

Լուծումներ, 2-րդ փուլ

Խնդիր 1. Լուծում:

Նշանակենք AB հեռավորությունը S , հեծանվորդի արագությունը V , շարժվող հետիոտնի արագությունը U , իսկ զառիվայր շարժվողինը $2U$: Առաջին հետիոտնին հանդիպելիս կունենանք, որ $S = t_1(V + U)$, իսկ երկրորդինին հանդիպելիս՝ $S + 2Ut_2 = t_2V$:

$$\begin{cases} \frac{2S}{t_1} = 2V + 2U \\ \frac{S}{t_2} = V - 2U \end{cases} \Rightarrow \frac{2S}{t_1} + \frac{S}{t_2} = 3V$$

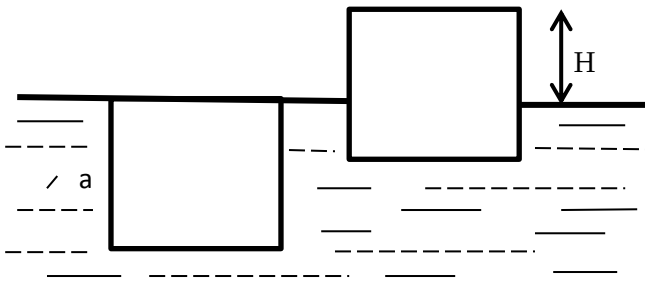
Պատ.՝ $t = \frac{S}{V} = \frac{3t_1 t_2}{2t_2 + t_1}$:

Խնդիր 2. Լուծում:

Անկախ այն բանից, թե խորանարդի կենտրոնն ինչ բարձրության վրա կարող է հասնել իր սկզբնական դիրքի նկատմամբ, խորանարդի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի աշխատանքը ծանրության ուժի դաշտում կվերածվի խորանարդի պոտենցիալ էներգիայի $A_{արք} = mgH = \rho h a^3 H$, որտեղ ρ -ն խորանարդի նյութի խտությունն է, որը, խնդրի պայմանների համաձայն փոքր է հեղուկի ρ_0 խտությունից ($\rho < \rho_0$):

Դիտարկենք հնարավոր երկու դեպք՝ ա) $H \leq a$ և բ) $H \geq a$: Առաջին դեպքում, երբ $H \leq a$, խորանարդը H -ով բարձրանալիս մասամբ մտնում է հեղուկի մեջ (նկ. 1):

Խորանարդի ծավալի փոքրության պատճառով հեղուկի մակարդակը մնում է անփոփոխ, ուրեմն խորանարդի վերին նիստը կգտնվի հեղուկի մակերևույթից H բարձրության վրա: Հետևաբար, արքիմեդյան ուժի միջին մեծությունը խորանարդի բարձրանալու ընթացքում և այդ ուժի կատարած աշխատանքը, համապատասխանաբար, կլինեն՝



Նկ.1.

$$F_{սիջ} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{\rho_0 g a^3 + \rho_0 g a^2 (a - H)}{2} = \rho_0 g a^2 \left(a - \frac{H}{2} \right),$$

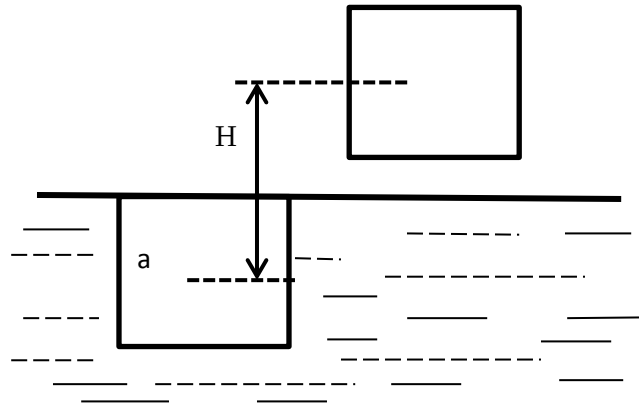
$$A = F_{սիջ} H = \rho_0 g a^2 \left(a - \frac{H}{2} \right) H :$$

Այս աշխատանքը հավասար է խորանարդի պոտենցիալ էներգիայի աճին, ուստի $\rho_0 g a^2 \left(a - \frac{H}{2}\right) H = \rho g a^3$, որտեղից՝ $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{2a}{2a-H}$: Այն դեպքում, երբ $H = a$ (խորանարդի ստորին նիստը շոշափում է հեղուկի մակերևույթը), $\rho_0 = 2\rho$: Երբ $H \leq a$, ապա խորանարդը կտատանվի իր հավասարակշռության դիրքի շուրջը $\frac{H}{2}$ լայնությամբ:

