Խնդիր 1. Լուծում:

Թիթեղը անհարթ շերոի վրայով x ճանապարհ անցնելիս, երբ $x \leq l$ թիթեղի և շերտի միջև շփման ուժը կլինի $F_{շփ} = \mu mgx/L$, որտեղ m – ը թիթեղի ամբողջ զանգվածն է, իսկ μ – ն՝ շփման գործակիցը: Քանի որ շփման ուժը գծայնորեն է կախված անցած xճանապարհից, ապա այդ ճանապարհի վրա շփման ուժի կատարած աշխատանքը կլինի՝

$$A = \left(F_{շփ}\right)_{միջ} x = \mu mgx^2/2L \quad :$$

Մասնավոր դեպքում, երբ $x = l$, այսինքն թիթեղի առջևի եզրը սկսի դուրս գալ շերտից, շփման ուժերի կատարած աշխատանքը կլինի

$$A_1 = \mu mgl^2/2L:$$

Երբ $x \geq l$ շփման ուժը կլինի $F_{շփ} = \mu mgl/L$: Մինչև կանգ առնելը անցած ճանապարհի երկրորդ մասումշփման ուժի կատարած աշխատանքը կլինի $A_2 = \mu mg(s-l)l/2L$:

Շփման ուժերի կատարած ամբողջ աշխատանքը՝

$$A = A_1 + A_2 = \mu \frac{mgl^2}{2L} + \mu \frac{mgl}{L}(s-l) = \mu mg \frac{2s-l}{2L} l:$$

Էներգիայի պահպանման օրենքի համաձայն կարող ենք գրել $\mu mg \frac{2s-l}{2L} l = \frac{mv^2}{2}$: Որտեղից

$$\mu = \frac{v^2 L}{gl(2s-l)}:$$

Խնդիր 2. Լուծում:

$\rho_{\text{գ}} = 500$ կգ/մ^3
$V_{\text{գ}} = 4 \cdot 10^{-4}$ մ^3
$h = 1{,}8$ մ
$v_0 = 0$
$\rho_{\text{ջ}} = 10^3$ կգ/մ^3

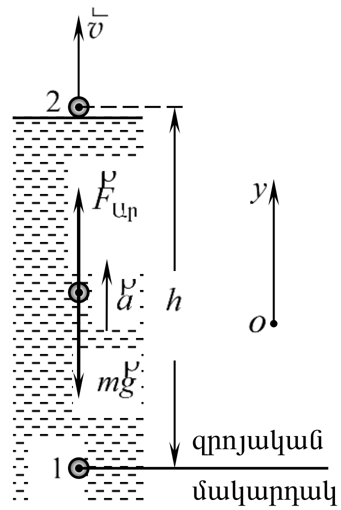
$v - ?$

Ջրում շարժման ամբողջ ընթացքում գնդակի վրա բացի պոտենցիալային ծանրության ուժից ազդում է նաև արքիմեդյան ուժը և համաձայն լրիվ մեխանիկական էներգիայի փոփոխության թեորեմի՝

$$A_{\text{Ար}} = E_{\text{լր.2}} - E_{\text{լր.1}} \qquad (1):$$

Քանի որ՝ $E_{\text{լր.1}} = 0, \quad E_{\text{լր.2}} = \dfrac{mv^2}{2} + mgh,$

իսկ՝ $A_{\text{Ար}} = F_{\text{Ար}} h \cos 0^0,$ ապա (1)



հավասարու-մից կստանանք՝ $F_{\text{Ար}} h = \dfrac{mv^2}{2} + mgh,$ որտեղից՝ $v = \sqrt{\dfrac{2h(F_{\text{Ար}} - mg)}{m}} = 6$ մ/վ :

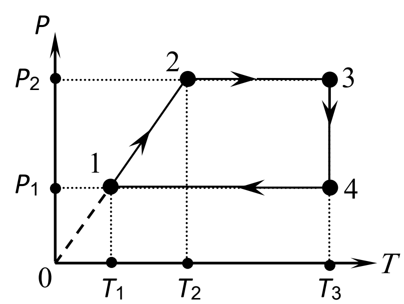
Խնդիրը կարելի է լուծել նաև, հիմնվելով միայն դինամիկայի օրենքների վրա։

Խնդիր 3. Լուծում:

$\vartheta = 1$ մոլ
$T_1 = 200$ Կ
$T_2 = 400$ Կ
$Q_{34} = 2000$ Ջ

$A' - ?$

Քանի որ 1 վիճակից 2 վիճակին անցնելիս գազի ճնշման կախումը ծավալից արտահայտող գրաֆիկը կոորդինատների սկզբնակետով անցնող ուղիղ է, ապա այդ պրոցեսն իզոխոր է՝ $V_1 = V_2$ և համաձայն Շառլի օրենքի՝



$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2:$$

1 վիճակից 2 վիճակին գազն անցնում է իզոխոր, հետևաբար՝ $A'_{12} = 0$:

Քանի որ 3 վիճակից 4 վիճակին իդեալական գազն անցնում է իզոթերմ, ապա նրա ներքին էներգիան մնում է անփոփոխ և համաձայն ջերմադինամիկայի առաջին օրենքի՝ $A'_{34} = Q_{34} = 2000$ Ջ :

