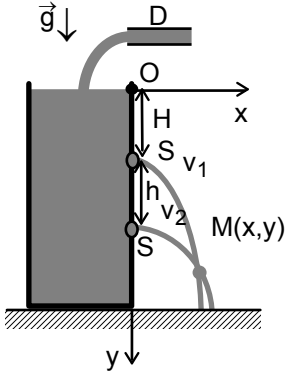
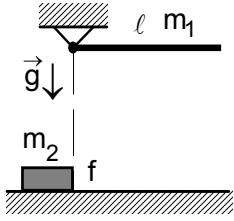


VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI-1999



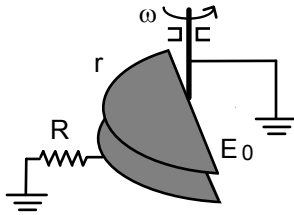
1. Bir düşey boru üzerinde birbirinden h uzakta kesit alanları S olan iki delik açılmaktadır. Borunun içine debisi D (birim zamanda akan hacim: $\text{Alan} \times \text{Hız}$) olan bir musluktan su akmaktadır. Bu koşullar altında borudaki su seviyesinin değişmediği gözlenmektedir.

- Üst deliğe göre su seviyesinin bulunduğu H yüksekliği nedir?
- Suyun deliklerden çıkış hızları v_1 ve v_2 nedir?
- İki delikten fıskıran suların kesiştiği $M(x,y)$ noktasının koordinatlarını merkezi O 'da bulunan koordinat sistemine göre bulunuz.

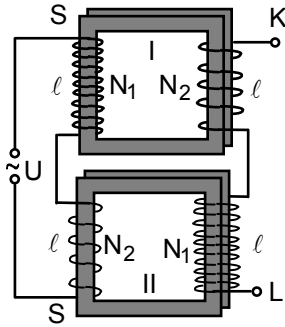


2. Uzunluğu l ve kütlesi m_1 olan bir çubuk bir menteşe sayesinde bir ucundan geçen yatay eksen etrafında düşey düzlemde serbestçe dönebilmektedir. Çubuk yatay duruma getiriliyor ve serbest bırakılıyor. Çubuk tam düşey konumdan geçerken yatay ve sürtünmeli bir düzlem üzerinde bulunan, m_2 kütleli bir cisimle esnek çarpışma yapmaktadır. Bu çarpışma sırasında önce her iki cisim de deforme olmakta ve sonra cisimler tekrar ilk şekillerine dönmektedir. Cisim ile düzlem arasındaki sürtünme katsayısı f dir. Yerçekimi ivmesi g veriliyor.

- Deformasyon sırasında cisimlerde biriken deformasyon enerjisinin en büyük değeri nedir?
- m_2 cisminin alacağı yol nedir?
- Çarpışmadan sonra çubuk nasıl bir açıyla sapar?



3. Yeryüzündeki elektrik alan şiddeti E_0 'ı ölçmek için yapılan deneyde levhaları r yarıçaplı yarım daireler olan bir kondansatör kullanılmaktadır. Kondansatörün alt levhası sabit, üst levha levhanın çapının ortasından geçen düşey eksen etrafında dönebilmektedir. Kondansatörün dolması ve boşalması topraklanmış ve değeri R olan direnç üzerinden gerçekleşmektedir. Levhalar tam üst üste iken üst levha sabit ω açısal hızı ile dönmeye başlamaktadır. Bu sırada direnç üzerinde ölçülen gerilim sabit ve U ise, E_0 nedir? Vakumun dielektrik geçirgenlik katsayısı ϵ_0 olarak veriliyor.

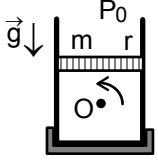


4. Sarım sayısı N_1 ve N_2 olan iki ideal transformatör birbiriyle şekildeki gibi bağlıdır. Böyle oluşan transformatörün girişine U potansiyel farkı uygulanmaktadır. Oluşan transformatörün KL çıkışındaki potansiyel farkı nedir?

