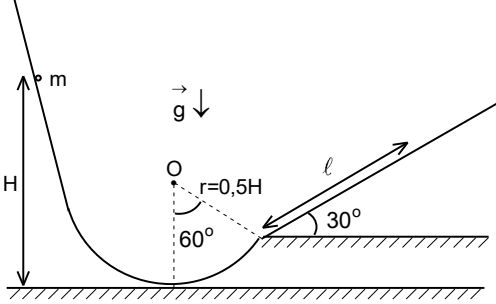


VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI –1999 Lise II

1. Bir cisim sabit $v_1=3v$ hızı ile x eksenine θ açısı yapacak şekilde ℓ kadar yol alır. Daha sonra aynı cisim sabit $v_2=6v$ hızı ile eksenle $\beta=3\theta$ açısı yapacak şekilde yine ℓ kadar yol almaktadır.

Bu harekette cismin ortalama hızı nedir?

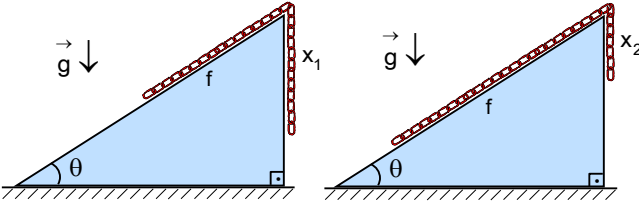
- A) $4v\cos\theta$ B) $2v\cos\theta$ C) $4v$ D) $4v\sin\theta$ E) $2v\sin\theta$



2. Bir cisim H yüksekliğinden bırakılmakta ve üç kısımdan oluşan sürtünmesiz yol üzerinde hareket etmektedir. Yolun ilk kısmında cisim hız kazanmaktadır. İkinci kısım yarıçapı $r=0,5H$ olan 60° lik çember yayıdır. Bu ikinci kısma eğim açısı 30° olan eğik düzlem eklenmiştir. Cisim ikinci kısmın sonunda eğik atış yaparak eğik düzlem üzerinde ℓ kadar uzağa düşmektedir. Cisim benzer bir düzenekte $2H$ yüksekliğinden bırakılır ve $r=H$ yarıçaplı 60° lik çember yayı üzerinde hareket ederek eğik atış yapıyor.

Buna göre cisim eğik düzlem üzerinde kaç ℓ kadar uzağa düşer?

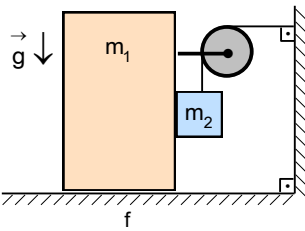
- A) 2 B) 3 C) 4 D) $2\sqrt{3}$ E) $3\sqrt{3}$



3. Eğim açısı $\theta=37^\circ$ olan sürtümlü üçgen şeklindeki takozun üzerinde homojen olan bir şerit bulunmaktadır. Takozdan şeridin x_1 ya da x_2 kadarı sarkarsa şerit kendiliğinden harekete geçmektedir.

$\frac{x_1}{x_2} = 3$ ise şerit ile takoz arasındaki sürtünme katsayısı f nedir?

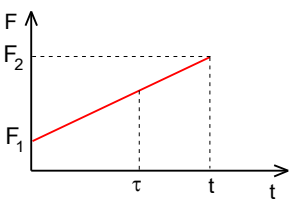
- A) 0,2 B) 0,3 C) 0,4 D) 0,5 E) 0,6



4. Yatay ve sürtümlü düzlem üzerinde kütlesi $m_1=4m$ olan küp şeklindeki bir takoz, kütlesi $m_2=m$ olan ve makaradan geçen ip ile şekildeki gibi duvara bağlanmış cisim sayesinde hareket etmektedir. Takoz ile cisim arasındaki yüzeyde sürtünme yoktur, takoz ile yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı belli ve f dir.

Takozun ivmesi $a = \frac{g}{10}$ ise f nedir?

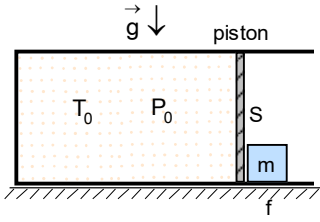
- A) $\frac{1}{28}$ B) $\frac{5}{23}$ C) $\frac{3}{32}$ D) $\frac{7}{38}$ E) $\frac{4}{49}$



5. Kütlesi m olan bir cisim yatay ve sürtünmesiz masa üzerinde bulunmakta olup durgun halden harekete geçmektedir. Uygulanan kuvvet zamana göre doğrusal bir şekilde değişmekte olup $F_1=7F_0$ değerinden $F_2=23F_0$ değerine kadar t zamanda artmaktadır. Bu cisim son momentumunun yarısını ilk τ sürede kazanmaktadır.

Buna göre τ zamanı kaç t dir?

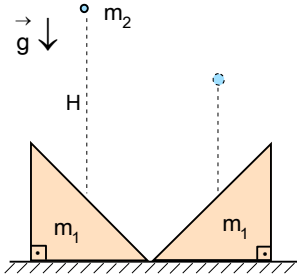
- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{5}{8}$ C) $\frac{7}{9}$ D) $\frac{6}{7}$ E) $\frac{9}{14}$



6. Yatay durumda bulunan bir silindirin içinde alanı $S=20 \text{ cm}^2$ olan piston sürtünmesiz olarak hareket etmektedir. Silindirin içindeki ve dışındaki basınç başlangıçta atmosfer basıncı kadar $P_0=10^5 \text{ Pa}$, sıcaklık ise $t_0=27 \text{ °C}$ dir. Pistonla kütlesi $m=100 \text{ kg}$ olan bir cisim şekilindeki gibi temas etmektedir. Silindir ile cisim arasındaki sürtünme katsayısı $f=0,2$ dir.

Silindir içindeki havanın sıcaklığı kaç dereceye çıkarılmalıdır ki cisim harekete geçsin?

