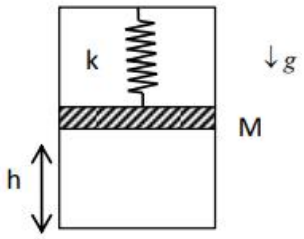
FİZİK BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2009

1. Düşey konumda bulunan içi boş bir silindirin içinde gaz sızdırmayan, sürtünmesiz, M kütleli bir piston yay sabiti k olan bir yayın ucunda asılı olarak durmaktadır. Piston denge konumunda iken silindirin tabanından h kadar yüksektedir. Silindirin alt bölümüne sıcaklığı T olan gaz konulursa yaydaki sıkışma miktarı yaydaki ilk uzama miktarının iki katı oluyor. Bundan sonra gaz soğutuluyor. Yaydaki sıkışma miktarı yaydaki ilk uzama miktarına eşit olduğunda gazın yeni sıcaklığı nedir?



A) $\dfrac{(Mg+2kh)T}{2(2Mg+kh)}$ **B)** $\dfrac{2(Mg+kh)T}{3(2Mg+kh)}$ **C)** $\dfrac{(Mg+kh)T}{(2Mg+kh)}$

D) $\dfrac{(Mg+kh)T}{3(2Mg+2kh)}$ **E)** $\dfrac{2(Mg+2kh)T}{3(2Mg+2kh)}$

<u>Çözüm:</u>

Bu soru sınavda iptal edilmiş olup, doğru çözümü aşağıdaki gibidir.

Silindirin içinde gaz yokken yaydaki uzama miktarı x olsun, bu durumda piston üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$kx = Mg \quad \Rightarrow \quad x = \frac{Mg}{k}$$

Silindirin taban alanına S, alt bölümüne T sıcaklıkta gaz konulduktan sonra gazın basıncına P diyelim. Bu durumda pistonun silindirin tabanından yüksekliği $h + 3x$ olur. Gaz için ideal gaz denklemi ve piston üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$PS(h+3x) = nRT \quad \Rightarrow \quad \frac{nR}{S} = \frac{P(h+3x)}{T}$$

$$Mg + k \cdot 2x = PS$$

Gaz soğuduktan sonra pistonun silindirin tabanından yüksekliği $h + x$ olur. Bu durumda gazın sıcaklığına T' ve basıncına P' dersek ideal gaz denkleminden ve piston üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$P'S(h+x) = nRT' \quad \Rightarrow \quad \frac{nR}{S} = \frac{P'(h+x)}{T'} = \frac{P(h+3x)}{T} \quad \Rightarrow \quad \frac{P'}{P} = \frac{T'}{T} \cdot \frac{h+3x}{h+x}$$

$$Mg + kx = P'S \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{Mg+kx}{Mg+2kx} = \frac{T'}{T} \cdot \frac{h+3x}{h+x}$$

Buradan T' / T:

$$\frac{T'}{T} = \frac{h+x}{h+3x} \cdot \frac{Mg+kx}{Mg+2kx}$$

olarak bulunur.

x için bulduğumuz ifadeyi bu denklemde yerine yazarsak T':

$$\frac{T'}{T} = \frac{h + \frac{Mg}{k}}{h + \frac{3Mg}{k}} \cdot \frac{Mg + Mg}{Mg + 2Mg} \quad \Rightarrow \quad T' = \frac{2(Mg + kh)}{3(3Mg + kh)} \cdot T$$

olarak bulunur.

2. Sıcaklığı $T_1 = 273\ K$, kütlesi $m = 60\ g$ olan buz ile $T_2 (T_2 > T_1)$ sıcaklığında, hacmi $V = 50\ cm^3$, kütlesi $M = 320\ g$ olan metal top bir kalorimetre kabının içine konuluyor. Metalin $0°C$ deki öz kütlesi $\rho = 6{,}5 g / cm^3$, öz ısı kapasitesi $C = 0{,}1\ cal / g.K$ ve boyca uzama katsayısı $\alpha = 3{,}2 x 10^{-5} K^{-1}$ olarak verilmektedir. Isıl denge sağlandığı zaman kapta kaç gram buz kalmıştır?

A) 5 **B)** 20 **C)** 0 **D)** 2 **E)** 12

<u>Çözüm:</u>

$\rho_0 = 6{,}5\ g/cm^3$ dersek metalin yoğunluğunun sıcaklığına bağlı ifadesi:

$$\rho(T) = \rho_0 \cdot \big(1 - 3\alpha(T - 0°\text{C})\big) = \rho_0 \cdot (1 - 3\alpha \cdot T)$$

Buradan metalin T_2 sıcaklıktaki yoğunluğundan T_2:

$$\rho(T_2) = \frac{M}{V} = \frac{320}{50} = 6{,}4\ g/cm^3$$

$$T_2 = \frac{1}{3\alpha} \cdot \left(1 - \frac{\rho(T_2)}{\rho_0}\right) = \frac{1}{3 \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-5}} \cdot \left(1 - \frac{6{,}4}{6{,}5}\right) \approx 160°\text{C}$$

olarak bulunur.

Buz ilk başta $T_1 = 273K = 0°\text{C}$ sıcaklıktadır. Buzun tamamının erimesi için metalin sıcaklık değişimi:

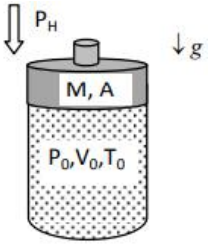
$$m\lambda = MC\Delta T_2 \quad \Rightarrow \quad \Delta T_2 = \frac{m\lambda}{MC} = \frac{60 \cdot 340}{320 \cdot 0{,}1 \cdot 4{,}2} \approx 150°\text{C}$$

olmalıdır.

$\Delta T_2 < T_2$ olduğundan sistemde ısıl denge sağlanmadan buzun tamamı erir. Buradan kapta kalan buz kütlesi $m = 0$ olur.

Cevap C

3. Bir silindir içine n mol tek atomlu ideal bir gaz konmuş ve silindirin üstü kesit alanı A, kütlesi M olan sızdırmaz bir pistonla kapatılmıştır. Başlangıçta gazın sıcaklığı T_0 hacmi V_0, iken piston sabit tutulmaktadır. Piston serbest bırakılınca harekete başlar ve birkaç küçük genlikli titreşimden sonra belirli bir yükseklikte durur. Dış hava basıncı P_H olarak verilmiştir. Pistonun ve silindirin ısı kapasiteleri ve sürtünme ihmal edilecek kadar az olup sistem ısıca yalıtılmıştır. Piston dengeye geldiği durumda gazın yeni hacmi ne kadardır? (NOT: Tek atomlu bir gazın molar ısı kapasitesi $\frac{3}{2}R$ olup, burada R gaz sabitidir).



A) $V_0 - \frac{3nART_0}{2(AP_H + Mg)}$ **B)** $\frac{1}{2}(V_0 + \frac{5nART_0}{AP_H + Mg})$ **C)** $\frac{1}{2}(V_0 - \frac{nART_0}{AP_H + Mg})$

D) $\frac{1}{5}(V_0 - \frac{3nART_0}{AP_H + Mg})$ **E)** $\frac{1}{5}(2V_0 + \frac{3nART_0}{AP_H + Mg})$

<u>Çözüm:</u>

Son durumda gazın basıncına P, hacmine V ve sıcaklığına T dersek, bu durumda piston üzerindeki kuvvet dengesi ve ideal gaz denkleminden:

$$Mg + P_H \cdot A = P \cdot A \;\; \Rightarrow \;\; P = P_H + \frac{Mg}{A}$$

$$PV = nRT \;\; \Rightarrow \;\; T = \frac{PV}{nR} = \frac{\left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)V}{nR}$$

Gazın üzerine yapılan iş iç enerjisinin artışına eşittir, buradan:

$$(P_H \cdot A + Mg) \cdot \frac{V_0 - V}{A} = nC_V \Delta T = \frac{3}{2}nR(T - T_0)$$

T için bulduğumuz ifadeyi yerine yazarsak:

$$\left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)V_0 - \left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)V = \frac{3}{2}nR \cdot \frac{\left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)V}{nR} + \frac{3}{2}nRT_0$$

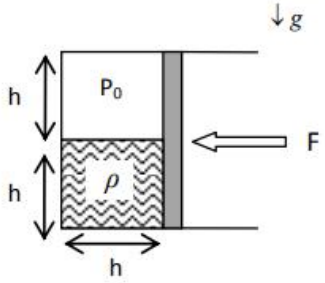
Buradan V:

$$V = \frac{2}{5\left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)} \cdot \left[\left(P_H + \frac{Mg}{A}\right)V_0 + \frac{3}{2}nRT_0\right] = \frac{1}{5}\left(2V_0 + \frac{3nART_0}{AP_H + Mg}\right)$$

olarak bulunur.

