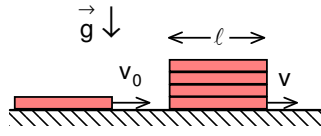


XVIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2010

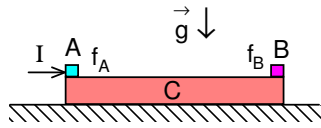
1. Derinliği  $d$  olan suda yüzen bir kayığa akıntı tarafından sabit bir yatay kuvvet uygulamaktadır. Kayıktaki balıkçı bir çapa atarak sudaki yerini sabitlemek istemektedir. Kayığı batmadan sabit tutabilmek için; içinde bir balıkçı varken çapayı en az  $\ell_1$  uzunluğunda, iki balıkçı varken ise çapayı en az  $\ell_2$  uzunluğunda bir ip ile salmak gerekmektedir. Bu kayak kaç balıkçı taşıyabilir?

- A)  $\frac{d}{\ell_2 - \ell_1}$       B)  $\frac{\sqrt{\ell_2^2 - d^2}}{\sqrt{\ell_2^2 - d^2} - \sqrt{\ell_1^2 - d^2}}$       C)  $\frac{2\sqrt{\ell_2^2 - d^2} - \sqrt{\ell_1^2 - d^2}}{\sqrt{\ell_2^2 - d^2} - \sqrt{\ell_1^2 - d^2}}$
- D)  $\frac{d}{\sqrt{\ell_2^2 - \ell_1^2}}$       E)  $\frac{\sqrt{\ell_1^2 - d^2}}{\sqrt{\ell_2^2 - d^2} - \sqrt{\ell_1^2 - d^2}}$



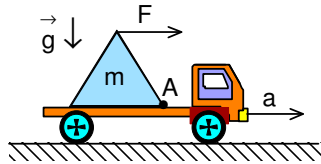
2. Çapı ( $\ell$ ), kalınlığından çok daha uzun olan 4 tavla pulu üst üste durmaktadır. Bunlarla özdeş bir başka tavla pulu bu desteye doğru buldukları yüzey üzerinde hızla gönderiliyor ve esnek çarpışma gerçekleşiyor. Tüm yüzeylerdeki kinetik sürtünme katsayısı  $f_k$ , statik sürtünme katsayısı  $f_s$ , ve her bir pulun kütlesi  $m$  olarak veriliyor. Fırlatılan pulun destenin en altındakine çarptığı anki hızı  $v_0$  ise; en alttaki pulun desteden kurtulduğu andaki  $v_s$  hızının  $v_0$ 'a oranı  $\frac{v_s}{v_0}$  nedir?

- A)  $\frac{1 + \sqrt{1 + 8 \left( 6 - \frac{14f_k g}{v_0^2 f_s} \right)}}{8}$       B)  $\frac{1 + \sqrt{1 + 4 \left( 6 - \frac{(7f_k + 3f_s) g \ell}{v_0^2 f_s} \right)}}{8}$       C)  $\frac{1 + \sqrt{1 + 8 \left( 6 - \frac{98f_k g \ell}{v_0^2} \right)}}{8}$
- D)  $\sqrt{1 - \frac{14gf_s \ell}{v_0^2}}$       E)  $\sqrt{1 - \frac{14gf_k \ell}{v_0^2}}$



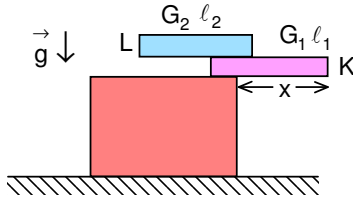
3. Kütlesi  $m_C=7m$ , boyu  $\ell$  olan bir C bloğu sürtünmesiz bir masa üzerinde durmaktadır. Bu bloğun iki ucunda kütleleri sırasıyla  $m_A=2m$  ve  $m_B=m$  olan küçük A ve B cisimleri bulunmaktadır. Bu cisimlerle C bloğu arasındaki sürtünme katsayıları sırası ile  $f_A$  ve  $f_B$ 'dir. Başlangıçta üç cisim de hareketsiz durumdadır. A cisimi, üzerine uygulanan çok kısa süreli bir I itmesi sayesinde sağa doğru harekete başlamaktadır. B cisminin C ye göre hareketsiz kaldığı şartlar altında, A cisminin B ye ulaşabilmesi için gerekli itmenin en küçük değeri nedir?

- A)  $m\sqrt{10f_A g \ell}$       B)  $m\sqrt{\frac{5f_B g \ell}{4}}$       C)  $m\sqrt{\frac{10f_A g \ell}{f_B}}$       D)  $m\sqrt{\frac{5f_A g \ell}{4}}$       E)  $m\sqrt{10f_B g \ell}$



4. Kütlesi  $m$  olan eşkenar üçgen prizma şeklindeki bir yük,  $a = \frac{g}{\sqrt{3}}$  sabit bir ivmeyle sağa doğru gitmekte olan bir kamyonette taşınmaktadır. Yük A ucu bu kamyonetin kasası üzerinde bulunan bir basamağa değecek şekilde yerleştirilmiştir. Yükün tepe noktasında yatay  $F$  kuvveti bu yükü sağa doğru eğebilecek kadar büyüktür. A noktasındaki kuvvetin büyüklüğü ve yatayla yaptığı açı sırası ile ne kadardır?

- A)  $\frac{4mg}{3\sqrt{3}}; \tan^{-1}(3\sqrt{3})$       B)  $mg\sqrt{\frac{22}{21}}; \tan^{-1}(\sqrt{3})$       C)  $mg\sqrt{\frac{28}{27}}; \tan^{-1}(3\sqrt{3})$
- D)  $\frac{4mg}{3\sqrt{3}}; \tan^{-1}(\sqrt{3})$       E)  $mg\sqrt{\frac{28}{27}}; \tan^{-1}(\sqrt{3})$



5. Ağırlıkları sırasıyla  $G_1$  ve  $G_2$  olan K ve L türdeş çubuklarının boyları sırasıyla  $l_1$  ve  $l_2$ 'dir. Bu çubukları bir masanın ucuna L, K'nın üzerinde olacak şekilde yerleştiriliyor.  $G_2 > G_1$  olduğuna göre, K'nın masanın ucundan sarkan parçasının ( $x$ ) maksimum değeri nedir?

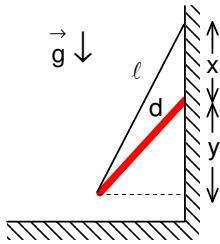
- A)  $\frac{l_1 + l_2}{2} \left[ \frac{G_1}{G_1 + G_2} + 1 \right]$       B)  $\frac{l_1 l_2}{2} \left[ \frac{G_1}{G_1 l_1 + G_2 l_2} + \frac{1}{l_2} \right]$       C)  $\frac{l_1}{2} \left[ \frac{G_2}{G_1 + G_2} + 1 \right]$   
D)  $\frac{l_1}{2} \left[ \frac{G_1}{G_1 + G_2} + 1 \right]$       E)  $\frac{l_1}{2 l_2} \left[ \frac{G_1 l_1 + G_2 l_2}{G_1 + G_2} + l_2 \right]$

6. Kenar uzunluğu 25 cm, üst yüzeyi açık küp şeklindeki içi boş bir kabın kütlesi 40 gram olup, tamamen sıvı ile dolu iken 102,5 gram gelmektedir. Kap tabana yakın bir yerden delinip sıvı akışı sağlanıyor. Sıvı boşalana kadar geçen süre içinde sistemin ağırlık merkezi ile sıvı yüzeyi aynı seviyede olduğu anda kaptaki sıvı yüksekliği kaç santimetredir?