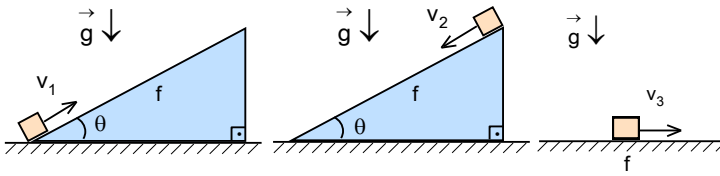
- A) 427 °C B) 827 °C C) 927 °C D) 327 °C E) 527 °C



7. Kütlesi $m_1=4m$ olan ikizkenar dik üçgen şeklindeki iki takoz yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde uç uca bulunmaktadır. Takozlardan birisinin üzerine $H=5h$ yükseklikten serbest bırakılan ve kütlesi $m_2=m$ olan bir cisim iki takoz ile birer kere esnek çarpışmalar yapmaktadır

Buna göre cismin çıktığı yükseklik kaç h tır?

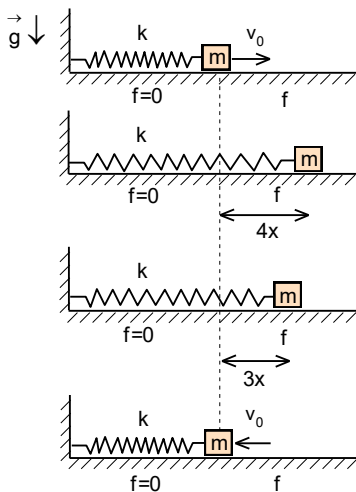
- A) 1,5 B) 2 C) 2,5 D) 3 E) 3,5



8. Bir cisim eğim açısı θ olan eğik ve sürtümlü düzlem üzerinde bulunmaktadır. Cismin üzerinde bulunan motor hep aynı P gücünü sarf ederek bu cismi eğik düzleme göre bir kere sabit v_1 hızı ile yukarıya doğru, bir kere de sabit v_2 hızı ile aşağıya doğru hareket ettirmektedir.

Cisim sürtünme katsayısı aynı olan yatay düzlem üzerinde aynı P gücü harcanırsa ne kadar bir hızla hareket eder? (Her durumda motorun uyguladığı kuvvet hız yönündedir.)

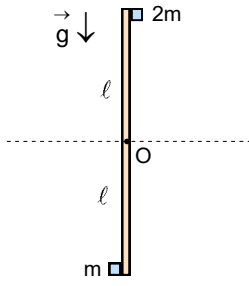
- A) $\frac{v_1 v_2 \sin \theta}{v_1 + v_2}$ B) $\frac{v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2}$ C) $\frac{v_1 v_2 \tan \theta}{v_1 + v_2}$ D) $\frac{2v_1 v_2 \sin \theta}{v_1 + v_2}$ E) $\frac{2v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2}$



9. Şekildeki yatay masa yarısı sürtünmesiz diğer yarısı sürtünme katsayısı f olan iki kısımdan oluşmuştur. İki kısmın sınırında kütlesi m olan, gerilmemiş yaya bağlı bir cisim bulunuyor. Cisime sürtümlü kısma doğru yatay v_0 hızı verildiğinde cisim sürtümlü kısmın içinde en fazla $x_1=4x$ kadar gidebiliyor. Sonra yay sayesinde cisim sola hareket edip sürtünmesiz kısma geri dönüyor, ikinci defa sürtümlü kısma girdiğinde en fazla $x_2=3x$ kadar gidebiliyor.

İki kısmın sınırında bulunan bu cisme sola doğru aynı yatay ilk v_0 hızı verilirse cisim sınırdan en fazla kaç x uzaklaşır?

- A) 5 B) $2\sqrt{5}$ C) $3\sqrt{3}$ D) 6 E) 7



10. Uzunluğu $2l$ olan ağırlıksız çubuğun uçlarında kütleleri m ve $2m$ olan ve manyetik maddeden yapılmış iki küçük cisim manyetik kilit sistemi sayesinde tutturulmuştur. Çubuk, merkezinden geçen yatay eksen etrafında düşey düzlemde dönebilmektedir. Başlangıçta çubuk dikey konumdadır. Serbest bırakılan çubuk tam yatay konumdan geçerken manyetik kilit açılıyor.

m kütleli yörüngesinin en yüksek noktasına ulaştığında iki cisim arasındaki düşey uzaklık kaç l dir?

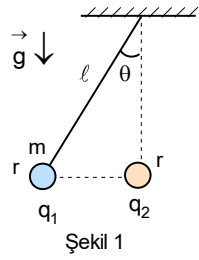
A) $\frac{4}{3}$

B) $\frac{5}{4}$

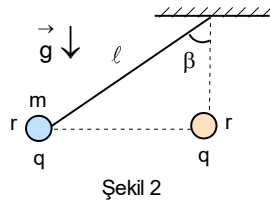
C) $\frac{6}{5}$

D) $\frac{7}{6}$

E) $\frac{8}{7}$



Şekil 1



Şekil 2

11. Uzunluğu l olan yalıtkan bir ipin ucuna kütleli m , yükü q_1 ve yarıçapı r olan küresel bir cisim asılıdır. İpin asma noktasının altına, yükü q_2 ve yarıçapı r olan ikinci bir cisim yerleştiriliyor. Denge durumunda ip düşeyle θ açısı yapmakta ve iki cisim aynı hizada bulunmaktadır. İki cisim temas ettiriliyor ve sonra birinci cisim serbest bırakılıyor. Bu durumda dengede ip düşeyle $\beta=90^\circ-\theta$ açısı yapmakta ve iki cisim aynı hizada bulunmaktadır.

$\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ise $\frac{q_1}{q_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

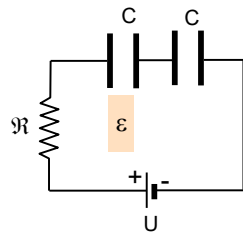
A) $\frac{1}{2}$

B) $\frac{1}{3}$

C) 4

D) 8

E) 12



12. Kapasitesi C olan iki kondansatör ve direnci R olan bir rezistans e.m.k. sı U olan bir üretece bağlıdır. Kondansatörlerden birinin plakalarının arasına bağıl dielektrik geçirgenlik katsayısı ϵ olan ve geometrik boyutları kondansatörün geometrik boyutlarına eşit olan bir dielektrik levha yerleştiriliyor.

Bu işlem sonucu üreteçten geçen yük miktarı nedir?