Cevap E

4. Şekildeki piston sıvı geçirmez olup sürtünmesizce hareket edebilmektedir. Kabın duvarı ile piston arasındaki uzaklık h iken, kabın içinde h yüksekliğine kadar ρ yoğunluklu sıvı, geri kalan h yüksekliğinde ise P_0 basınçlı gaz bulunmaktadır. Bu durumda sistem, pistona diğer yandan etki eden F dış kuvveti ile dengededir. F kuvveti $\frac{50}{31}$ katına çıkarılınca piston ile kabın duvarı arasındaki uzunluk $0{,}8h$ olmaktadır. Bu süreçte sistemin sıcaklığı sabit kalmaktadır. $\frac{P_0}{h\rho g}$ oranı nedir?



A) $\frac{9}{55}$ **B)** $\frac{15}{64}$ **C)** $\frac{13}{42}$ **D)** $\frac{7}{29}$ **E)** $\frac{5}{16}$

<u>Çözüm:</u>

Kabın sayfa düzleminden içeriye doğru olan uzunluğuna l dersek, kabın duvarı ile piston arasındaki uzaklık h iken piston üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$F = P_0hl + \frac{P_0 + (P_0 + \rho gh)}{2} \cdot hl = 2P_0hl + \frac{\rho gh^2 l}{2}$$

Kabın duvarı ile piston arasındaki uzaklık $0{,}8h$ iken, sıvının hacmi sabit olduğundan yeni yüksekliği:

$$V_{sıvı} = h \cdot h \cdot l = h' \cdot 0{,}8h \cdot l \;\Rightarrow\; h' = \frac{5}{4}h$$

Bu durumda gazın yeni basıncına P diyelim, sistemin sıcaklığı sabit kaldığından gaz için $P \cdot V = Sabit$ olur. Buradan gazın yeni basıncı:

$$P_0 \cdot h^2 l = P \cdot (2h - h') \cdot 0{,}8hl = P \cdot \frac{3}{5}h^2 l \;\Rightarrow\; P = \frac{5}{3}P_0$$

olarak bulunur.

Piston üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$P(2h - h')l + \frac{P + (P + \rho gh')}{2} \cdot h'l = \frac{50}{31}F$$

$$\frac{50}{31}F = \frac{5}{3}P_0 \cdot \frac{3}{4}hl + \left(\frac{5}{3}P_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{4}\rho gh\right)\frac{5}{4}hl = \frac{10}{3}P_0hl + \frac{25}{32}\rho gh^2 l$$

F için ilk durumda bulduğumuz ifadeyi yerine yazarsak aranan oran:

$$\frac{50}{31}\left(2P_0hl + \frac{\rho gh^2 l}{2}\right) = \frac{10}{3}P_0hl + \frac{25}{32}\rho gh^2 l \;\Rightarrow\; \frac{P_0}{\rho gh} = \frac{\frac{25}{31} - \frac{25}{32}}{\frac{10}{3} - \frac{10}{31}} = \frac{15}{64}$$

Cevap B

5. Her birinin kütlesi *3,6 g* olan *A, B, C* cisimleri birinin içinde su diğerinde alkol (yoğunluğu *0,8 g/cm³*) dolu olan kaplara bırakılarak tablodaki veriler toplanmıştır. Kaplar, cisimler bırakılmadan önce sıvı taşmadan alabilecekleri en fazla miktardaki sıvı ile doludur. Aşağıdaki tabloda cisimler kaplara atıldıktan sonra taşan sıvı miktarları *cm³* birimiyle verilmiştir. Cisimler sıvıların içinde çözünmemektedirler. A ve B cisimlerin yoğunlukları arasındaki ρ_A / ρ_B oranı nedir?

Atılan Cisimler	Su dolu kapta taşan miktar (cm^3)	Alkol dolu kapta taşan miktar (cm^3)
A+B	6,6	-
B+C	-	8,5
A+C	-	7,5

A) 2/3 **B)** 3/2 **C)** 4/3 **D)** 1/2 **E)** 7/5

<u>Çözüm:</u>

Alkole atılan cisimlerin taşırdıkları su miktarlarını karşılaştırırsak B cisminin A cisminden fazla su taşırdığını görürüz, öyleyse A cismi B cisminden daha yoğundur.

Bu iki cisim suya atıldığında taşırdıkları su hacmine bakıldığında ikisinin de yüzmesi olası değildir, bu yüzden A cismi sudan da daha yoğundur.

B cisminin alkole batıp suda yüzdüğünü, C cisminin alkolde yüzdüğünü varsayalım, buna göre 1. ve 2. kaplarda taşan sıvı hacminin ifadesinden:

$$6{,}6 = \frac{3{,}6}{\rho_A} + \frac{3{,}6}{\rho_{su}} = \frac{3{,}6}{\rho_A} + 3{,}6 \;\Rightarrow\; \rho_A = 1{,}2\ g/cm^3$$

$$8{,}5 = \frac{3{,}6}{\rho_B} + \frac{3{,}6}{\rho_{alkol}} = \frac{3{,}6}{1{,}2} + \frac{3{,}6}{0{,}8} \;\Rightarrow\; \rho_B = 0{,}9\ g/cm^3$$

3. kap için taşan sıvı ifadesinde ρ_A için bulduğumuz değeri yerine koyarsak:

$$7{,}5 = \frac{3{,}6}{\rho_A} + \frac{3{,}6}{\rho_{alkol}} = \frac{3{,}6}{1{,}2} + \frac{3{,}6}{0{,}9} = 3 + 4{,}5$$

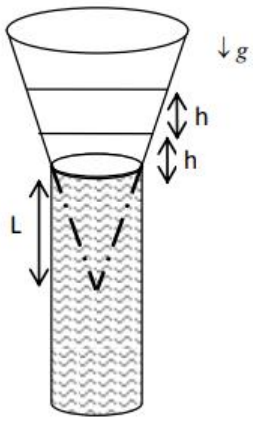
ρ_A değerinin bu ifadeyi sağladığını görürüz.

Aynı zamanda $\rho_{su} > \rho_B > \rho_{alkol}$ olduğundan yaptığımız varsayımlar doğrudur. Buna göre aranan oran:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{1{,}2}{0{,}9} = \frac{4}{3}$$

Cevap C

6. Silindirik bir kabın ucuna kesik koni şeklinde bir ağız yerleştirilmiştir. Koninin silindir içinde kalan kesik bölümünün yüksekliği L kadardır. Silindirik kısım bir sıvı ile tamamen doludur. Sistemin sıcaklığı ΔT kadar artırılınca sıvı yukarı doğru h kadar yükselmektedir. Sistemin sıcaklığı $3\Delta T$ kadar daha artırıldığında, sıvının yüksekliği h kadar daha artmaktadır. h/L oranı ne kadardır? (Kapların genleşmediğini varsayınız).



A) $\sqrt{3}$ **B)** $\sqrt{2}$ **C)** $\frac{1}{3}$ **D)** $\sqrt{\frac{3}{2}}$ **E)** $\sqrt{\frac{2}{3}}$

<u>Çözüm:</u>

Koninin tepe noktasından L kadar uzaktaki kesit alanının yarıçapına r, $L+h$ kadar uzaktaki kesit alanının yarıçapına r_1 ve $L+2h$ kadar uzaktaki kesit alanının yarıçapına r_2 dersek:

$$\frac{r}{L} = \frac{r_1}{L+h} = \frac{r_2}{L+2h}$$

$$r_1 = \left(1+\frac{h}{L}\right)r$$

$$r_2 = \left(1+\frac{2h}{L}\right)r$$

Buna göre sıvı h kadar yükseldiğinde hacim artışı:

$$\Delta V_1 = \frac{\pi r_1^2(L+h)}{3} - \frac{\pi r^2 L}{3} = \frac{\pi r^2 L}{3}\left(\left(1+\frac{h}{L}\right)^3 - 1\right)$$

Sıvı $2h$ kadar yükseldiğinde hacim artışı:

$$\Delta V_2 = \frac{\pi r_2^2(L+2h)}{3} - \frac{\pi r^2 L}{3} = \frac{\pi r^2 L}{3}\left(\left(1+\frac{2h}{L}\right)^3 - 1\right)$$

Sıvının ilk hacmine V_0, hacimce genleşme katsayısına β dersek ve $\alpha \equiv h\,/\,L$ olarak tanımlarsak, ΔV_1 ve ΔV_2 arasındaki oran:

$$\Delta V_1 = \beta V_0 \Delta T$$

$$\Delta V_2 = \beta V_0(\Delta T + 3\Delta T) = 4\beta V_0 \Delta T$$

$$\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = 4 = \frac{\left(1+\frac{2h}{L}\right)^3 - 1}{\left(1+\frac{h}{L}\right)^3 - 1} = \frac{(1+2\alpha)^3 - 1}{(1+\alpha)^3 - 1} = \frac{6+12\alpha+8\alpha^2}{3+3\alpha+\alpha^2}$$

Buradan:

$$4\alpha^2 = 6 \;\Rightarrow\; \alpha = \frac{h}{L} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

olarak bulunur.

Cevap D

7. Motorlu bir kayık, sabit hızla akan bir nehirde motoru sabit güç tüketecek şekilde hareket etmektedir. Kayık akıntı hızı ile aynı yönde hareket ederse yere göre hızı V_1 oluyor. Eğer kayık akıntı hızı ile zıt yönde hareket ederse yere göre hızı V_2 oluyor. Kıyıdan bakıldığında kayık akıntı hızına dik olacak şekilde hareket ettiği zaman nehre göre hızı ne kadar olur? (Not: kayığa etki eden direniş kuvveti kayığın hızı ile doğru orantılıdır).

A) $\frac{V_1 - V_2}{2}$ **B)** $\frac{V_1 + V_2}{2}$ **C)** $\sqrt{V_1^2 + V_2^2}$ **D)** $\sqrt{V_1 V_2}$ **E)** $\frac{V_1 V_2}{V_1 + V_2}$

<u>Çözüm:</u>

Nehir referans sisteminde kayığın hızına u diyelim. Motorun uyguladığı kuvvete F dersek, kayık üzerindeki kuvvet dengesinden:

$$F = F_s = ku$$

Aynı zamanda:

$$P = F \cdot u \;\Rightarrow\; \frac{P}{u} = k \cdot u \;\Rightarrow\; u = \sqrt{\frac{P}{k}} = Sabit$$

Yani kayığın nehre göre hızı her durumda sabittir, nehrin akış hızına v dersek ilk durumda:

$$V_1 = u + v \;\Rightarrow\; v = V_1 - u$$

İkinci durumda:

$$V_2 = u - v \;\Rightarrow\; V_2 = u - (V_1 - u) = 2u - V_1$$

Nehre göre kayığın hızı u olduğundan:

$$2u = V_1 + V_2 \;\Rightarrow\; u = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

Cevap B

8. Kabin yüksekliği 3,375 *m* olan bir asansör durgun durumdan başlayarak *2,0 m/s²* sabit ivme ile yukarı doğru harekete başladıktan *1,5* saniye sonra gevşemiş bir vida tavandan kopuyor. Bu vida kaç saniye sonra asansörün tabanına ulaşır?

A) 0,90 **B)** 0,30 **C)** 0,45 **D)** 1,25 **E)** 0,75

Çözüm:

Sabit a ivmesi ile yukarı doğru giden referans sistemine geçelim. Bu referans sisteminde cisimler üzerine etki eden net ivme:

$$a' = a + g = 2 + 10 = 12\ m/s^2$$

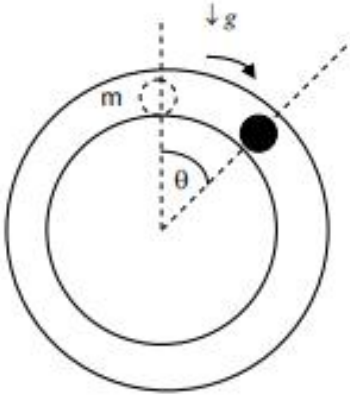
olacaktır. Buradan vidanın asansörün tabanına ulaşması için geçen zaman:

$$h = \frac{1}{2}a't^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2h}{a'}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{27}{8}}{12}} = \frac{3}{4} = 0{,}75\ s$$

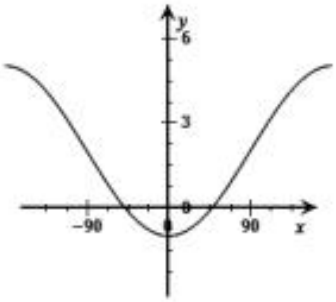
olarak bulunur.

Cevap E

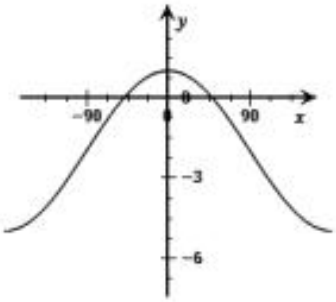
9. m kütleli bir top düşey düzlemde bulunan aynı merkezli iç içe iki küresel kabuğun arasında, en yüksek noktada durmaktadır. Topun çapı iki küre arasındaki uzaklıktan biraz küçüktür. Tüm yüzeyler sürtünmesizdir. Top yavaşça sağa doğru itilerek hareket başlatılır. Topun her hangi bir andaki konumu topunun çap vektörünün düşeyle yaptığı θ açısı ile belirlenmektedir. Topa dıştaki küre tarafından uygulanan normal kuvvetin(y–ekseni), θ açısına(x-ekseni) göre çizimi aşağıdakilerden hangisidir? (Not: doğru seçimi yapmak için kullandığınız formülleri ve yaptığınız hesaplamaları yazmayı unutmayınız).



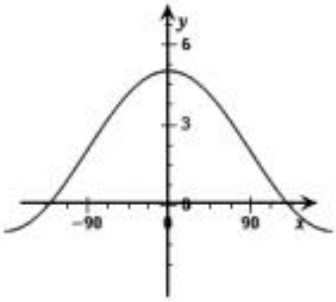
(A)



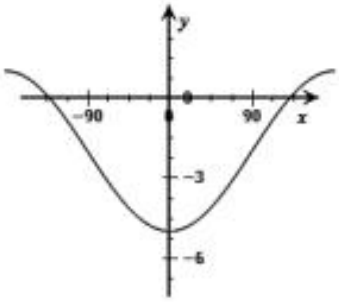
(B)



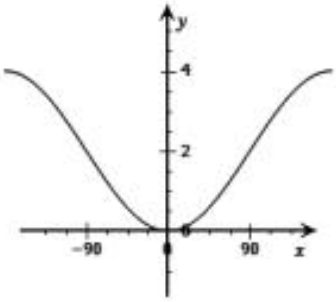
(C)



(D)



(E)



<u>Çözüm:</u>

m kütleli topun herhangi bir θ açısında hızı, enerji korunumundan:

$$E = Sabit \;\; \Rightarrow \;\; \frac{1}{2}mv^2 = mgR(1-\cos\theta) \;\; \Rightarrow \;\; v = \sqrt{2gR(1-\cos\theta)}$$

olarak bulunur. Topa etki eden tepki kuvveti, yerçekimi kuvvetinin küresel kabukların merkezine doğru olan bileşeni ile birlikte merkezcil ivmeyi oluşturur. Buradan tepki kuvveti θ'nın fonksiyonu olarak:

$$\frac{mv^2}{R} = N + mg\cos\theta \quad \Rightarrow \quad N = \frac{mv^2}{R} - mg\cos\theta = 2mg(1-\cos\theta) - mg\cos\theta$$

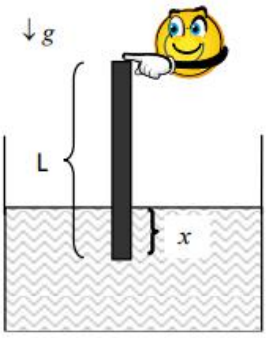
$$N(\theta) = (2 - 3\cos\theta)mg$$

şeklinde bulunur.

$N < 0$ değerleri topa tepki kuvvetinin iç küreden etki ettiğini gösterir. $N(\theta) = (2 - 3\cos\theta)mg$ denklemi için doğru grafik A şıkkındaki gibidir.

Cevap A

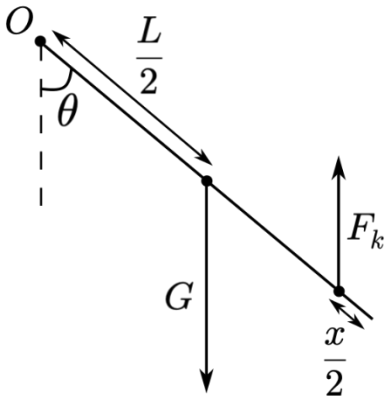
10. L uzunluğundaki ince bir tahta çubuk üst ucundan hafifçe bastırılarak yavaş yavaş suya dik olarak batırılıyor. Çubuğun x kadar uzunluğu suya battığı anda çubuk artık suya dik olarak değil, düşey doğrultu ile belirli bir açı yaparak girmeye başlamaktadır. Tahtanın öz kütlesi suyun öz kütlesinin yarısı kadarsa, x uzunluğunun ifadesi nedir?



A) $\frac{L}{8}$ **B)** $L(\sqrt{2}-1)$ **C)** $\frac{L}{2}$ **D)** $L(1-\frac{\sqrt{3}}{2})$ **E)** $L(1-\frac{1}{\sqrt{2}})$

<u>Çözüm:</u>

Sınır durumunda çubuğun düşey ile yaptığı herhangi bir açıda, çubuğa bastırılan noktaya göre (O noktası) tork sıfıra eşittir. Buradan:



$$M_O = G \cdot \frac{L}{2}\sin\theta - F_k \cdot \left(L - \frac{x}{2}\right)\sin\theta = 0$$

Çubuğun kesit alanına S dersek:

$$G = \rho_{tahta} \cdot SL \cdot g$$

$$F_k = \rho_{su} \cdot Sx \cdot g$$

Buradan:

$$\frac{1}{2}\rho_{tahta} SgL^2 = \rho_{su} Sg\left(L - \frac{x}{2}\right)x$$

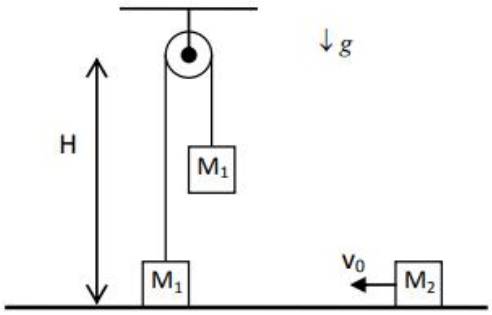
$\rho_{tahta} \,/\, \rho_{su} = 1 \,/\, 2$ olarak verilmiş, denklemde yerine yazarsak x uzunluğunun ifadesi:

$$L^2 = 4\left(L - \frac{x}{2}\right) \cdot x \;\Rightarrow\; 2x^2 - 4Lx + L^2 = 0 \;\Rightarrow\; x = L\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

olarak bulunur.

Cevap E

11. Sürtünmesiz ve kütlesiz bir sabit makaranın iki tarafında iple bağlı olan M_1 kütleli iki cisimden birisi, yatay ve sürtünmesiz masa üzerinde, tam makaranın altında ve makaradan $H=40\ m$ aşağıda bulunmaktadır. Masa üzerindeki M_2 kütleli cisim, yerdeki M_1 kütleli cisme doğru sabit $V_0=20\ m/s$ hızıyla gidip çarpışmakta ve ona yapışmaktadır. $M_1=4M_2$ *ise,* sistemdeki cisimler duruncaya kadar aldıkları yolların oranı nedir?



A) 3 **B)** 6 **C)** 9 **D)** 12 **E)** 15

<u>Çözüm:</u>

M_1 ve M_2 çarpıştıktan sonra birlikte hareket ettikleri hızları momentum korunumundan:

$$M_2V_0 = (M_1 + M_2)V \;\; \Rightarrow \;\; V = \frac{M_2}{M_1 + M_2}V_0 = 4\ m/s$$

olarak bulunur.

M_1 kütleli cisim durana kadar y kadar yükselsin, M_1 ve M_2 kütleli cisimler ise yatayda x kadar yol alsın. İpin uzunluğu sabit olduğundan x:

$$x^2 + H^2 = (H + y)^2 \;\; \Rightarrow \;\; x = \sqrt{y(y + 2H)}$$

olur.

Buradan $x\ /\ y$ oranı:

$$\frac{x}{y} = \sqrt{1 + \frac{2H}{y}}$$

'ye eşittir.

Enerji korunumundan y:

$$\frac{1}{2}(M_1 + M_2)V^2 = M_1gy \;\; \Rightarrow \;\; y = \left(1 + \frac{M_2}{M_1}\right) \cdot \frac{V^2}{2g} = 1\ m$$

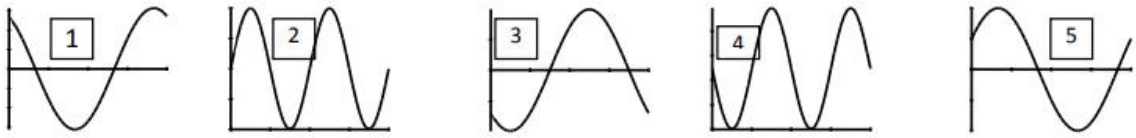
olarak bulunur. Buradan aranan oran:

$$\frac{x}{y} = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 40}{1}} = 9$$

olur.

Cevap C

12. Düşey düzlemde küçük genlikli ve sürtünmesiz salınımlar yapan bir basit sakacın; denge durumundan düşey yönde uzaklaşma miktarı(s), hızı(v), ivmesi(a), kinetik enerjisi(KE) ve potansiyel enerjisi (PE)' nin zamana göre değişimleri aşağıdaki grafiklerde(1-5) sırasız olarak verilmiştir. Yatay eksen zamanı göstermekte olup $t=0$ anı rastgele(fakat tüm grafikler için aynı an) olarak seçilmiştir. Hangi seçenekteki düşey eksenler doğrudur. (Not: doğru seçimi yapmak için kullandığınız formülleri ve yaptığınız hesaplamaları yazmayı unutmayınız).



Grafik no →	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Seçenek ↓	Düşey eksenler ↓				
A	s	PE	a	KE	v
B	v	PE	s	KE	a
C	a	KE	PE	V	s
D	v	PE	a	KE	s
E	s	KE	v	PE	a

Basit sarkacın düşey yönde uzaklaşma miktarı:

$$s(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$$

olarak verilir. Buradan diğer değerler:

$$v(t) = \dot{s} = A\omega\cos(\omega t + \varphi) = A\omega\sin\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$a(t) = \dot{v} = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi) = A\omega^2\sin(\omega t + \varphi + \pi)$$

$$KE(t) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\sin^2\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

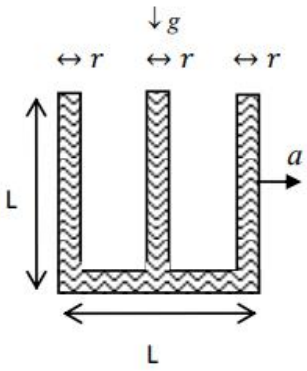
$$PE(t) = E - KE = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 - \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

olarak verilirler. Denklemlerden görüldüğü üzere s ve PE'nin fazı aynı, v ve KE'nin fazı aynı ve s'nin fazından π / 2 rad fazla, a'nın fazı s'nin fazından π rad fazladır. Aynı zamanda PE ve KE her zaman pozitiftir.

1.grafik 5. grafikten π / 2 rad faz farkıyla ileri kaymıştır. Buna göre s'nin grafiği 5 numaralı, v'nin grafiği 1 numaralı grafiktir. s ve PE aynı fazda olduğundan PE'nin grafiği 2 numaralı, KE'nin grafiği 4 numaralı grafiktir. Buradan cevap D şıkkıdır.

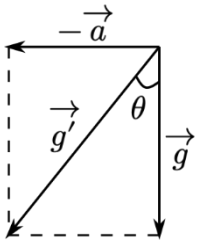
Cevap D

13. Uzunluğu ve yüksekliği eşit ve dikey kesiti şekildeki gibi olan bir kap sıvı ile doludur. Tüplerin çapı uzunluklarına göre çok küçüktür(r<<L). Kap yatay yönde sabit bir a ivmesi ile harekete geçerse sıvının kütlesinin $\frac{3}{16}$ sı dökülmektedir. a ivmesi kaç m/s^2 dir?



A) 4,2 **B)** 20,0 **C)** 5,0 **D)** 10,0 **E)** 12,4

Çözüm:

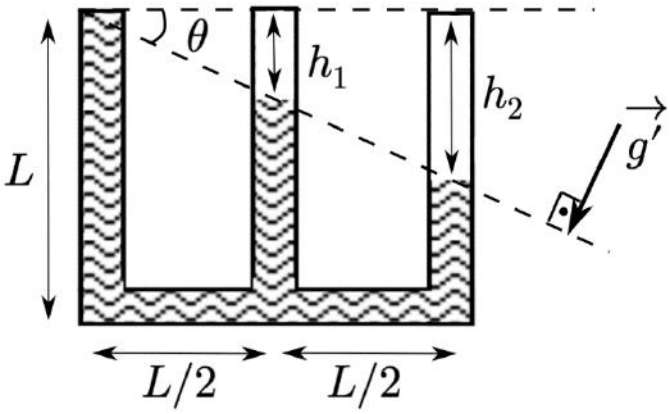


a ivmesiyle giden referans sistemine geçersek sistemin üzerine etki eden ivme, yani g', şekilde gösterildiği gibidir. Burada:

$$\tan\theta = \frac{a}{g}$$

Sıvının yüzeyi sıvıya etki eden net ivmeye dik olur. Bu yüzden sıvı yüzeyi ile yatay düzlem θ açı yapar.

Şekilden taşan sıvının hacmi:



$$\begin{aligned} V_{taşan} &= h_1 \cdot \pi r^2 + h_2 \cdot \pi r^2 \\ &= \frac{L}{2}\tan\theta \cdot \pi r^2 + L\tan\theta \cdot \pi r^2 \\ &= \frac{3L}{2} \cdot \pi r^2 \tan\theta \end{aligned}$$

olarak bulunur.

Buradan taşan sıvı kütlesinin tüm sıvı kütlesine oranı:

$$\frac{m_{taşan}}{M} = \frac{V_{taşan}}{V} = \frac{\frac{3}{2}L \cdot \pi r^2 \tan\theta}{3L \cdot \pi r^2 + L \cdot \pi r^2} = \frac{\frac{3}{2}}{4}\tan\theta = \frac{3}{16}$$

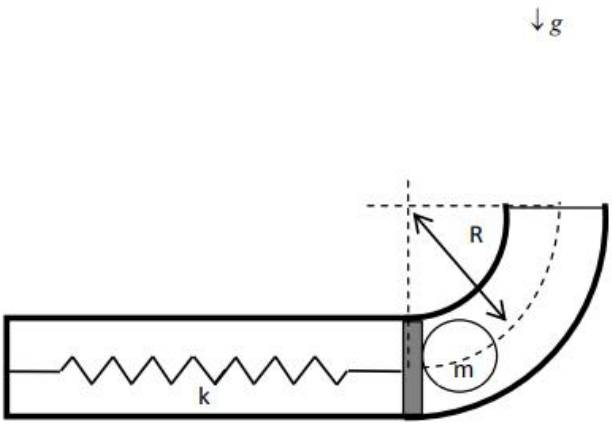
Buradan a ivmesi:

$$\tan\theta = \frac{a}{g} = \frac{1}{2} \;\Rightarrow\; a = \frac{g}{2} = 5\ m/s^2$$

olarak bulunur.

Cevap C

14. Yatay konumdaki silindirik bir boru içine yay sabiti $k=8\ N/m$ olan bir yay konulmuştur. $\downarrow g$ Yayın gerilmemiş boyu borunun boyu ile aynıdır. Bu borunun sağ ucu $R=5\ cm$ yarıçaplı dörtte bir çember şeklinde ve açık ucu dikey olarak havaya bakan bir tüple birleştirilmiştir. Yay $5\ cm$ sıkıştırılıp serbest bırakılarak sağ uç tarafında bulunan ve kütlesi $m=10\ g$ olan bir metal topu fırlatmaktadır. Top tüpten havaya çıkmadan hemen önce üzerine etki eden toplam kuvvetin şiddeti, topun ağırlığının kaç katıdır? (Sürtünmeleri ihmal ediniz).



A) 2 **B)** $\sqrt{5}$ **C)** $\sqrt{3}$ **D)** 4 **E)** 1

<u>Çözüm:</u>

Enerji korunumundan top tüpten çıkmadan bir an önceki hızı:

$$\frac{1}{2}kR^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgR \;\Rightarrow\; v = \sqrt{\frac{k}{m}R^2 - 2gR} = 1\ m/s$$

Top tüpten çıkmadan önce R yarıçaplı dairesel hareket yapar ve merkezcil ivmesini tepki kuvveti oluşturur. Buradan:

$$N = \frac{mv^2}{R} = 0{,}2\ N$$

Topun ağırlığı $mg = 0{,}1\ N$'a eşittir, buradan topun üzerine etki eden net kuvvet:

$$F = \sqrt{N^2 + (mg)^2} = \frac{\sqrt{5}}{10}\ N$$

$$\frac{F}{mg} = \sqrt{5}$$

olarak bulunur.

Cevap B

15. Bir noktasal parçacık düzlem üzerinde hareket ederken teğetsel ivmesi $a_t = B$ ve normal ivmesi $a_n = Ct^4$ olarak verilmektedir. Burada B ve C pozitif sabitler olup, t zamanı göstermektedir. Başlangıç anında($t=0$) parçacık durgun durumdadır. Parçacığın a toplam ivmesinin parçacığın aldığı s yolu cinsinden ifadesi nedir?

A) $a = B\sqrt{1+(4Cs^2/B^3)^2}$ **B)** $a = B\sqrt{1-(Cs^2/B^3)^2}$ **C)** $a = Cs^2/B^2$

D) $a = B+(Cs^2/B^2)$ **E)** $a = \sqrt{B^2+(Cs^2/B^2)}$

<u>Çözüm:</u>

Parçacık s kadar yol alana kadar geçen süre:

$$s = \frac{1}{2}a_t t^2 \;\Rightarrow\; t = \sqrt{\frac{2s}{a_t}} = \sqrt{\frac{2s}{B}}$$

t anında parçacığın merkezcil ivmesi:

$$a_n = Ct^4 = C\cdot\left(\frac{2s}{B}\right)^2$$

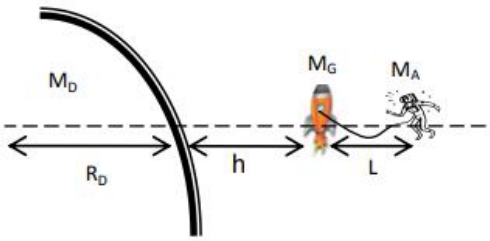
Buradan bu anda parçacığın toplam ivmesi:

$$a = \sqrt{at^2 + a_n^2} = \sqrt{B^2 + \left(\left(\frac{2s}{B}\right)^2\cdot C\right)^2} = B\sqrt{1+\left(\frac{4Cs^2}{B^3}\right)^2}$$

olarak bulunur.

Cevap A

16. Yeryüzünden h yüksekliğinde dairesel bir yörünge üzerinde hareket eden bir uzay gemisinden uzay boşluğuna çıkan astronot gemiye L boyunda bir kablo ile bağlıdır. Dünyanın merkezi, uzay gemisi ve astronotun (astronot en dışta olmak üzere) her zaman aynı doğru üzerinde bulunduğunu varsayınız. Dünyanın, uzay gemisinin ve astronotun kütleleri sırası ile M_D, M_G ve M_A, evrensel çekim sabiti G, yerçekimi ivmesi g olarak verilmektedir.



$L << h << R_D$ durumu göz önüne alınırsa, kablodaki gerilmenin yaklaşık ifadesi nedir?

A) $2L\dfrac{M_G M_A}{M_G+M_A}\dfrac{M_A G}{R_D^3}$ **B)** $L\dfrac{M_G M_A}{M_G+M_A}\dfrac{M_D G}{gR_D^3}$ **C)** $L(M_G+M_A)\dfrac{M_D G}{R_D^3}$

D) $3L\dfrac{M_G M_A}{M_G+M_A}\dfrac{M_D G}{R_D^3}$ **E)** $3L\dfrac{M_G M_A}{M_G+M_A}\dfrac{g}{M_D R_D^2}$

<u>Çözüm:</u>

Uzay gemisi ve astronotun dünyanın etrafındaki açısal hızı olan ω ile dönen referans sistemine geçelim. Bu referans sisteminde uzay gemisi ve astronot üzerinde kuvvet dengesi vardır. Kablonun gerilmesine T dersek:

$$\frac{GM_D M_G}{(R_D+h)^2} = T + M_G\omega^2(R_D+h) \;\Rightarrow\; \omega^2 = \frac{GM_D}{(R_D+h)^3} - \frac{T}{M_G(R_D+h)}$$

$$T + \frac{GM_D M_A}{(R_D+h+L)^2} = M_A\omega^2(R_D+h+L) = \frac{GM_D M_A}{(R_D+h)^3}\cdot(R_D+h+L) - \frac{M_A}{M_G}\cdot\frac{R_D+h+L}{R_D+h}\cdot T$$

Buradan:

$$T\left(1+\frac{M_A}{M_G}\cdot\frac{R_D+h+L}{R_D+h}\right) \approx T\left(1+\frac{M_A}{M_G}\right) = \frac{GM_D M_A}{(R_D+h+L)^2}\cdot\left(\left(\frac{R_D+h+L}{R_D+h}\right)^3 - 1\right)$$

ve

$$\frac{GM_D M_A}{(R_D+h+L)^2}\cdot\left(\left(\frac{R_D+h+L}{R_D+h}\right)^3 - 1\right) \approx \frac{GM_D M_A}{(R_D+h+L)^2}\cdot\frac{3L}{R_D+h} \approx \frac{GM_D}{R_D^3}\cdot 3LM_A$$

Buradan T:

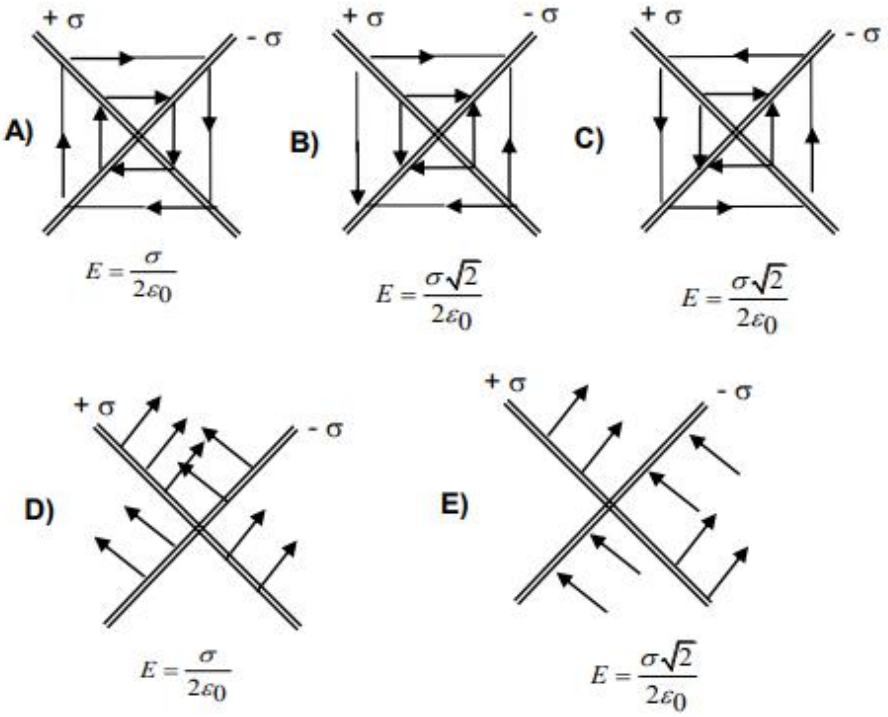
$$T\left(1+\frac{M_A}{M_G}\right) \approx \frac{GM_D}{R_D^3}\cdot 3LM_A$$

$$T \approx 3L\cdot\frac{M_G M_A}{M_G+M_A}\cdot\frac{GM_D}{R_D^3}$$

olarak bulunur.

Cevap D

17. Yük yoğunlukları $+\sigma$ ve $-\sigma$ olan sonsuz büyüklükteki iki düzlem plaka birbirini dik açı ile kesecek şekilde yerleştirilmiştir. Elektrik alanının şiddeti ve yönü için aşağıdakilerden hangisi doğrudur? (*not: Yüzey yük yoğunluğu σ olan sonsuz düzlem bir plakanın uzayda oluşturduğu elektrik alanın şiddeti* $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ *olarak verilmektedir.)*



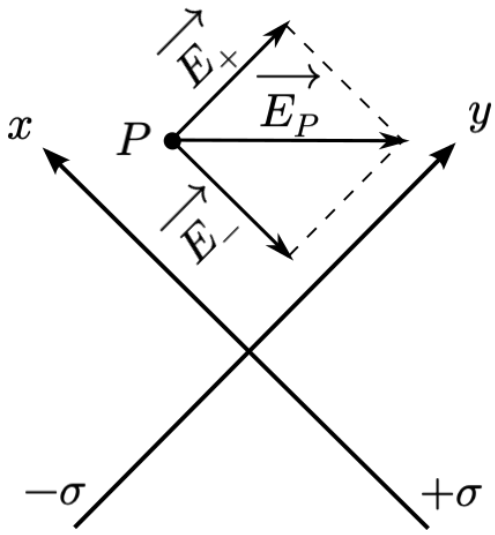
<u>Çözüm:</u>

Koordinat sistemini x ekseni $+\sigma$ yoğunluklu plaka, y ekseni $-\sigma$ yoğunluklu plaka boyunca yerleştirirsek şekildeki gibi herhangi bir noktada elektrik alan:

$$\overrightarrow{E_P} = \overrightarrow{E_+} + \overrightarrow{E_-} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{y} + \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{x} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(-\hat{x} + \hat{y})$$

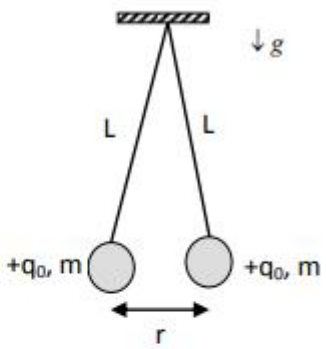
$$E_P = \left|\overrightarrow{E_P}\right| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1^2 + 1^2} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0}$$

olur. Yani elektrik alanın büyüklüğü her yerde aynı ve $E_P = \sigma\sqrt{2}\ /\ 2\varepsilon_0$'ye eşittir, yönüyse eksenlere 45° açı yapacak şekilde ve $+\sigma$ yüklü plakadan $-\sigma$ yüklü plakaya doğrudur. Doğru cevap B seçeneğidir.



Cevap B

18. Kütleleri m, başlangıçtaki elektriksel yükleri $+q_0$ olan iki küçük top L uzunluğundaki kütlesiz ve yalıtkan iplerle ortak bir noktadan asılmıştır. Başlangıçta toplar arası uzaklık r*(r<<L)* kadardır. Topların üzerlerindeki yük çevredeki havaya yavaş yavaş akarak zamanla azalmakta olup, her hangi bir t anındaki yük miktarı $q = q_0(1-bt)^{\frac{1}{2}}$ denklemi ile verilmektedir. Bu denklemdeki b katsayısı çok küçük olduğunda sistemin ivmesi ihmal edilebilir. Bu şartlar altında, herhangi bir t anında topların arasındaki uzaklık ifadesi *r(t)* nedir? (Not: cevaplardaki k_E, elektrik sabitini göstermektedir).