- A)  $20(\sqrt{2} - 1)$     B) 8    C)  $16(\sqrt{2} - 1)$     D)  $16(2 - \sqrt{2})$     E) Bu olay mümkün değil

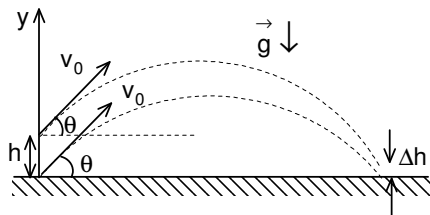
7. Motoru tekerleklerine sabit kuvvet uygulayan bir araba  $\ell$  uzunluğundaki düz yokuşu, durgun halden kalkarak  $t_1$  sürede çıkıp, yine durgun halden kalkarak  $t_2$  sürede iniyor. Yerçekimi ivmesi  $g$  ise bu araba yatayda aynı uzaklığı durgun halden hızlanarak ne kadar sürede alır?

- A)  $\sqrt{\frac{\ell}{g}}$     B)  $\sqrt{t_1 t_2}$     C)  $\frac{t_1 + t_2}{2}$     D)  $t_1 t_2 \sqrt{\frac{2}{t_1^2 + t_2^2}}$     E)  $\sqrt{\frac{\ell(t_1^2 + t_2^2)}{2gt_1 t_2}}$



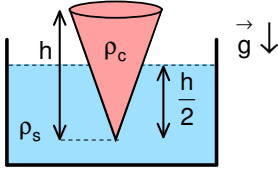
8. Uzunluğu  $d$  olan bir çubuğun bir ucu sürtünmesiz olarak dikey yönde hareket edebilecek şekilde bir direğe bağlıdır. Diğer ucu ise  $\ell$  uzunluğunda ağırlıksız bir ip ile yine aynı direğe şekildeki gibi bağlanmıştır. Ayrıca  $\frac{3d}{2} > \ell > d$  olarak veriliyor. Çubuğun  $g$  yerçekimi altında dengede durduğu konumda, ip ile çubuğun direkteki uçları arasındaki uzunluğun, çubuğun iki ucu arasındaki dikey uzunluğa oranı  $\frac{x}{y}$  nedir?

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



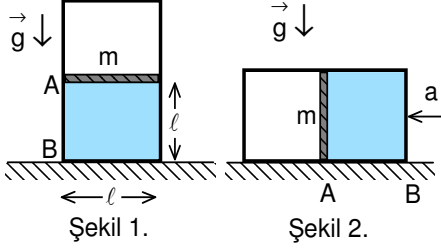
9. Kütleleri  $m=1,0$  kg olan iki küresel noktasal cisimden biri yerden diğeri ise ondan  $h=25$ cm yukarıdan aynı  $v_0=500$  m/s ilk hızıyla ve aynı anda yatayla  $\theta=30^\circ$  açı yapacak şekilde yukarı doğru fırlatılıyorlar. Bu iki cisim arasındaki kütesel çekim kuvvetini hesaba katarsak, yerden atılan cisim tekrar yere düştüğü anda, cisimler arasındaki dikey uzaklık,  $h$  yüksekliği ile karşılaştırıldığında çok küçük olan bir  $\Delta h$  kadar değişmiş olacaktır.  $\Delta h$ 'in yaklaşık değeri kaç milimetredir?

- A)  $1,4 \cdot 10^{-4}$     B)  $2,7 \cdot 10^{-3}$     C)  $2,7 \cdot 10^{-5}$     D)  $1,4 \cdot 10^{-3}$     E)  $3,2 \cdot 10^{-5}$



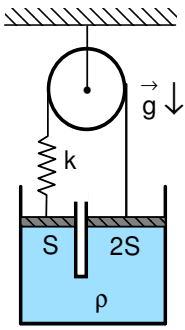
10. Özkütlesi  $\rho_c$ , yüksekliği  $h$  ve taban yarıçapı  $R$  olan koni şeklindeki bir cisim şekilde gösterildiği gibi özkütlesi  $\rho_s$  olan bir sıvının içinde yarı yüksekliğine kadar batmış olarak yüzmektedir. Bu cisme yukarıdan havadaki ağırlığının kaç katı kadar bir kuvvet uygulanmalıdır ki, batan kısmının yüksekliği ilk durumda batan kısmının yüksekliğinin  $\frac{4}{3}$  katı olsun?

- A)  $\frac{27}{8}$       B)  $\frac{37}{27}$       C)  $\frac{64}{27}$       D)  $\frac{27}{37}$       E)  $\frac{5}{27}$



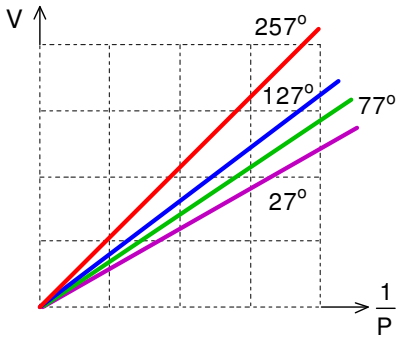
11. Dikdörtgenler prizması şeklinde kapalı bir kap dikey konumda iken kütlesi  $m$  olan pistonun üst tarafında vakum (boşluk), alt tarafında sıvı bulunmaktadır (Şekil 1). Bu durumda A ve B noktalarındaki basınçlar arasında ilişki  $P_B=2P_A$  olarak veriliyor. Kap yatay konuma getirip sol tarafa doğru bir sabit  $a$  ivmesi uygulanıyor (Şekil 2). Bu durumda  $3P'_A=2P'_B$  olması için,  $a$  ivmesi kaç  $g$  olmalıdır?

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

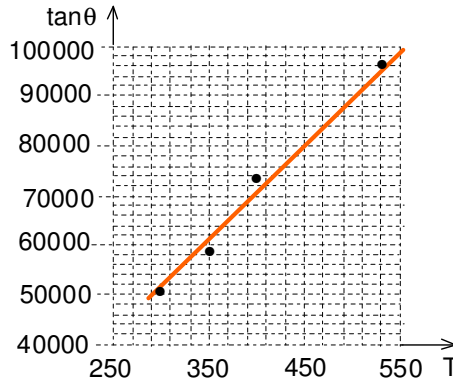


12. Şekildeki gibi kesit alanları  $S$  ve  $2S$  olan iki pistonla kapatılmış kabın içi özkütlesi  $\rho$  olan bir sıvı ile doldurulmuştur. Pistonlar bir makara, yay ve ip yardımıyla bağlanmış olup yay, ip ve pistonlar ağırlıksızdır. Yerçekimi ivmesi altında pistonlar seviyeleri aynı olacak şekilde tutulduklarında ipteki gerilim  $T_1$  olmaktadır. Sistem serbest bırakıldığında gerilim  $T_2$  oluyorsa yay sabiti  $k$  nedir?

- A)  $3\rho gS \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$       B)  $3\rho gS \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right)$       C)  $6\rho gS \left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right)$   
 D)  $3\rho gS \left(\frac{2T_2}{T_1} - 1\right)$       E)  $3\rho gS \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)$



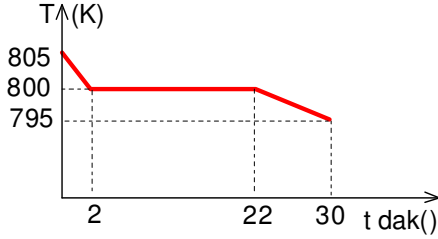
Şekil 1.



Şekil 2.

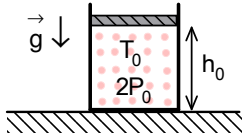
13. Bir lastik balon bir miktar  $H_2$  gazı ile doldurulup ısıtılıyor. Bu gazın  $27^\circ$ ,  $77^\circ$ ,  $127^\circ$  ve  $257^\circ$  C sıcaklıklardaki hacim ( $V$ )- basınç ( $P$ ) ilişkisi incelenerek Şekil 1.'deki grafikteki doğrular elde edilmiştir. Bu doğruların yatay eksenle yaptığı açılar  $\theta$  olmak üzere;  $\tan\theta$ 'nın  $T$ 'ye göre çizilen grafiği de Şekil 2.'de gösterilmiştir. Bu verileri kullanarak, balona yaklaşık kaç gram  $H_2$  doldurulduğunu bulunuz.