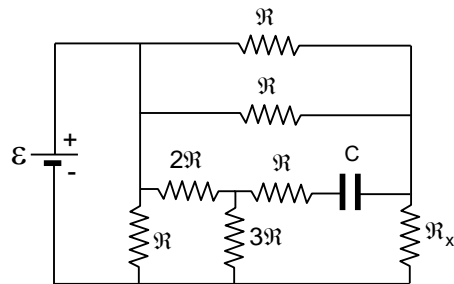
A) $\frac{(\epsilon+1)CU}{\epsilon-1}$

B) $\frac{2(\epsilon-1)CU}{\epsilon+1}$

C) $\frac{(\epsilon-1)CU}{2(\epsilon+1)}$

D) $\frac{(\epsilon+1)CU}{2\epsilon-1}$

E) $\frac{(\epsilon-1)CU}{4(\epsilon+1)}$



13. Şekilde verilen devrede kondansatörün yükü sıfırdır.

Buna göre R_x kaç R dir?

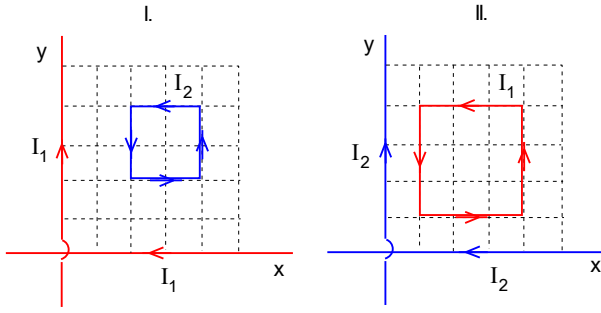
A) $\frac{2}{3}$

B) $\frac{3}{4}$

C) 1

D) $\frac{4}{3}$

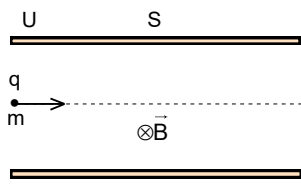
E) $\frac{3}{2}$



14. Yatay, yalıtkan ve sürtünmesiz düzlem üzerinde, I_1 ve I_2 akımları taşıyan iki sonsuz iletken tel birbirine dik olarak bulunmaktadır. Tellerden şekilde gösterilen uzaklıkta ve konumda I_1 ve I_2 akımları taşıyan, aynı telden yapılmış kare şeklindeki akım halkaları elle tutulmaktadır. Halkalar serbest bırakıldıklarında ilk anda kazandıkları ivmeler a_1 ve a_2 dir.

Buna göre $\frac{a_1}{a_2}$ oranı nedir?

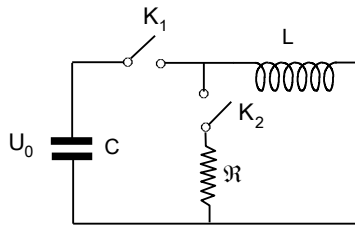
- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$



15. Paralel levhalı bir kondansatörün levhalarının arasına, levhalara paralel olacak şekilde $U=5$ kV potansiyelinde hızlandırılmış kütlesi $m=1,6 \cdot 10^{-27}$ kg ve yükü $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C olan protonlar püskürtülüyor. Yüzey alanı $S=1,8$ m² olan levhaların arasına, yüzeylerine paralel ve protonların giriş yönüne dik, sabit ve homojen $B=0,6$ T manyetik indüksiyon alanı uygulanmaktadır.

Buna göre kondansatörün plakaları üzerinde biriken yük miktarı kaç μ C dur?

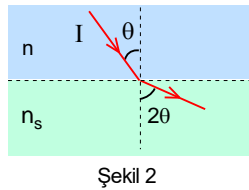
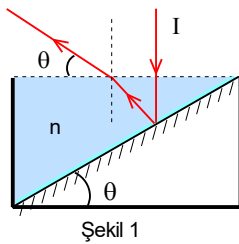
- A) 10 B) 18 C) 20 D) 24 E) 30



16. Bir R-L-C devresinde, U_0 potansiyel farkında yüklenen ve sığası C olan bir kondansatör K_1 anahtarının kapatılması ile deşarj olmaya başlıyor. Devrede geçen akım maksimum olduğunda K_1 anahtarı açılıyor, K_2 anahtarı ise kapatılıyor.

Buna göre rezistans üzerinde oluşan en büyük potansiyel fark nedir?

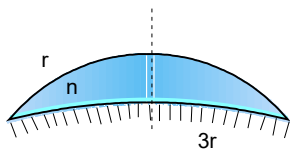
- A) $2U_0 \mathfrak{R} \sqrt{\frac{C}{L}}$ B) $U_0 \mathfrak{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ C) $U_0 \mathfrak{R} \sqrt{\frac{C}{L}}$ D) $\frac{U_0 \mathfrak{R}}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$ E) $U_0 \mathfrak{R}$



17. Kırıcılık indisi n olan sıvı ile dolu bir kabın içine yatayla θ açı yapacak şekilde bir düzlem ayna yerleştirilmiştir. Sıvı yüzeyine dik olarak gelen bir I ışını, sıvı yüzeyinden yüzeye θ açısı yapacak şekilde çıkmaktadır. Aynı ışın kırıcılık indisi n olan sıvıdan kırıcılık indisi n_s olan bir sıvının düzlemsel sınırına θ açısı ile gelip 2θ ile kırılmaktadır.

Buna göre ikinci sıvının kırıcılık n_s indisi nedir?

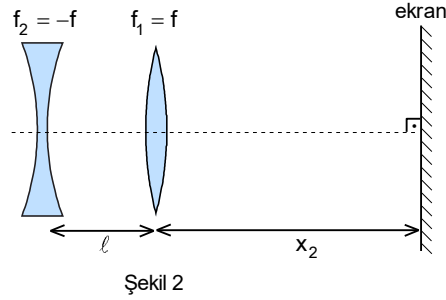
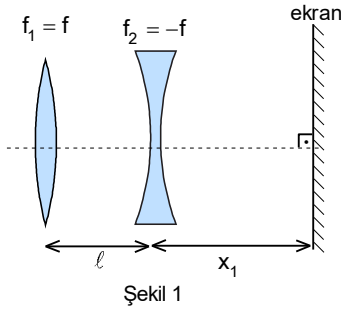
- A) $\frac{n-1}{n+1}$ B) $\frac{n}{\sqrt{4n^2+1}}$ C) $\frac{n}{\sqrt{n^2-1}}$ D) $\frac{n^2}{\sqrt{4n^2-1}}$ E) $\frac{2n^2}{\sqrt{4n^2-1}}$



18. Bir tarafı tümsek ve eğrilik yarıçapı r, diğer tarafı çukur ve eğrilik yarıçapı $3r$ olan ince bir merceğin çukur tarafı ince gümüş tabaka ile kaplanıyor. Bu şekilde oluşan optik sistemin optik kuvveti sıfırdır.

Buna göre, camın kırıcılık indisi n kaçtır? (1,5)

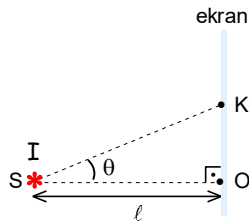
- A) 1,1 B) 1,2 C) 1,3 D) 1,4 E) 1,5



19. Odak uzaklıkları $f_1 = f$ ve $f_2 = -f$ olan birisi yakınsak diğeri ıraksak iki mercek arasında $l < f$ mesafesi olmak üzere bir optik sistem oluşturmaktadır. Bu sistem ile güneşin görüntüsü iki farklı durumda bir ekran üzerinde gözlenmektedir. İlk durumda sistemde yakınsak mercek birinci, ıraksak mercek ise ikinci mercektir. İkinci durumda ıraksak mercek birinci, yakınsak mercek ikinci mercektir. İki durumda da mercekler arasındaki uzaklık sabittir. İkinci mercek ile ekran arasındaki uzaklıklar ise x_1 ve x_2 olup aralarındaki fark $x = x_2 - x_1 = 60$ cm olarak ölçülüyor.

Buna göre merceklerin odak uzaklıkları kaç cm dir?

- A) 120 B) 60 C) 30 D) 15 E) 7,5



20. Işık şiddeti I olan noktasal ışık kaynak ile ekran arasındaki uzaklık $SO = l$ dir. SO doğrusu ile θ açısı yapan bir doğrunun ekranı kestiği noktadaki aydınlanma E_1 dir. Ekran O noktasından geçen sayfaya dik eksen etrafında aynı θ açısı kadar döndürülüyor. Bu durumda SO doğrusu ile θ açısı yapan doğrunun ekranı kestiği noktadaki aydınlanma E_2 dir.

Buna göre $\frac{E_1}{E_2}$ oranı ne kadar olabilir?

- A) $\frac{\cos^3\theta}{2\cos^2\theta - 1}$ B) $\frac{\cos^2\theta}{(2\cos^2\theta - 1)^5}$ C) $\frac{\cos^4\theta}{(2\cos^2\theta - 1)^2}$ D) $\frac{\cos^5\theta}{(2\cos^2\theta - 1)^3}$ E) $\cos^4\theta$

VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI –1999 Lise II

1. A)

2. A)

3. D)

4. E)

5. B)

6. D)

7. D)

8. E)

9. B)

10. A)

11. B)

12. C)

13. C)

14. B)

15. A)

16. C)

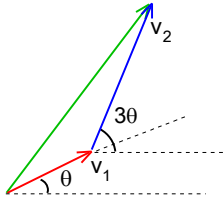
17. D)

18. E)

19. C)

20. D)

VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI –1999 Lise II



1. Cismin ortalama vektörel hızı;

$$\vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\vec{\ell}_1 + \vec{\ell}_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \cdot \frac{\ell}{v_1} + v_2 \cdot \frac{\ell}{v_2}}{\frac{\ell}{v_1} + \frac{\ell}{v_2}} = \frac{v_1 + v_2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}$$

olarak yazılabilir. Bu hızın x ve y bileşenleri;

$$v_{\text{ortx}} = \frac{\frac{v_1 \cos \theta}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} + \frac{v_2 \cos \beta}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} (\cos \theta + \cos \beta)$$

$$v_{\text{orty}} = \frac{\frac{v_1 \sin \theta}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} + \frac{v_2 \sin \beta}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} (\sin \theta + \sin \beta)$$

olur. Ortalama hızın mutlak değeri;

$$v_{\text{ort}} = \sqrt{v_{\text{ortx}}^2 + v_{\text{orty}}^2} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} f(\theta, \beta)$$

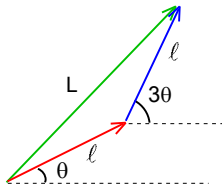
olarak yazılabilir. $f(\theta, \beta)$ θ ve β açılarının fonksiyonudur.

$$f(\theta, \beta) = \sqrt{\cos^2 \theta + 2 \cos \theta \cos \beta + \cos^2 \beta + \sin^2 \theta + 2 \sin \theta \sin \beta + \sin^2 \beta} = \\ = \sqrt{2 + 2(\cos \theta \cos \beta + \sin \theta \sin \beta)} = \sqrt{2[1 + \cos(\beta - \theta)]} = \sqrt{2(1 + \cos 2\theta)} = \sqrt{2 \cdot 2 \cos^2 \theta} = 2 \cos \theta$$

Buradan ortalama hız;

$$v_{\text{ort}} = \frac{2v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 3v \cdot 6v \cos \theta}{3v + 6v} = 4v \cos \theta$$

olarak bulunur.



Soruyu başka yoldan da çözebiliriz. Cismin hareket süresi;

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\ell}{v_1} + \frac{\ell}{v_2} = \frac{\ell}{3v} + \frac{\ell}{6v} = \frac{\ell}{2v}$$

cismi yer değiştirmesi;

$$L = \sqrt{(\ell \cos \theta + \ell \cos 3\theta)^2 + (\ell \sin \theta + \ell \sin 3\theta)^2} = \\ = \ell \sqrt{\cos^2 \theta + 2 \cos \theta \cos 3\theta + \cos^2 3\theta + \sin^2 \theta + 2 \sin \theta \sin 3\theta + \sin^2 3\theta} = \\ = \ell \sqrt{2 + 2 \cos(3\theta - \theta)} = \ell \sqrt{2(1 + \cos 2\theta)} = \ell \sqrt{4 \cos^2 \theta} = 2\ell \cos \theta$$

cismin ortalama hızı;

$$v_{\text{ort}} = \frac{L}{t} = \frac{2\ell \cos \theta}{\frac{\ell}{2v}} = 4v \cos \theta$$

olarak bulunur.

