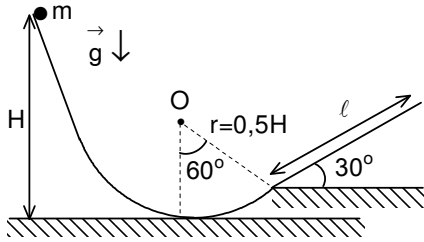


## VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI –1999 Lise II

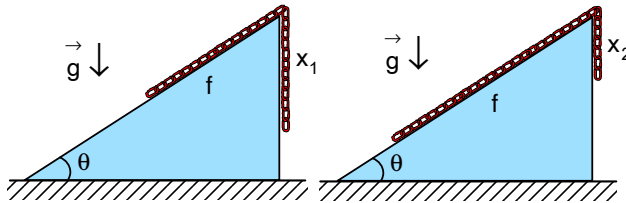
1. Bir cisim sabit  $v_1=3v$  hızı ile x eksenine  $\theta$  açısı yapacak şekilde  $\ell$  kadar yol alır. Daha sonra aynı cisim sabit  $v_2=6v$  hızı ile eksenle  $\beta=3\theta$  açısı yapacak şekilde yine  $\ell$  kadar yol almaktadır. Bu harekette cismin ortalama hızı nedir?

- 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  $60^\circ$ 'lik çember yayıdır. Bu ikinci kısma eğim açısı  $30^\circ$  olan eğik düzlem eklenmiştir. Cisim ikinci kısmın sonun-da eğik atış yaparak eğik düzlem üzerinde  $\ell$  kadar uzağa düşmektedir. Cisim benzer bir düzenekte  $2H$  yüksekliğinden bırakılır ve  $r=H$  yarıçaplı  $60^\circ$ 'lik çember yayı üzerinde hareket ederek eğik atış yaparsa eğik düzlem üzerinde kaç  $\ell$  kadar uzağa düşer?

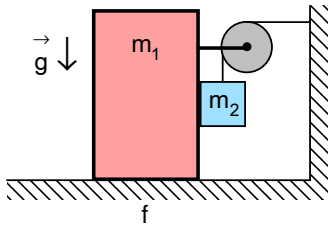
- A) 2    B) 3    C) 4    D)  $2\sqrt{3}$     E)  $3\sqrt{3}$



3. Eğim açısı  $\theta=37^\circ$  olan sürtülmeli 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

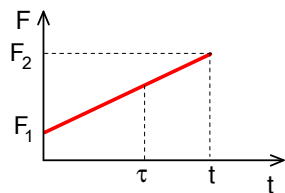
ile takoz arasındaki sürtünme katsayısı f nedir?

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



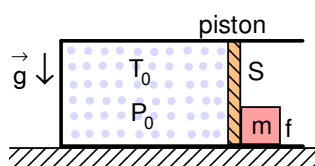
4. Yatay ve sürtülmeli düzlem üzerinde kütlesi  $m_1=4m$  olan küp şeklindeki bir takoz, kütlesi  $m_2=m$  olan ve makaradan geçen ip ile şekildeki gibi duvara bağlanmış cisim sayesinde hareket etmektedir. Takoz ile cisim arasındaki yüzeyde sürtünme yoktur, takoz ile yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı belli ve f'dir. Takozun ivmesi  $a=\frac{g}{10}$  ise f ne kadardır?

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



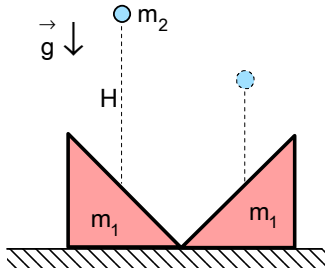
5. Kütlesi m olan bir cisim yatay ve sürtünmesiz masa üzerinde bulunmakta olup durgun halden harekete geçmektedir. Uygulanan kuvvet zamana göre doğrusal bir şekilde  $F_1=7F_0$  değerinden  $F_2=23F_0$  değerine kadar t zamanda artmaktadır. Bu cisim son momentumunun yarısını ilk  $\tau$  sürede kazanmaktadır.  $\tau$  zamanı kaç t'dir?

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



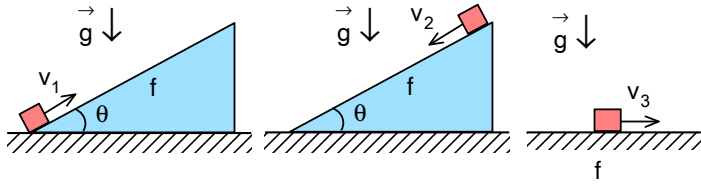
6. Yatay durumda bulunan bir silindirin içinde alanı  $S=20\text{ cm}^2$  olan piston sürtünmesiz olarak hareket etmektedir. Silindirin içindeki ve dışındaki basınç başlangıçta  $P_0=10^5\text{ Pa}$ , sıcaklık  $t_0=27^\circ\text{ C}$  olarak veriliyor. Pistonla kütlesi  $m=100\text{ kg}$  olan bir cisim şeklindeki 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)  $427^\circ\text{ C}$     B)  $827^\circ\text{ C}$     C)  $927^\circ\text{ C}$     D)  $327^\circ\text{ C}$     E)  $527^\circ\text{ C}$



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 yaptıktan sonra kaç  $h$  yüksekliğe çıkar?

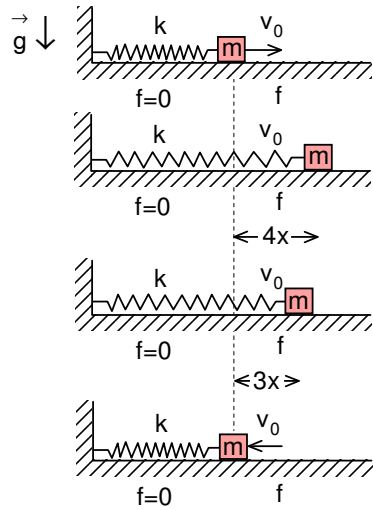
- A) 1,5      B) 2      C) 2,5  
D) 3      E) 3,5



8. Bir cisim eğim açısı  $\theta$  olan eğik ve sürtülmeli düzlem üzerinde bulunmaktadır. Cismin üzerinde bulunan motor hep aynı  $P$  gücünü sarf ederek bu cisimi 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

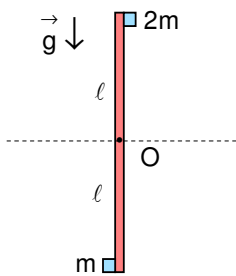
sürtünme katsayısı aynı olan yatay düzlem üzerinde aynı  $P$  gücü harcanırsa ne kadar bir hızla hareket eder? (Her durumda motorun uyguladığı kuvvet hız yönündedir.)

- 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)  $\frac{2v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2}$



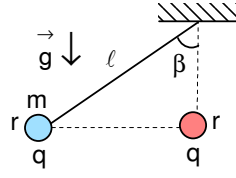
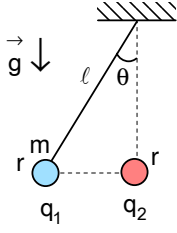
9. Şekildeki yatay masa yarısı sürtünmesiz diğer yarısı sürtünme katsayısı  $f$  olan iki kısımdan oluşmuştur. İki kısmın sınırında kütlesi  $m$  olan, gerilmemiş yaya bağlı bir cisim bulunmaktadır. Cisme sürtülmeli kısma doğru yatay  $v_0$  hızı verildiğinde cisim sürtülmeli kısmın içinde en fazla  $x_1=4x$  kadar gidebiliyor. Sonra yay sayesinde cisim sola hareket edip sürtünmesiz kısma geri dönüyor, ikinci defa sürtülmeli 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  $2\ell$  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.  $m$  kütlesi yörüngesinin en yüksek noktasına ulaştığında iki cisim arasındaki düşey uzaklık kaç  $\ell$ 'dir?

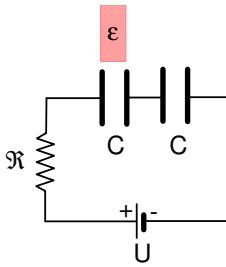
- A)  $\frac{4}{3}$       B)  $\frac{5}{4}$       C)  $\frac{6}{5}$       D)  $\frac{7}{6}$       E)  $\frac{8}{7}$



11. Uzunluğu  $\ell$  olan yalıtkan bir ipin ucuna kütlesi  $m$ , yükü  $q_1$  ve yarıçapı  $r$  olan küresel bir cisim asılıdır. İpin asma noktasının altına, değeri  $q_2$  ve yarıçapı  $r$  olan ikinci bir cisim yerleştiriliyor. Denge durumunda ip dikeyle  $\theta$  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.  $\tan\theta=\sqrt{\frac{3}{2}}$  ise

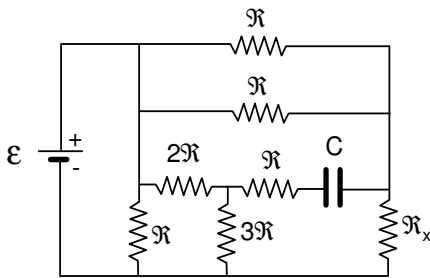
$\frac{q_1}{q_2}$  oranı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{1}{3}$       C) 4      D) 8      E) 12



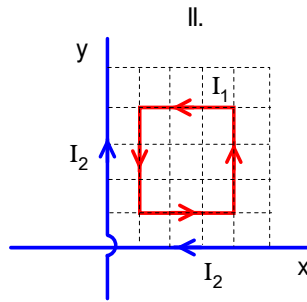
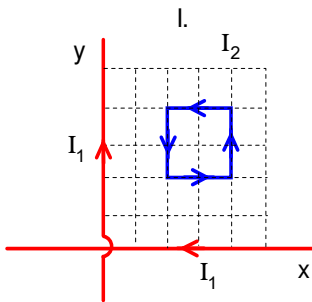
12. Sığası  $C$  olan iki kondansatör ve değeri  $R$  olan bir direnç e.m.k.'sı  $U$  olan bir üretece bağlıdır. Kondansatörlerden birinin plakalarının arasına bağlı dielektrik geçirgenlik katsayısı  $\epsilon$  olan ve geometrik boyutları kondansatörün geometrik boyutlarına eşit olan bir dielektrik 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)  $\frac{(\epsilon-1) CU}{4(\epsilon+1)}$



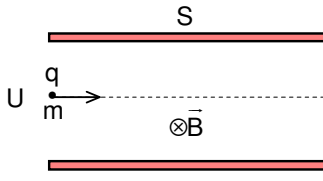
13. Şekilde verilen devrede kondansatörün yükü sıfır ise  $R_x$  kaç  $R$ 'dir?

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



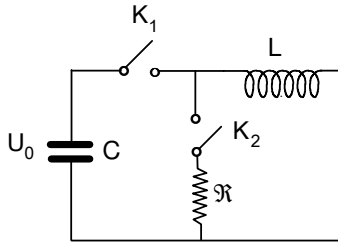
14. Yatay, yalıtkan ve sürtünmesiz düzlem üzerinde,  $I_1$  ve  $I_2$  akımları taşıyan iki sonsuz iletken tel birbirine dik olarak bulunmaktadır. Tellerden şekilde gösterilen uzaklıkta ve konumda  $I_2$  ve  $I_1$  akımları taşıyan, aynı telden yapılmış kare şeklindeki akım halkaları elle tutulmaktadır.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

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



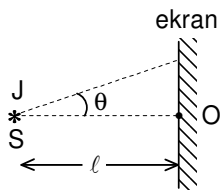
15. Paralel levhalı bir kondansatörün levhalarının arasına, levhalara paralel olacak şekilde  $U=5$  kV potansiyelinde hızlandırılmış kütlesi  $m=1,6 \cdot 10^{-27}$  kg ve yükü  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  C olan protonlar püskürtülüyor. Yüzey alanı  $S=1,8$  m<sup>2</sup> olan levhaların arasına, yüzeylerine paralel ve protonların giriş yönüne dik, sabit ve homojen  $B=0,6$  T manyetik indüksiyon alanı uygulanmaktadır. Kondansatörün plakaları üzerinde birikecek olan yük miktarı kaç  $\mu\text{C}$ 'dur?