- A) 12      B) 80      C) 36      D) 20      E) 42



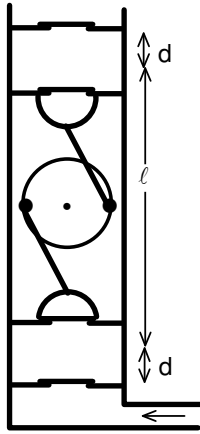
14. Bir kap içerisine sıvı halde konulan bir metalin sıcaklığının zamanla değişim grafiği (T-t) şekilde gösterilmiştir. Bu metalin öz erime ısısı L, öz ısı kapasitesi sıvı halde iken  $C_s$ , katı halde iken ise  $C_k$  olarak verilmiştir. Erime öz ısı verilen parametreler cinsinden nedir?

- A)  $L=25\sqrt{C_k C_s}$       B)  $5\sqrt{C_k C_s}$       C)  $\sqrt{5C_k C_s}$   
D)  $25(C_k+C_s)$       E)  $25(C_s-C_k)$



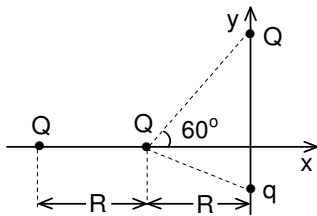
15. Pistonun ve kabın aynı maddeden yapıldığı bir sistemde kabın içinde gaz vardır. Sistem  $P_0$  atmosfer basıncı altında ve  $T_0=300$  K sıcaklığında iken pistonun yerden yüksekliği  $h_0$  ve kaptaki gazın basıncı  $2P_0$ 'dir. Sistemin sıcaklığı  $\Delta T = \frac{T_0}{10}$  kadar artırıldığında pistonun yerden yüksekliği  $h=h_0$  oluyorsa, kap ve pistonun yapıldığı maddenin boyca genleşme katsayısı ( $K^{-1}$ ) cinsinden yaklaşık olarak ne kadardır?

- A)  $\frac{1}{600}$       B)  $\frac{1}{300}$       C)  $\frac{1}{200}$       D)  $\frac{1}{500}$       E)  $\frac{1}{400}$



16. Şekilde basit bir vakum pompasının kesiti verilmiştir. Pompada yalnız yukarı yönde hava geçiren iki hareketli iki de sabit valflü piston vardır. (Alttaki basınç üsttekinden fazla olursa alttan yukarı hava geçiyor, tersi durumda ise piston hava geçirmiyor). Bu pistonlardan ortadaki ikisi r yarıçapında bir diske bağlıdır. Bu disk bir motor yardımıyla döndürüldüğünde iki piston pompa içinde birbirlerine zıt yönde hareket etmektedirler. Bu iki pistonun birbirine en uzak oldukları durumdaki uzaklık  $\ell$ , kendilerine en yakın sabit pistonlara uzaklıkları ise d olmaktadır. Orta kesitteki motor ve piston aksamalarının hacmi ihmal edilebilecek kadar azdır. Pompa alt ucundan vakum yapılacak ortama bağlanarak sabit sıcaklıkta yavaşça çalıştırıldığında elde edilen vakumun dış basınca oranı ne kadar olur?

- A)  $\frac{d(\ell-2r)}{2\ell(d+2r)}$       B)  $\frac{d(\ell-2r)}{\ell(d+2r)}$       C)  $\frac{d(\ell-4r)}{\ell(d+2r)}$       D)  $\frac{d^2(\ell-2r)}{\ell(d+2r)^2}$       E)  $\frac{d^2(\ell-4r)}{\ell(d+2r)^2}$

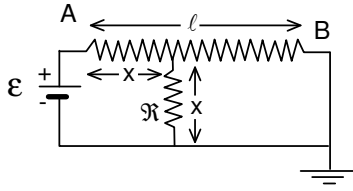


17. Üç tane +Q ve bir tane +q yükü x ve y eksenleri üzerine şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Bu yüklerden sadece x-ekseni üzerinde bulunup y -eksenine en yakın olan yük hareket edebilir durumda olup, diğerleri sabitleştirilmiştir.  $\frac{q}{Q}$  oranı ne olmalıdır ki, hareket edebilen yük şekilde gösterilen noktada sabit kalsın?

- A)  $\frac{4}{\sqrt{3}}$       B)  $\frac{3\sqrt{13}}{8}$       C)  $\frac{13\sqrt{13}}{49}$       D)  $\frac{3\sqrt{13}}{2}$       E)  $4\sqrt{3}$

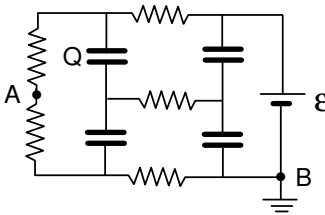
18. Bir metalde elektrik akımı hareketli elektronlarla iletilir. Akım yoğunluğu j yani birim alandan geçen akım miktarı; birim hacimdeki elektron sayısı  $n_0$ , elektron yükü q, elektron kütlesi m, elektronların ardi ardına çarpışmaları arasında geçen süre  $\tau$  ve uygulanan elektrik alanı E parametrelerine bağlıdır. Yani  $j=n_0q^2m^2\tau^2E^w$  olarak ifade edilebilir. Burada x, y, z ve w akım yoğunluğun q, m,  $\tau$ , ve E'ye üstel olarak nasıl bağlı olduğunu gösteren sayılardır. Birim analizi yaparak bu üstel sayıları bulunuz.

	x	y	z	w
A)	1	1	-1	1
B)	2	-1	1	1
C)	2	-1	-1	1
D)	1	-1	1	2
E)	2	1	1	1



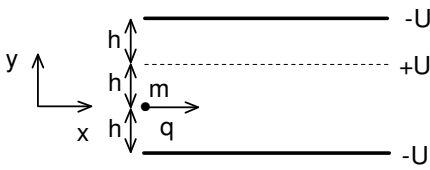
19. Şekildeki devredeki AB telinin boyu  $\ell$ , kesit yarıçapı  $r$ 'dir.  $R$  direnci ise AB ile aynı cins telden yapılmış olup kesit yarıçapı  $2r$ , boyu ise  $x$  kadardır.  $R$  direncinin üst ucunun AB teline dokunduğu noktanın A ucundan uzaklığı  $x$ , ve toprağa göre potansiyeli  $U$  olarak verilmektedir. Devre, gerilimi  $\mathcal{E}$  olan sabit bir güç kaynağı ile beslenmektedir. Hangi  $x$  değeri için  $\frac{\mathcal{E}}{U}$  oranı 8 olur?

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



20. Şekildeki devrede dirençler ve kondansatörler özdeşdir. Devre ilk başta B noktasından topraklanmış olarak hazırlandığında gösterilen kondansatörde Q yükü birikiyor. Daha sonra devrede A noktası da topraklanır ve uzun süre beklenirse aynı kondansatör üzerindeki yük kaç Q olur?

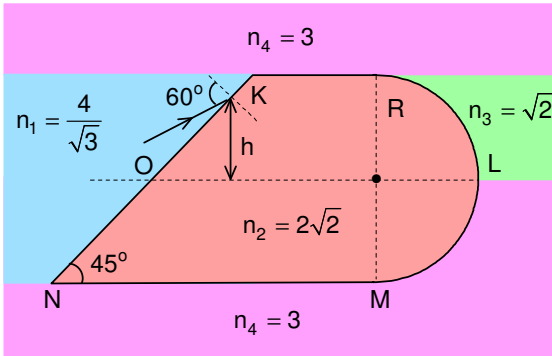
- A)  $\frac{5}{2}$       B)  $\frac{3}{2}$       C)  $\frac{5}{8}$       D)  $\frac{1}{2}$       E)  $\frac{3}{8}$



21. Kütleli  $m$ , yükü  $-q$  olan bir parçacık sıcaklığı  $T$  Kelvin olan bir fırında ısıtılıyor ve birine paralel üç plakadan oluşan iki bölgeyi bir alana hızı plakalara paralel olacak şekilde  $x$ -ekseni boyunca gönderiliyor. Alt iki plaka arası uzaklık  $2h$ , üst iki plaka arası uzaklık ise  $h$  olup, orta plaka  $+U$ , alt ve üst plakalar  $-U$  potansiyelindedir. Parçacık alt bölgenin orta noktasından sisteme girmektedir. Orta plaka kafes şeklinde olup parçacık

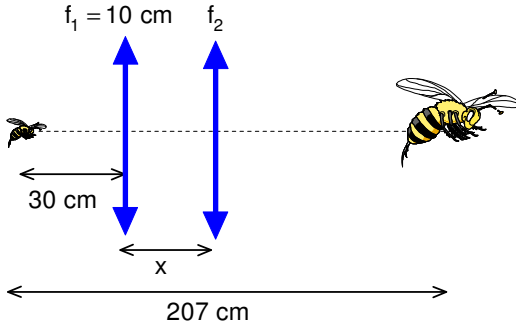
alt bölgeden üst bölgeye, hız vektörü yatayla  $45^\circ$ lik bir açı yaparak geçmektedir. Parçacık sisteme girdiği andan ne kadar süre sonra bütün plakalara uygulanan voltajlar sıfırlanırsa, parçacık üst bölgede  $x$ - yönünde harekete devam ediyor olur? (Sistem  $x$ - $y$  yatay düzlemi üzerine kurulmuştur).