A) $(1-bt)\left(\frac{2Lk_Eq_0^2}{mg}\right)^{1/3}$ **B)** $(1-bt)\left(\frac{2Lk_Eq_0^2}{mg}\right)^{1/2}$ **C)** $(1-bt)\left(\frac{Lk_Eq_0^2}{2mg}\right)^{1/2}$

D) $(1-bt)\left(\frac{Lk_Eq_0^2}{2mg}\right)^{1/3}$ **E)** $(1-bt)\left(\frac{Lk_Eq_0^2}{2mg}\right)^{3/2}$

<u>Çözüm:</u>

İplerin düşeyle yaptığı açıya θ dersek:

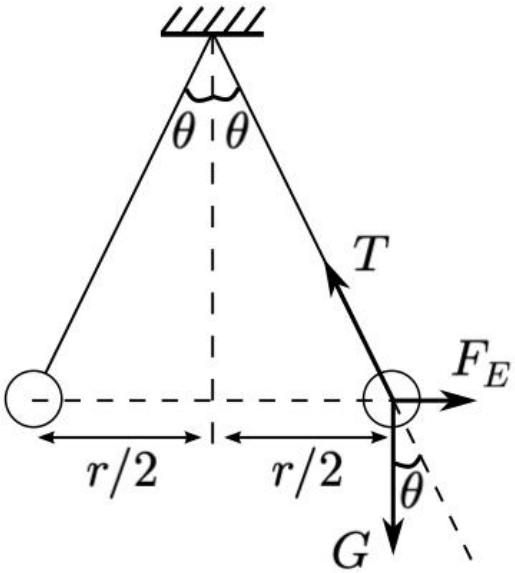
$$\sin\theta \approx \theta \approx \tan\theta \approx \frac{r/2}{L}$$

Her an cisimlerin üzerinde kuvvet dengesi olduğundan topların arasındaki uzaklık ifadesi zamandan bağlı olarak:

$$G\sin\theta = F_E\cos\theta \;\Rightarrow\; \frac{F_E}{G} = \frac{\frac{k_Eq^2}{r^2}}{mg} = \tan\theta \approx \frac{r}{2L}$$

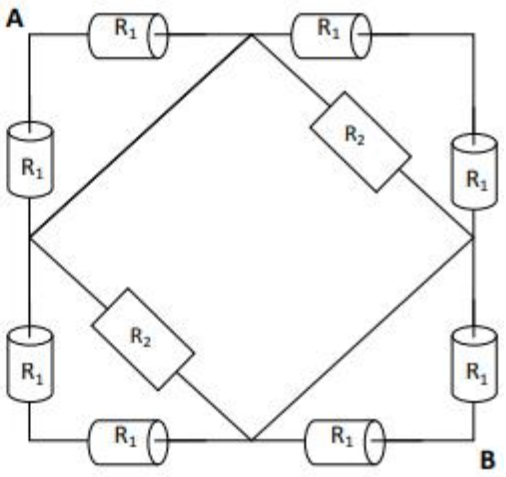
$$r(t) = \left(\frac{2Lk_Eq^2}{mg}\right)^{1/3} = (1-bt)\cdot\left(\frac{2Lk_Eq_0^2}{mg}\right)^{1/3}$$

şeklinde bulunur.



Cevap A

19. Şekildeki devrede R_1 dirençleri; yarıçapları r, boyları L olan silindir şeklinde dirençlerdir. R_2 dirençleri ise; dikdörtgen prizma şeklinde olup kesit alanları r^2 *dir*. R_1 ve R_2 dirençleri eşit kütleli olup özdirenci ρ olan aynı maddeden yapılmıştır. A ve B noktaları arasındaki toplam direnç değeri nedir?



A) $\dfrac{(1+\pi)\rho L}{\pi(2+\pi)r^2}$ **B)** $\dfrac{2(1+\pi^2)\rho L}{\pi(2+\pi^2)r^2}$ **C)** $\dfrac{(2+\pi)\rho L}{\pi(1+\pi)r^2}$

D) $\dfrac{2(1+\pi^2)\rho L}{\pi(2+\pi)r^2}$ **E)** $\dfrac{(1+\pi)\rho L}{\pi(2+\pi^2)r^2}$

<u>Çözüm:</u>

R_1 ve R_2 dirençleri aynı maddeden yapılmış ve kütleleri eşit olduğundan hacimleri de eşit olmalıdır. R_2 direncinin boyuna L' dersek:

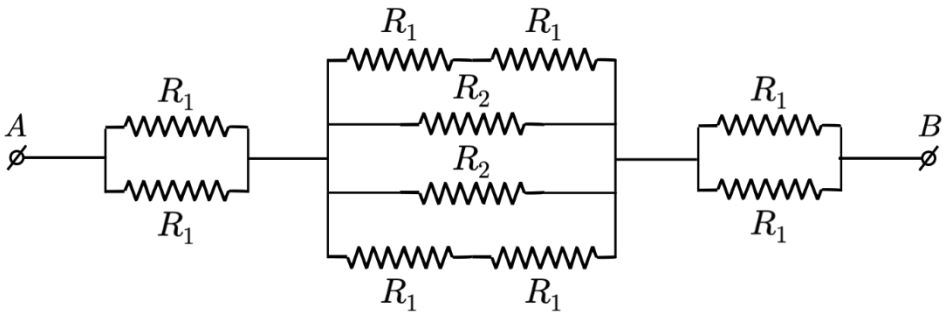
$$V_1 = \pi r^2 \cdot L = V_2 = r^2 \cdot L' \quad \Rightarrow \quad L' = \pi L$$

Buna göre R_1 ve R_2 dirençleri:

$$R_1 = \frac{\rho L}{\pi r^2}$$

$$R_2 = \frac{\rho \cdot \pi L}{r^2} = \pi^2 \cdot R_1$$

Devreyi basitleştirerek çizersek:



Buradan devrenin eşdeğer direnci:

$$R_{eş} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{R_1 + R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_1}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1}{2} + \frac{R_1 R_2}{2R_1 + R_2} + \frac{R_1}{2}$$

$$R_{eş} = \frac{2R_1(R_1 + R_2)}{2R_1 + R_2} = \frac{2(1+\pi^2)}{2+\pi^2} \cdot R_1$$

R_1 ifadesini yerine yazarsak $R_{eş}$:

$$R_{eş} = \frac{2(1+\pi^2)}{\pi(2+\pi^2)} \cdot \frac{\rho L}{r^2}$$

olarak bulunur.

Cevap B

20. Dört tane $C=3x10^{-6}F$ değerinde kapasitör paralel olarak bağlanıp *200 V* potansiyele kadar yüklenmekte ve sonra uzunluğu *8 mm* olan bir bakır tel ile boşaltılmaktadır. Bu telin bir metresinin kütlesi *0,05 g* olarak verilmiştir. Tele ne olur?

A) 1520°C ısınır **B)** 840°C ısınır **C)** erir **D)** ısınır ve boyu uzar

E) Önce ısınır, yük boşaldıktan sonra soğur

<u>Çözüm:</u>

Bu kondansatör sisteminin ilk enerjisi:

$$U = \frac{1}{2} \cdot 4C \cdot V^2 = 2CV^2$$

Son durumda elektriksel potansiyel enerji sıfıra eşit olacaktır, enerji korunumundan bakıra aktarılan ısı ifadesinden bakır erimezse sıcaklık değişimi:

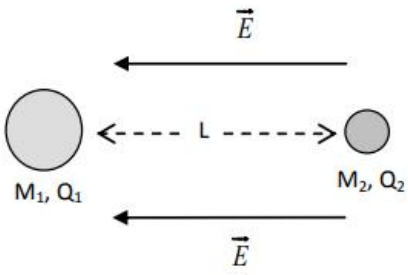
$$U = 2CV^2 = Q = Mc_B \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{2CV^2}{Mc_B} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot 375} = 1600°\text{C}$$

olacaktır. Bakırın erime sıcaklığı bulduğumuz sıcaklık değişiminden küçük olduğundan bakır erir.

Cevap C

21. Kütle ve yük değerleri sırası ile $M_1 = 3m$, $Q_1 = +3q$ ve $M_2 = m$, $Q_2 = -q$ olan iki noktasal parçacık düzgün bir E elektrik alanı içine konulmuştur. Parçacıklar serbest bırakıldıktan sonra aralarındaki L uzaklığı sabit kalacak şekilde hareket ediyorlarsa, L' nin değeri nedir? (Not: cevaplardaki k_E elektrik sabitini göstermektedir).



A) $\sqrt{\frac{k_E q}{E}}$ **B)** $\sqrt{\frac{k_E q}{2E}}$ **C)** $\sqrt{\frac{k_E q}{3E}}$ **D)** $\sqrt{\frac{2k_E q}{E}}$ **E)** $\sqrt{\frac{3k_E q}{E}}$

<u>Çözüm:</u>

Yükler arasındaki uzaklığın değişmemesi için ivmeleri aynı olmalıdır, buradan 1. cisim için:

$$3ma = 3qE - \frac{3kq^2}{L^2} \;\Rightarrow\; ma = qE - \frac{kq^2}{L^2}$$

2. cisim için:

$$ma = \frac{3kq^2}{L^2} - qE$$

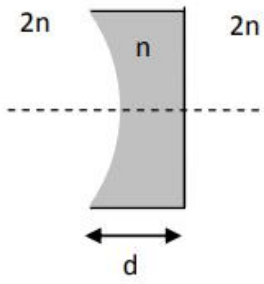
Bu denklemlerden L:

$$qE - \frac{kq^2}{L^2} = \frac{3kq^2}{L^2} - qE \;\Rightarrow\; L = \sqrt{\frac{2kq}{E}}$$

olarak bulunur.