Not: Karşılıklı indüktans katsayısı M ihmal edilecek kadar küçüktür. Transformatör çekirdeklerinin S kesit alanları ve sarımların l boyları eşittir.

5. Normal basınçta ve $t_0=20\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta, eksenini düşey konumda olmak üzere duran ve yan yüzeyi ısıya yalıtılan maddeden yapılmış çok uzun bir silindirik kap içinde $n=0,2$ mol iki atomlu ideal bir gaz termodinamik dengede bulunmaktadır. Bu silindirde ısıya yalıtılmış, taban yarıçapı $r=10\text{ cm}$ ve kütlesi 1 kg olan bir piston sürtünmesiz olarak aşağı yukarı hareket edebilmektedir. Hiç bir şekilde gaz kaçağı yoktur. Başlangıçta gaz çevre ile aynı sıcaklığa sahiptir. Silindirin tabanı ısı geçirebilmektedir. Tüm silindirin ve pistonun ısı kapasitesi çok düşüktür. Bunun sonucu olarak gaz ile çevresi arasındaki ısı alış-verişi ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Silindir, tabanı ısı gücü $q=10\text{ W}$ olan bir ısıtıcı üzerinde olmak üzere t süresi boyunca duruyor. Sonra silindirin altına ısıya yalıtılan bir ikinci taban geçirilmektedir. Bu işlem sonucu piston yukarı doğru $h=4\text{ cm}$ hareket etmektedir.

- Gazın ısınmasından sonraki sıcaklığını ve basıncını bulunuz.
- Gazın ısıyı soğurması sonucunda gaz tarafından yapılan mekanik işi bulunuz.
- Isınma sırasında soğurulan enerji miktarını bulunuz.
- Silindirin ısınma süresi t 'yi bulunuz.
- Isı enerjisinin, pistonun potansiyel enerjisindeki artışa dönüşmesi işlemindeki verimliliği bulunuz.



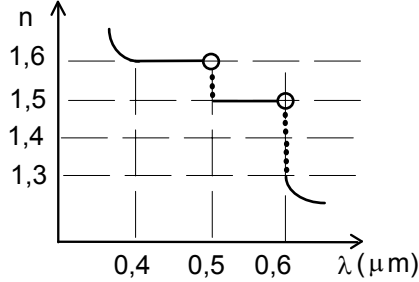
Şimdi silindir, tabanı ile piston arasında bulunan O orta noktasından geçen yatay eksen etrafında yavaşça 90° ve sonra da 180° döndürülerek yatay ve sonra da düşey hale (geçirilmiş tabanı ile birlikte) geldiğini düşününüz.

- Her iki durumda pistonun tabana olan uzaklığını bulunuz.
- Her iki durumda gazın son sıcaklığını bulunuz.
- Her iki durumda pistonun kazanabileceği maksimum hızı bulunuz.
- Her iki durumda pistonun yapacağı titreşimlerin periyodunu bulunuz.

Gaz sabiti $R=8,314\text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$, $0\text{ }^\circ\text{C}=T_K=273\text{ K}$, yerçekimi ivmesi $g=9,80\text{ m/s}^2$, normal basınç $P_0=101,2\text{ kPa}$, $\pi=3,14$ olarak veriliyor.

6. Bir ince mercekten a kadar uzaklıktaki bir cisimden, optik eksenle α açısı yapacak şekilde gelen ve dalga boyu $\lambda=0,55\text{ }\mu\text{m}$ olan bir ışık ışını, mercekte kırıldıktan sonra optik eksenini β açısı yapacak şekilde keserek görüntü oluşturmaktadır.