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



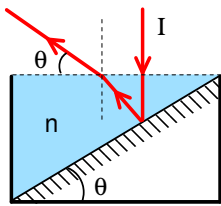
16. Bir R-L-C devresinde,  $U_0$  potansiyel farkında yüklenen ve sığası C olan bir kondansatör  $K_1$  anahtarının kapatılması ile deşarj olmaya başlıyor. Devrede geçen akım maksimum olduğunda  $K_1$  anahtarı açılıyor,  $K_2$  anahtarı ise kapatılıyor. Direnç üzerinde oluşan en büyük potansiyel fark nedir?

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

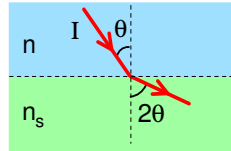


17. Işık şiddeti J olan bir noktasal ışık kaynak ile ekran arasındaki uzaklık  $SO=l$ 'dir. SO doğrusu ile  $\theta$  açısı yapan bir doğrunun ekranı kestiği noktadaki aydınlanma  $E_1$ 'dir. Ekran O noktasından geçen sayfaya dik eksen etrafında aynı  $\theta$  açısı kadar döndürülüyor. Bu durumda SO doğrusu ile  $\theta$  açısı yapan doğrunun ekranı kestiği noktadaki aydınlanma  $E_2$ 'dir.  $\frac{E_1}{E_2}$  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)  $\cos^4 \theta$



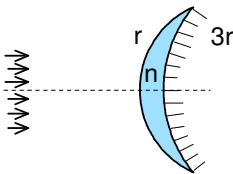
Şekil 1.



Şekil 2.

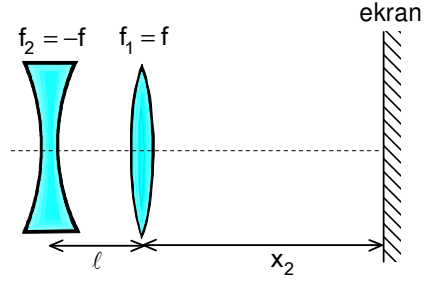
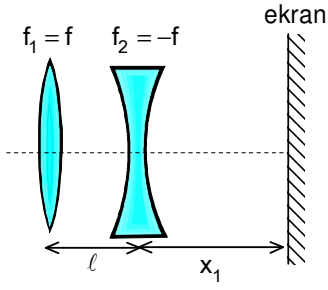
18. Kırıcılık indisi n olan sıvı ile dolu bir kabın içine yatayla  $\theta$  açı yapacak şekilde bir düzlem ayna yerleştirilmiştir. Sıvı yüzeyine dik olarak gelen bir I ışını, sıvı yüzeyinden yüzeye  $\theta$  açısı yapacak şekilde çıkmaktadır. Aynı ışın kırıcılık indisi n olan sıvıdan kırıcılık indisi  $n_s$  olan bir sıvının düzlemsel sınırına  $\theta$  açısı ile gelip  $2\theta$  ile kırılmaktadır. İkinci 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)  $\frac{2n^2}{\sqrt{4n^2-1}}$



19. 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 sıfır olduğuna göre camın kırıcılık indisi n ne kadardır?

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

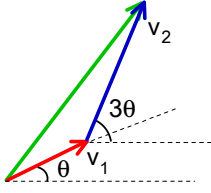


20. Odak uzaklıkları  $f_1=f$  ve  $f_2=-f$  olan birisi yakınsak diğeri ıraksak iki mercek arasında  $l < f$  mesafesi olmak üzere bir optik sistem oluşturmaktadır. Bu sistem ile güneşin görüntüsü iki farklı durumda bir ekran üzerinde gözlenmektedir. İlk durumda sistemde yakınsak mercek birinci, ıraksak 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. Merceklerin odak uzaklıkları kaç cm'dir?