Cevap D

22. Bir yüzü düzlem, diğer yüzü içbükey olan kalın bir mercek kırıcılık indisi *2n* olan bir ortamda bulunmaktadır. Küresel yüzün eğrilik yarıçapı *R*, merceğin yapıldığı camın kırıcılık indisi *n* dir. Merceğin küresel yüzünün önüne *4 cm* boyunda bir cisim konuluyor. Cismin görüntüsü tam düzlem yüzey üzerinde, cisme göre ters ve *0,8 cm* boyunda oluşmaktadır. Merceğin *d* kalınlığı(R cinsinden) ve yapıldığı camın *n* kırıcılık indisi ne kadardır?



A) d=0,8R; n=1,4 **B)** d=1,6R; n>1 **C)** d=1,2R; n=1,5 **D)** d=1,2R; n>1 **E)** d=0,8R; n>1

<u>Çözüm:</u>

Yüzey geçiş denkleminden:

$$\frac{2n}{a}+\frac{n}{d}=\frac{n-2n}{-R}=\frac{n}{R} \;\Rightarrow\; \frac{2}{a}+\frac{1}{d}=\frac{1}{R}$$

Cismin boyca uzamasından:

$$|\Gamma|=\frac{d\,/\,n}{a\,/\,2n}=\frac{2d}{a}=\frac{h'}{h}=\frac{0{,}8}{4}=\frac{1}{5} \;\Rightarrow\; a=10d$$

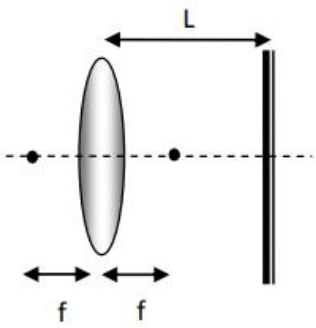
Bu ifadeyi ilk bulduğumuz denklemde yerine koyarsak:

$$\frac{2}{10d}+\frac{1}{d}=\frac{1}{R} \;\Rightarrow\; d=1{,}2R$$

Elimizdeki bilgiyle n'in değerini bulamayız, yalnızca merceğin bir maddeden yapıldığını bildiğimizden kırıcılık indisi vakumun kırıcılık indisi olan $n_0=1$'den büyük olması gerektiğini söyleyebiliriz.

Cevap D

23. Odak uzaklığı f olan yakınsak ince bir mercekten $L(L>f)$ uzaklıkta düzlem bir ayna bulunmaktadır. Bu sistem güneşin görüntüsünü mercekten ne kadar uzakta oluşturur?



A) $f+\dfrac{f^2}{2(L-f)}$ **B)** $f-\dfrac{f^2}{2(L-f)}$ **C)** $f+\dfrac{f^2}{2(L+f)}$

D) $f-\dfrac{f^2}{2(L+f)}$ **E)** $f+\dfrac{f^2}{(2L-f)}$

<u>Çözüm:</u>

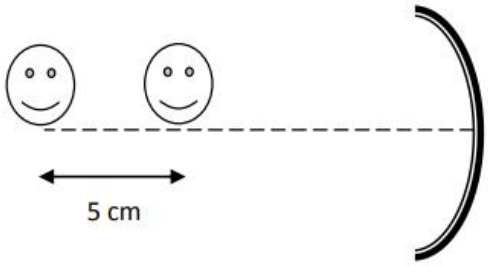
Güneşin merceğin oluşturduğu ilk görüntüsü merceğin odağında oluşur. Aynanın oluşturduğu ikinci görüntü aynanın arkasında aynadan $L-f$ uzakta oluşur. Bu görüntünün mercek tarafından oluşturulan görüntüsü, yani güneşin sistem tarafından oluşturulan görüntüsü mercekten:

$$\frac{1}{L+(L-f)}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f} \;\Rightarrow\; b=\frac{f(2L-f)}{2L-f-f}=\frac{f(2L-f)}{2(L-f)}=f+\frac{f^2}{2(L-f)}$$

uzakta oluşur.

Cevap A

24. Bir küresel çukur ayna, önünde bulunan bir cismin ters ve yarı boyunda bir görüntüsünü vermektedir. Cisim ilk konumuna göre *5 cm* yer değiştirince yeni görüntü yine ters fakat, boyu ilk görüntünün yarısı kadar olmaktadır. Bu aynanın eğrilik yarıçapı kaç cm dir?



A) 15 **B)** 8 **C)** 5 **D)** 2,5 **E)** 10

<u>Çözüm:</u>

İlk ve ikinci durumlarda aynanın büyütmesinden bu durumlarda görüntülerin konumları:

$$\Gamma_1 = -\frac{1}{2} = -\frac{b_1}{a_1} \;\Rightarrow\; b_1 = \frac{a_1}{2}$$

$$\Gamma_2 = -\frac{1}{4} = -\frac{b_2}{a_2} \;\Rightarrow\; b_2 = \frac{a_2}{4}$$

Buradan:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} = \frac{3}{a_1} \;\Rightarrow\; a_1 = 3f$$

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} = \frac{5}{a_2} \;\Rightarrow\; a_2 = 5f$$

Cisim $\Delta a = 5\ cm$ kadar yer değiştirmiştir, buradan odak uzaklığı ve aynanın eğrilik yarıçapı:

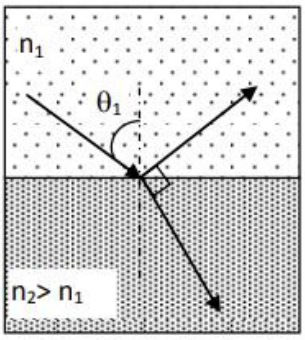
$$\Delta a = a_2 - a_1 = 2f = 5\ cm \;\Rightarrow\; f = 2{,}5\ cm$$

$$f = \frac{R}{2} \;\Rightarrow\; R = 2f = 5\ cm$$

olarak bulunur.

Cevap C

25. Kırıcılık indisleri n_1 ve $n_2 (n_2 > n_1)$ olan ortamların düzlem ara yüzeyine n_1 ortamından θ_1 açısı ile gelen tek dalga boylu bir ışık, burada hem yansımakta, hem de kırılmaktadır. Kırılan ve yansıyan ışınlar birbirine dik olup, bu durumda φ_k sınır açısı $\sin\phi_k = \frac{2}{3}\sin\theta_1$ denklemi ile verilmektedir. (n_2 / n_1) oranı nedir?



A) 2 **B)** 1,5 **C)** $\sqrt{3}$ **D)** $2\sqrt{3}$ **E)** $\sqrt{2}$

<u>Çözüm:</u>

Snell yasasından:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

Aynı zamanda kırılan ve yansıyan ışınların dik olması için:

$$90° = 180° - (\theta_1 + \theta_2) \;\Rightarrow\; \theta_1 + \theta_2 = 90°$$

olmalıdır. Buradan:

$$\sin\theta_2 = \cos\theta_1 \;\Rightarrow\; n_1 \sin\theta_1 = n_2 \cos\theta_1 \;\Rightarrow\; \tan\theta_1 = \frac{n_2}{n_1}$$

Sınır açısı:

$$n_2 \sin\varphi_k = n_1 \sin 90° = n_1 \;\Rightarrow\; \sin\varphi_k = \frac{n_1}{n_2}$$

ifadesi ile verilir. Buradan:

$$\sin\varphi_k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{3}\sin\theta_1 \;\Rightarrow\; \sin\theta_1 = \frac{3n_1}{n_2}$$

Aynı zamanda:

$$\tan\theta_1 = \frac{\sin\theta_1}{\sqrt{1-\sin^2\theta_1}} = \frac{3n_1}{\sqrt{4n_2^2 - 9n_1^2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Bu denklemi çözersek aranan oran:

$$9n_1^4 = 4n_2^4 - 9n_1^2 n_2^2 \;\Rightarrow\; 4\left(\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2\right)^2 - 9\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - 9 = 0$$

$$\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = 3 \;\Rightarrow\; \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{3}$$

Cevap C