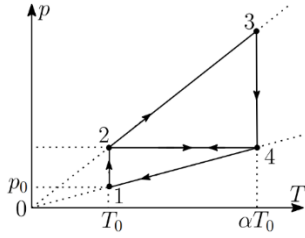


Məsələ 1 (10 bal)

İşçi maddəsi ikiatomlu ideal qaz olan istilik mühərrikində $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$, $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ və $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ proseslərinin PT diaqramı şəkildəki kimidir.

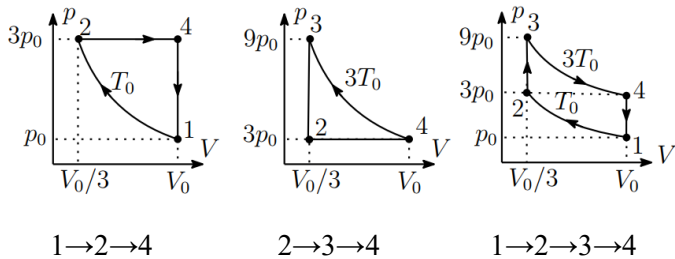


- a) Həcm və təzyiqin qiymətlərini qeyd etməklə proseslərin PV diaqramlarını çəkin (1 nöqtəsində qazın həcmi V_0 götürün) (3,0 bal)
- b) Hər üç prosesin faydalı iş əmsalını tapın. (7,0 bal)

Həlli:

a) Oxşarlıqdan 2 və 4 nöqtələrindəki təzyiqlər $3p_0$, 3 nöqtəsindəki təzyiq $9p_0$ tapılır. (0,2*3 bal)

İdeal qazın hal tənliyindən və 2, 3 və 4 nöqtələrindəki həcmələr uyğun olaraq $V_0/3$, $V_0/3$ və V_0 -a bərabərdir. (0,3*2 bal). Yuxarıdakıları nəzərə aldıqda proseslərin PV diaqramları aşağıdakı kimi olacaq.



Hər bir qrafik 0,6 bal

b) $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$ prosesinin faydalı iş əmsalını tapıq. Bu prosesdə qaza yalnız 2-4 hissəsində istilik verilir.

$$(1) \quad Q_{24} = \frac{7}{2} (p_4 V_4 - p_2 V_2) \quad (0,4 \text{ bal})$$

$$(2) \quad Q_{24} = 7 p_0 V_0 \quad (0,3 \text{ bal})$$

Qazın gördüyü ümumi iş:

$$(3) \quad A = A_{24} - A_{12} \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(4) \quad A_{24} = p_2 (V_4 - V_2) \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(5) \quad A_{12} = nRT_0 \ln \left(\frac{V_1}{V_2} \right) \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(6) \quad nRT_0 = p_0 V_0 \quad (0,3 \text{ bal})$$

olduğunu nəzərə alsaq:

$$(7) \quad A = p_0 V_0 (2 - \ln 3) \quad (0,3 \text{ bal})$$

Prosesin faydalı iş əmsalı:

$$(8) \quad \eta_1 = \frac{A}{Q_{ver}} \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(9) \quad \eta_1 = \frac{2 - \ln 3}{7} = 12,8 \% \quad (0,5 \text{ bal})$$

$2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ prosesinin faydalı iş əmsalını tapıq. Bu prosesdə qaza yalnız 2-3 və 3-4 hissələrində istilik verilir.

$$(10) \quad Q_{23} = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(11) \quad Q_{23} = 5 p_0 V_0 \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(12) \quad Q_{34} = 3nRT_0 \ln \left(\frac{V_4}{V_3} \right) \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(13) \quad Q_{ver} = p_0 V_0 (3 \ln 3 + 5) \quad (0,3 \text{ bal})$$

Qazın gördüyü ümumi iş:

$$(14) \quad A = A_{34} - A_{23} \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(15) \quad A_{34} = 3nRT_0 \ln \left(\frac{V_4}{V_3} \right) \quad (0,3 \text{ bal})$$

$$(16) \quad A = p_0 V_0 (3 \ln 3 - 2) \quad (0,3 \text{ bal})$$

Prosesin faydalı iş əmsalı:

$$(17) \quad \eta_1 = \frac{3 \ln 3 - 2}{3 \ln 3 + 5} = 15,6 \% \quad (0,5 \text{ bal})$$