- A)  $\sqrt{\frac{mh^2}{kT}}$       B)  $\sqrt{\frac{4mh^2}{3kT}}$       C)  $\sqrt{\frac{3mh^2qU}{k^2T^2}}$       D)  $\sqrt{\frac{3mh^2}{kT}}$       E)  $\sqrt{\frac{4mh^2kT}{3q^2U^2}}$



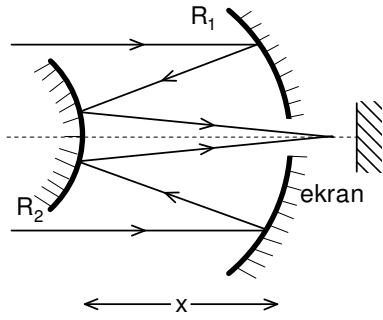
22. Şekildeki optik sistem kırıcılık indisi  $n_2=2\sqrt{2}$  olan camdan yapılmış olup, yarım küre şeklindeki bölümün eğrilik yarıçapı  $R$ 'dir. Bu sistemin alt ve üstünde kırıcılık indisleri  $n_4=3$ , sağında üst bölümde  $n_3=\sqrt{2}$ , alt bölümde  $n_4=3$ , solunda ise  $n_1=\frac{4}{\sqrt{3}}$  olan ortamlar bulunmaktadır. Bu sisteme sol taraftan ve eksenden  $h=\frac{R}{\sqrt{2}}$  yükseklikteki K noktasından  $60^\circ$ 'lik gelme açısı ile giren ışık ışını hangi bölgede cisimden dışarı çıkar;

- A) L noktasının  $\frac{R}{\sqrt{2}-1}$  kadar sağında optik eksenini keser  
 B) L noktasının R kadar solunda optik eksenini keser  
 C)  $\overline{NM}$  arasındaki bir noktadan dışarı çıkar  
 D)  $\overline{ML}$  arasındaki bir noktadan dışarı çıkar  
 E)  $\overline{ON}$  arasındaki bir noktadan dışarı çıkar



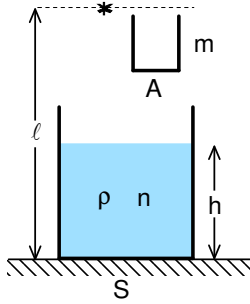
23. Bir optik sistem iki yakınsak ince mercekten oluşmaktadır. Bu sistem odak uzaklığı  $f_1=10$  cm olan birinci merceğin 30 cm solundaki cismin, cisme göre düz ve 40 kez büyümüş görüntüsünü, cisimden 207 cm sağ tarafta bulunan ekran üzerinde vermektedir. İkinci merceğin odak uzaklığı  $f_2$  ve mercekler arası uzaklık  $x$ , sırası ile kaç santimetredir?

- A)  $\frac{684}{7}$ ; 57    B)  $\frac{160}{79}$ ; 13    C)  $\frac{160}{81}$ ; 13  
D)  $\frac{160}{79}$ ; 17    E)  $\frac{160}{81}$ ; 17



24. Şekildeki teleskop eğrilik yarıçapı  $|R_1| = \frac{10|R_2|}{3}$  olan bir çukur ve eğrilik yarıçapı  $R_2$  olan bir tümsek aynadan oluşmuştur. Aynalar arası uzaklık  $x$  ne olmalıdır ki çukur aynanın ortasındaki delikten geçen ışık teleskopun verdiği son görüntüyü bu aynanın arka tarafına konulan ekran üzerinde net bir şekilde oluştursun?

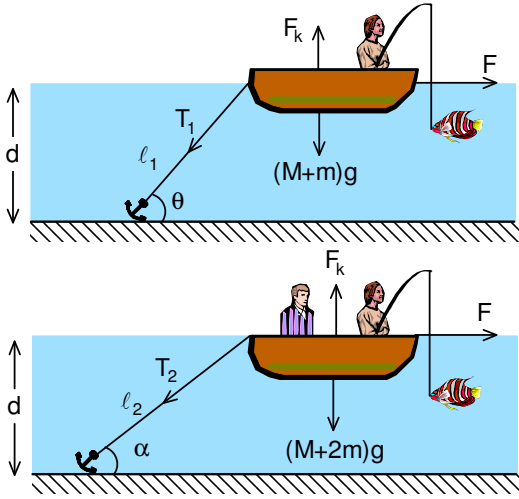
- A)  $\frac{7R_2}{20} < x < \frac{R_2}{2}$     B)  $\frac{R_2}{2} < x < \frac{3R_2}{4}$     C)  $\frac{4R_2}{3} < x < \frac{5R_2}{3}$   
D)  $\frac{7R_2}{6} < x < \frac{5R_2}{3}$     E)  $\frac{R_2}{6} < x < \frac{7R_2}{6}$



25. Kesit alanı  $S$  olan bir kabın dibine  $l$  yükseklikten bir gözlemci bakmaktadır. Kabın içi özkütlesi  $\rho$  ve kırıcılık indisi  $n$  bilinmeyen bir sıvıyla dipten  $h$  yüksekliğe kadar doldurulduğunda gözlemci kabın dibini  $l_1$  uzaklıkta görüyor. Kesit alanı  $A$ , kütlesi  $m$  olan ince şeffaf bir kap, sıvının içinde yüzecek şekilde bırakılıyor. Gözlemci bu kabın içinden baktığında dibi  $l_2$  uzaklıkta görüyor. Sıvının özkütlesi nedir? (Havanın kırıcılık indisini  $n=1$ , küçük açılar için de  $\tan\theta \approx \theta$ ,  $\sin\theta \approx \theta$  olarak alabilirsiniz.)

- A)  $\frac{m(S-A)(l-l_1)}{hSA(l_2-l_1)}$     B)  $\frac{mh(l-l_1)}{A(S-A)(l_2-l_1)}$     C)  $\frac{mA}{hS(l-l_1)(l-l_2)}$   
D)  $\frac{mh(l-l_1)}{SA(l-l_2)}$     E)  $\frac{m(S-A)(l-l_1)}{hSA(l-l_2)}$

XVIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2010



1. Her durumda yatay yönde etki eden kuvvet sabit ve kayık limit durumda battığı için kaldırma kuvveti de sabit olur. Birinci durumda

$$(M+m)g + T_1 \sin \theta = F_k; \sin \theta = \frac{d}{l_1}$$

$$T_1 \cos \theta = F; \cos \theta = \frac{\sqrt{l_1^2 - d^2}}{l_1}$$

ikinci durumda

$$(M+2m)g + T_2 \sin \alpha = F_k; \sin \alpha = \frac{d}{l_2}$$

$$T_2 \cos \alpha = F; \cos \alpha = \frac{\sqrt{l_2^2 - d^2}}{l_2}$$

yazabiliriz. Buradan

$$F = \frac{mg \sqrt{l_2^2 - d^2} \sqrt{l_1^2 - d^2}}{d (\sqrt{l_2^2 - d^2} - \sqrt{l_1^2 - d^2})}$$

elde edilir. Kayıkta n tane balıkçı varsa

$$(M+nm)g = F_k$$

olur. Buradan

$$(M+m)g + F \tan \theta = (M+mg) + (n-1)mg$$

$$\frac{mg \sqrt{l_2^2 - d^2} \sqrt{l_1^2 - d^2}}{d (\sqrt{l_2^2 - d^2} - \sqrt{l_1^2 - d^2})} \frac{d}{\sqrt{l_1^2 - d^2}} = (n-1)mg$$

$$n = 1 + \frac{\sqrt{l_2^2 - d^2}}{\sqrt{l_2^2 - d^2} - \sqrt{l_1^2 - d^2}} = \frac{2\sqrt{l_2^2 - d^2} - \sqrt{l_1^2 - d^2}}{\sqrt{l_2^2 - d^2} - \sqrt{l_1^2 - d^2}}$$

olarak bulunur.