Երկրորդ դեպքում, երբ $H \geq a$ ($\rho \leq \rho_0$) (նկ.2), խորանարդի վրա ազդող արքիմեդյան ուժի միջին մեծությունը և այդ ուժի կատարած աշխատանքը համապատասխանաբար կլինեն՝

$$F_{\text{արք}} = 0,5\rho_0 g a^3 \quad \text{և} \quad = 0,5\rho_0 a^4 :$$

Այս արդյունքները ստացվում են այն բանի հետևանքով, որ տվյալ դեպքում արքիմեդյան ուժը գործում է մինչև այն պահը, երբ խորանարդի կենտրոնի բարձրությունը սկզբնական դիրքի նկատմամբ հավասարվում է a -ի, այսինքն, մինչև խորանարդի ստորին նիստը հասնում է հեղուկի մակերևույթին: Քննարկվող դեպքում կտատանք



Նկ.2.

$$0,5\rho_0 a^4 = \rho g a^3 H, \quad \text{որտեղից} \quad \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{2H}{a} :$$

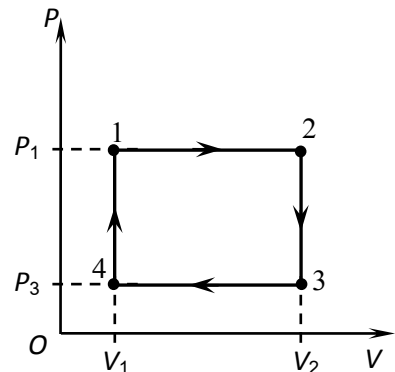
Այն դեպքում, երբ $H = a$, վերջին բանաձևից կտատանք՝ $\rho_0 = 2\rho$, այսինքն, այն նույն արդյունքը, ինչ որ ստացվել էր առաջին դեպքը քննարկելիս:

Պատ.՝ ա) երբ $H \leq a$, ապա $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{2a}{2a-H}$:

բ) երբ $H \geq a$, ապա $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{2H}{a}$:

Խնդիր 3. Լուծում:

| | |
|--|--|
| $\mathcal{G} = 2$ մոլ $T_1 = 400$ Կ $T_2 = 800$ Կ $T_3 = 500$ Կ | <p>Քանի որ գազի կատարած աշխատանքը թվապես հավասար է ճնշման կախումը ծավալից արտահայտող գրաֆիկի տակ պարփակված պատկերի մակերեսին, իսկ այդ պատկերը քննարկվող դեպքում ուղղանկյուն է, ապա՝</p> $A'_{12} = P_1(V_2 - V_1) = P_1V_2 - P_1V_1 =$ $= P_2V_2 - P_1V_1 = \mathcal{G}R(T_2 - T_1) :$ |
| $A' - ?$ | |



Համաձայն Գեյ-Լյուսակի օրենքի՝

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{և} \quad \frac{V_3}{V_4} = \frac{T_3}{T_4} \quad (1):$$

Քանի որ 4-1 և 2-3 անցումներն իրականացվում են իզոխոր, ապա՝ $V_4 = V_1$ և $V_3 = V_2$:

(1) հավասարումներից՝ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4}$, որտեղից՝ $T_4 = \frac{T_1 T_3}{T_2}$:

Քանի որ 4 - 1 և 2 - 3 անցումներն իրականացվում են իզոխոր, ապա դրանց ընթացքում գազի կատարած աշխատանքը հավասար է զրոյի՝ $A'_{41} = A'_{23} = 0$: Հետևաբար՝

$$A' = A'_{12} - |A'_{34}|:$$

Քանի որ՝ $|A'_{34}| = |P_3(V_4 - V_3)| = |P_3V_4 - P_3V_3| = |P_4V_4 - P_3V_3|$, իսկ համաձայն Մենդելեև-Կլապեյրոնի հավասարման՝ $P_3V_3 = \mathcal{R}T_3$, իսկ $P_4V_4 = \mathcal{R}T_4$, ուստի

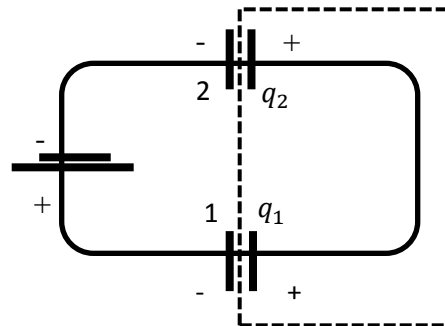
$$A'_{34} = |\mathcal{R}(T_4 - T_3)|:$$

Հետևաբար՝ $A' = 2490 \text{ Ջ} :$

Խնդիր 4. Լուծում:

