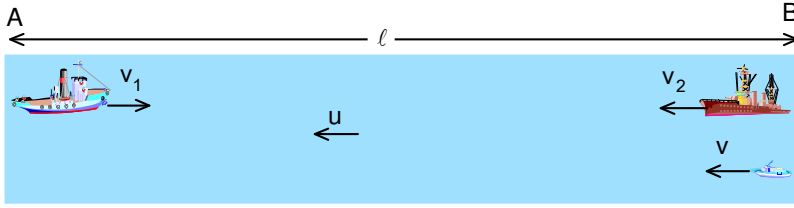


XV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2007

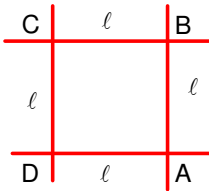


1. Akıntı hızı  $u=5$  km/h olan bir nehrin kıyısında bulunan A ve B şehirleri arasındaki uzaklık  $l=600$  km'dir.

Bu şehirlerden aynı anda birbirine doğru, suya göre hızları  $v_1=20$  km/h ve  $v_2=10$  km/h olan iki gemi harekete

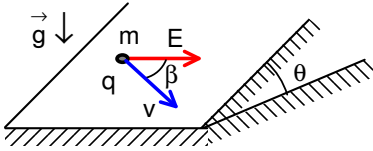
geçiyor. Gemiler harekete geçtiği anda suya göre  $v=40$  km/h hıza sahip bir bot da B şehrinden harekete geçiyor ve A şehrinden gelen gemiyle karşılaştığında derhal geri dönüyor, yolu üzerinde B şehrinden gelen gemiyle karşılaştığında tekrar A şehrinden gelen gemiye doğru yöneliyor. Böylece bot iki gemi karşılaştıncaya kadar bunların arasında gidip geliyor. Kıyıdan bakan bir gözlemci botun toplam kaç kilometre yol aldığını ölçer?

- A) 1250      B) 1650      C) 412      D) 825      E) 600



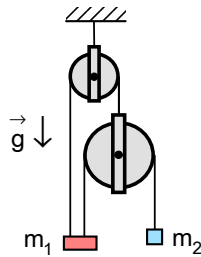
2. Dört yol birbiriyle ikişer ikişer kesişip çok keskin dört kavşak oluşturmaktadır. Bu kavşaklar kenarı  $l=625$  m olan bir karenin köşelerinde bulunmaktadır. Bir motosikletçi sabit  $a=1$  m/s<sup>2</sup> ivmesi hızlanıp yavaşlayabilmektedir. Bu motosikletçi her hangi bir kavşaktan geçip aynı kavşaktan çıkmak koşulu ile kare üzerinde minimum kaç saniyede hareketi tamamlayabilir? Motosikletçi hareketin başlangıç ve bitiş kavşağında istediği hıza sahip olabilir.

- A) 160      B) 170      C) 180      D) 190      E) 200



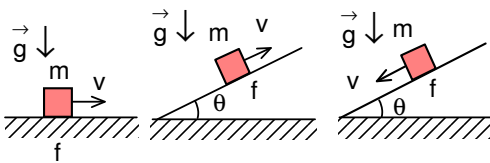
3. Eğim açısı  $\theta=37^\circ$  olan sürtülmeli bir eğik düzlem üzerinde kütlesi  $m$ , yükü  $q$  olan bir cisim bulunuyor. Eğik düzlemin tabanına paralel olarak E elektrik alanı uygulanmaktadır. Cisim elektrik alanında  $\beta=30^\circ$  açı yapacak şekilde sabit  $v$  hızı ile hareket ettiğine göre cisim ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı nedir?

- A) 1,5      B) 2,0      C) 0,1      D) 0,2      E) 1,0



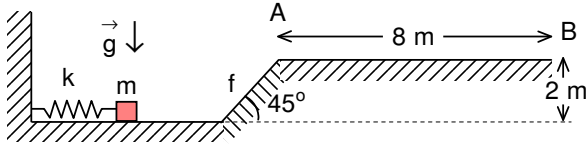
4.  $m_1=2m$  ve  $m_2=m$  kütleli iki cisim, bir sabit ve bir hareketli makaradan oluşan sistemde, serbest hareket sırasında  $m_2$  kütleli cisminin ivmesi kaç g'dir?

- A)  $\frac{1}{3}$       B)  $\frac{2}{3}$       C)  $\frac{3}{11}$       D)  $\frac{5}{11}$       E)  $\frac{2}{5}$



5. Kütlesi  $m$  olan bir cisim şekilde gösterilen üç farklı durumda da sabit  $v$  hızı ile hareket etmektedir. Bütün durumlarda sürtünme katsayısı  $f$ 'dir. İlk durumda cismi hareket ettirmek için sarf edilen güç  $P_1$ , ikinci durumda cismi hareket ettirmek için sarf edilen güç  $P_2$  olup, üçüncü durumda ise cisim kendiliğinden hareket etmektedir. Sürtünme katsayısı  $f$  nedir?

- A)  $\sqrt{\frac{4P_1^2}{P_2^2}-1}$       B)  $\sqrt{\frac{2P_1^2}{P_2^2}-1}$       C)  $\sqrt{\frac{P_1^2}{P_2^2}-1}$       D)  $\sqrt{\frac{P_1^2}{2P_2^2}-1}$       E)  $\sqrt{\frac{P_1^2}{4P_2^2}-1}$



6. Ucunda  $m=200$  gram kütleli bir cisim olan ve yay sabiti  $k=1000$  N/m olan bir yay 20 cm kadar sıkıştırılıp serbest bırakılarak bu cismi fırlatmaktadır. Yatay düzlem sürtünmesizdir. Cisim ile 2 m yüksekliğindeki  $45^\circ$ 'lik eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı  $f$ 'dir. Cismin eğik

düzlemi tırmandıktan sonra, tepedeki düzlükte A noktasından 8 m uzaktaki B noktasına düşmesi için  $f$  ne kadar olmalıdır?