2. Eşit kütleli gelen ile en alt pullar arasındaki esnek çarpışman dolayı gelen pul durur, en alttaki pul ise  $v_0$  hızı ile hareket etmeye başlar. Bu hareket de üstteki pullarınki gibi sabit ivme ile gerçekleşir. Statik sürtünme kinetik sürtünmeden fazla olduğundan üstteki pullar birlikte hareket ederler ve ivmelerinin  $f_k g$ 'dir. Alttaki pul ise hem alt yüzeyden hem de üstteki pullardan kaynaklanan sürtünmenin dolayı  $7f_k g$  büyüklüğündeki ivme ile yavaşlar. Alt pulun desteden kurtulma süresi t, kurtulma anında alttaki pulun hızı  $v_s$  ise üstteki pulların ve alttaki pulun aldıkları yollar eşit olur.

$$\frac{gf_k t^2}{2} + \ell = \frac{(v_0 + v_s)t}{2}$$

Ayrıca pulun son hızı

$$v_s = v_0 - 7f_k g t$$

ile verilir. Bu iki denklemden

$$\frac{f_k g}{2} \left( \frac{v_0 - v_s}{7f_k g} \right)^2 + \ell = \frac{v_0 + v_s}{2} \frac{v_0 - v_s}{7f_k g}$$

$$8v_s^2 - 2v_0 v_s + 98f_k g \ell - 6v_0^2 = 0$$

elde edilir. Bu denklemin çözümü de

$$\frac{v_s}{v_0} = \frac{1 + \sqrt{1 + 8 \left( 6 - \frac{98f_k g \ell}{v_0^2} \right)}}{8}$$

olur. Bu kökün büyük ilk hız limiti 1'e yakınsar.

3. A cisme verilen itme

$$I=2mv_0$$

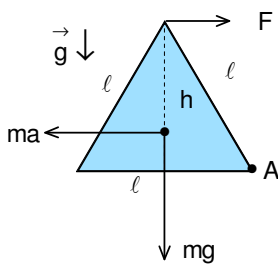
olsun. Momentum korunumu yasasından sistemin son hızı

$$2mv_0=10mv; v=\frac{v_0}{5}$$

olur. Sürtünmeye karşı harcanan enerji

$$\frac{2m \cdot v_0^2}{2} = \frac{10mv^2}{2} + f_A \cdot 2mg\ell; I=2mv_0=m\sqrt{10f_A g\ell}$$

olarak bulunur.



4. a ivmesi ile sağ tarafa doğru hareket eden prizmaya yatay yönde

$$ma = \frac{mg\sqrt{3}}{3}$$

kuvvet

$$\frac{h}{3} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \ell = \frac{\sqrt{3}}{6} \ell$$

yükseklikte uygulanmaktadır. Moment dengesinden F kuvveti

$$\frac{mg\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} \ell + mg \cdot \frac{\ell}{2} = F \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \ell; F = \frac{4mg\sqrt{3}}{9}$$

dikey yöndeki kuvvet

$$N_y = mg$$

yatay yöndeki kuvvet

$$N_x = F - ma = \frac{4mg\sqrt{3}}{9} - \frac{mg\sqrt{3}}{3} = \frac{mg\sqrt{3}}{9}$$

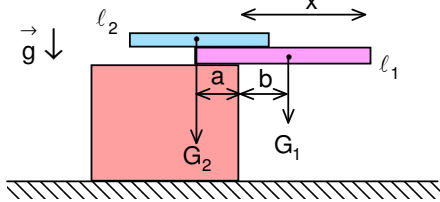
net kuvvet

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} = mg\sqrt{\frac{28}{27}}$$

açı

$$\tan\theta = \frac{N_y}{N_x} = 3\sqrt{3}$$

olarak bulunur.



5. x uzaklığının maksimum olması için L çubuğun ağırlık merkezi K çubuğun sol ucunun üzerinde olmalıdır. Bu durumda

$$G_1 \cdot b = G_2 \cdot a; a + b = \frac{l_1}{2}$$

yazabiliriz. Buradan

$$b = \frac{l_1}{2} \frac{G_2}{G_1 + G_2}; x = b + \frac{l_1}{2} = \frac{l_1}{2} \left[ \frac{G_2}{G_1 + G_2} + 1 \right]$$

olarak bulunur.

6. Kabın bir yüzeyin kütlesi

$$m = \frac{40}{5} = 8 \text{ gram}$$

sıvının kütlesi

$$m_s = 102,5 - 40 = 62,5 \text{ gram}$$

sıvının özkütlesi

$$\rho = \frac{m_s}{V} = \frac{62,5}{25^3} = \frac{1}{250} = 0,004 \text{ g/cm}^3$$

olur. Sistemin kütle merkezinin yüksekliği

$$h = \frac{8 \cdot 0 + 4 \cdot 8 \cdot \frac{25}{2} + \frac{1}{250} \cdot 25^2 \cdot h \cdot \frac{h}{2}}{40 + \frac{1}{250} \cdot 25^2 \cdot h} = h; h^2 + 32h - 320 = 0; h = 8 \text{ cm}$$

olarak bulunur.



7. Eğik düzlem boyunca hareket için

$$F - F_s - mg \sin \theta = ma_1 = m \frac{2\ell}{t_1^2}$$

$$F - F_s + mg \sin \theta = ma_2 = m \frac{2\ell}{t_2^2}$$

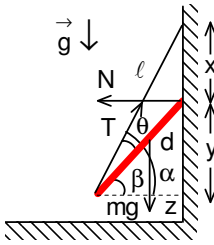
yazabiliriz. Buradan

$$2(F - F_s) = 2m\ell \left( \frac{1}{t_1^2} + \frac{1}{t_2^2} \right); F - F_s = \frac{m\ell(t_1^2 + t_2^2)}{t_1^2 t_2^2}$$

elde edilir. Aranan süre

$$F - F_s = ma; \frac{m\ell(t_1^2 + t_2^2)}{t_1^2 t_2^2} = \frac{2m\ell}{t^2}; t = t_1 t_2 \sqrt{\frac{2}{t_1^2 + t_2^2}}$$

olarak bulunur.



8. Denge konumunda çubuğun duvara dayalı ucuna göre moment alabiliriz.

$$mg \frac{d}{2} \cos \beta = T d \sin \theta; \theta = \alpha - \beta$$

Kuvvet dengesinden

$$mg = T \sin \alpha; N = T \cos \alpha$$

yazabiliriz. Buradan

$$\frac{\cos \beta}{2} = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}; \sin \alpha = \frac{x + y}{\ell}; \cos \alpha = \frac{z}{\ell}; \sin \beta = \frac{y}{d}; \cos \beta = \frac{z}{d}$$

$$\sin \theta = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha \cos \beta = 2 \sin \theta = 2 \sin \alpha \cos \beta - 2 \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha \cos \beta = 2 \cos \alpha \sin \beta; \frac{x + y}{\ell} \cdot \frac{z}{\ell} = 2 \frac{z}{\ell} \cdot \frac{y}{\ell}; x = y$$

olarak bulunur.

9. Cisimlerin yatay ve dikey hızları

$$v_{0x} = v_0 \cos 30^\circ; v_{0y} = v_0 \sin 30^\circ$$

cismin menzili

$$x = 2v_{0x} \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0^2 \sin 60^\circ}{g} = \frac{500^2 \cdot \sqrt{3}}{10} = 21650 \text{ m}$$

hareket süreleri

$$t = 2 \frac{v_0 \sin 30^\circ}{g} = 2 \frac{500 \cdot 0,5}{10} = 50 \text{ s}$$

olur. İki cisim arasındaki dikey uzaklık hareket süresince yaklaşık olarak aynı kaldığını kabul edebiliriz.

Bu durumda etki eden kuvvet

$$F = \frac{\gamma m^2}{h^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1^2}{0,25^2} = 1,06 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

olur. Bu kuvvetin etkisi ile cisimler dikey yönde

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1,06 \cdot 10^{-9}}{1} = 1,06 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}^2$$

ivme ile birbirine yaklaşıyorlar. Yaklaşmaları

$$\frac{\Delta h}{2} = \frac{at^2}{2}; \Delta h = 1,06 \cdot 10^{-9} \cdot 50^2 = 2,668 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

olarak bulunur.

10. Koninin taban yarıçapı r, yüksekliği h ise hacmi

$$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$$

olur. Sıvı içinde bulunan koninin taban yarıçapı

$$r_1 = \frac{r \cdot \frac{h}{2}}{h} = \frac{r}{2}$$

koni dengede iken sıvıda batan hacim

$$V_1 = \frac{\pi \left(\frac{r}{2}\right)^2 \frac{h}{2}}{3} = \frac{V}{8}$$

koninin ağırlığı

$$G = mg = \rho_s g V_1 = \frac{\rho_s g V}{8}$$

F kuvveti uygulanırsa sıvı içinde bulunan koninin taban yarıçapı

$$r_2 = \frac{r \cdot \frac{4h}{3}}{h} = \frac{2r}{3}$$

koni dengede iken sıvıda batan hacim

$$V_2 = \frac{\pi \left(\frac{2r}{3}\right)^2 \frac{2h}{3}}{3} = \frac{8V}{27}$$

olur. Yeni denge için

$$F + mg = \rho_s g V_2$$

yazabiliriz. Buradan aranan kuvvet

$$F = \frac{8\rho_s g V}{27} - \frac{\rho_s g V}{8} = \frac{37mg}{27}$$

olarak bulunur.

11. Birinci durumda

$$P_A = \frac{mg}{S}; P_B = P_A + \rho g \ell = 2P_A$$

yazabiliriz. Buradan

$$m = \rho \ell S$$

elde edilir. İkinci durumda pistonun dengesi için

$$F = ma = P_{ort} S = \frac{P + (P + \rho g \ell)}{2} S$$

yazabiliriz. Burada P üst noktada sıkışmadan kaynaklanan basınçtır. Buradan bu basınç

$$P = \rho \ell a - \frac{\rho g \ell}{2}$$

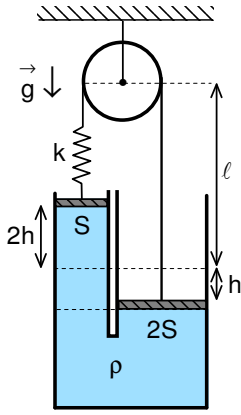
A ve B noktadaki yeni basınçlar

$$P'_A = P + \rho g \ell = \rho \ell a + \frac{\rho g \ell}{2}; P'_B = P + \rho \ell a + \rho g \ell = 2\rho \ell a + \frac{\rho g \ell}{2}$$

ve aranan ivme

$$3\rho \ell a + \frac{3\rho g \ell}{2} = 4\rho \ell a + \rho g \ell; a = \frac{g}{2}$$

olarak bulunur.



12. İlk anda yayda gerilmenin oluşması için pistonlar aşağıya doğru itilmektedir. Yaydaki uzama

$$x_1 = \frac{T_1}{k}$$

olur. Sistem serbest bırakılırsa sol piston yukarıya doğru çekilir. Bu durumda ise yay

$$x_2 = \frac{T_2}{k}$$

kadar gerilmiştir. Alanı 2S olan piston h kadar aşağıya inerse, alanı S olan piston 2h kadar yukarıya çıkar. Makaradan pistonlara kadar ilk uzaklık ℓ olsun.

Bu durumda sol pistonun makaraya olan uzaklık

$$y_1 = \ell - 2h$$

sağ pistonun makaraya olan uzaklık

$$y_2 = \ell + h$$

yaydaki kısalma

$$x_1 - x_2 = 2\ell - (y_1 + y_2) = 2\ell - (2\ell - h) = h = \frac{T_1}{k} - \frac{T_2}{k}$$

olur. Sol pistonun dengesi için  $P_0$  atmosfer basıncı ise

$$T_2 = P_0 S$$

yazabiliriz. Bu durumda sol pistonun altındaki sıvı basıncı sıfırdır. Sağ pistonun dengesi için

$$T_2 + 3\rho gh \cdot 2S = P_0 \cdot 2S = 2T_2$$

yazabiliriz. Buradan

$$h = \frac{T_2}{6\rho gh} = \frac{T_1}{k} - \frac{T_2}{k}; k = 6\rho gS \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right)$$

olarak bulunur.

### 13. Gaz denklemleri

$$PV = nRT; V = \frac{nRT}{P}; \tan\theta = nRT$$

şeklinde yazılabilir. Buradan

$$n = \frac{\tan\theta}{RT}$$

elde edilir. Verilerden ve grafikten

$$T = 273^\circ + 27^\circ = 300 \text{ K} \rightarrow \tan\theta = 50000 \rightarrow n = \frac{50000}{8,314 \cdot 300} = 20,05$$

$$T = 273^\circ + 77^\circ = 350 \text{ K} \rightarrow \tan\theta = 58000 \rightarrow n = \frac{58000}{8,314 \cdot 350} = 20$$

$$T = 273^\circ + 127^\circ = 400 \text{ K} \rightarrow \tan\theta = 71000 \rightarrow n = \frac{71000}{8,314 \cdot 400} = 21,3$$

$$T = 273^\circ + 257^\circ = 530 \text{ K} \rightarrow \tan\theta = 96000 \rightarrow n = \frac{96000}{8,314 \cdot 530} = 21,87$$

mol sayısı  $n \approx 21$  ve gazın kütlesi

$$M = n\mu = 21 \cdot 2 = 42 \text{ gram}$$

olarak bulunur.

### 14. Grafikler doğrusal olduğu için birim zamanda kaybolan ısı q ise

$$q \cdot 2 = mc_s(805 - 800)$$

$$q \cdot 20 = mL$$

$$q \cdot 8 = mc_k(800 - 795)$$

yazabiliriz. Buradan

$$10 = \frac{L}{5c_s}; \frac{5}{2} = \frac{L}{5c_k}; L = 25 \sqrt{c_k c_s}$$

olarak bulunur.

15. İlk durumda

$$2P_0 = P_0 + \frac{mg}{S_0}; \frac{mg}{S_0} = P_0$$

ikinci durumda

$$P = P_0 + \frac{mg}{S} = P_0 + \frac{mg S_0}{S} = P_0 \left( 1 + \frac{S_0}{S} \right)$$

ve gaz denklemleri için

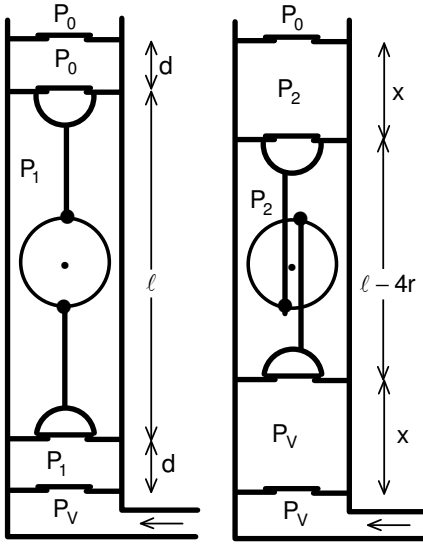
$$PSh_0 = nRT; T = T_0 + \Delta T = \frac{11T_0}{10}$$

$$2P_0 S_0 h_0 = nRT_0$$

yazabiliriz. Buradan

$$S = \frac{6S_0}{5}; \Delta S = S - S_0 = \frac{S_0}{5} = S_0 \cdot 2\lambda\Delta T; \lambda = \frac{1}{10\Delta T} = \frac{1}{300} \text{ K}^{-1}$$

olarak bulunur.