Պարզության համար սկզբից դիտարկենք $n = 2$ դեպքը: Լիցքավորելով երկու կոնդենսատորներն էլ հոսանքի աղբյուրից ε պոտենցիալների տարբերությամբ, այնուհետև երկու կոնդենսատորները և հոսանքի աղբյուրը միմյանց միացնելով հաջորդաբար, կարող ենք ստանալ 3ε պոտենցիալների տարբերություն: Մակայն, դա հնարավոր առավելագույն արժեքը չէ: Այժմ փորձենք ապացուցել, որ, ունենալով հոսանքի աղբյուր և երկու կոնդենսատորներ, կարող ենք ստանալ պոտենցիալների տարբերություն հնարավորինս մոտ 4ε արժեքին:

Հոսանքի աղբյուրը հաջորդաբար միացնենք կոնդենսատորներից մեկի հետ, իսկ մյուս կոնդենսատորը փակենք այդ գույգի վրա՝ կոնդենսատորի «-» շրջադիրը միացնենք աղբյուրի «-» բևեռի հետ, իսկ կոնդենսատորի «+»-ը՝ մյուս կոնդենսատորի «+»-ի հետ (նկ.200): Այդ ընթացքում կոնդենսատորի լիցքերը կվերաբաշխվեն: Վերաբաշխումից հետո կոնդենսատորների լիցքերը նշանակենք q_1 և q_2 , իսկ կոնդենսատորների վրա լարման անկումները՝ U_1 և U_2 , որտեղից կարող ենք գրել՝



Նկ. 200

$$\varepsilon + U_1 = U_2:$$

Կոնդենսատորների աջ շրջադիրների գումարային լիցքը հավասար կլինի : Այդ գումարային լիցքը բաշխվում է կոնդենսատորների շրջադիրների միջև, բայց փոփոխվել չեն կարող, ուստի՝

$$q_1 + q_2 = 2C\varepsilon :$$

Ստացված երկու հավասարումների լուծումից կստանանք՝

$$U_2 = \frac{3\varepsilon}{2} :$$

Նորից 1 կոնդենսատորը լիցքավորենք մինչև ε պոտենցիալների տարբերություն և հավաքենք նույն սխեման, ապա U_2 -ը կդառնա հավասար $\frac{7\varepsilon}{4}$:

Կրկնելով այս գործողությունը բազմաթիվ անգամ, կարող ենք 2 կոնդենսատորը լիցքավորել որքան հնարավոր է մոտ պոտենցիալների տարբերության 2ε արժեքին: Դրանից հետո, միացնելով հոսանքի աղբյուրը և երկու կոնդենսատորները միմյանց հաջորդաբար, կստանանք 4ε -ին շատ մոտ պոտենցիալների տարբերություն:

Այսպիսով, եթե երկու կոնդենսատորները միացնելով հոսանքի աղբյուրին հաջորդաբար, հաջողվում է ստանալ մարտկոց 4ε ԷԼՇՈւ-ով, ապա երրորդ կոնդենսատորը կարելի է լիցքավորել մինչև 4ε պոտենցիալների տարբերություն, իսկ այնուհետև միացնելով հաջորդաբար հոսանքի աղբյուրին, ստանալ կոնդենսատորների վրա մինչև 8ε արժեք:

Այսպիսով, չորրորդ կոնդենսատորը կարելի է լիցքավորել մինչև այս պոտենցիալների տարբերության արժեքը: Կնշանակի, ունենալով n կոնդենսատորներ, դրանցից առաջինին կարելի է լիցքավորել մինչև պոտենցիալների տարբերություն, երկրորդին՝ մինչև ε , երրորդին՝ մինչև 2ε , չորրորդին՝ մինչև 4ε , և n -երրորդին՝ մինչև $2^{n-1}\varepsilon$: Դրանից հետո բոլոր կոնդենսատորները և հոսանքի աղբյուրը հաջորդաբար միացնելով, կարելի է ստանալ հետևյալ պոտենցիալների տարբերությունը՝

$$\varepsilon + (\varepsilon + 2\varepsilon + 4\varepsilon + \dots + 2^{n-1}\varepsilon) = 2^n\varepsilon$$

Պատ.՝ $U = 2^n\varepsilon$: