mg \sin \varphi = m \frac{v^2}{l}, \quad \text{որտեղից} \quad T = 3mg \sin \varphi:$$

Լարման ուժի ուղղաձիգ բաղադրիչը՝  $T_{\text{նլ}} = T \cos \varphi = 3mg \sin \varphi \cos \varphi$ , իսկ հորիզոնական բաղադրիչը՝  $T_{\text{հ}} = T \sin \varphi = 3mg \sin^2 \varphi$ : Ազդող ուժերի մոմենտների գումարը հավասար է

$$f(\varphi) = T_{\text{նլ}} \cdot L \sin \alpha - T_h \cdot L \cos \alpha - Mg \cdot 2L \cos \alpha / 3 =$$

$$= 3mgL \left( \sin \varphi \cos \varphi \sin \alpha - \sin^2 \varphi \cos \alpha - \frac{2M}{9m} \cos \alpha \right),$$

Որտեղ հաշվի է առած որ  $Mg$  ծանրության ուժի կիրառման կետը միջնագծերի հատման կետն է:

- a) Քանի որ պրիզման շրջվում է երբ անկյունը  $\varphi = 20^\circ$  ստանում ենք, որ այդ անկյան դեպքում ուժերի մոմենտների գումարը զրո է: Դա թույլ է տալիս գտնել զանգվածների հարաբերությունը

$$\frac{M}{m} = \frac{9}{2 \cos 60^\circ} \{ \sin 20^\circ \cos 20^\circ \sin 60^\circ - \sin^2 20^\circ \cos 60^\circ \} \approx 2,0$$

- b) Պրիզման չի շրջվի, եթե  $A$  կետի նկատմամբ մոմենտների գումարը փոքր լինի զրոյից բոլոր  $\varphi$  անկյունների դեպքում, այսինքն եթե բոլոր  $\varphi$

$$\frac{2M}{9m} \cos \alpha \geq \sin \varphi \cos \varphi \cdot \sin \alpha - \sin^2 \varphi \cdot \cos \alpha = \frac{\sin(2\varphi)}{2} \sin \alpha - \frac{1 - \cos(2\varphi)}{2} \cos \alpha = \frac{\cos(2\varphi - \alpha)}{2} - \frac{1}{2} \cos \alpha:$$

Հաշվի առնելով, որ  $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ , ստանում ենք, որ բոլոր  $\varphi$  անկյունների դեպքում  $\frac{M}{m} > \frac{9}{4} (2 \cos(2\varphi - \pi/3) - 1)$ : Հաշվի առնելով, որ  $0 \leq \varphi \leq \pi/3$  կստանանք, որ  $2 \cos(2\varphi - \pi/3) \leq 2$ , ուստի եթե  $M = 2,25 m$  պրիզման չի շուր գա գնդիկի շարժման ընթացքում:

5. Թեթև շարժական ջերմամեկուսիչ միացը բաժանում է ուղղաձիգ տեղակայված փակ գլանի ծավալը երկու մասի: Միացի տակ գտնվում են հավասարակշռության մեջ գոլորշին և ջուրը, որոնց ջերմաստիճանը պահպանվում է հաստատուն և հավասար է  $T_0$ -ի: Միացի վերևում կա  $v$  մոլ հելիում գազ: Հելիումին հաղորդեցին են  $Q$  ջերմաքանակ: Արդյունքում դրա ջերմաստիճանը բարձրացավ, և գոլորշիի մի մասը խտացավ:

1) Գտեք հելիումի ջերմաստիճանի փոփոխությունը

2) Ինչքա՞ն ջերմաքանակ հարկ եղավ հեռացնել ջրից և գոլորշիից:

Շոգեգոյացման տեսակարար ջերմությունը  $\lambda$  է, գոլորշու մոլային զանգվածը՝

$\mu$ : Շփումը և միացի ջերմունակությունը անտեսեք:

Ընդունեք, որ խտացված գոլորշու ծավալը շատ անգամ մեծ է դրա արդյունքում ստացված ջրի ծավալից: {5 միավոր}

Լուծում: Հազեցած գոլորշու ճնշումը կախված է միայն ջերմաստիճանից, որը խնդրի համաձայն միացի տակ հաստատուն է: Այսպիսով գոլորշու ճնշումը, ինչպես նաև հելիումի ճնշումը հաստատուն են (Հելիումը բաժանված է գոլորշիից անկշիռ շարժական միացով): Հաստատուն ճնշումով հելիումին հաղորդած  $Q$  ջերմաքանակը ծախսվում է դրա ներքին էներգիայի աճի և գոլորշու ճնշման դեմ կատարած աշխատանքի վրա.

$$Q = \nu C_V (T_2 - T_1) + p(V_2 - V_1) = \nu(C_V + R)(T_2 - T_1):$$

Ուստի հելիումի համար

$$\Delta T = \frac{Q}{\nu(C_V + R)} = \frac{2Q}{5\nu R}$$

$\Delta m$  զանգվածով գոլորշի խտանալու դեպքում անջատվում է  $\lambda \Delta m$  ջերմաքանակ, որը և պետք է հեռացվի անոթից: Խտացված  $\Delta m$  զանգվածը գտնելու համար պետք է հելիումի կատարած աշխատանքը

$$A_1 = \nu R(T_2 - T_1) = \frac{QR}{C_V + R}$$

հավասարեցնել հազեցած գոլորշու կատարած աշխատանքին

$$A_2 = p(V_2 - V_1) = \frac{(m_2 - m_1)RT_0}{\mu} = \frac{\Delta m RT_0}{\mu}$$

Այսպիսով  $\frac{QR}{C_V + R} = \frac{\Delta m RT_0}{\mu}$ ,  $\Delta m = \frac{Q\mu}{(C_V + R)T_0}$ :

Ջրից և գոլորշիից հեռացված ջերմաքանակը՝

$$Q_1 = \lambda \Delta m = \frac{\mu \lambda Q}{(C_V + R)T_0} = \frac{2\mu \lambda Q}{5RT_0}:$$