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

VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ – 1999 Lise-2

1. Cismin ortalama vektörel hızı



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

olarak yazılabilir. Bu hızın x ve y bileşenleri

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

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

olur. Ortalama hızın mutlak değeri

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

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

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

Buradan ortalama hız

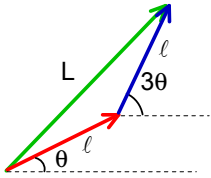
$$v_{ort} = \frac{2v_1 v_2 \cos \theta}{v_1 + v_2} = 4v \cos \theta$$

olarak bulunur.

Soruyu başka yoldan da çözebiliriz. Cismin hareket süresi

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

cismi yer değiştirmesi



$$\begin{aligned} L &= \sqrt{(l \cos \theta + l \cos 3\theta)^2 + (l \sin \theta + l \sin 3\theta)^2} = \\ &= l \sqrt{\cos^2 \theta + 2 \cos \theta \cos 3\theta + \cos^2 3\theta + \sin^2 \theta + 2 \sin \theta \sin 3\theta + \sin^2 3\theta} = \\ &= l \sqrt{2 + 2 \cos(3\theta - \theta)} = l \sqrt{2(1 + \cos 2\theta)} = l \sqrt{4 \cos^2 \theta} = 2l \cos \theta \end{aligned}$$

cismin ortalama hızı

$$x = v_{ort} = \frac{L}{t} = 4v \cos \theta$$

olarak bulunur.

2. Cisim eğik düzlemin alt ucuna geldiğinde hızı

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

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

$$u_0^2 = 2g2H - 2gH(1 - \cos 60^\circ) = 3gH = 3g\ell$$

olarak yazabiliriz. 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

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

olarak bulunur.

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

$$m_1 g = F_{s \ell-x} + G_{\ell-x}$$

$$\frac{mgx}{\ell} = \frac{fmg(\ell-x)\cos\theta}{\ell} + \frac{mg(\ell-x)\sin\theta}{\ell}; x_1 = \frac{\ell(\sin\theta + f\cos\theta)}{1 + \sin\theta + f\cos\theta}$$

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

$$G_{\ell-x} = m_1 g + F_{s \ell-x}$$

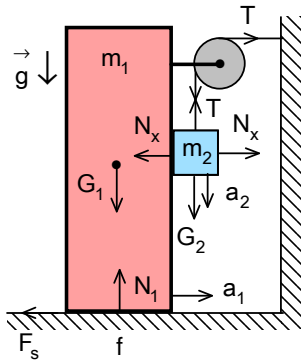
$$\frac{mg(\ell-x)\sin\theta}{\ell} = \frac{mgx}{\ell} + \frac{fmg(\ell-x)\cos\theta}{\ell}; x_2 = \frac{\ell(\sin\theta - f\cos\theta)}{1 + \sin\theta - f\cos\theta}$$

olarak bulunur. Aralarındaki orandan

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{(\sin\theta + f\cos\theta)(1 + \sin\theta - f\cos\theta)}{(1 + \sin\theta + f\cos\theta)(\sin\theta - f\cos\theta)}$$

$$f = 0,5$$

olarak bulunur.



4. Takoz yatay yönde  $a_1$  ivme ile hareket etmektedir.

$$T - F_s - N_x = m_1 a_1; F_s = f N_1$$

$$N_1 = m_1 g + T$$

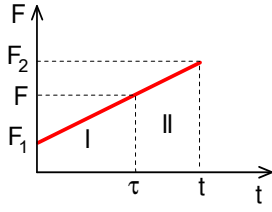
yazabiliriz. Burada  $N_x$  takoz ile cisim arasındaki tepki kuvveti,  $N_1$  takoz ile yatay düzlem arasındaki tepki kuvvetidir. Cisim yatay yönde  $a_1$ , düşey yönde ise  $a_2$  ivmesi ile hareket etmektedir. Bu durum için

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

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 bağlı değişim grafiğinde alan kazanılan momentum değişimini vermektedir.  $\tau$  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

$$\left(\frac{16F_0\tau}{t} + 14F_0\right)\tau = \left(\frac{16F_0\tau}{t} + 30F_0\right)(t - \tau)$$

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

olarak bulunur.

6. Cismin harekete geçmesi için

$$PS = P_0S + F_s$$

olmalıdır. Buradan kaptaki basınç

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

değerine ulaştığında piston harekete geçer. Bu ana kadar proses izokorik procestir- $V$ =sabit. Bu durumda

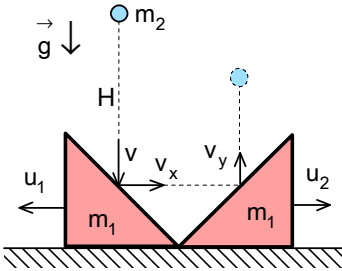
$$\frac{P}{T} = \frac{P_0}{T_0}$$

olur. Buradan

$$T = \frac{PT_0}{P_0} = \left(1 + \frac{fmg}{P_0S}\right) T_0 = \left(1 + \frac{0,2 \cdot 100 \cdot 10}{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}\right) \cdot 300 = 600 \text{ K}$$

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

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

$$m_1 u_1 = m_2 v_x$$

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

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.

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

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

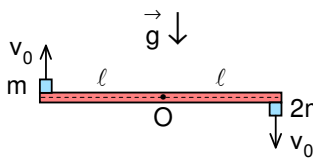
Bu denklemlerden

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

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

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

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

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

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

olarak bulunur.

12. Birinci durumda özdeş sığa

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

olur. İkinci durumda eşdeğer sığa

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

olur. Geçen yük

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

olarak bulunur.

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

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

yazabiliriz.  $I_2$  akımı ikiye ayrılmaktadır.

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

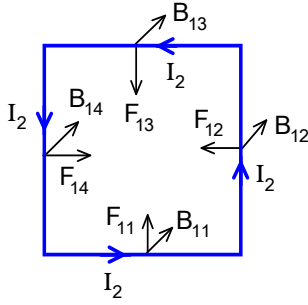
Kondansatörün üzerindeki potansiyel farkı

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

olmalıdır. Buradan

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

olarak bulunur.



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

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

değerindedir. Karenin kenarlarına etki eden kuvvetler

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

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

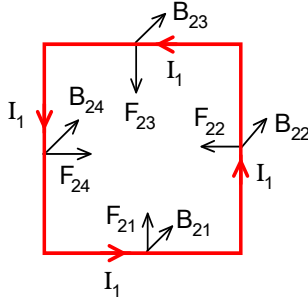
x ve y yönündeki kuvvetler ve birinci durumda etki eden net kuvvet

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

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

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

değerindedir. Karenin kenarlarına etki eden kuvvetler

$$F_{21} = I_1 B_{21} 3\ell = \frac{3\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} ; F_{22} = I_1 B_{22} 3\ell = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$$

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

x ve yönündeki kuvvetler ve ikinci durumda etki eden net kuvvet

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

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

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

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

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

şeklinde yazılabilir. Burada plakalar üzerinde biriken yük

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

olarak bulunur.

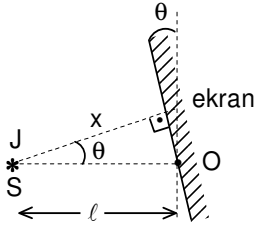
16.  $K_1$  anahtarının kapatılması ile oluşan kapalı devrede kondansatörün tamamen deşarj olması tüm ile elektrik alan enerjisi, indüktansın manyetik alan enerjisine dönüşmektedir. Bu durumda indüktanstan geçen maksimum akım

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

olur.  $K_1$  anahtarının açılması ve  $K_2$  anahtarının kapatılması ile direncin üzerindeki maksimum potansiyel farkı

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

olarak bulunur.