- Bu dalga boyu için merceğin odak uzaklığını ve büyütmesini α , β ve a cinsinden ifade ediniz.
- $a=30\text{ cm}$, $\alpha=30^\circ$ ve $\beta=60^\circ$ için merceğin odak uzaklığını hesaplayınız.
- Yukarıdaki özelliklere sahip bir yakınsak ve bir ıraksak mercek aralarında boşluk kalmayacak şekilde yapıştırılarak bir mercek çifti oluşturuluyor. Her iki mercek de, aşağıda kırıcılık indisinin dalga boyuna göre değişimi verilmiş olan aynı maddeden yapılmıştır. Bu mercek çiftinin $a=30,0\text{ cm}$ önünde beyaz ışık saçan noktasal bir ışık kaynağı bulunmaktadır. Optik eksen üzerinde oluşan görüntüyü gerekli hesaplamaları yaparak tarif ediniz, (görüntü yerini ve renklerini açıklayınız).



Not: Merceklerin yapıldığı maddenin kırıcılık indisi, dalga boyuna göre basamaklı olarak şekilde gösterildiği gibi değişmektedir. Dalga boyunun $0,5$ ve $0,6\text{ }\mu\text{m}$ değerleri için süreksizlik vardır.

VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-1999

1. a) Silindire akan su iki delikten çıkmaktadır. Bu durumda

$$D=Sv_1+Sv_2$$

olarak yazılabilir. Stasyoner (kararlı) bir durum için silindirde su seviyesi değişmemektedir. Su seviyesinden üst deliğe olan uzaklık H ise hızlar için

$$v_1=\sqrt{2gH}; v_2=\sqrt{2g(h+H)}$$

yazabiliriz. Bu denklemlerden

$$H=\frac{(D^2-2ghS^2)^2}{8gS^2D^2}$$

olarak bulunur.

b) H ifadesini kullanarak hızlar için

$$v_1=\sqrt{2gH}=\frac{D^2-2ghS^2}{2SD}; v_2=\sqrt{2g(h+H)}=\frac{D^2+2ghS^2}{2SD}$$

yazabiliriz

c) Üst delikten çıkan su yatay ve dikey yönde

$$x_1=v_1t; y_1=\frac{gt^2}{2}$$

yol alır. Bu suyun yörünge denklemi

$$y_1=\frac{gx_1^2}{2v_1^2}$$

olur. Alt delikten çıkan su yatay ve dikey yönde

$$x_2=v_2t; y_2=\frac{gt^2}{2}+h$$

yol alır. Bu suyun yörünge denklemi

$$y_2=\frac{gx_2^2}{2v_2^2}+h$$

olur. Kesişme noktası için $x_1=x_2=x$ olur. Buradan

$$x_M=\sqrt{\frac{2hv_1^2v_2^2}{g(v_2^2-v_1^2)}}=\frac{D^4-4g^2h^2S^4}{4gS^2D^2}; y_M=\frac{gx_M^2}{2v_2^2}+h=\frac{D^4+4g^2h^2S^4}{4gS^2D^2}=h+2H$$

olarak bulunur.

2. a) Enerji korunumu yasasından çubuğun çarpışma anındaki açısal hızı

$$m_1g\ell=m_1g\frac{\ell}{2}+\frac{J\omega_0^2}{2}; J_1=\frac{m_1\ell^2}{3}; \omega_0=\sqrt{\frac{3g}{\ell}}$$

olarak bulunur. Çarpışmada en büyük potansiyel deformasyon enerjisi hala cisim harekete geçmediğinde gerçekleşmektedir. Bu durumda açısal momentum korunumu yasasından bu andaki açısal hız

$$J_1\omega_0=(J_1+m_2\ell^2)\omega; \omega=\frac{m_1\sqrt{3g\ell}}{(m_1+3m_2)\ell}$$

ve en büyük deformasyon enerjisi

$$\Pi=\frac{J_1\omega_0^2}{2}-\frac{(J_1+m_2\ell^2)\omega^2}{2}=\frac{3m_1m_2g\ell}{2(m_1+3m_2)}$$

olarak bulunur.

b) Çarpışma esnek olduğu için açısal momentum korunumu yasasından

$$J\omega_0=J\omega+m_2v\ell$$

enerji korunumu yasasından cismin hızı

$$\frac{J_1\omega_0^2}{2}=\frac{J_1\omega^2}{2}+\frac{m_2v^2}{2}; v=\frac{2m_1\sqrt{3g\ell}}{m_1+3m_2}$$

cismin aldığı yol

$$-fm_2gx=-\frac{m_2v^2}{2}; x=\frac{6m_1^2\ell}{f(m_1+3m_2)^2}$$

olarak bulunur.

c) Çubuk çarpışmadan sonra

$$\omega_{\zeta} = \frac{(m_1 - 3m_2)\omega_0}{m_1 + 3m_2}$$

açısal hızı ile harekete devam eder. Çubuğun saptığı açı enerji korunumu yasasından

$$\frac{J_1\omega_{\zeta}^2}{2} = m_1gh; h = \frac{\ell}{2}(1 - \cos\theta); \cos\theta = \frac{12m_1m_2}{(m_1 + 3m_2)^2}$$

olarak bulunur.

3. Oluşan kondansatörün sığası

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{h}; S = \frac{\pi r^2}{2} \left(1 - \frac{\theta}{\pi}\right) = \frac{\pi r^2}{2} \left(1 - \frac{\omega t}{\pi}\right)$$

olur. Plakalar arasında oluşan devre için Kirchoff yasasını yazabiliriz.

$$U_0 - U_C = U; U = IR; U_0 = E_0 h; U_C = \frac{q}{C}$$

plakalara biriken yük

$$q = CU_C = \frac{\epsilon_0 \pi r^2}{2} \left(1 - \frac{\omega t}{\pi}\right) U_C$$

olarak yazılabilir. Akan akım

$$I = \frac{dq}{dt} = -\frac{\epsilon_0 r^2 \omega U_C}{2}$$

olur. Buradan kondansatör üzerindeki potansiyel fark

$$E_0 h - U_C = -\frac{\epsilon_0 r^2 \omega R U_C}{2}; U_C = \frac{E_0 h}{1 - \frac{\epsilon_0 r^2 \omega R}{2}}$$

direnç üzerindeki potansiyel farktan elektrik alan

$$U = \frac{E_0 h \epsilon_0 r^2 \omega R}{2 - \epsilon_0 r^2 \omega R}; E_0 = \frac{U(2 - \epsilon_0 r^2 \omega R)}{\epsilon_0 r^2 \omega E_0 R}$$

olarak bulunur. Bu potansiyel farkı sabittir. Yarım periyot içinde kondansatörün şarjı, yani elektronların topraktan kondansatöre geçmekte, diğer yarım periyot içinde kondansatörün deşarjı, yani elektronlar kondansatörden tekrar toprağa geri iade edilmektedir.

4. Transformatorün çıkıştaki potansiyel fark

$$U_{KL} = U_{KM} + U_{ML}$$

olarak yazılabilir. Uygulanan potansiyel U iki transformatorün arasında belli şekilde paylaşılmaktadır. Birinci transformatorün primerine düşen potansiyel fark U_1 , ikinci transformatorün primerine düşen potansiyel fark U_2 , her iki transformatorün primerlerin indüktansları L_1 ve L_2 olsun. İndüktans için

$$B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 N I}{\ell}; \Phi = N I S = \frac{\mu_0 N^2 I S}{\ell} = L I; L = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}$$

yazabiliriz. Yani indüktanslar ise sarım sayısının karesi ile doğru orantılıdır.

$$L_1 \sim N_1^2; L_2 \sim N_2^2$$

Primerlere düşen potansiyel fark indüktanslarla doğru orantılıdır. Buradan

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 = \frac{L_1 U}{L_1 + L_2} = \frac{N_1^2 U}{N_1^2 + N_2^2}; U_2 = \frac{L_2 U}{L_1 + L_2} = \frac{N_2^2 U}{N_1^2 + N_2^2}$$

olarak bulunur. Transformatorün primerine ve sekonderin potansiyelleri arasındaki ilişki

$$\frac{U_1}{U_{KM}} = \frac{N_1}{N_2}; \frac{U_2}{U_{ML}} = \frac{N_2}{N_1}$$

olarak veriliyor. Buradan

$$U_{KL} = \frac{2N_1 N_2 U}{N_1^2 + N_2^2}$$

olarak bulunur.

5. a) Gazın basıncı

$$P=P_0+\frac{mg}{\pi r^2}=101,512 \text{ kPa}$$

sabittir. Gazın ilk sıcaklığı

$$T_1=273+20=293 \text{ K}$$

dir. Gazın ilk hacmi ve tabandan ilk uzaklığı

$$V_1=\frac{nRT_1}{P}=0,00479 \text{ m}^3; H_1=\frac{V_1}{\pi r^2}=0,1528 \text{ m}$$

son hacmi ve tabandan son uzaklığı

$$V_2=V_1+\pi r^2 h=0,006046 \text{ m}^3; H_2=\frac{V_2}{\pi r^2}=0,1928 \text{ m}$$

olur. Proses izobarik olduğu için

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

yazabiliriz. Buradan gazın son sıcaklığı

$$T_2=T_1+\frac{(P_0\pi r^2+mg)h}{nR}=369,70 \text{ K}$$

olarak bulunur.

b) Gazın ısıyı soğurması sonucunda gaz tarafından yapılan mekanik iş

$$A=P\Delta V=(mg+P_0\pi r^2)h=127,50 \text{ J}$$

olarak bulunur.

c) İki atomlu gaz için sabit basınçtaki molar ısı kapasitesi

$$c_p=\frac{7R}{2}$$

dir. Isınma sırasında soğurulan enerji

$$Q=\Delta U+A=nc_p(T_2-T_1)=\frac{7(P_0\pi r^2+mg)h}{2}=446,39 \text{ J}$$

olarak bulunur.

d) Silindirin ısınma süresi

$$t=\frac{Q}{q}=\frac{7(P_0\pi r^2+mg)h}{2q}=44,64 \text{ s}$$

e) Isı enerjinin, pistonun mekanik potansiyel enerjisindeki artışa dönüşmesi işlemindeki verim

$$\eta=\frac{mgh}{Q}=\frac{2mg}{7(P_0\pi r^2+mg)}=8,78 \cdot 10^{-4}$$

f) İlk durumda silindir yatay döndürülürse gazın basıncı P_0 olur. Pistonun tabandan bulunduğu uzaklık H_3 olsun. Bu durumda

$$PV_2^\gamma=P_0V_3^\gamma; \gamma=\frac{7}{5}; V_3=0,006066 \text{ m}^3; H_3=\frac{V_3}{\pi r^2}=0,1932 \text{ m}$$

olarak bulunur. İkinci durumda silindir dikey olarak döndürülürse gazın basıncı P_4 olur. Bu basınç

$$P_0=P_4+\frac{mg}{\pi r^2}; P_4=P_0-\frac{mg}{\pi r^2}$$

olarak yazılabilir. Pistonun tabandan bulunduğu uzaklık H_4 olsun. Bu durumda

$$PV_2^\gamma=P_4V_4^\gamma; \gamma=\frac{7}{5}; V_4=0,006082 \text{ m}^3; H_4=\frac{V_4}{\pi r^2}=0,1937 \text{ m}$$

olarak bulunur.

g) İlk durumda gazın son sıcaklığı

$$T_3=\frac{P_0V_3}{nR}=369,36 \text{ K}$$

İkinci durumda son sıcaklık

$$T_4=\frac{P_4V_4}{nR}=369,19 \text{ K}$$

olarak bulunur.

h) İlk durumda pistonun kazanabileceği maksimum hız enerji korunumu yasasından bulabiliriz.