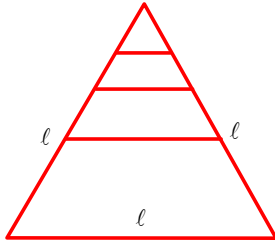
- A) 1,5      B) 0,5      C) 0,8      D) 2,0      E) 1,0

7. Kütleli  $m$  olan bir adam yüksek bir köprüden gerilmemiş boyu  $\ell$  olan esnek bir halata bağlanarak aşağı atılmaktadır. Halatı yay sabiti  $k$  olan bir yay gibi düşünebilirsiniz. Adam atıldıktan sonra köprüden  $H$  kadar aşağıdaki bir nokta etrafında aşağı yukarı salınım yaptıktan sonra orada dengede asılı kalmaktadır. Halatın gerilmemiş boyunu ne kadar uzatmalıyız ki adamın dengeye geldiği noktanın köprüden  $\frac{5H}{4}$  kadar aşağıda olsun? ( $k$  sabitinin halatın boyunun uzaması ile değişmediğini varsayınız).

- A)  $\frac{\ell}{2} + \frac{mg}{4k}$       B)  $\ell + \frac{mg}{4k}$       C)  $\frac{\ell}{4} + \frac{mg}{4k}$       D)  $\frac{\ell}{4}$       E)  $\frac{mg}{4k}$

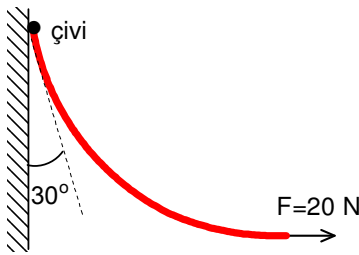
8. Bir top 20 m yükseklikten serbest olarak bırakılmaktadır. Yerle teması 0,0625 s sürmekte ve bu sürede top hız kaybetmektedir. Temas süresince topun kaybettiği hız miktarı  $vt^{0,25}$  kadar olmaktadır. Burada  $v$  topun yere çarptığı hız,  $t$  ise temas süresidir. Top zıplayıp maksimum yüksekliğe ulaştığında ilk atıldığı andan itibaren kaç saniye geçmiştir?

- A) 4,0625      B) 3,1250      C) 3,0625      D) 4,1250      E) hiçbir



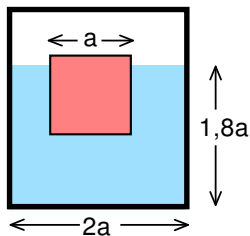
9. Kenar uzunluğu  $\ell$  olan bir eşkenar üçgen tel çerçeve alınıyor. Bu üçgenin yüksekliğinin orta noktasına tabana paralel bir tel parçası konularak ikinci bir üçgen oluşturuluyor. Daha sonra bu yeni küçük üçgenin yüksekliğinin orta noktasına tabana paralel bir tel parçası konularak üçüncü bir üçgen daha oluşturuluyor. Bu işlemin sonsuz kez tekrarlanması sonucunda ortaya çıkan şeklin ağırlık merkezi üçgenin tepe noktasından kaç  $\ell$  uzaktadır?

- A)  $\frac{17\sqrt{3}}{72}$       B)  $\frac{2\sqrt{3}}{9}$       C)  $\frac{1}{3}\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right)$       D)  $\frac{5\sqrt{3}}{18}$       E)  $\frac{7\sqrt{3}}{24}$



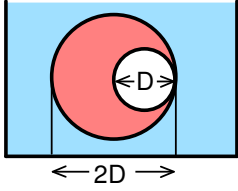
10. Şekildeki halatın bir ucu düşey bir duvara çivi ile tutturulmuş olup, serbest ucu 20 N'lık sabit yatay bir kuvvetle çekildiğinde halatın üst bölümü duvarla  $30^\circ$ 'lik açı yapmaktadır. Halatın kütlesi kaç kg'dır?

- A) 3,4      B) 7,0      C) 2,0  
D) 1,0      E) 8,6



11. Taban kare şeklinde ve kenar uzunluğu  $2a$  olan ağırlıksız bir kabın içinde su bulunmaktadır. Bu suyun içine kenar uzunluğu  $a$  olan küp şeklindeki bir buz parçası konulmaktadır. Bu durumda su yüzeyi kabın tabanından  $1,8a$  kadar yukarıdadır. Buz tamamen eridiğinde sistemin kütle merkezindeki değişim kaç  $a$  olur?

- A)  $\frac{1}{80}$       B)  $\frac{1}{40}$       C)  $\frac{1}{20}$       D)  $\frac{1}{120}$       E)  $\frac{1}{160}$

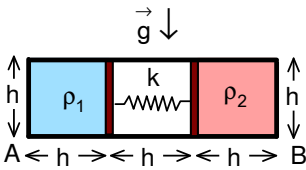


12. Şekildeki sıvı içindeki cisim  $2D$  çaplı bir küre olup içinden çapı  $D$  olan küresel bir bölümü çıkarılmıştır. Bu cisim, kürelerin merkezleri aynı yatay doğrultuda kalacak şekilde iplerle kabın tabanına bağlanmıştır. İplerdeki gerilimin oranı 2 ise, sıvının özkütlesi cismin özkütlesine oranı nedir?

- A)  $\frac{7}{8}$       B)  $\frac{15}{16}$       C) 1      D)  $\frac{17}{16}$       E)  $\frac{9}{8}$

13. Bir mısır tanesinin içinde bulunan su buharının  $V$  hacmi ile  $P$  basıncı arasında  $PV^{\frac{4}{3}} = \text{sabit}$  şeklinde bir bağlantı vardır. Bu mısır tanesi havada patlatıldığında hacmi 8 kat artmaktadır. İçerdeki su buharının basıncı kaç atmosfer basınca eşit olduğunda mısır tanesi patlamıştır? Patlamış mısırların hacimlerinin daha büyük olmaları için dış hava basıncı nasıl değiştirilmelidir?

- A) 16, azaltılmalı      B) 16, arttırmalı      C) 8, azaltılmalı  
D) 8, arttırılmalı      E) 4, azaltılmalı

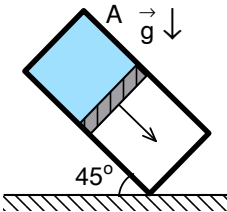
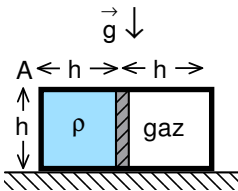


14. Kesiti kare şeklinde, kenarı  $h$  ve yüksekliği  $3h$  olan bir kabın içinde sürtünmesiz olarak hareket eden iki piston bulunmaktadır. Kabın orta kısmı boş olup, pistonlar arasında yay sabiti  $k$  olan bir yay bulunmaktadır. Kapalı sistemin sol ve sağ bölmelerde özküteleri sırası ile  $\rho_1$  ve  $\rho_2$  olan sıvılar bulunmaktadır. Bu durumda kabın köşelerinde bulunan A ve B noktalarındaki basınç değerleri  $P_A$  ve  $P_B$ 'dir. Aynı yaydan bir tane daha ilk yaya paralel olarak eklediğinde kabın köşelerindeki A ve B noktalarının

daki yeni basınç değerleri  $P'_A$  ve  $P'_B$  olmakta ve  $\frac{P'_A}{P_A} = \frac{7}{4}$ ,  $\frac{P'_B}{P_B} = \frac{3}{2}$  olarak verilmektedir. Çift yaylı sistemi

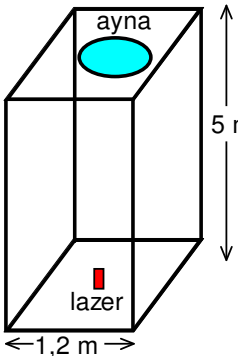
A noktası yukarıda olacak şekilde  $90^\circ$  çevirirsek bu durumdaki basınç değerlerinin  $\frac{P''_A}{P''_B}$  oranı ne olur?

- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{1}{4}$       D)  $\frac{2}{5}$       E)  $\frac{2}{7}$



15. Tabanı kare ve kenarı  $h$  olan dikdörtgen şeklindeki bir kabın yüksekliği  $2h$  olup, kabın ortasında bulunan sürtünmesiz bir piston sayesinde, kabın solunda özkütlesi  $\rho$  olan bir sıvı, sağında ise sabit sıcaklığında gaz bulunmaktadır. Kap sağ tabanı etrafında yavaş yavaş yukarı kaldırılıyor. Kabın eğimi  $\theta=45^\circ$  olduğunda piston hareket etmeye başlıyor. Sistem yatay konumda iken en sol üst uç A noktasındaki basınç nedir?

- A)  $\frac{(3+\sqrt{2})\rho gh}{2\sqrt{2}}$       B)  $\frac{(3-\sqrt{2})\rho gh}{2\sqrt{2}}$       C) 0  
D)  $\frac{(4+\sqrt{2})\rho gh}{3}$       E)  $\frac{(4-\sqrt{2})\rho gh}{3}$

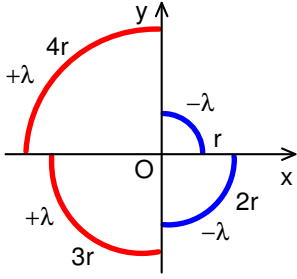


16. Uzay gemisindeki bir cihazın tavanında düzlem ayna, tabanın orta noktasında ise küçük bir lazer bulunmaktadır. Taban ve tavan arasında dört adet titanyum çubuk bulunmaktadır. Lazerdan çıkan ışık aynadan yansıyor tekrar kaynağa geri dönmektedir. Cihazın sağ yüzündeki iki çubuk üzerine güneş ışığı doğrudan gelip sadece bu iki çubuğun sıcaklığını  $20^\circ\text{C}$  artırmaktadır. Bu durumda tabana çarpan ışık kaynaktan hangi yöne doğru ve kaç mm kayar? Cihazın tabanı ve tavanı bir kenarı  $1,2$  m olan kare şeklinde olup, çubukların ısınmamış boyları  $5$  m, titanyumun boyca genleşme katsayısı  $8,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 'dir.

- A) sağa doğru  $3,5$  mm      B) sola doğru  $7,1$  mm  
C) sola doğru  $3,5$  mm      D) sağa doğru  $7,1$  mm  
E) kaymaz

17. Isıca genişleme katsayısı  $0,002 (^\circ\text{C})^{-1}$  olan maddeden yapılmış ve kenarı 1 m olan küp şeklindeki kap genişleme katsayısı  $0,001 (^\circ\text{C})^{-1}$  olan bir sıvı ile doludur. Sistemin sıcaklığı  $10^\circ\text{C}$  kadar artırılmaktadır. Kabin üst kenarı ile sıvı yüzeyi arasındaki uzaklık kaç cm'dir?

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

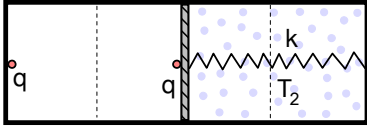


18. Çizgisel yük yoğunluğu  $+\lambda$  veya  $-\lambda$  olan çeyrek çember şeklindeki çizgisel yükler merkezleri O noktasında olmak üzere şekildeki gibi yerleştiriliyor. Çeyrek çemberlerin yarıçapları sırası ile  $r, 2r, 3r, 4r$  olduğuna göre, O noktasındaki elektrik alan vektörünün  $+x$  eksenine yaptığı açının tanjantı nedir?

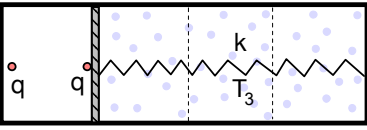
- A)  $\frac{1}{8}$       B)  $\frac{1}{2}$       C)  $\frac{1}{5}$       D)  $\frac{7}{25}$       E)  $\frac{23}{41}$



Şekil 1.



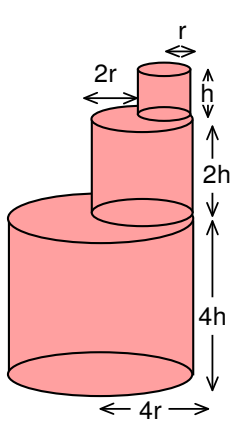
Şekil 2.



Şekil 3.

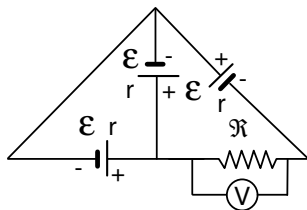
19. Yatay düzlem üzerinde bulunan dört eşit bölmeli, kapalı, ısıca yalıtılmış bir silindir içinde ağır ve ısıyı geçiren, dielektrik bir piston sürtünmesiz olarak hareket edebilmektedir. Pistonun sol tarafında vakum, sağ tarafında ise  $T_1=T$  sıcaklığında gaz bulunmaktadır. Soldaki duvar ile piston üzerine  $q$  noktasal yükleri yerleştirilmiştir. Piston sağ taraftan yay sabiti  $k$  olan bir yayla bağlıdır. Bu durumda piston tam birinci bölme üzerinde olup yay gerilmemiştir. Gazın sıcaklığı  $T_2=20T$  olursa piston tam ikinci bölme üzerinde dengede durmaktadır. Gazın sıcaklığı  $T_3$  olursa piston tam üçüncü bölme üzerinde dengede durmaktadır.  $T_3$  sıcaklığı kaç  $T$ 'dir?

- A) 80,5      B) 73,3      C) 33,0  
D) 52,0      E) 40,5



20. Öz direnci  $\rho$  olan bir maddeden, birincisinin yarıçapı  $r$ , yüksekliği  $h$  olacak şekilde her biri bir öncekinin iki katı yarıçapa ve iki katı yüksekliğe sahip sonsuz sayıda silindir yapılmaktadır. Bu silindirler üst üste konulduğunda oluşacak kulenin elektriksel direnci nedir?

- A)  $\frac{\rho h}{2\pi r^2}$       B)  $\frac{4\rho h}{\pi r^2}$       C)  $\frac{2\rho h}{\pi r^2}$       D)  $\frac{12\rho h}{\pi r^2}$       E)  $\infty$



21. E.m.k.'ları  $\varepsilon$  ve iç direnci  $r$  olan üç güç kaynağı ile direnci  $R$  olan bir rezistans şekildeki gibi bağlıdır. Direnç üzerine bağlı ideal bir voltmetro-nin gösterdiği değer  $U=\varepsilon$  ise  $\frac{R}{r}$  oranı kaçtır?

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



## XV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ - 2007

### 1. İki gemi

$$t = \frac{\ell}{v_1 + v_2} = \frac{600}{20 + 10} = 20 \text{ saat}$$

sonra karşılaşır. Motorlu bot A şehrinden yola çıkan gemiyle

$$t_1 = \frac{\ell}{v_1 + v} = \frac{600}{20 + 40} = 10 \text{ saat}$$

sonra karşılaşır. Bu süre içinde kıyıda bakan bir gözlemciye göre aldığı yol

$$x_{1m} = (v+u)t_1 = (40+5)10 = 450 \text{ km}$$

olur. Yine bu süre içinde B şehrinden yola çıkan geminin aldığı yol

$$x_{1B} = (v_2+u)t_1 = (10+5)10 = 150 \text{ km}$$

olur. Motorlu bot A şehrinden yola çıkan gemi ile karşılaştıktan sonra B şehrinden gelen gemi ile aralarındaki mesafe

$$\Delta x = x_{1m} - x_{1B} = 450 - 150 = 300 \text{ km}$$

olur. Motorlu kayık ile B şehrinden gelen gemi

$$t_2 = \frac{\Delta x}{v + v_2} = \frac{300}{40 + 10} = 6 \text{ saat}$$

sonra karşılaşır. Bu süre içinde kıyıda bakan bir gözlemciye göre motorlu botun aldığı yol

$$x_{2m} = (v-u)t_2 = (40-5)6 = 210 \text{ km}$$

olur. Bir gidiş gelişte motorlu botun ortalama hızı

$$v_{\text{ort}} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{450 + 210}{10 + 6} = \frac{165}{4} \text{ km/h}$$

olur. İki gemi karşılaşınca kadar motorlu botun kıyıda bakan bir gözlemciye göre aldığı yol

$$x = v_{\text{ort}} t = \frac{165}{4} \cdot 20 = 825 \text{ km}$$

olarak bulunur.

2. Motosikletçi karenin köşelerinden dönerken hızı sıfır olmalıdır. Aksi halde çok küçük eğrilik yarıçapından dolayı çok büyük merkezkaç kuvvetler meydana gelir. Motosikletçi a sabit ivmesi ile herhangi bir kavşaktan harekete geçip,  $\tau$  sürede karenin kenarının yarısı kadar hareket ederse geçen süre

$$\frac{\ell}{2} = \frac{a\tau^2}{2}; \tau = \sqrt{\frac{\ell}{a}}$$

olur. Toplam süre de

$$t_1 = 8\tau = 8\sqrt{\frac{\ell}{a}} = 8\sqrt{\frac{625}{1}} = 200 \text{ s}$$

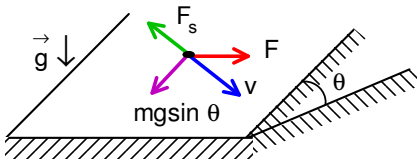
olarak bulunur. Ama bu süre minimum süre değildir. Motosikletçi kavşağa belirli hız ile girip ilk kenar boyunca fren yapar ve köşede durur. Sonra diğer iki kenar üzerinde kenar uzunluğunun yarısı kadar hızlanır, yarısı kadar yavaşlar ve dördüncü kenar üzerinde sadece hızlanarak girdiği kavşaktan çıkar. Birinci ve sonuncu kenar boyunca hareket süresi  $\tau'$

$$\ell = \frac{a\tau'^2}{2}; \tau' = \sqrt{\frac{2\ell}{a}}$$

olur. Toplam süre de

$$t_2 = 2\tau' + 4\tau = (4 + 2\sqrt{2})\sqrt{\frac{\ell}{a}} = 6,8 \cdot \sqrt{\frac{625}{1}} = 170 \text{ s}$$

olarak bulunur.



### 3. Eğik düzlem üzerinde hareket eden cisim için

$$F_s = fmg \cos \theta = \sqrt{F^2 + (mg \sin \theta)^2}$$

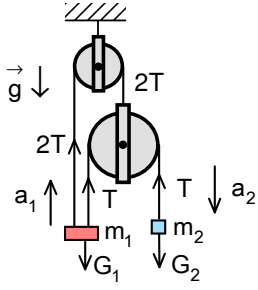
yazabiliriz. Buradan uygulanan F kuvveti

$$F = qE = mg \sqrt{f^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta}$$

olarak bulunur. Şeklin geometrisinden sürtünme katsayısı

$$\frac{F}{F_s} = \cos \beta; f = \frac{\tan \theta}{\sin \beta} = \frac{3}{2}$$

olarak bulunur.



4. Her cisme etki eden kuvvetler için

$$T_1 - m_1 g = m_1 a_1; T_1 = 3T$$

$$m_2 g - T_2 = m_2 a_2; T_2 = T$$

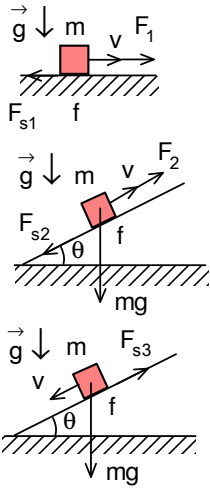
yazabiliriz. Basit makinelerin için altın kuraldan ivmeler arasındaki ilişki

$$T_1 x_1 = T_2 x_2; T_1 v_1 = T_2 v_2; T_1 a_1 = T_2 a_2$$

$$3T a_1 = T a_2; 3a_1 = a_2$$

olarak bulunur. Buradan

$$3T - 2mg = 2m \frac{a_2}{3}; mg - T = ma_2; a_2 = \frac{3g}{11} \text{ olarak bulunur.}$$



5. Birinci durumda güç

$$P_1 = fmgv$$

ikinci durumda

$$P_2 = mg \sin \theta \cdot v + fmg \cos \theta \cdot v$$

üçüncü durumda

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

yazabiliriz. Buradan

$$f = \tan \theta = \frac{P_1}{mgv}$$

$$\sin \theta = \frac{\tan \theta}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}} = \frac{P_1}{\sqrt{m^2 g^2 v^2 + P_1^2}}; \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}} = \frac{mgv}{\sqrt{m^2 g^2 v^2 + P_1^2}}$$

yazabiliriz. Buradan

$$P_2 = \frac{2mgvP_1}{\sqrt{m^2 g^2 v^2 + P_1^2}}; v = \frac{P_1 P_2}{mg \sqrt{4P_1^2 - P_2^2}}, f = \sqrt{\frac{4P_1^2}{P_2^2} - 1}$$

olarak bulunur.

6. Cismin menzili ifadesinden A noktasındaki hızı

$$x = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}; v = \sqrt{gx} = \sqrt{80}$$

olarak bulunur. Enerji korunumu yasasından yapılan iş

$$\frac{kx^2}{2} = A_s + mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$A_s = \frac{kx^2}{2} - mgh - \frac{mv^2}{2} = \frac{1000(0,2)^2}{2} - 0,2 \cdot 10 \cdot 2 - \frac{0,2 \cdot 80}{2} = 8 \text{ J}$$

ve aranan sürtünme katsayısı

$$A_s = fmg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\cos 45^\circ} = fmg h; f = \frac{A_s}{mgh} = \frac{8}{0,2 \cdot 10 \cdot 2} = 2$$

olarak bulunur.

7. Denge durumu için

$$T = mg; T = k(H - \ell)$$

yazabiliriz. Buradan

$$H - \frac{mg}{k} = \ell$$

olarak bulunur. Yeni denge konumuna göre

$$\frac{5H}{4} - \frac{mg}{k} = \ell'$$

yazabiliriz. İpin uzatma miktarı

$$\Delta \ell = \ell' - \ell = \frac{\ell}{4} + \frac{mg}{4k}$$

olarak bulunur.

8. Topun sekme hızı

$$v = \sqrt{2gh} = 20 \text{ m/s}$$

bundan sonraki hızı

$$v_s = v[1 - (0,0625)^{0,25}] = v \left[ 1 - \left( \frac{1}{16} \right)^{\frac{1}{4}} \right] = 0,5v = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ m/s}$$

olur. Topun yere düşünceye kadar geçen süre

$$t_d = \frac{v}{g} = \frac{20}{10} = 2 \text{ s}$$

topun çıkış süresi

$$t_c = \frac{v_s}{g} = \frac{10}{10} = 1 \text{ s}$$

aranan süre

$$t = 2 + 0,0625 + 1 = 3,0625 \text{ s}$$

olarak bulunur.