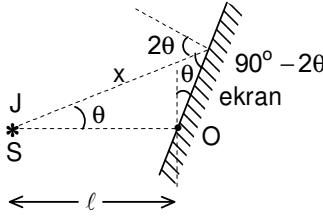
17. İlk durumdaki aydınlanma

$$E_1 = \frac{J}{x^2} \cos\theta = \frac{J \cos^3 \theta}{\ell^2}; x = \frac{\ell}{\cos\theta}$$

olarak bulunur. Ekran O noktasının etrafında saat yönünün tersine  $\theta$  açısı kadar döndürülebilir. Bu durumda ışınlar ekrana dik düşmekte ve ekran üzerindeki aydınlanma ile aradığımız oran

$$E_2 = \frac{J}{(\ell \cos\theta)^2} = \frac{J}{\ell^2 \cos^2 \theta}; \frac{E_1}{E_2} = \cos^5 \theta$$

olarak bulunur. Ekran O noktasının etrafında saat yönünde  $\theta$  açısı kadar döndürülebilir. Bu durumda ışınlar ekrana  $2\theta$  açısı ile düşmektedir. Ekran üzerindeki aydınlanmayı bulmak için doğrunun ekranı kestiği nokta ile ışık kaynağı arasındaki x uzaklığı bulmalıyız. Sinüs teoreminden



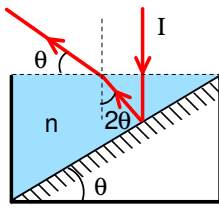
$$\frac{\ell}{\sin(90^\circ - 2\theta)} = \frac{x}{\sin(90^\circ + \theta)}$$

$$\frac{\ell}{\cos 2\theta} = \frac{x}{\cos \theta}; x = \frac{\ell \cos \theta}{\cos 2\theta}$$

olur. Bu durumda ekran üzerindeki aydınlanma ve aradığımız oran

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

olarak bulunur.



18. I ışını dik olarak geldiği için sıvı yüzeyinde kırılmaz. Bu ışın aynadan yansdıktan sonra sıvı yüzeyine  $2\theta$  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 yasasını

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

şeklinde yazabiliriz. Buradan ikinci sıvının kırıcılık indisi

$$n_s = \frac{n^2}{\sqrt{4n^2-1}}$$

olarak bulunur.

19. Merceğin optik kuvveti

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

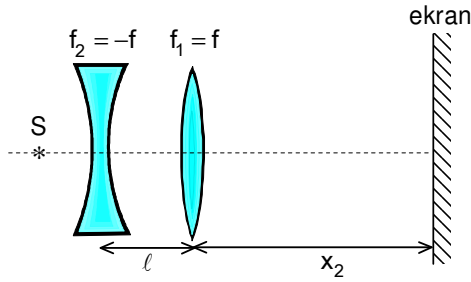
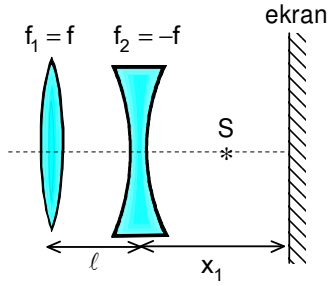
tümsek aynanın optik kuvveti

$$D_a = -\frac{1}{f_a}; f_a = \frac{3r}{2}$$

sistemin optik kuvveti

$$D_s = 2D_m + D_a = 0$$

şartından kırıcılık indisi  $n=1,5$  olarak bulunur.



20. Güneşin S görüntüsü birinci mercekten f kadar uzakta oluşmaktadır.

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

Oluşan S görüntüsü ikinci iraksak merceğe göre sanal bir cisim gibi davranmaktadır. S ile merceğ arasındaki uzaklık

$$a_2 = f - l$$

olur. Iraksak 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 iraksak mercekten f kadar uzakta ve merceğin sol tarafında oluşmaktadır.

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

Oluşan S görüntüsü ikinci yakınsak merceğe göre cisim

gibi davranmaktadır. S ile ikinci mercek arasındaki uzaklık

$$a_2 = f + l$$

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

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f}; x_2 = b_2 = \frac{f(f+l)}{l}$$

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

olarak bulunur.