Başlangıçta piston O noktasından $\frac{H_2}{2}$ yükseklikte bulunmaktadır. Buradan

$$\frac{mgH_2}{2}+nc_vT_2=\frac{mv_3^2}{2}+nc_vT_3$$

$$v_3 = \sqrt{gH_2 + \frac{2nc_v(T_2 - T_3)}{m}} = 1,885 \text{ m/s}$$

olarak bulunur. İkinci durumda pistonun kazanabileceği maksimum hız yine enerji korunumu yasasından bulabiliriz. Başlangıçta piston O noktasından $\frac{H_2}{2}$ yükseklikte bulunmaktadır. Sonunda ise

O noktasından $H_4 - \frac{H_2}{2}$ uzakta bulunmakta ve v_4 hıza sahiptir. Buradan

$$\frac{mgH_2}{2} + nc_v T_2 = -mg \left(H_4 - \frac{H_2}{2} \right) + \frac{mv_4^2}{2} + nc_v T_4$$

$$v_4 = \sqrt{gH_4 + \frac{2nc_v(T_2 - T_4)}{m}} = 3,101 \text{ m/s}$$

olarak bulunur.

i) İki durumda pistonun yapacağı titreşimlerin periyodunu genel hal için bulup sayısal değerleri koyduğumuzda her durumda titreşim periyodu bulabiliriz. Adyabatik prosesler için

$$PV^\gamma = \text{sabit}$$

olarak veriliyor. Bu ifadenin türevini alarak

$$d(PV^\gamma) + \gamma PV^{\gamma-1} dV = 0$$

denklemini elde edebiliriz. Buradan basınç değişimi

$$dP = -\frac{\gamma P dV}{V} = -\frac{\gamma PSx}{V}$$

olarak bulunur. Burada x denge durumundan pistonun sapmasıdır. Bu basınç değişiminden pistonu etki eden kuvvet

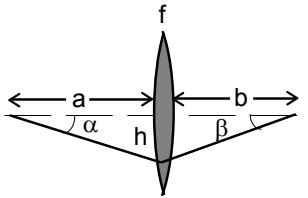
$$F = ma = dPS; m \ddot{x} = -\frac{\gamma PS^2 x}{V}; \ddot{x} + \frac{\gamma PS^2 x}{mV} = 0$$

şeklinde yazılabilir. Bu denklem harmonik osilatör denklemdir. Titreşimin açısal frekansı ve periyodu

$$\omega = \sqrt{\frac{\gamma PS^2}{mV}}; \tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{S} \sqrt{\frac{mV}{\gamma P}}$$

$$\tau_3 = \frac{2\pi}{S} \sqrt{\frac{mV_3}{\gamma P_0}} = 0,0413 \text{ s}; \tau_4 = \frac{2\pi}{S} \sqrt{\frac{mV_4}{\gamma P_0}} = 0,0414 \text{ s}$$

olarak bulunur.



6. a) Mercek yakınsak ya da ıraksak olsa gelen ve kırılan ışın için

$$h = a \cdot \text{tg} \alpha = b \cdot \text{tg} \beta$$

yazabiliriz. Mercek formülünden

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} = \frac{\text{tg} \alpha}{h} + \frac{\text{tg} \beta}{h}$$

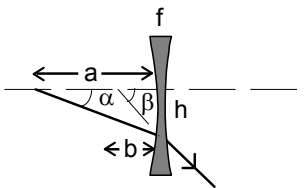
odak uzaklığı

$$f = \frac{a \text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta}$$

ve büyütme

$$k = \frac{b}{a} = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta}$$

olarak bulunur.