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ prosesinin faydalı iş əmsalını tapıq. Bu prosesdə qaza yalnız 2-3 və 3-4 hissələrində istilik verilir.

$$(18) \quad Q_{ver} = p_0 V_0 (3 \ln 3 + 5) \quad (0,3 \text{ bal})$$

Qazın gördüyü ümumi iş:

$$(19) \quad A = A_{34} - A_{12} \quad (0,3 \text{ bal})$$

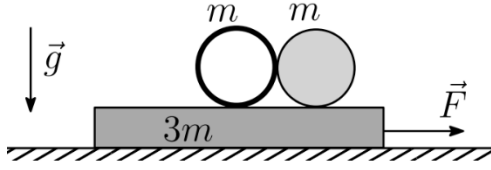
$$(20) \quad A = 2 p_0 V_0 \ln 3 \quad (0,3 \text{ bal})$$

Prosesin faydalı iş əmsalı:

$$(21) \quad \eta_1 = \frac{2 \ln 3}{3 \ln 3 + 5} = 26,4 \% \quad (0,5 \text{ bal})$$

Məsələ 2 (10 bal)

Kütlələri m olan birçins silindr və boru üfüqi müstəvidəki $3m$ kütləli lövhənin üzərində şəkildəki kimi yerləşdirilib.

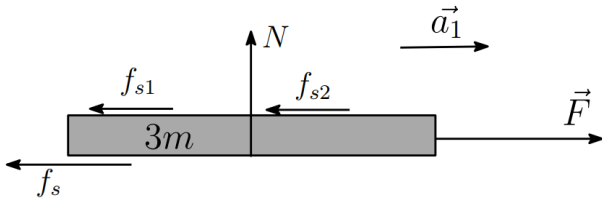


Bütün səthlər arasındakı (lövə ilə üfüqi müstəvi, lövhə ilə cisimlər, boru ilə silindr arasında) sürtünmə əmsalı $\mu = 0,2$ -yə bərabərdir. Lövhəyə üfüqi istiqamətdə F qüvvəsi təsir edir və bu zaman silindr və boru lövhə üzərində sürüşmədən diyirlənir.

Qeyd: Kütləsi m , radiusu r olan birçins silindrin və borunun kütlə mərkəzlərindən keçən oxlar ətrafında ətalət momentləri uyğun olaraq $I_s = mr^2/2$ və $I_b = mr^2$ -dir.

- Silindrin və lövhənin yerə nəzərən təcilərinin nisbətini tapın.
- Bütün cisimlərin yerə nəzərən təcilərini F , m və g səbəbdüşmə təcili ilə ifadə edin.

Həlli:



Üfüqi müstəvi ilə lövhə arasındakı reaksiya qüvvəsi:

$$(1) \quad N_1 = 5mg \quad (0,25 \text{ bal})$$

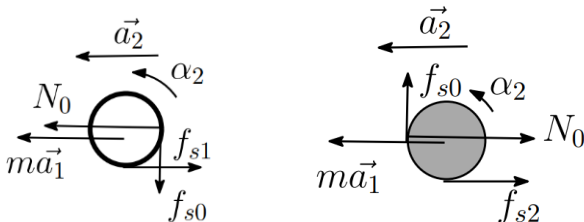
Üfüqi müstəvi ilə lövhə arasındakı sürtünmə qüvvəsi:

$$(2) \quad f_s = 5\mu mg \quad (0,25 \text{ bal})$$

Lövənin hərəkət tənliyi:

$$(3) \quad F - f_s - f_{s1} - f_{s2} = 3ma_1 \quad (1 \text{ bal})$$

Borunun və silindrin hərəkət tənlikləri:



$$(4) \quad N_o - f_{s1} + ma_1 = ma_2 \quad (1 \text{ bal})$$

$$(5) \quad ma_1 - N_o - f_{s2} = ma_2 \quad (1 \text{ bal})$$

Burada a_2 silindr və borunun lövhəyə nəzərən təciləridir.