9. Birimci üçgenin kütlesi  $m_1 = m$  olsun. Bu üçgenin ağırlık merkezi üçgenin tepe noktasından

$$y_1 = \frac{2h_1}{3} = \frac{2\ell \sin 60^\circ}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3} \ell$$

uzakta olur. Bu üçgenin yüksekliğinin orta noktasına tabana paralel konulan tel parçanın kütlesi

$$m_2 = \frac{1}{2} \frac{m}{3} = \frac{m}{6}$$

bu telin üçgenin tepe noktasına olan uzaklığı

$$y_2 = \frac{h_1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \ell \text{ uzakta olur. Yeni oluşan üçgenin yüksekliğinin orta noktasına tabana}$$

paralel konulan tel parçanın kütlesi

$$m_3 = \frac{m_2}{2} = \frac{1}{2} \frac{m}{6}$$

bu telin üçgenin tepe noktasına olan uzaklığı

$$y_3 = \frac{y_2}{2} = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell$$

uzakta olur. Yeni oluşan üçgenin yüksekliğinin orta noktasına tabana paralel konulan tel parçanın kütlesi

$$m_4 = \frac{m_3}{2} = \frac{1}{2^2} \frac{m}{6}$$

bu telin üçgenin tepe noktasına olan uzaklığı

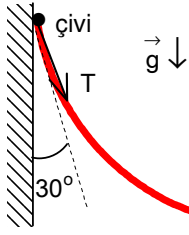
$$y_4 = \frac{y_3}{2} = \frac{1}{2^2} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell$$

uzakta olur. Sistemin ağırlık merkezi üçgenin tepe noktasından

$$y_m = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2 + m_3 h_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{m \frac{\sqrt{3}}{3} \ell + \frac{m}{6} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell + \frac{1}{2} \frac{m}{6} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell + \frac{1}{2^2} \frac{m}{6} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell \dots}{m + \frac{m}{6} + \frac{1}{2} \frac{m}{6} + \frac{1}{2^2} \frac{m}{6} \dots} = \frac{m \frac{\sqrt{3}}{3} \ell + \frac{m}{6} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4^2} + \dots \right)}{m + \frac{m}{6} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \dots \right)} = \frac{m \frac{\sqrt{3}}{3} \ell + \frac{m}{6} \frac{\sqrt{3}}{4} \ell \cdot \frac{4}{3}}{m + \frac{m}{6} \cdot 2} = \frac{7\sqrt{3}}{24}$$

olarak bulunur.





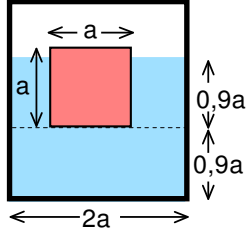
10. Halatın çiviye yakın olan noktadaki gerilme kuvveti

$$T \sin 30^\circ = F; T = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ N}$$

ve halatın kütlesi

$$T \cos 30^\circ = mg; m = \frac{40 \cdot \sqrt{3}}{10} = 3,4 \text{ kg}$$

olarak bulunur.



11. Buz askıdadır. Bu durumda

$$0,9a^3 g = 1 \cdot a^2 h_b g$$

yazabiliriz. Buradan buzun su altında bulunan kısmın derinliği

$$h_b = 0,9a$$

olur. Sistemin kütlesi

$$m_1 = 1 \cdot (2a)^2 \cdot 0,9a = 3,6a^3$$

$$m_2 = 1 \cdot [(2a)^2 - a^2] \cdot 0,9a = 2,7a^3$$

$$m_3 = 0,9a^3$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 7,2a^3$$

ve bu kütlenin tabandan olan yüksekliği

$$h = \frac{1}{2} \frac{m}{1 \cdot (2a)^2} = 0,9a$$

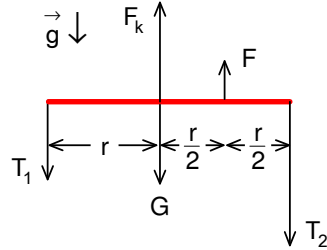
olur. İlk durumda sistemin kütle merkezinin yüksekliği

$$H = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2 + m_3 h_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{3,6a^3 \cdot \frac{0,9a}{2} + 2,7a^3 \cdot \left(0,9a + \frac{0,9a}{2}\right) + 0,9a^3 \cdot (0,9a + 0,5a)}{7,2a^3} = 0,90625a$$

olarak bulunur. Sistemin kütle merkezinin değişimi

$$\Delta h = H - h = 0,90625a - 0,9a = 0,00625a = \frac{a}{160}$$

olarak bulunur.



12. Cismin küresel boşluğun çıkarılmadan önceki ağırlığı

$$G = \frac{4\rho\pi r^3}{3} = \rho g V$$

cisme etki eden kaldırma kuvveti

$$F_k = \frac{4\rho_0\pi r^3}{3} = \rho_0 g V$$

çıkarılan küresel kısmın ağırlığı

$$F = \frac{4\rho\pi (0,5r)^3}{3} = \frac{\rho g V}{8}$$

olur. Cismin dengesi için

$$T_1 + T_2 + G = F_k + F; T_1 = T; T_2 = 2T$$

$$T_1 r + F \frac{r}{2} = T_2 r$$

yazabiliriz. Buradan

$$\frac{T_1 + T_2}{T_2 - T_1} = \frac{F_k + F - G}{\frac{F}{2}}; 3 = \frac{\rho_0 g V + \frac{\rho g V}{8} - \rho g V}{\frac{1}{2} \frac{\rho g V}{8}}; \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{17}{16}$$

olarak bulunur.

13. Verilen denklem adyabatik denklem olarak biliniyor. Atmosfer basıncı  $P_0$  ise

$$P V^{\frac{4}{3}} = \text{sabit}; P V_0^{\frac{4}{3}} = P_0 (8V_0)^{\frac{4}{3}}; P = 16P_0$$

basınç 16 kat azaltılmalıdır. Son durumda mısır tanesi patladığında basınç atmosfer basıncına eşit olur, yani  $P_0$ 'a.

14. Her bölmeni üst köşelerinde basınçlar mevcut olabilir. Sol pistonun dengede kalabilmesi için ilk durumda

$$\left( \Delta P_A + \frac{\rho_1 gh}{2} \right) S = kx; S = h^2$$

olmalıdır. Buradan sol bölmenin üst köşedeki basınç

$$\Delta P_A = \frac{kx}{h^2} - \frac{\rho_1 gh}{2}$$

olarak bulunur. İkinci yay konulursa sol pistonun dengede kalabilmesi için

$$\left( \Delta P'_A + \frac{\rho_1 gh}{2} \right) S = 2kx$$

olmalıdır. Buradan sol bölmenin üst köşedeki basınç

$$\Delta P'_A = \frac{2kx}{h^2} - \frac{\rho_1 gh}{2}$$

olarak bulunur. Bu iki durumda A noktasındaki basınçlar

$$P_A = \Delta P_A + \rho_1 gh = \frac{kx}{h^2} + \frac{\rho_1 gh}{2}; P'_A = \Delta P'_A + \rho_1 gh = \frac{2kx}{h^2} + \frac{\rho_1 gh}{2}$$

olur. Aralarındaki orandan

$$\frac{P'_A}{P_A} = \frac{7}{4}; \rho_1 gh = \frac{2kx}{3h^2}$$

olarak bulunur. Sağ pistonun dengede kalabilmesi için ilk durumda

$$\left( \Delta P_B + \frac{\rho_2 gh}{2} \right) S = kx; S = h^2$$

olmalıdır. Buradan sol bölmenin üst köşedeki basınç

$$\Delta P_B = \frac{kx}{h^2} - \frac{\rho_2 gh}{2}$$

olarak bulunur. İkinci yay konulursa sol pistonun dengede kalabilmesi için

$$\left( \Delta P'_B + \frac{\rho_2 gh}{2} \right) S = 2kx$$

olmalıdır. Buradan sol bölmenin üst köşedeki basınç

$$\Delta P'_B = \frac{2kx}{h^2} - \frac{\rho_2 gh}{2}$$

olarak bulunur. Bu iki durumda B noktasındaki basınçlar

$$P_B = \Delta P_B + \rho_2 gh = \frac{kx}{h^2} + \frac{\rho_2 gh}{2}; P'_B = \Delta P'_B + \rho_2 gh = \frac{2kx}{h^2} + \frac{\rho_2 gh}{2}$$

olur. Aralarındaki orandan

$$\frac{P'_B}{P_B} = \frac{3}{2}; \rho_2 gh = \frac{2kx}{h^2}$$

olarak bulunur. Sistem dikey konumuna getirilirse yeni basınçlar

$$P''_A = \frac{2kx}{h^2} - \rho_1 gh = \frac{2kx}{h^2} - \frac{2kx}{3h^2} = \frac{4kx}{3h^2}; P''_B = \frac{2kx}{h^2} + \rho_2 gh = \frac{2kx}{h^2} + \frac{2kx}{h^2} = \frac{4kx}{h^2}$$

olur. Aranan oran

$$\frac{P''_A}{P''_B} = \frac{1}{3}$$

olarak bulunur.

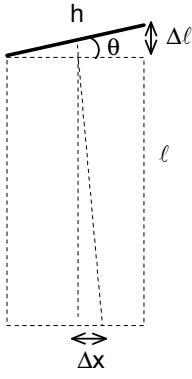
15. İlk durumda pistonun dengesi için

$$PS = \left( \frac{\rho gh}{2} + P_A \right) S$$

kap eğik duruma getirilip piston harekete geçerse gaz, pistonun iki ucunda etki eden basınçların dengesinden aranan basınç

$$PS = \frac{\rho gh \sin 45^\circ + \rho g \sqrt{2} h}{2} S; P_A = \frac{(3 - \sqrt{2}) \rho gh}{2\sqrt{2}}$$

olarak bulunur.



16. Çubukların boyca uzaması

$$\Delta l = \ell \lambda \Delta T; \ell = 5 \text{ m}$$

olur. Üst yüzey küçük  $\theta$  açısına döner. Bu açı için

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{\Delta l}{h}; h = 1,2 \text{ m}$$

yazabiliriz. Yapının orta noktası zeminden  $\ell + \frac{\Delta \ell}{2}$  yüksekte olur. Bu durumda yan-

sayan ışın  $\Delta x$  kadar yer değiştirir. Bu durumda

$$2\theta = \frac{\Delta x}{\ell + \frac{\Delta \ell}{2}} \approx \frac{\Delta x}{\ell}$$

yazabiliriz. Buradan sapma

$$\Delta x = \frac{2\ell^2 \lambda \Delta T}{h} = \frac{2(5000)^2 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6} \cdot 20^\circ \text{C}}{1200} = 7,1 \text{ mm}$$

olarak bulunur. Işığın zemin üzerinde kayma miktarı sağ tarafa doğru olur.

17. Kabin alanı

$$S = \ell^2 (1 + 2\lambda t^\circ)$$

sıvının hacmi

$$V = \ell^3 (1 + \alpha t^\circ)$$

sıvının yüksekliği

$$h_s = \frac{V}{S} = \frac{\ell^3 (1 + \alpha t^\circ)}{\ell^2 (1 + 2\lambda t^\circ)} = \ell [1 + (\alpha - 2\lambda) t^\circ] = 100 [1 + (0,001 - 2 \cdot 0,002) \cdot 10] = 97 \text{ cm}$$

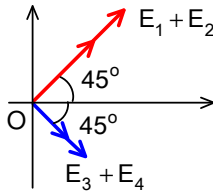
kabun yeni yüksekliği

$$h_k = \ell (1 + \lambda t^\circ) = 100 (1 + 0,002 \cdot 10) = 102 \text{ cm}$$

ve aradığımız fark

$$h_k - h_s = 102 - 97 = 5 \text{ cm}$$

olarak bulunur.



18. r yarıçaplı çeyrek çemberin merkezde oluşturduğu elektrik alan

$$E_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{2\pi r \lambda}{4} = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$

2r yarıçaplı çeyrek çemberin merkezde oluşturduğu elektrik alan

$$E_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot 4r^2} \cdot \frac{2\pi(2r)\lambda}{4} = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2r}$$

3r yarıçaplı çeyrek çemberin merkezde oluşturduğu elektrik alan

$$E_3 = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 (3r)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot 9r^2} \cdot \frac{2\pi(3r)\lambda}{4} = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{1}{3r}$$

4r yarıçaplı çeyrek çemberin merkezde oluşturduğu elektrik alan

$$E_4 = \frac{q_4}{4\pi\epsilon_0 (4r)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot 16r^2} \cdot \frac{2\pi(4r)\lambda}{4} = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{1}{4r}$$

olarak bulunur. Bileşke elektrik alan şekildeki gibidir. Bileşke elektrik alının x bileşeni

$$E_x = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4) \cos 45^\circ = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{25}{12r} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

bileşke elektrik alının y bileşeni

$$E_y = (E_1 + E_3 - E_2 - E_4) \sin 45^\circ = \frac{1}{8\epsilon_0} \cdot \frac{7}{12r} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

ve aradığımız oran

$$\tan \theta = \frac{E_y}{E_x} = \frac{7}{25}; \theta = 16,5^\circ$$

olarak bulunur.