Mercek ıraksak ise

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f} = \frac{\text{tg} \alpha}{h} - \frac{\text{tg} \beta}{h}$$

odak uzaklığı

$$f = \frac{a \text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha}$$

ve büyütme

$$k = \frac{b}{a} = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta}$$

olarak bulunur.

b) Yukarıda bulunan formülleri kullanarak

$$f_{\text{yakınsak}}=f_1=\frac{\text{atg}\alpha}{\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta}=7,5 \text{ cm}$$

$$f_{\text{ıraksak}}=f_2=\frac{\text{atg}\alpha}{\text{tg}\beta - \text{tg}\alpha}=15 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

c) Mercek yapımçıları, mercek formülü kullanılarak $\lambda=0,55 \mu\text{m}$ ışık dalga boyu $n=1,5$ değeri için bulunmuş olan odak uzaklıklarına karşı gelen geometrik faktörler şu şekilde hesaplanır:

$$\frac{1}{f_1}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)=(n-1)C$$

$$\frac{1}{7,5}=(1,5-1)C; C=\frac{4}{15} \text{ cm}^{-1}$$

$$\frac{1}{f_1}=(n-1)\left(\frac{1}{(-R_1)} + \frac{1}{(-R_2)}\right)=-(n-1)D$$

$$\frac{1}{15}=-(1,5-1)D; D=-\frac{2}{15} \text{ cm}^{-1}$$

Mercek çiftinin odak uzaklığı

$$\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}; \frac{1}{7,5} - \frac{1}{15} = \frac{1}{f}; f=15 \text{ cm}$$

$\lambda=0,55 \mu\text{m}$ ışık için $f=15,0 \text{ cm}$ olarak bulunur. Bu f değeri $0,5<\lambda<0,6 \mu\text{m}$ arasındaki dalga boyları için geçerlidir.

Görüntünün yeri

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{b} = \frac{1}{15}; b=30 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

Yukarıda bulunan C ve D değerleri kullanılarak mercek çiftinin, $0,4<\lambda<0,5 \mu\text{m}$ dalga boyu bölgesindeki f_1 ve f_2 değerleri ve karşı gelen f değerleri hesaplanabilir. Bu aralıkta $n=1,6$ dir.

$$\frac{1}{f_1} = \frac{4(1,6-1)}{15}; f_1=6,25 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f_2} = -\frac{2(1,6-1)}{15}; f_2=-12,5 \text{ cm}$$

Mercek çiftinin odak uzaklığı

$$\frac{1}{6,25} - \frac{1}{12,5} = \frac{1}{f}; f=12,5 \text{ cm}$$

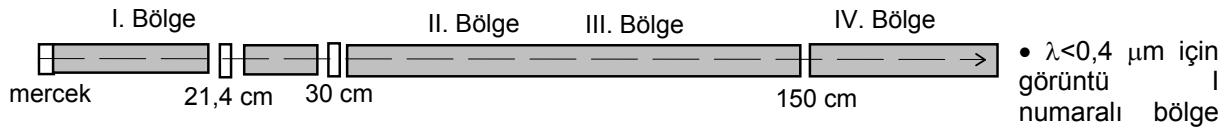
görüntünün yeri

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{b} = \frac{1}{12,5}; b=21,4 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

• $\lambda<0,4 \mu\text{m}$ için $n>1,6$ olduğundan $f<12,5 \text{ cm}$ ve $b>21,4 \text{ cm}$ olacaktır.

$0,6 \mu\text{m}<\lambda$ için ise $n<1,3$ olup $n=1,3$ için yukarıdakine benzer hesaplama ile $f=25,0 \text{ cm}$ $b=150 \text{ cm}$ bulunacaktır.



içinde mor ve mor ötesi ışıklardan oluşur

• $0,4<\lambda<0,5 \mu\text{m}$ için görüntü mercek çiftinden 21,4 cm de noktasal olarak oluşur, mavi-yeşil renklerin karışımı olarak gözükür.

• $0,5<\lambda<0,6 \mu\text{m}$ için görüntü mercek çiftinden 30,0 cm de noktasal olarak oluşur, yeşil-sarı ve turuncu renklerin karışımı olarak gözükür.

• $0,6 \mu\text{m}<\lambda$ için görüntü mercek çiftinden 150,0 cm ve ötesinde IV numaralı bölgede oluşur, turuncu ve kırmızı renklerin karışımı olarak gözükür.

• II ve III numaralı bölgelerde görüntü oluşmaz.