Boru ilə silindr arasındakı sürtünmə qüvvəsi:

$$(6) \quad f_{s0} = \mu N_o \quad (0,25 \text{ bal})$$

Borunun və silindrin fırlanma hərəkətinin tənlikləri:

$$(7) \quad f_{s1}r - f_{s0}r = I_1\alpha_2 = mr^2\alpha_2 \quad (1 \text{ bal})$$

$$(8) \quad f_{s2}r - f_{s0}r = I_2\alpha_2 = \frac{mr^2}{2}\alpha_2 \quad (1 \text{ bal})$$

Borunun və silindrin bucaq təciləri və xətti təcili arasındakı əlaqə:

$$(9) \quad \alpha_2 = \frac{a_2}{r} \quad (0,5 \text{ bal})$$

(7), (8) və (9) tənliklərindən:

$$(10) \quad f_{s1} = \mu N_o + ma_2 \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$(11) \quad f_{s2} = \mu N_o + \frac{ma_2}{2} \quad (0,25 \text{ bal})$$

Silindrin və borunun yerə nəzərən təciləri:

$$(12) \quad a_{2yer} = a_1 - a_2 \quad (0,5 \text{ bal})$$

(4) və (10)-dan:

$$N_o - (\mu N_o + ma_2) + ma_1 = ma_2$$

$$(13) \quad N_o(1 - \mu) = m(2a_2 - a_1) \quad (0,25 \text{ bal})$$

(5) və (11)-dən:

$$ma_1 - N_o - \left(\mu N_o + \frac{ma_2}{2} \right) = ma_2$$

$$(14) \quad N_o(1 + \mu) = m \left(a_1 - \frac{3}{2}a_2 \right) \quad (0,25 \text{ bal})$$

(13) və (14) tənliklərini tərəf-tərəfə bölək:

$$(15) \quad \frac{2a_2 - a_1}{a_1 - \frac{3}{2}a_2} = \frac{1 - \mu}{1 + \mu} = \frac{2}{3} \Rightarrow a_1 = 1,8a_2 \quad (0,5 + 0,25 \text{ bal})$$

Silindrin yerə nəzərən təcili:

$$(15) \quad a_{2yer} = \frac{4a_1}{9} \quad (a_{2yer} = 0,8a_2) \quad (0,25 \text{ bal})$$

(13) və (15)-ci tənliklərdən:

$$(16) \quad N_o = \frac{ma_2}{4} = \frac{9ma_1}{20} \quad (0,25 \text{ bal})$$

(1), (2), (3), (15) və (16)-cı tənliklərdən:

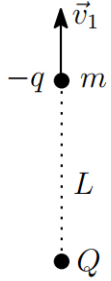
$$F - mg - \left(0,2 \frac{ma_2}{4} + ma_2 \right) - \left(0,2 \frac{ma_2}{4} + \frac{1}{2} ma_2 \right) = 5,4ma_2$$

$$a_1 = \frac{9}{35} \frac{F - mg}{m} \quad (0.5 \text{ bal})$$

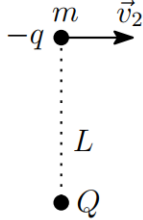
$$(18) \quad a_{2_{\text{yer}}} = \frac{4}{35} \frac{F - mg}{m} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Məsələ 3 (10 bal)

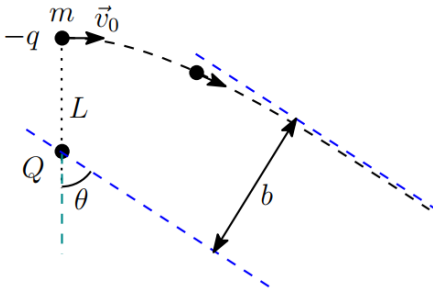
Kütləsi m , yükü $-q$ olan nöqtəvi yük, Q yüklü nöqtəvi yükə L məsafədə yerləşir. Q yükünün kütləsi m -dən çox böyük olduğu üçün məsələnin bütün hissələrində Q yükünün hərəkət etmədiyini qəbul edin. Kənar effektləri nəzərə almayın. Yekun cavabları q , m , Q , L və k -elektrostatik sabitlə ifadə edin.