Ամբողջ ցիկլի ընթացքում գազի կատարած աշխատանքը՝ $A' = A'_{23} + A'_{34} + A'_{41} \quad (1)$: Քանի որ՝ $A'_{23} = P_2(V_3 - V_2) = \vartheta R(T_3 - T_2)(2)$, իսկ՝

$A'_{41} = P_1(V_1 - V_4) = \vartheta R(T_1 - T_4) = \vartheta R(T_1 - T_3)(3)$, ապա (1), (2) և (3) հավասարումներից կստանանք՝ $A' = A'_{34} + \vartheta R(T_3 - T_2 + T_1 - T_3) = A'_{34} + \vartheta R(T_1 - T_2) = 340$ Ջ:

Խնդիր 4.Լուծում:

Լիցքավորված հաղորդիչ գնդի երկու կիսագնդերի փոխազդեցության կուլոնային ուժը հավասար է կիսագնդերի մեկի կողմից մյուսի մակերևույթի բոլոր տարրական մասերի վրա ազդող ուժերի գումարին: Այդ ուժը հաշվելու համար կիսագնդերից մեկի մակերևույթը բաժանենք այնպիսի S_i տարրական մասերի (տես նկարը), որոնցից յուրաքանչյուրի $q_i = \frac{Q}{4\pi R^2} S_i$ լիցքը համարենք կետային, և հաշվենք այդպիսի կետային լիցքերի վրա ազդող $\vec{F}_i$ ուժերի համազորը՝

$$\vec{F} = \sum \vec{F}_i :$$

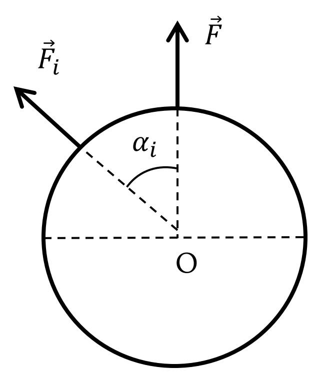
Քանի որ հաղորդիչ գնդի ներսում էլեկտրաստատիկ դաշտը բացակայում է, իսկ գնդի մակերևույթին անմիջապես մոտ արտաքին կետերում դաշտի լարվածության մեծությունը հավասար է՝

$$E = \frac{kQ}{R^2},$$

ուստի լիցքի տեղում գնդի մյուս կեսի բոլոր մասերի ստեղծված դաշտի լարվածության մեծությունը կլինի՝

$$E_i = \frac{E}{2} = \frac{kQ}{2R^2} :$$

Իրոք, վերադրման սկզբունքի համաձայն, էլեկտրաստատիկ դաշտը հաղորդիչ գնդի ներսում և դրսում ստացվում է գնդի մակերևույթի առանձնացված S_i մասի և մնացած մասերի ստեղծած դաշտերի գումարից: Քանի որ առանձնացված S_i մասը բավականաչափ փոքր է, իսկ նրա վրա գտնվող q_i լիցքը համարում ենք կետային, ուստի այդ լիցքի S_i-ին անմիջապես շատ մոտ դրսի և ներսի հարևան կետերում ստեղծած դաշտի լարվածությունները բացարձակ արժեքներով հավասար են միմյանց և ուղղված են S_i-ի շառավղի երկայնքով հակադիր ուղղություններով: Հերևաբար, եթե գնդի մակերևույթի մնացած մասերի ստեղծած դաշտի լարվածության



Նկար

մեծությունը S_i-ի դիրքում նշանակենք E_i-ով, ապա գնդի դրսի և ներսի համապատասխան հարևան կետերի դաշտի լարվածությունների համար կստանանք՝

$$E_i + E_i' = \mathrm{E} \text{ և } E_i - E_i' = 0 \ :$$

Այս հավասարումներից ստացվում է $E_i = E_i' = \frac{E}{2}$: Հետևաբար, գնդի մակերևույթի S_i տարրի վրա ազդող ուժը կլինի՝

$$F_i = q_i E_i = \frac{kQ^2}{8R^4} S_i:$$

Այդ ուժն ուղղված է S_i-ի շառավղով դեպի դուրս (նկ. 8): Համաչափության հետևանքով կիսագնդի վրա ազդող $\vec{F}$ ուժն ունի այդ կիսագնդի գագաթի շառավղի ուղղությունը: $\vec{F} = \sum \vec{F}_i$ հավասարության բոլոր անդամները պրոյեկտելով $\vec{F}$-ի ուղղության վրա, կստանանք՝

$$F = \sum F_i \cos\alpha_i$$

որտեղ α_i-ն $\vec{F}$ և $\vec{F}_i$ ուղղություններով կազմած անկյունն է: Քանի որ

$$\sum S_i \cos\alpha_i = \pi R^2$$

(կիսագնդային պրոյեկցիան է տրամագծային հարթության վրա), ուստի կստանանք՝

$$F = \frac{kQ}{8R^2}:$$

Նշենք, որ միևնույն կիսագնդի մակերևույթի տարբեր մասերի փոխազդեցության ուժերի գումարը, որպես ներքին ուժերի գումար, հավասար է զրոյի, և ստացված արդյունքում դրսևորում է միայն լիցքավորված հաղորդիչ գնդի երկու կիսագնդերի փոխազդեցության կուլոնյան ուժերի մեծությունը:

Պատ.՝ $F = \frac{kQ}{8R^2}$: