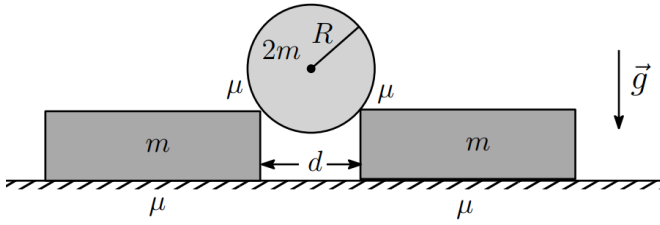


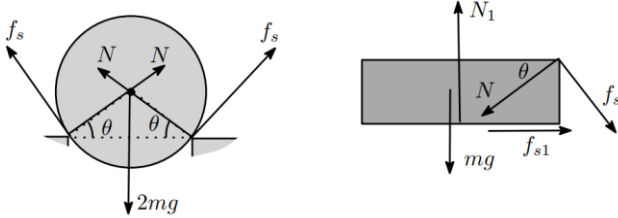
Məsələ 1 (10 bal)

Kütləsi $2m$, radiusu R olan bircins silindir kütlələri m olan iki lövhə üzərində şəkildəki kimi yerləşdirilib (lövhələrin hündürlüyü R -dən böyükdür).



Həm lövhələrlə üfüqi müstəvi arasında, həm də silindrlə lövhələr arasında sürtünmə əmsalı μ -yə bərabərdir. Cisimlərin şəkildəki kimi tarazlıqda qala bildiyi lövhələrarası d məsafəsinin maksimal qiymətini R və μ ilə ifadə edin.

Həlli:



Cisimlərin tarazlıq şərtlərini yazaq:

- (1) $2N \sin \theta - 2 f_s \cos \theta = 2mg$ (2 bal)
- (2) $f_s = \mu N$ (0,5 bal)
- (3) $N \cos \theta - f_s \sin \theta = f_{s1}$ (2 bal)
- (4) $N_1 = \frac{(2m + m + m)g}{2} = 2mg$ (1,5 bal)
- (5) $f_{s1} = 2\mu mg$ (0,5 bal)

(1) və (2) tənliklərindən:

$$(6) \quad N = \frac{mg}{\sin \theta + \mu \cos \theta} \quad (1 \text{ bal})$$

(3),(4) və (5) tənliklərindən:

$$(7) \quad N = \frac{2\mu mg}{\cos \theta - \mu \sin \theta} \quad (1 \text{ bal})$$

(6) və (7) tənliklərini bərabərləşdirək:

$$(8) \quad 3\mu \sin \theta = \cos \theta (1 - 2\mu^2) \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$(9) \quad \operatorname{tg} \theta = \frac{1 - 2\mu^2}{3\mu} \quad (0,25 \text{ bal})$$

$$(10) \quad \cos \theta = \frac{3\mu}{\sqrt{(1 - 2\mu^2)^2 + 9\mu^2}} \quad (0,5 \text{ bal})$$

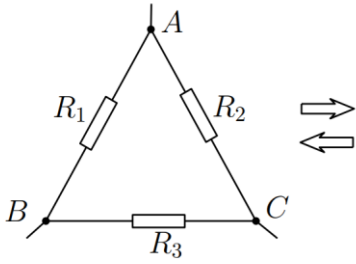
d məsafəsi:

$$(11) \quad d = 2R \cos \theta \quad (0,5 \text{ bal})$$

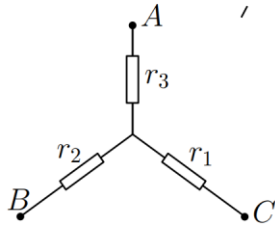
$$(12) \quad d_{\max} = \frac{6R\mu}{\sqrt{(1 - 2\mu^2)^2 + 9\mu^2}} \quad (0,25 \text{ bal})$$

Məsələ 2 (10 bal)

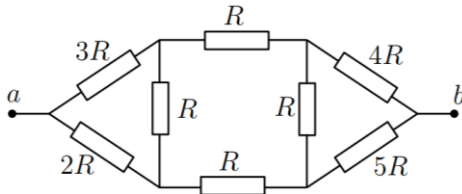
Δ -Y və Y- Δ çevrilmə qaydalarına görə şəkil 2a-da göstərilmiş dövrə hissəsi şəkil 2b-dəki dövrə hissəsi ilə əvəz edilə bilər (və ya əksinə).



Şəkil 2a



Şəkil 2b



Şəkil 2c

a) Göstərin ki, Δ -Y çevrilməsində şəkil 2a-dakı dövrə hissəsi müqavimətləri $r_1 = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$,

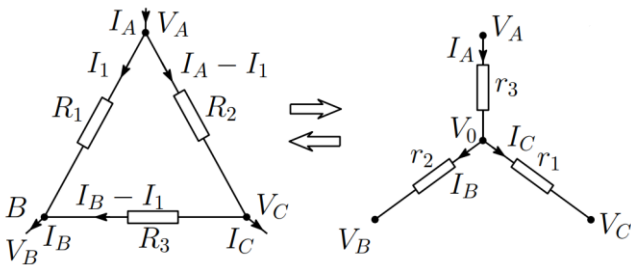
$r_2 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ və $r_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ olan şəkil

2b-dəki dövrə hissəsi ilə əvəz edilə bilər.

(4,5 bal)

b) Çevrilmə tənliklərindən istifadə edərək şəkil 2c-də göstərilmiş elektrik dövrəsini sadələşdirin və ab nöqtələri arasındakı yekun müqaviməti R ilə ifadə edin. (5,5 bal)

Həlli:



A, B və C nöqtələrindəki gərginliklər, eləcə də cərəyan şiddətləri bərabər olmalıdır.

$$(1) \quad I_A = I_B + I_C$$

(0,5 bal)

$$(2) \quad V_A - V_B = R_1 I_1 = I_A r_3 + I_B r_2 \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$(3) \quad V_A - V_C = R_2 (I_A - I_1) = I_A r_3 + I_C r_1 \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$(4) \quad V_C - V_B = R_3 (I_B - I_1) = I_B r_2 - I_C r_1 \quad (0,5 \text{ bal})$$

(1), (2) və (3) tənliklərindən:

$$(5) \quad \frac{V_A - V_B}{R_1} + \frac{V_A - V_C}{R_2} = I_A \quad (0,5 \text{ bal})$$

Eyni zamanda

$$(6) \quad \frac{V_A - V_B}{r_2 r_3 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right)} + \frac{V_A - V_C}{r_1 r_3 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right)} = I_A \quad (0,5 \text{ bal})$$

Gərginliyin istənilən qiymətlərində hər iki dövrədə cərəyan şiddətləri eyni olmalıdır.

$$R_1 = r_2 r_3 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right), \quad R_2 = r_1 r_3 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \quad \text{və}$$

simmetrik olaraq:

$$R_3 = r_1 r_2 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \text{ alınır.} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Bu tənliklərdən:

$$r_2 = \frac{r_1}{R_2} R_1, \quad r_3 = \frac{r_1}{R_3} R_1 \text{ alınır.} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Bunları $R_1 = r_2 r_3 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right)$ tənliyində əvəz edək

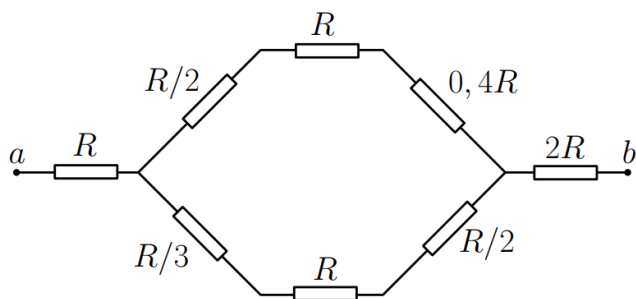
$$R_1 = \left(\frac{r_1}{R_2} R_1 \right) \left(\frac{r_1}{R_3} R_1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{\frac{r_1}{R_2} R_1} + \frac{1}{\frac{r_1}{R_3} R_1} \right) =$$

$$= \frac{r_1 R_1^2}{R_2 R_3} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3}{R_1} \right) = r_1 R_1 \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 R_3}$$

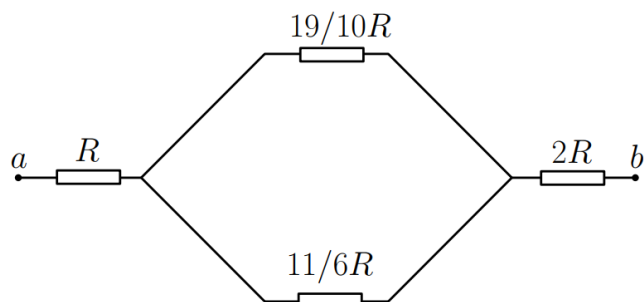
$$r_1 = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (0,5 \text{ bal})$$

b)

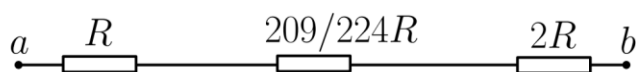
Dövrəni aşağıdakı kimi sadələşdirmək olar.



Dövrəni çəkmək 0,5 bal, 6 ədəd r müqavimətlərini tapmaq
(0,5*6=3 bal)



(0,5*2 bal)

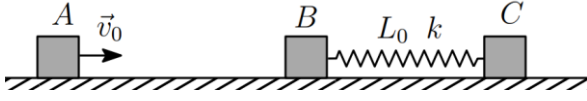


(0,5 bal)

Yekun müqavimət $881/224R=3,93R$ (0,5 bal)

Məsələ3 (10 bal)

Kütlələri $m_B = 2m$ və $m_C = 3m$ olan B və C cisimləri uzanmamış haldakı uzunluğu L_0 , kütləsi nəzərə alınmayacaq qədər kiçik, sərtliyi k olan yayın uclarına bərkidilib.



Başlanğıc anda B və C cisimləri sükunətdədir və yay uzanmamış haldadır. Kütləsi $m_A = m$ olan A cismi v_0 sürəti ilə hərəkət edərək B cismi ilə mütləq elastiki toqquşur. Bu məsələdə sürtünmə nəzərə alınmır.

- Toqquşmadan sonra yayın maksimal və minimal uzunluğunu verilən fiziki kəmiyyətlər və g sərbəstdüşmə təcili ilə ifadə edin. **(8,0 bal)**
- Şəkildə göstərilmiş andan etibarən bütün cisimlərin getdikləri yolun zamandan asılılıq qrafiklərini təqribi olaraq çəkin. **(2 bal)**

Həlli: İmpulsun və enerjinin saxlanma qanunundan A və B cisimlərinin toqquşmadan sonrakı sürətlərini tapaq:

$$(1) \quad m v_0 = m v_A + 2 m v_B \quad (0,75 \text{ bal})$$

$$(2) \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \frac{2 m v_B^2}{2} \quad (0,75 \text{ bal})$$

Bu tənliklərdən:

$$(3) \quad v_A = -\frac{v_0}{3} \text{ və } v_B = \frac{2v_0}{3} \quad (0,5+1 \text{ bal})$$

Yayın maksimal və minimal uzanması cisimlərin bir-birinə nəzərən nisbi sürəti 0 olduqda, yəni sürətləri bərabər olduqda baş verəcək.

(1,0 bal)

İmpulsun saxlanma qanunundan:

$$(4) \quad 2 m v_B = 2 m v + 3 m v \quad (0,5 \text{ bal})$$

$$(5) \quad v = \frac{2 v_B}{5} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Enerjinin saxlanma qanunundan:

$$(6) \quad \frac{2 m v_B^2}{2} = \frac{k x^2}{2} + \frac{2 m v^2}{2} + \frac{3 m v^2}{2} \quad (1 \text{ bal})$$

Yuxarıdakı tənliklərdən:

$$(7) \quad x = v_B \sqrt{\frac{6m}{5k}} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Yayın maksimal və minimal uzunluqları:

$$(8) \quad L_{\max} = L_0 + x \text{ və } L_{\min} = L_0 - x \quad (0,5 \text{ bal})$$

Yuxarıdakı ifadələrdən:

$$(9) \quad L_{\max} = L_0 + v_B \sqrt{\frac{6m}{5k}} \text{ və}$$

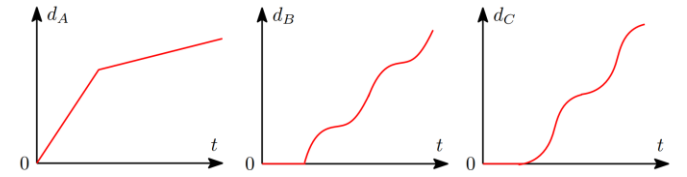
$$L_{\min} = L_0 - v_B \sqrt{\frac{6m}{5k}} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Yekun cavab

$$(10) \quad L_{\max} = L_0 + \frac{2v_0}{3} \sqrt{\frac{6m}{5k}} \text{ və}$$

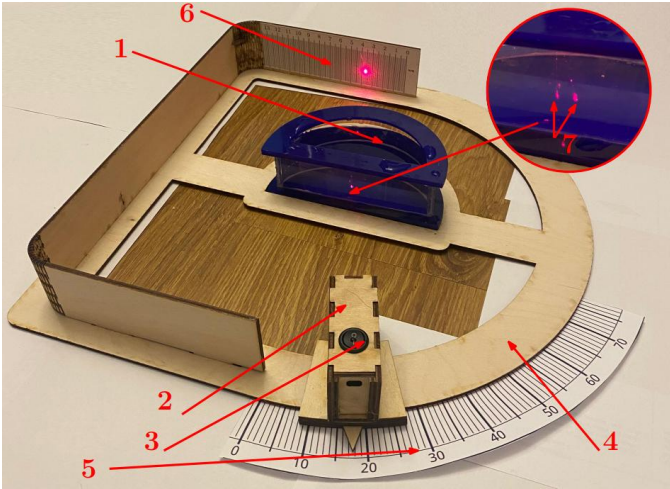
$$L_{\min} = L_0 - \frac{2v_0}{3} \sqrt{\frac{6m}{5k}} \quad (0,5 \text{ bal})$$

Cisimlərin getdikləri yolun zamandan asılılıq qrafikləri aşağıdakı kimi olacaq.