Şəkil 3a



Şəkil 3b



Şəkil 3c

- $-q$ yükünə şəkil 3a-da göstərilmiş istiqamətdə ϑ_1 başlanğıc sürəti verilir. ϑ_1 nə qədər olmalıdır ki, $-q$ yükünün hərəkəti müddətində yüklər arasındakı maksimal məsafə $2L$ olsun? $\vartheta_1 = \vartheta_{1min}$ minimum nə qədər olmalıdır ki, qədər olmalıdır ki, yüklər arasındakı məsafə daima artsın? (1,2 bal)
- $-q$ yükünə şəkil 3b-də göstərilmiş istiqamətdə (L -ə perpendikulyar) hansı $\vartheta_2 = \vartheta_{2d}$ başlanğıc sürəti vermək lazımdır ki, yük dairəvi trayektoriyada hərəkət etsin. Bu hərəkətin periodunu tapın. (1,2 bal)
- Yükə şəkil 3b-də göstərilmiş istiqamətdə (L -ə perpendikulyar) $\vartheta_2 = \vartheta_{2d} / 2$ başlanğıc sürət verildikdə yük qapalı trayektoriya üzrə hərəkət edəcək. Yükün trayektoriyasını təqribi olaraq çəkin. Yüklər arasındakı minimal məsafəni və $-q$ yükünün Q yükü ətrafında dövrəmə periodunu tapın. (3,3 bal)
- Yükə şəkil 3c-də göstərilmiş istiqamətdə (L -ə perpendikulyar) $\vartheta_0 = 2\vartheta_{1min}$ başlanğıc sürət verilir. Bu zaman yük hiperbolik trayektoriya

üzrə hərəkət edəcək. Şəkil 3c-də göstərilmiş b məsafəsinə və θ bucağını tapın. (4,3 bal)

Həlli:

a) Enerjinin saxlanma qanunundan:

$$(1) \quad -\frac{kQq}{L} + \frac{1}{2}mv_1^2 = -\frac{kQq}{2L} \Rightarrow (0,3 \text{ bal})$$

$$(2) \quad v_1 = \sqrt{\frac{kQq}{Lm}} (0,3 \text{ bal})$$

Enerjinin saxlanma qanunundan:

$$(3) \quad -\frac{kQq}{L} + \frac{1}{2}mv_1^2 = 0 \Rightarrow (0,3 \text{ bal})$$

$$(4) \quad v_{1min} = \sqrt{\frac{2kQq}{Lm}} (0,3 \text{ bal})$$

b) Dairəvi trayektoriya üzrə hərəkətdə yükün hərəkət tənliyindən:

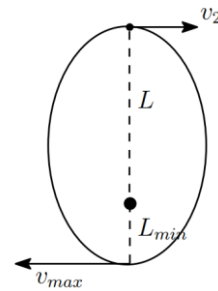
$$(5) \quad \frac{kQq}{L^2} = \frac{mv_2^2}{L} \Rightarrow (0,3 \text{ bal})$$

$$(6) \quad v_{2d} = \sqrt{\frac{kQq}{Lm}} (0,3 \text{ bal})$$

Yükün dövrəmə periodu:

$$(7) \quad T = \frac{2\pi L}{v_{2d}} = 2\pi L \sqrt{\frac{mL}{kQq}} (0,3*2 \text{ bal})$$

c) Yükün trayektoriyası təqribən aşağıdakı kimi olacaq. (0,3 bal)



İmpuls momenti və enerjinin saxlanma qanunlarından:

$$(8) \quad mv_2L = mv_{max}L_{min} (0,5 \text{ bal})$$

$$(9) \quad -\frac{kQq}{L} + \frac{1}{2}mv_2^2 = -\frac{kQq}{L_{min}} + \frac{1}{2}mv_{max}^2 (0,5 \text{ bal})$$

(8) və (9) tənliklərindən:

$$-\frac{kQq}{L} + \frac{1}{2}mv_2^2 = -\frac{kQq}{L_{\min}} + \frac{1}{2}m\left(\frac{v_2L}{L_{\min}}\right)^2$$

$$(10) \quad L_{\min} = \frac{L}{\frac{2kQq}{v_2^2 mL} - 1} \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$v_2 = v_{2d} / 2 = \sqrt{\frac{kQq}{4Lm}} \text{ olduğunu nəzərə alsaq:}$$

$$(11) \quad L_{\min} = \frac{L}{\frac{2kQq}{\left(\frac{kQq}{4Lm}\right)mL} - 1} = \frac{L}{7} \quad (0,25 \text{ bal})$$