2. Cisim eğik düzlemin alt ucuna geldiğinde hızı;

$$v_0^2 = 2gH - 2gr(1 - \cos 60^\circ) = 2gH - 2g \cdot 0,5H(1 - 0,5) = 1,5gH$$

olarak yazılabilir. Cismin ilk hızının bileşenleri;

$$v_{0x} = v_0 \cos 60^\circ; v_{0y} = v_0 \sin 60^\circ$$

cismin son konumunun koordinatları;

$$x = \ell \cos 30^\circ = v_{0x} t; t = \frac{\ell \sqrt{3}}{v_0}; y = \ell \sin 30^\circ = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}; v_0^2 = 1,5g\ell$$

şeklinde yazılabilir. Buradan $H = \ell$ olarak bulunur. Cisim $2H$ yüksekliğinden bırakılırsa;

$$u_0^2 = 2g \cdot 2H - 2gH(1 - \cos 60^\circ) = 4gH - 2gH(1 - 0,5) = 3gH = 3g\ell$$

olarak yazılabilir. Cismin ilk hızının bileşenleri $u_{0x} = u_0 \cos 60^\circ$; $u_{0y} = u_0 \sin 60^\circ$ cismin son konumunun koordinatları;

$$x' = \ell' \cos 30^\circ = u_{0x} t; y' = \ell' \sin 30^\circ = u_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

olarak yazılabilir. Aralarındaki orandan;

$$\tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{u_0 \sin 60^\circ t - \frac{gt^2}{2}}{u_0 \cos 60^\circ t} = \frac{\sqrt{3}u_0 - gt}{u_0}; t = \frac{2\sqrt{3}u_0}{3g}$$

olarak bulunur. Buradan

$$x' = \sqrt{3} \ell'; y' = \ell'; \ell' = \sqrt{x'^2 + y'^2} = \sqrt{3\ell'^2 + \ell'^2} = 2\ell'$$

olarak bulunur.

3. İlk durumda şerit takoza göre yukarıya doğru harekete geçer. Bu durumda

$$m_x g = F_{s(\ell-x)} + G_{\ell-x}$$

$$\frac{mgx_1}{\ell} = \frac{fmg(\ell - x_1) \cos \theta}{\ell} + \frac{mg(\ell - x_1) \sin \theta}{\ell}; x_1 = \frac{\ell(\sin \theta + f \cos \theta)}{1 + \sin \theta + f \cos \theta} = \frac{\ell(0,6 + 0,8f)}{1 + 0,6 + 0,8f} = \frac{\ell(3 + 4f)}{8 + 4f}$$

olarak bulunur. İkinci durumda şerit takoza göre aşağıya doğru harekete geçer. Bu durumda

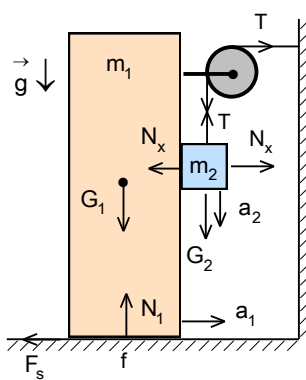
$$G_{\ell-x} = m_x g + F_{s(\ell-x)}$$

$$\frac{mg(\ell - x_2) \sin \theta}{\ell} = \frac{mgx_2}{\ell} + \frac{fmg(\ell - x_2) \cos \theta}{\ell}; x_2 = \frac{\ell(\sin \theta - f \cos \theta)}{1 + \sin \theta - f \cos \theta} = \frac{\ell(0,6 - 0,8f)}{1 + 0,6 - 0,8f} = \frac{\ell(3 - 4f)}{8 - 4f}$$

olarak bulunur. Aralarındaki orandan

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{(\sin \theta + f \cos \theta)(1 + \sin \theta - f \cos \theta)}{(1 + \sin \theta + f \cos \theta)(\sin \theta - f \cos \theta)}; 3 = \frac{(3 + 4f)(8 - 4f)}{(8 + 4f)(3 - 4f)}; 2f^2 + 5f - 3 = 0; f = 0,5$$

olarak bulunur.



4. Takoz yatay yönde a_1 ivme ile hareket etmektedir.

$$T - F_s - N_x = m_1 a_1; F_s = fN_1; N_1 = m_1 g + T$$

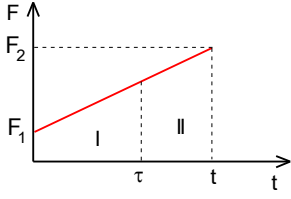
yazabiliriz. Burada N_x takoz ile cisim arasındaki tepki kuvveti, N_1 takoz ile yatay düzlem arasındaki tepki kuvvetidir. Cisim yatay yönde a_1 , düşey yönde ise a_2 ivmesi ile hareket etmektedir. Bu durum için

$$N_x = m_2 a_1; m_2 g - T = m_2 a_2$$

yazabiliriz. Burada $a_1 = a_2 = a$ olmalıdır. Buradan;

$$f = \frac{m_2(g - 2a) - m_1 a}{m_1 g + m_2(g - a)}; f = \frac{4}{49}$$

olarak bulunur.



5. F nin t ye bağılı değişim grafiğinde alan kazanılan momentum değişimini vermektedir. τ zamanı alanı iki eşit parçaya ayırmaktadır.

$$\frac{(F + F_1)\tau}{2} = \frac{(F_2 + F)(t - \tau)}{2}$$

Doğrunun eğim açısı;

$$\frac{F_2 - F_1}{t} = \frac{F - F_1}{\tau}; F = \frac{(F_2 - F_1)\tau}{t} + F_1 = \frac{16F_0\tau}{t} + 7F_0$$

olarak bulunur. Bu ifadeyi alan ifadesinde yerine koyarak;

$$\left(\frac{16F_0\tau}{t} + 7F_0\right)\tau = \left(\frac{16F_0\tau}{t} + 30F_0\right)(t - \tau)$$

$$16\tau^2 + 14\tau t - 15t^2 = 0; \tau = \frac{5t}{8}$$

olarak bulunur.