16. İki hareketli valfli piston arasında uzaklık maksimum ve  $\ell$  olursa en üst valfin açılmaması için birinci bölmedeki basınç dış  $P_0$  atmosfer basınca eşit olmalıdır. İkinci ve üçüncü bölmedeki basınç  $P_1$  olsun. Bu durumda en alt valf kapalı olduğu için vakumdaki basınç  $P_v$  etki etmemektedir. İkinci ve üçüncü bölmeler arasındaki basınçlar da eşitlenirse bu iki bölme arasında gaz geçişi sağlanmaktadır. İki hareketli valfli piston arasındaki uzaklık minimum olduğunda sabit ve hareketli pistonlar arasındaki uzaklık

$$\ell + 2d = \ell - 4r + 2x; x = d + 2r$$

olur. Birinci ve ikinci bölme arasındaki basınçlar eşit ve  $P_2$  olduklarında bu iki bölme arasında gaz geçişi sağlanmaktadır. Ayrıca üçüncü bölme ile vakum arasında basınçlar eşitlenirse üçüncü bölme ancak açılabilir. Bu durumda

$$P_0 S d = P_2 S (d + 2r)$$

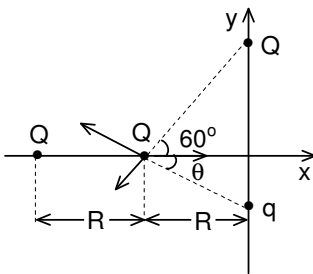
$$P_1 S \ell = P_2 S (\ell - 4r)$$

$$P_1 S d = P_v S (d + 2r)$$

yazabiliriz. Buradan aranan oran

$$P_1 = \frac{P_0 d (\ell - 4r)}{d + 2r} = \frac{P_v (d + 2r)}{d}; \frac{P_v}{P_0} = \frac{d^2 (\ell - 4r)}{\ell (d + 2r)^2}$$

olarak bulunur.



17. Denge durumu için

$$\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 \left( \frac{R}{\cos 60^\circ} \right)^2} \sin 60^\circ = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left( \frac{R}{\cos \theta} \right)^2} \sin \theta$$

$$\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 \left( \frac{R}{\cos 60^\circ} \right)^2} \cos 60^\circ + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left( \frac{R}{\cos \theta} \right)^2} \cos \theta$$

yazabiliriz. Buradan

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{7}; \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{13}}; \cos \theta = \frac{7}{2\sqrt{13}}$$

ve aranan oran

$$\frac{q}{Q} = \frac{13\sqrt{13}}{49}$$

olarak bulunur.

18. Akım yoğunluğu için

$$j = n_0 q^* m^y \tau^z E^w$$

şeklinde yazıldığı ifade edilmektedir. Formülde yer alan fiziksel büyüklüklerin birimleri için

$$[j] = \frac{A}{m^2} = \frac{C}{m^2 s}; [n_0] = \frac{1}{m^3}; [q] = C; [m] = kg; [\tau] = s; [E] = \frac{N}{C} = \frac{kg \cdot m}{C \cdot s^2}$$

$$\frac{C}{m^2 s} = \frac{1}{m^3} \cdot C^x \cdot kg^y \cdot s^z \cdot \frac{kg^w \cdot m^w}{C^w \cdot s^{2w}} \cdot \frac{q^2 n_0 \tau S E}{2m}$$

$$C: 1 = x - w$$

$$m: -2 = -3 + w$$

$$s: -1 = z - 2w$$

$$kg: 0 = y + w$$

yazabiliriz. Buradan  $x=2$ ,  $y=-1$ ,  $z=1$ ,  $w=1$  olarak bulunur. Bu formülün ifadesi de molekül kinetik yaklaşımı ile ispat edilebilir. Sıcaklık T ise serbest elektronlar klasik bir tanecik olarak kabul edilirlerse

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

ısısal hızı ile hareket etmektedir. Elektrik alan uygulandığında elektronlar yönlendirilmiş  $v_d \ll v$  drif hızı ile hareket etmektedir. Hareket esnasında elektronlar kristal hücrenin iyonları ile çarpışmaktadırlar. Çarpışmalar arasında geçen  $\tau$  sürede elektrik alanın etkisi ile elektronlar a ivmesi ile hareket etmektedirler.

$$qE = ma; a = \frac{qE}{m}$$

İki çarpışma arasında elektronların ısısal hızın dışında kazandıkları son hız

$$v_s = a\tau = \frac{qE\tau}{m}$$

elektronların yönlendirilmiş hızı

$$v_d = \frac{0 + v_s}{2} = \frac{qE\tau}{2m}$$

olur. Elektrik akım

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = qn_0 S v_d = \frac{q^2 n_0 \tau S E}{2m}$$

elektrik akımın yoğunluğunu

$$j = \frac{I}{S} = \frac{q^2 n_0 \tau S E}{2m}$$

olarak yazılabilir.  $\rho$  maddenin özdirenci,  $\gamma$  maddenin öz iletkenliği

$$\rho = \frac{2mv}{e^2 n_0 \lambda}; \gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{e^2 n_0 \lambda}{2mv}$$

olarak yazılabilir.

19. AB telinin x kısmın direnci ve kalan telin direnci için

$$\mathfrak{R}_x = \frac{\rho x}{\pi r^2} = x; \mathfrak{R}_{\ell-x} = \frac{\rho(\ell-x)}{\pi r^2} = (\ell-x); \frac{\rho}{\pi r^2} = 1$$

$\mathfrak{R}$  direnci için

$$\mathfrak{R} = \frac{\rho x}{\pi(2r)^2} = \frac{x}{4}$$

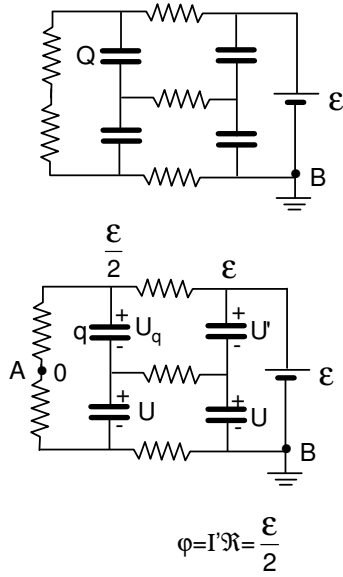
yazabiliriz.  $\mathfrak{R}_{\ell-x}$  ve  $\mathfrak{R}$  birbirine paralel bağlı olup dirençleri

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{(\ell-x) \cdot \frac{x}{4}}{\ell-x + \frac{x}{4}} = \frac{x(\ell-x)}{4\ell-3x}$$

olur. Buradaki potansiyel fark U ise  $\mathfrak{R}_x$  üzerindeki potansiyel fark  $7U$  olur. Buradan

$$7 \frac{x(\ell-x)}{4\ell-3x} = x; x = \frac{3\ell}{4}$$

olarak bulunur.



20. Birinci durumda akan akım

$$I = \frac{\varepsilon}{4R}$$

iki kondansatör üzerindeki voltaj

$$U_0 = I \cdot 2R = \frac{\varepsilon}{2}$$

bir kondansatör üzerindeki voltaj

$$U_1 = \frac{U_0}{2} = \frac{\varepsilon}{4}$$

ve kondansatörün yükü

$$Q = CU_1 = \frac{C\varepsilon}{4}$$

olarak bulunur. A noktası da topraklanırsa akan akım

$$I' = \frac{\varepsilon}{2R}$$

verilen kondansatörün üst plakanın potansiyeli

$$\varphi = I'R = \frac{\varepsilon}{2}$$

diğer üst kondansatörün üst plakanın potansiyeli  $\varepsilon$ , alt kondansatörlerin potansiyel farkların eşit ve  $U$  olsun. Şekilden

$$\varepsilon = U + U'; \quad \frac{\varepsilon}{2} = U + U_q$$

yük korunumu yasasından

$$2CU = CU' + CU_q$$

yazabiliriz. Buradan

$$U = \frac{U' + U_q}{2}; \quad 2\varepsilon = 3U' + U_q; \quad \varepsilon = U' + 3U_q$$

$$U_q = \frac{\varepsilon}{8}; \quad q = CU_q = \frac{C\varepsilon}{8} = \frac{Q}{2}$$

olarak bulunur.