19. İlk durumda yükler arasında etki eden kuvvet basınç kuvveti ile dengelenmektedir.

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(3\ell)^2} = PS$$

Sağ bölmedeki basınç için

$$PS\ell = nRT$$

yazabiliriz. Kap ısıtılırsa yükler arasında etki eden kuvvetin dışında yay kuvveti de etki etmektedir. Bu kuvvetler basınç kuvveti ile dengelenmektedir.

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2\ell)^2} + k\ell = P'S$$

Sağ bölmedeki basınç için  $P'S2\ell = nR20T$  yazabiliriz. Bu iki denklemden

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\ell^2} = \frac{9nRT}{\ell}; k = \frac{31nRT}{4\ell^2}$$

olarak bulunur. Üçüncü durumda

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\ell^2} + k2\ell = P''S$$

yazabiliriz. Sağ bölmedeki basınç için

$$P''S3\ell = nRT_3$$

yazabiliriz. Buradan  $T_3 = 73,3T$  olarak bulunur.

20. İlk silindirin direnci

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{\rho h}{\pi r^2}$$

ikincinin direnci

$$\mathfrak{R}_2 = \frac{\rho(2h)}{\pi(2r)^2} = \frac{1}{2} \frac{\rho h}{\pi r^2}$$

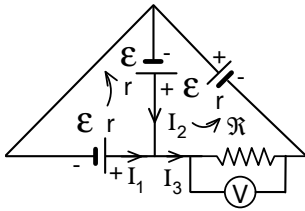
üçüncünün direnci

$$\mathfrak{R}_3 = \frac{\rho(2.2h)}{\pi(2.2r)^2} = \frac{1}{2^2} \frac{\rho h}{\pi r^2}$$

olarak yazılabilir. Bu işlem sonsuza kadar edip oluşan rezistansların dirençlerini eri bağlarsak eşdeğer direnç

$$\mathfrak{R} = \frac{\rho h}{\pi r^2} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \dots \right) = \frac{2\rho h}{\pi r^2}$$

olarak bulunur.



21. İki kapalı kontur için ikinci Kirchhoff kuralı

$$\mathcal{E} - \mathcal{E} = I_1 r - I_2 r; 0 = I_1 - I_2; I_1 = I_2$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{E} = I_3 \mathfrak{R} + I_3 r + I_2 r;$$

ve birinci Kirchhoff kuralı

$$I_1 + I_2 = I_3 = 2I_2$$

olarak yazılabilir. Buradan

$$I_3 = \frac{4\mathcal{E}}{2\mathfrak{R} + 3r}; U = I_3 \mathfrak{R} = \frac{4\mathfrak{R}\mathcal{E}}{2\mathfrak{R} + 3r} = \mathcal{E}; \mathfrak{R} = \frac{3r}{2}$$

olarak bulunur.

22. Akım denklemi

$$I = \frac{24(8 + \mathfrak{R}_x)}{5\mathfrak{R}_x + 24}$$

olarak yazılabilir.  $\mathfrak{R}_x = 4 \Omega$  için  $I = 6,55 \text{ A}$  olarak bulunur. Yani cevap A) şıkkıdır

23. Kırılma yasasından ve sorudaki şarttan

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2; \frac{c \sin \theta_1}{n_1} = \frac{c \sin \theta_2}{n_2}$$

aranan ilişki

$$n_1 = n_2$$

olarak bulunur.

24. Birinci durumda cisim mercekten  $a_1=12$  cm kadar uzaktadır. Görüntü mercekten  $b_1$  kadar uzaktadır. Görüntünün büyütme oranı

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f}; \frac{1}{12} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{4}; b_1=6 \text{ cm}; k_1 = \frac{b_1}{a_1} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

olur. İkinci durumda cisim mercekten  $a_2$  kadar uzakta iken dört kere büyük ve sanal olur. Görüntü mercekten  $b_2$  kadar uzaktadır.

$$k_2=4k_1; 2 = \frac{b_2}{a_2}; b_2=2a_2; \frac{1}{a_2} - \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f}; \frac{1}{a_2} - \frac{1}{2a_2} = \frac{1}{4}; a_2=2 \text{ cm}; b_2=4 \text{ cm}$$

Cismin aldığı yol

$$x = a_1 - a_2 = 12 - 2 = 10 \text{ cm}$$

ve bunun için gereken süre

$$t = \frac{x}{v} = \frac{10}{0,2} = 50 \text{ s}$$

olarak bulunur.

25. Su yüzeyine göre cismin görüntüsü

$$\frac{n}{H} + \frac{1}{H'} = \frac{1-n}{\infty}; H' = \frac{n}{\frac{4}{3}} = 300 \text{ cm}$$

bu görüntü fotoğraf makinesinden

$$a = H' + h = 300 + 110 = 410 \text{ cm}$$

uzakta bulunmaktadır. Görüntü mercekten  $b$  uzakta bulunmaktadır. Mercek formülünden

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}; \frac{1}{410} + \frac{1}{b} = \frac{1}{10}; b = \frac{41}{4}$$

olarak bulunur. Büyütme oranından görüntünün boyu

$$k = \frac{b}{a} = \frac{\frac{41}{4}}{410} = \frac{\ell_g}{80}; \ell_g = 2 \text{ cm}$$

olarak bulunur.