6. Cismin harekete geçmesi için;

$$PS = P_0 S + F_s; F_s = fmg$$

olmalıdır. Buradan kaptaki basınç;

$$P = P_0 + \frac{fmg}{S}$$

değerine ulaştığında piston harekete geçer. Bu ana kadar proses izokorik prosestir ve $V = \text{sabit}$. Bu durumda;

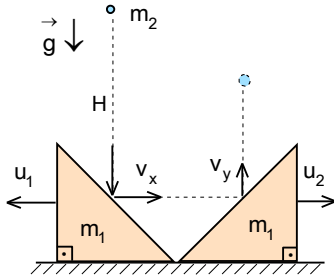
$$\frac{P}{T} = \frac{P_0}{T_0}$$

olur. Buradan;

$$T = \frac{PT_0}{P_0} = \left(1 + \frac{fmg}{P_0 S}\right) T_0 = \left(1 + \frac{0,2 \cdot 100 \cdot 10}{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}\right) \cdot 300 = 600 \text{ K}$$

$$t^\circ = T - 273^\circ = 327^\circ \text{ C}$$

olarak bulunur.



7. Cisim H yüksekliğinden düştüğünde kazandığı hız;

$$v = \sqrt{2gH}$$

olur. Çarpışma sonucu prizma u_1 hızı ile harekete geçmekte, cisim ise yatay v_x hızı ile hareket etmektedir. Çarpışmada momentum ve enerji korunumu yasalarından;

$$m_1 u_1 = m_2 v_x$$

$$\frac{m_2 v^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 v_{2x}^2}{2} = \frac{m_1 v^2}{m_1 + m_2}$$

olarak bulunur. Cisim ikinci prizma ile çarpıştıktan sonra prizma u_2 hızı ile harekete

geçmekte, cisim ise dikey olarak v_y hızı ile hareket etmektedir. Çarpışmada momentum ve enerji korunumu yasalarından;

$$m_2 v_x = m_1 u_2$$

$$\frac{m_2 v_x^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} + \frac{m_2 v_y^2}{2}; v_y^2 = \frac{(m_1 - m_2)v^2}{m_1 + m_2}; 2gH = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 2gH}{m_1 + m_2}$$

$$H' = \frac{(m_1 - m_2)H}{m_1 + m_2} = \frac{(4m - m)H}{4m + m} = \frac{3.5h}{5} = 3h$$

olarak bulunur.

8. Cisim yukarıya doğru hareket ederse;

$$F_1 = mg \sin \theta + fmg \cos \theta$$

aşağıya doğru hareket ederse;

$$F_2 + mg \sin \theta = fmg \cos \theta$$

yazabiliriz. İki durumda güç eşittir.

$$P = F_1 v_1 = F_2 v_2$$

$$mg(\sin \theta + f \cos \theta) v_1 = mg(f \cos \theta - \sin \theta) v_2$$

Buradan sürtünme katsayısı;

$$f = \frac{(v_1 + v_2) \tan \theta}{v_2 - v_1}$$

olarak bulunur. Cisim yatay düzlem üzerinde hareket ederse;

$$P = F_3 v_3 = F_1 v_1$$

$$fmg v_3 = mg(\sin \theta + f \cos \theta) v_1$$

olur. Buradan;

$$v_3 = \frac{2v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2}$$

olarak bulunur.

9. Cisim sürtünmeli kısımda hareket edip tekrar sınıra gelene kadar sürtünme kuvvetinden dolayı enerjisinin bir kısmını kaybedecektir. Bu olay sürtünmeli kısma her girdiğinde gerçekleşir.

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + fmgx_1; \frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} + fmgx_1 + fmgx_2$$

$$\frac{k(x_1 - x_2)}{2} = \frac{kx}{2} = fmg$$

Bu denklemlerden;

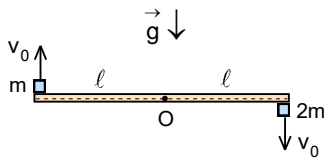
$$\frac{mv_0^2}{2} = fmgx_1 + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{4kx^2}{2} + \frac{16kx^2}{2} = \frac{20kx^2}{2}$$

olarak yazılabilir. Cisime sol tarafa doğru v_0 ilk hız verilirse, verilen enerji tamamen yayın sıkışması için harcanacaktır.

Buradan;

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kz^2}{2}; z = 2x\sqrt{5}$$

olarak bulunur.



10. Sistem için enerji korunumu yasasını yazabiliriz.

$$2mg\ell - mg\ell = \frac{J_1 \omega^2}{2} + \frac{J_2 \omega^2}{2}; J_1 = 2m\ell^2; J_2 = m\ell^2$$

Buradan çubuğun yatay konuma geçtiğinde sahip olduğu açısal hız ve cisimlerin dikey yöndeki ilk hızları

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{3\ell}}; v_0 = \omega\ell = \sqrt{\frac{2g\ell}{3}}$$

olarak bulunur. Kütleli küçük olan cisim

$$t = \frac{v_0}{g} = \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

zaman sonra yörüngesinin en üst noktasına ulaşmaktadır. Her cismin bu süre içinde aldığı yol

$$h_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\ell}{3}, h_2 = v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \ell$$

iki cisim arasındaki uzaklık

$$x = h_1 + h_2 = \frac{4\ell}{3}$$

olarak bulunur.

11. İlk durumda küre dengede iken;

$$\tan\theta = \frac{F}{mg} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 x^2 mg} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 mg \ell^2 \sin^2\theta}$$

$$\frac{\sin^3\theta}{\cos\theta} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2 mg}$$

yazabiliriz. İki kürenin temasından sonra kürelerin yeni yükleri;

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

olur. İkinci durumda denge konumu için;

$$\frac{\sin^3\beta}{\cos\beta} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2 mg} = \frac{\cos^3\theta}{\sin\theta}$$

yazabiliriz. İki ifadenin oranını alırsak;

$$\tan^4\theta = \frac{q_1 q_2}{q^2} = \frac{4q_1 q_2}{(q_1 + q_2)^2} = \frac{3}{4}$$

bulabiliriz. Buradan;

$$3q_1^2 - 10q_1 q_2 + 3q_2^2 = 0$$

$$q_1 = 3q_2; q_1 = \frac{q_2}{3}$$

olarak bulunur.

12. Birinci durumda özdeş sığa

$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}; C_1 = \frac{C}{2}$$

olur. İkinci durumda eşdeğer sığa

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{\epsilon C} = \frac{\epsilon + 1}{\epsilon C}; C_2 = \frac{\epsilon C}{\epsilon + 1}$$

olur. Geçen yük

$$\Delta q = (C_2 - C_1)U = \frac{(\epsilon - 1)QU}{2(\epsilon + 1)}$$

olarak bulunur.