Qravitasiya qüvvəsi ilə böyük yarımoxunun uzunluğu a olan elliptik trayektoriya üzrə hərəkət edən m kütləli planetin periodu $T = 2\pi \frac{a\sqrt{a}}{\sqrt{GM}}$ tənliyi ilə tapılır. Oxşar analogiya ilə yükün periodu da:

$$(12) \quad T = 2\pi \frac{a\sqrt{a}}{\sqrt{kQq/m}} \quad (0,75 \text{ bal})$$

Tapıla bilər. Burada:

$$(13) \quad T = \frac{L + L_{\min}}{2} = \frac{4L}{7} \quad (0,25 \text{ bal})$$

(12) və (13) tənliklərindən:

$$(14) \quad T = \frac{16\pi L}{7} \frac{\sqrt{Lm}}{\sqrt{7kQq}} \quad (0,25 \text{ bal})$$

d) Enerjinin saxlanması qanunundan yükün sonsuz uzaqlıqdakı sürətini tapaq:

$$(15) \quad -\frac{kQq}{L} + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_\infty^2 \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$(16) \quad v_\infty = \sqrt{v_0^2 - \frac{2kQq}{mL}} \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$v_0 = 2v_{1\min} = 2\sqrt{\frac{2kQq}{Lm}} \text{ olduğunu nəzərə alsaq:}$$

$$(17) \quad v_\infty = \sqrt{\frac{8kQq}{mL} - \frac{2kQq}{mL}} = \sqrt{\frac{6kQq}{mL}} \quad (0,25 \text{ bal})$$

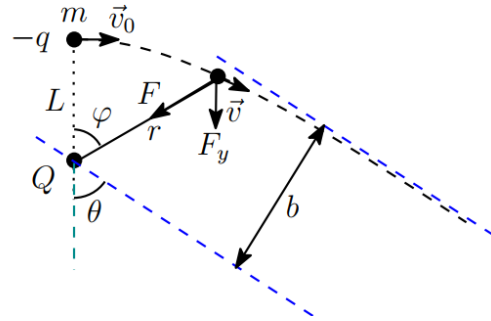
İmpuls momentinin saxlanması qanunundan:

$$(18) \quad mv_0L = mv_\infty b \quad (0,25 \text{ bal})$$

(17) və (18)-ci tənliklərdən:

$$(19) \quad b = \frac{2L}{\sqrt{3}} \quad (0,25 \text{ bal})$$

Yük hər hansı bir r məsafədə olduqda ona təsir edən qüvvəsinin y oxu üzrə proyeksiyası:



$$(20) \quad F_y = \frac{kQq}{r^2} \cos \varphi \quad (0,25 \text{ bal})$$

Qüvvə impulsu tənliyindən:

$$(21) \quad \int_0^\infty F_y dt = m\Delta v_y \quad (0,25 \text{ bal})$$

Burada

$$(22) \quad \Delta v_y = mv_\infty \cos \theta \quad (0,25 \text{ bal})$$

İmpuls momentinin saxlanması qanunundan:

$$(23) \quad mv_0L = mv_\perp r \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$(24) \quad v_\perp = r \frac{d\varphi}{dt} \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$(25) \quad mv_0L = mr^2 \frac{d\varphi}{dt} \quad \text{və ya}$$

$$(26) \quad dt = \frac{1}{v_0L} r^2 d\varphi \quad (0,25 \text{ bal})$$

(20), (21), (22) və (26) tənliklərindən:

$$\int_0^{180-\theta} \frac{kQq}{r^2} \cos \varphi \frac{1}{v_0L} r^2 d\varphi = mv_\infty \cos \theta \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$\frac{kQq}{v_0v_\infty mL} \int_0^{180-\theta} \cos \varphi d\varphi = \cos \theta$$