21. Parçacıkların girişteki hızları için

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3kT}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

iki bölgedeki elektrik alanlar için

$$E_1 = \frac{U - (-U)}{2h} = \frac{U}{h} = E; \quad E_2 = \frac{U - (-U)}{h} = \frac{2U}{h} = 2E$$

dikey yönde hareket ettikleri ivmeler için

$$a_1 = \frac{qE_1}{m} = \frac{qU}{mh}; \quad a_2 = \frac{qE_2}{m} = \frac{2qU}{mh}$$

yazabiliriz. Parçacıklar birinci bölgeden ikinci bölgeye  $45^\circ$ 'lik açıyla girdiklerine göre parçacıkların dikey yönde kazandıkları hız giriş hızlarına eşit oluyor. Buradan birinci bölgede hareket süresi

$$v_y = a_1 t_1 = \frac{qU t_1}{mh} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}; \quad t_1 = \frac{h\sqrt{3kTm}}{qU}$$

$$h = \frac{v_y^2}{2a} = \frac{1}{2} \frac{3kT}{m} \frac{mh}{qU}; \quad qU = \frac{3kT}{2}$$

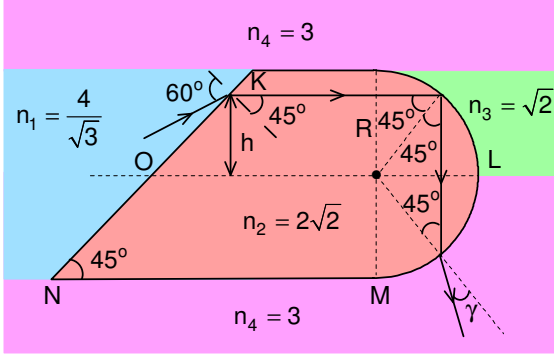
olarak bulunur. İkinci bölgedeki dikey hızı sıfıra kadar düşmesi gerekir. Buradan dikey hızın sıfırlama süresi

$$v_y = a_2 t_2 = a_2 t_2; \quad t_2 = \frac{t_1}{2}$$

ve aranan süre

$$t = t_1 + t_2 = \frac{3t_1}{2} = \frac{3h\sqrt{3kTm}}{2qU} = \sqrt{\frac{3mh^2}{kT}}$$

olarak bulunur. '



22. İlk durumda birinci kırılma yüzeyi için kırılma açısı

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin \beta} = \frac{2\sqrt{2}}{\frac{4}{\sqrt{3}}}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}, \beta = 45^\circ$$

olarak bulunur. Kırılan ışın optik eksene paralel gitmektedir. Bu ışın küresel yüzeye düştüğünde

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin \gamma} = \frac{n_4}{n_2}; \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sin \gamma} = \frac{3}{2\sqrt{2}}; \sin \gamma = \frac{2}{3}$$

olduğu için bu yüzeyden dışarı çıkar.

23. İlk mercekten cisim ile mercek arasındaki uzaklık  $a_1=30$  cm ise görüntü mercekten

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1}; \frac{1}{30} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{10}; b_1=15 \text{ cm}$$

uzakta olur. Bu görüntünün büyütme oranı

$$k_1 = \frac{b_1}{a_1} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$$

sistemin büyütme oranı ifadesinden ikinci merceğin büyütme oranı

$$k = k_1 k_2; 40 = \frac{1}{2} \cdot k_2; k_2 = 80$$

olarak bulunur. İkinci mercek için cisim ile görüntü arasındaki uzaklık için

$$207 - 30 - 15 = 162 \text{ cm} = a_2 + b_2$$

cisim ile görüntü arasındaki uzaklık arasındaki ilişki için

$$k_2 = \frac{b_2}{a_2}; 80 = \frac{b_2}{a_2}$$

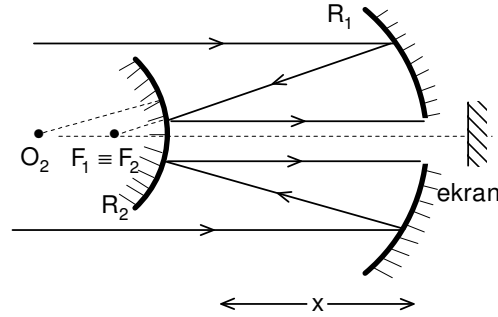
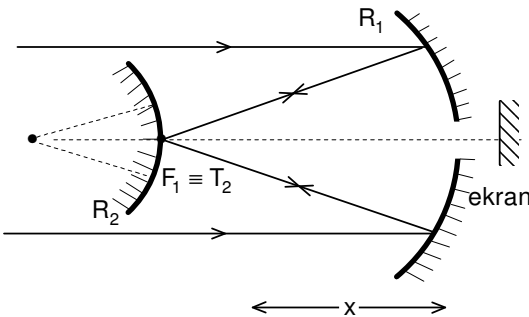
yazabiliriz. Buradan

$$a_2 = 2 \text{ cm}; b_2 = 160 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2}; \frac{1}{2} + \frac{1}{160} = \frac{1}{f_2}; f_2 = \frac{160}{81}$$

iki mercek arasındaki uzaklık

$$x = b_1 + a_2 = 15 + 2 = 17 \text{ cm}$$



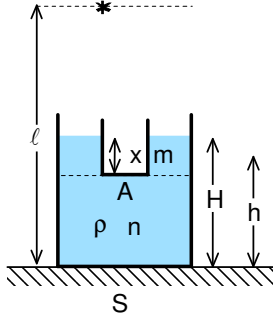
24. Birinci aynanın odak noktası ikinci aynanın tepe noktası çakışık ise

$$x_1 = \frac{R_1}{2} = \frac{5R_2}{3}$$

olur. Birinci aynanın odağı ile ikinci aynanın odak noktası çakışık ise

$$x_2 = \frac{R_1}{2} - \frac{R_2}{2} = \frac{5R_2}{3} - \frac{R_2}{2} = \frac{7R_2}{6}$$

olur.



25. Sıvı yüzeyine göre kabın dibi yüzeyden

$$\frac{n}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1-n}{\infty}; b = -\frac{h}{n}$$

uzaklıkta görünür. Görünür uzaklık ilk durumda

$$l_1 = l - h + b = l - h + \frac{h}{n} = l - \frac{h(n-1)}{n}; \frac{h(n-1)}{n} = l - l_1$$

olur. Şeffaf kap sıvıya atılırsa

$$mg = \rho g A x; x = \frac{m}{\rho A}$$

kadar batar. Sıvının yeni yüksekliği

$$Sh + Ax = SH; H = h + \frac{m}{\rho S}$$

olur. Yeni görünür derinlik şeffaf kabın dibine göre

$$b' = -\frac{H-x}{n}$$

ve yeni görünür uzaklık

$$l_2 = l - H + x + b' = l - (H-x) + \frac{H-x}{n} + \frac{m}{\rho A} = l - \frac{(H-x)(n-1)}{n}; \frac{(H-x)(n-1)}{n} = l - l_2$$

$$\frac{H-x}{h} = \frac{l-l_2}{l-l_1}; \frac{h + \frac{m}{\rho S} - \frac{m}{\rho A}}{h} = 1 - \frac{m(S-A)}{\rho h S A} = \frac{l-l_2}{l-l_1}$$

ve aranan özkütle

$$\rho = \frac{m(S-A)(l-l_1)}{h S A (l_2-l_1)}$$

olarak bulunur.