13. Akan akım iki kola ayrılmaktadır. Üstten ve alttan akan akımları;

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{\mathcal{R}}{2} + \mathcal{R}_x}; I_2 = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{R}(2\mathcal{R} + 3\mathcal{R})} = \frac{6\mathcal{E}}{5\mathcal{R}}$$

yazabiliriz. I₂ akımı ikiye ayrılmaktadır.

$$I_2 = I_{21} + I_{22}; \mathcal{R}I_{21} = 5\mathcal{R}I_{22}; I_{21} = 5I_{22}; I_{22} = \frac{I_2}{6} = \frac{\mathcal{E}}{5\mathcal{R}}$$

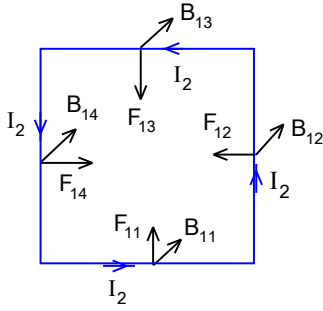
Kondansatörün üzerindeki potansiyel farkı;

$$U = \mathcal{R}_x I_1 - I_{22} \cdot 3\mathcal{R} = 0$$

olmalıdır. Buradan

$$\frac{3\mathcal{R}\mathcal{E}}{5\mathcal{R}} = \frac{\mathcal{R}_x \mathcal{E}}{\frac{\mathcal{R}}{2} + \mathcal{R}_x}; \mathcal{R}_x = \frac{3\mathcal{R}}{4}$$

olarak bulunur.



14. Şekilde küçük karelerin kenarlarının uzunluğu ℓ ve kütlesi m olsun. Birinci durumda tellerin karenin bulunduğu bölgede oluşturdukları manyetik indüksiyon alanlar sayfanın içine doğru olup;

$$B_{11} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 2\ell}; B_{12} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 4\ell}; B_{13} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 4\ell}; B_{14} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 2\ell}$$

değerindedir. Karenin kenarlarına etki eden kuvvetler;

$$F_{11} = I_2 B_{11} \cdot 2\ell = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}; F_{12} = I_2 B_{12} \cdot 2\ell = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$$

$$F_{13} = I_2 B_{13} \cdot 2\ell = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}; F_{14} = I_2 B_{14} \cdot 2\ell = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$$

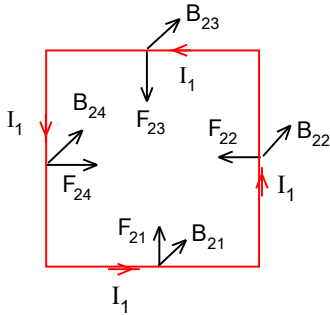
x ve y yönündeki kuvvetler ve birinci durumda etki eden net kuvvet;

$$F_{1x} = F_{14} - F_{12} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}; F_{1y} = F_{11} - F_{13} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}; F_1 = \sqrt{F_{1x}^2 + F_{1y}^2} = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$$

olarak yazılabilir. Birinci çerçevenin kütlesi $m_1 = 8m$, çerçevenin kazandığı ivme;

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I_1 I_2}{32\pi m}$$

olarak bulunur.



İkinci durumda da tellerin karenin kenarları üzerinde oluşturduğu manyetik indüksiyon alanlar sayfanın içine doğru olup;

$$B_{21} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \ell}; B_{22} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot 4\ell}; B_{23} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot 4\ell}; B_{24} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \ell}$$

değerindedir. Karenin kenarlarına etki eden kuvvetler

$$F_{21} = I_1 B_{21} \cdot 3\ell = \frac{3\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}; F_{22} = I_1 B_{22} \cdot 3\ell = \frac{3\mu_0 I_1 I_2}{8\pi}$$

$$F_{23} = I_1 B_{23} \cdot 3\ell = \frac{3\mu_0 I_1 I_2}{8\pi}; F_{24} = I_1 B_{24} \cdot 3\ell = \frac{3\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$$

x ve yönündeki kuvvetler ve ikinci durumda etki eden net kuvvet;

$$F_{2x} = F_{24} - F_{22} = \frac{9\mu_0 I_1 I_2}{8\pi}; F_{2y} = F_{21} - F_{23} = \frac{9\mu_0 I_1 I_2}{8\pi}; F_2 = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 9\mu_0 I_1 I_2}{8\pi}$$

olarak yazılabilir. Birinci çerçevenin kütlesi $m_2 = 12m$, çerçevenin kazandığı ivme

$$a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{3\sqrt{2} \mu_0 I_1 I_2}{32\pi m}$$

aradığımız oran

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$$

olarak bulunur.

15. Yüklü taneciklerin U potansiyeli altında kazandıkları hız;

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

olur. Yüklere etki eden manyetik kuvvet levhalar üzerinde biriken yükten dolayı oluşan elektrik alanla dengeleninceye kadar elektronlar saparlar. Denge durumunda elektrik alan;

$$qvB = qE; E = \frac{U_s}{h}; U_s = vBh$$

şeklinde yazılabilir. Burada plakalar üzerinde biriken yük;

$$Q = CU_s = \frac{\epsilon_0 S}{h} \sqrt{\frac{2qU}{m}} Bh = \epsilon_0 SB \sqrt{\frac{2qU}{m}} = 10 \mu C$$

olarak bulunur.

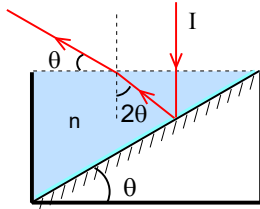
16. K_1 anahtarının kapatılması ile oluşan kapalı devrede kondansatörün tamamen deşarj olması tüm ile elektrik alan enerjisi, indüktansın manyetik alan enerjisine dönüşmektedir. Bu durumda indüktanstan geçen maksimum akım;

$$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI^2}{2}; I = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

olur. K_1 anahtarının açılması ve K_2 anahtarının kapatılması ile direncin üzerindeki maksimum potansiyel fark;

$$U = IR = U_0 R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

olarak bulunur.