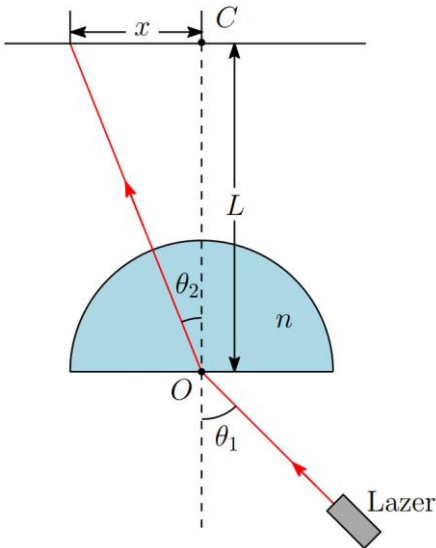
(0,6+0,7+0,7 bal)

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



Şəkil 1. Təcrübə qurğusu

1. Naməlum maye doldurulmuş yarımşilindrik qab.
2. Lazer
3. Lazerin açıb bağlama düyməsi
4. Lazeri hərəkət etdirmək üçün dairəvi rels.
5. θ_1 -düşmə bucağını ölçmək üçün bucaqölçən
6. x məsafəsini ölçmək üçün şkala (şəkil 2-yə baxın)
7. Səthə düşən və qabın dairəvi səthindən əks olunan şüaların izi



Şəkil 2. Təcrübənin sxemi

Diqqət!

- *Lazeri relsdən çıxarmayın, lazer şüasına birbaşa baxmayın.*
- *İstifadə etmədikdə batareyanın bitməməsi üçün lazeri söndürün.*
- *Mayeyə alinizlə toxunmayın və qurğunu hərəkət etdirmək lazım gəldikdə mayenin yerə tökülməməsi üçün mümkün qədər ehtiyatlı davranın*

Lazer şüası sındırma əmsalı naməlum olan maye ilə doldurulmuş yarımşilindrik qabın mərkəzinə (O nöqtəsi) şəkil 1-dəki kimi düşür və sınan şüa O nöqtəsindən $L = 15,5$ sm məsafədə yerləşdirilmiş ekranda C nöqtəsindən x məsafəsinə düşür (Şəkil 2).

Təcrübənin aparılma qaydası

1. Cədvəl 1-də verilmiş θ_1 -düşmə bucaqları üçün x məsafələrini (sm vahidi ilə) ölçüb cədvələ əlavə edin. Lazeri dairəvi rels üzərində saat əqrəbi istiqamətində və əksi istiqamətdə hərəkət etdirməklə θ_1 -düşmə bucağını dəyişdirə bilərsiniz. Çalışın ki, lazer şüası mümkün qədər yarım silindrin mərkəzinə düşsün. **Bunu şəkil 2-7-də göstərilmiş səthə düşən və qabın dairəvi səthindən əks olunan şüaların üst-üstə düşməsi ilə təmin edə bilərsiniz.**
2. Ölçülmüş x məsafələrinə əsasən θ_2 -sınma bucaqlarını (şəkil 2) hesablayıb cədvələ əlavə edin.

Sınma qanunundan məlum olduğu kimi θ_1 -düşmə və θ_2 -sınma bucaqları arasında $\sin\theta_1 = n\sin\theta_2$ əlaqəsi mövcuddur (havanın sındırma əmsalı 1 olaraq götürülmüşdür). Burada n mayenin sındırma əmsalıdır.

3. θ_1 və θ_2 bucaqlarının sinuslarını hesablayıb cədvələ əlavə edin.
4. $\sin\theta_1$ -in (y oxunda) $\sin\theta_2$ -dən (x oxunda) asılılıq qrafikini qurun və mayenin sındırma əmsalını hesablayın.

Qiymətləndirmə meyarları

Cədvəlin doldurulması: **11 bal**

x məsafələri: $0.5 \cdot 10 = 5$ bal

θ_2 bucaqları: $0,3 \cdot 10 = 3$ bal

$\sin\theta_1$ qiymətləri: $0.15 \cdot 10 = 1.5$ bal

$\sin\theta_2$ qiymətləri: $0.15 \cdot 10 = 1.5$ bal

Qrafik: 4 bal