$$\frac{kQq}{v_0v_\infty mL} (\sin(180-\theta) - \sin 0) = \cos \theta$$

$$\frac{kQq}{\nu_0\nu_\infty mL}\sin\theta=\cos\theta$$

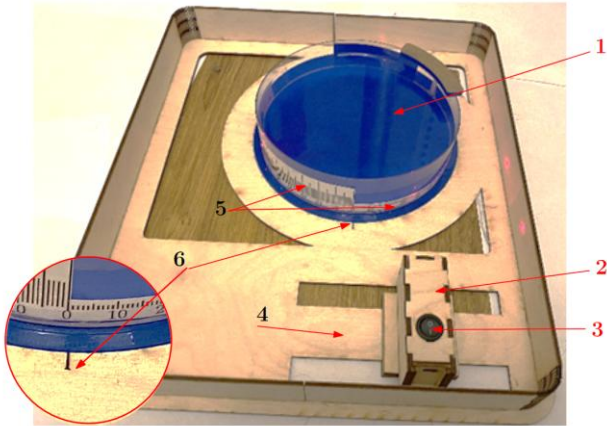
$$\theta=\arctan\frac{\nu_0\nu_\infty mL}{kQq}\qquad(0,5\text{ bal})$$

$$\theta=\arctan\frac{2\sqrt{\frac{2kQq}{Lm}}\sqrt{\frac{6kQq}{Lm}}mL}{kQq}=\arctan\left(4\sqrt{3}\right)\qquad(0,3\text{ bal})$$

$$\theta=82^\circ\qquad(0,25\text{ bal})$$

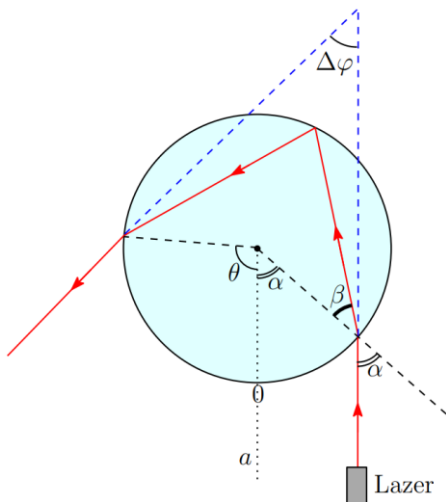
Təcrübi məsələ

Bu təcrübədə məqsəd naməlum mayenin sındırma əmsalını təyin etməkdir. Təcrübə qurğusu Şəkil 1-də göstərilmişdir. Bu təcrübə üçün xəta hesabı aparmaq tələb olunmur.



Şəkil 1. Təcrübə qurğusu

1. Naməlum maye doldurulmuş silindrik qab.
2. Lazer
3. Lazerin açıb bağlama düyməsi
4. Lazeri hərəkət etdirmək üçün rels.
5. α və θ bucaqlarını ölçmək üçün şkalə
6. Platformanın 0 cızığı



Şəkil 2. Təcrübənin sxemi

Diqqət!

- *Lazeri relsdən çıxarmayın və lazer şüasına birbaşa baxmayın.*
- *İstifadə etmədikdə batareyanın bitməməsi üçün lazeri söndürün.*
- *Mayeə əlinizlə toxunmayın və qurğunu hərəkət etdirmək lazım gəldikdə mayenin yerə tökülməməsi üçün mümkün qədər ehtiyatlı davranın*
- *Bütün ölçmələr üçün bucaq şkalasının 0 nöqtəsinin platformanın 0 cızığı ilə üst-üstə düşdüyünə əmin olun (Şəkil 1-6).*

Lazer şüası sındırma əmsalı naməlum olan maye ilə doldurulmuş silindrik qaba şəkil 2-də göstərilədiyi kimi α xəttinə paralel istiqamətdə düşür və β bucağı ilə sınır. α -düşmə bucağını şkaladan oxuya bilərsiniz. Şüa qabın daxili səthindən əks olunduqdan sonra qabı şəkil 2-də göstərilədiyi kimi α xəttinə nəzərən θ bucağı ilə tərk edir (bu təcrübədə şüa θ bucaq şkalasının üzərinə düşür və həmin bucağı şkaladan oxuya bilərsiniz). Şüa daxili səthdən yenidən əks oluna bilər. Siz ölçmələrinizi yalnız Şəkil 2-də göstərilmiş şüa üçün aparmalısınız.

Təcrübənin aparılma qaydası

1-ci üsul:

Diqqət: Bütün ölçmələr üçün bucaq şkalasının 0 nöqtəsinin platformanın 0 cızığı ilə üst-üstə düşdüyünə əmin olun (Şəkil 1-6).