17. I ışını dik olarak geldiği için sıvı yüzeyinde kırılmaz. Bu ışın aynadan yansıdıktan sonra sıvı yüzeyine 2θ açısı ile tekrar gelmektedir. Kırılma yasasını;

$$\frac{\sin 2\theta}{\sin(90^\circ - \theta)} = \frac{1}{n}$$

şeklinde yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{2\sin\theta \cos\theta}{\cos\theta} = \frac{1}{n}; \sin\theta = \frac{1}{2n}$$

olarak yazılabilir. İkinci durumda kırılma yasasından ikinci sıvının kırıcılık indisi;

$$\frac{\sin\theta}{\sin 2\theta} = \frac{n_s}{n} \Rightarrow \frac{\sin\theta}{2\sin\theta \cos\theta} = \frac{n_s}{n}$$

$$\frac{1}{2\cos\theta} = \frac{1}{2\sqrt{1-\sin^2\theta}} = \frac{1}{2\sqrt{1-\frac{1}{4n^2}}} = \frac{n}{\sqrt{4n^2-1}} = \frac{n_s}{n} \Rightarrow n_s = \frac{n^2}{\sqrt{4n^2-1}}$$

olarak bulunur.

18. Oluşan merceğin odak uzaklığı;

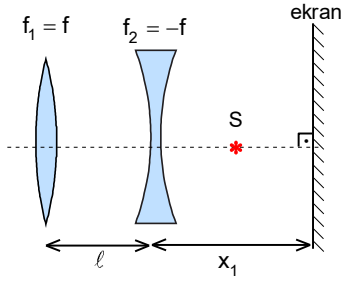
$$\frac{1}{f_m} = (n-1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{3r} \right) = \frac{2(n-1)}{3r}$$

ile verilir. Işık mercekte iki kere kırılır ve bir kere yansır. Sistemin optik kuvveti ifadesinden camın kırıcılık indisi;

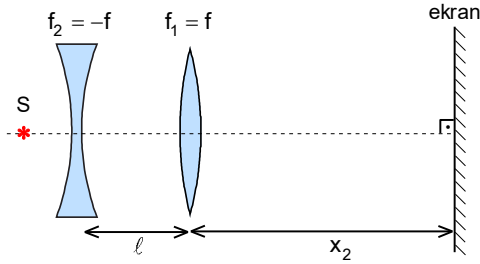
$$D = 2D_m - D_a = \frac{2}{f_m} - \frac{1}{\frac{3r}{2}}$$

$$D = \frac{4(n-1)}{3r} - \frac{2}{3r} = 0 \Rightarrow n = 1,5$$

olarak bulunur.



Şekil 1



Şekil 2

19. Güneşin S görüntüsü birinci mercekten f kadar uzaklıkta oluşmaktadır.

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f}; b_1 = f$$

Oluşan S görüntüsü ikinci ıraksak merceğe göre sanal bir cisim gibi davranmaktadır. S ile mercek arasındaki uzaklık;

$$a_2 = f - l$$

olur. İraksak merceğin oluşturduğu görüntüyü bulmak için S nin merceğin sağ tarafında bulunduğunu ve görüntüsünün de sağ tarafta oluşacağını hesaba katmalıyız. Buradan;

$$\frac{1}{(-a_2)} - \frac{1}{b_2} = -\frac{1}{f}; x_1 = b_2 = \frac{f(f-l)}{l}$$

olarak bulunur. Güneşin S görüntüsü ıraksak mercekten f kadar uzaklıkta ve merceğin sol tarafında oluşmaktadır.

$$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{b_3} = -\frac{1}{f}; b_3 = f$$

Oluşan S görüntüsü ikinci yakınsak merceğe göre cisim gibi davranmaktadır. S ile ikinci mercek arasındaki uzaklık;

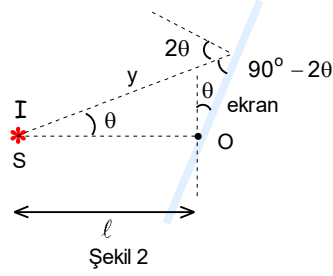
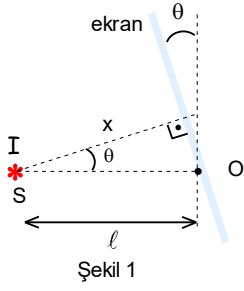
$$a_4 = f + l$$

olur. Yakınsak merceğin oluşturduğu görüntüyü bulmak için S'nin merceğin sol tarafında bulunduğunu ve görüntüsünün de sağa tarafta oluşacağına hesaba katmalıyız. Buradan;

$$\frac{1}{a_4} + \frac{1}{b_4} = \frac{1}{f}; x_2 = b_4 = \frac{f(f+l)}{l}$$

$$x = x_2 - x_1 = \frac{f(f+l)}{l} - \frac{f(f-l)}{l} = 2f, f = \frac{x}{2} = 30 \text{ cm}$$

olarak bulunur.



20. İlk durumdaki aydınlanma;

$$E_1 = \frac{I \cos \theta}{x^2} = \frac{I \cos \theta}{\left(\frac{l}{\cos \theta}\right)^2} = \frac{I \cos^3 \theta}{l^2}; x = \frac{l}{\cos \theta}$$

olarak bulunur. Ekran O noktasının etrafında saat yönünün tersine θ açısı kadar döndürülebilir. Bu durumda ışınlar ekrana dik düşmekte ve ekran üzerindeki aydınlanma;

$$E_2 = \frac{I}{(l \cos \theta)^2} = \frac{I}{l^2 \cos^2 \theta}$$

aradığımız oran;

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{I \cos^3 \theta}{l^2}}{\frac{I}{l^2 \cos^2 \theta}} = \cos^5 \theta$$

olarak bulunur. Ekran O noktasının etrafında saat yönünde θ açısı kadar döndürülebilir. Bu durumda ışınlar ekrana 2θ açısı ile düşmektedir. Ekran üzerindeki aydınlanmayı bulmak için doğruyunun ekranı kestiği nokta ile ışık kaynağı arasındaki y uzaklığı

bulmalıyız. Sinüs teoreminden;

$$\frac{l}{\sin(90^\circ - 2\theta)} = \frac{y}{\sin(90^\circ + \theta)}; \frac{l}{\cos 2\theta} = \frac{y}{\cos \theta}; y = \frac{l \cos \theta}{\cos 2\theta}$$

olur. Bu durumda ekran üzerindeki aydınlanma;

$$E_2 = \frac{I \cos 2\theta}{y^2} = \frac{I \cos^3 2\theta}{l^2 \cos^2 \theta}$$

aradığımız oran;

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\cos^5 \theta}{\cos^3 2\theta} = \frac{\cos^5 \theta}{(2\cos^2 \theta - 1)^3}$$

olarak bulunur.