1. Cədvəl 1-də verilmiş α -düşmə bucaqları üçün şüanın qabı tərk etdiyi θ bucaqlarını (şəkil 2-yə baxın) ölçüb cədvələ əlavə edin. Lazəri rels üzərində hərəkət etdirməklə α -düşmə bucağını dəyişdirə bilərsiniz.
2. Nəzəri olaraq göstərin ki, β -sınma bucağı:

$$\beta = \frac{\alpha + \theta}{4} \quad (1)$$

tənliyinə əsasən tapıla bilər. (1) tənliyinə əsasən hər bir α düşmə bucağı üçün β -sınma bucağını hesablayıb cədvəldəki uyğun sütuna əlavə edin.

3. α və β bucaqlarının sinuslarını hesablayın
cədvəldəki uyğun sütunlara əlavə edin.

Sınma qanunundan məlum olduğu kimi α -düşmə və β -sınma bucaqları arasında

$$\sin\alpha = n \cdot \sin\beta \quad (2)$$

əlaqəsi mövcuddur. Burada n mayenin sındırma əmsalıdır (havanın sındırma əmsalı 1 olaraq götürülmüşdür).

4. $\sin\alpha$ -nın (y oxunda) $\sin\beta$ -dan (x oxunda) asılılıq qrafikini qurun və qurduğunuz qrafikdən və (2) tənliyindən istifadə edərək mayenin n sındırma əmsalını hesablayın. Hesablamalarınızı yazıb göstərin.

2-ci üsul:

Diqqət: Bütün ölçmələr üçün bucaq şkalasının 0 nöqtəsinin platformanın 0 cızığı ilə üst-üstə düşdüyünə əmin olun (Şəkil 1-6).

1. Nəzəri olaraq göstərin ki, düşən və qabı tərk edən şüalar arasındakı $\Delta\varphi$ bucağı:

$$\Delta\varphi = \theta - \alpha \quad (3)$$

düsturu ilə hesablanı bilər (Şəkil 2).

2. (3) tənliyinə əsasən $\Delta\varphi$ bucaqlarını hesablayıb cədvəldəki uyğun sütuna əlavə edin.
3. $\Delta\varphi$ -nin α -dan asılılıq qrafikini qurun. Qrafikdən $\Delta\varphi$ bucağının maksimal qiymətinə uyğun α -nın qiymətini tapıb cavab vərəqinə qeyd edin. Qrafiki çərkəkən ehtiyac olarsa α bucağının əlavə qiymətləri üçün ölçmələr aparın və həmin ölçmə nəticələrini də cədvələ əlavə edin.
4. Nəzəri olaraq göstərin ki, $\Delta\varphi$ bucağının maksimal qiyməti α bucağının:

$$\alpha = \arccos \sqrt{\frac{n^2-1}{3}} \quad (4)$$

qiymətində müşahidə olunur. Burada n mayenin sındırma əmsalıdır. Havanın sındırma əmsalını 1 olaraq götürün.

5. (4) tənliyi və $\Delta\varphi$ bucağının maksimal qiymətinə uyğun α -bucağına əsasən mayenin n -sındırma əmsalını hesablayın.

Qiymətləndirmə meyarları

Cədvəlin doldurulması: **7.5 bal**

θ bucaqları: $0.3 \cdot 15 = 4.5$ bal

β bucaqları: $0.05 \cdot 15 = 0.75$ bal

$\sin\alpha$ qiymətləri: $0.05 \cdot 15 = 0.75$ bal

$\sin\beta$ qiymətləri: $0.05 \cdot 15 = 0.75$ bal

$\Delta\varphi$ qiymətləri: $0.05 \cdot 15 = 0.75$ bal

Qrafiklər: **4.5 bal**

$\sin\alpha$ -nın $\sin\beta$ -dan asılılıq qrafiki: 2.3 bal

$\sin\alpha$ -nın $\sin\beta$ -dan asılılıq qrafiki: 2.2 bal

Nəzəri isbatlar: **3 bal**

Üsul 1-2-ci hissə: 0.75 bal

Üsul 2-2-ci hissə: 0.75 bal

Üsul 2-4-cü hissə: 1.5 bal