

2014 -TÜBİTAK FİZİK OLİMPİYATLARI 1.AŞAMA SINAVI
ÇÖZÜMLERİ (Mehmet Taşkan)

1-Dönen Çubuk

L uzunluğunda M kütesine sahip türdeş(homojen) ve katı(esnek olmayan) bir çubuk dairesel bir döngü yapan sürtünmesiz bir yolda v hızı ile ilerliyor. Yolun yaptığı dairesel döngünün yarıçapı da L'ye eşitse çubuğun düşmeden bu döngüden geçebilmesi için gerekli en düşük ilk hız v nedir? (Çubuğun kütle merkezine göre eylemsizlik momenti $I = \frac{ML^2}{12}$ dir, şekilde çubuğun döngüdeki bir durumu noktali olarak çizilmiştir, yerçekimi ivmesi g dir)

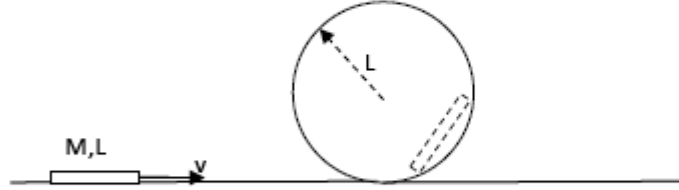
a) $\sqrt{2 + \frac{3\sqrt{3}}{2}}\sqrt{Lg}$

b) $\sqrt{2 + \frac{\sqrt{3}}{4}}\sqrt{Lg}$

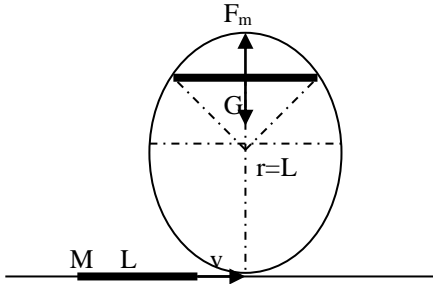
c) $\sqrt{4 + \frac{3\sqrt{3}}{2}}\sqrt{Lg}$

d) $\sqrt{2 + \frac{14\sqrt{3}}{9}}\sqrt{Lg}$

e) Hiç bir hızla geçemez.



ÇÖZÜM:



Ortam sürtünmesiz olduğundan mekanik enerji korunur. Bu durumda, zeminin potansiyel enerjisi sıfır alınırsa,

$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}Mv'^2 + \frac{1}{2}Iw^2 + Mgh$ olur. Burada şeklin geometrisinden $h = L + L\frac{\sqrt{3}}{2}$ dir. Çubuk en üstte iken,

kuvvetler dengesinden $N = \frac{Mv'^2}{r'} - Mg = 0$ olmalıdır. Burada $r' = L\frac{\sqrt{3}}{2}$ dir. Buradan $Mv'^2 = MgL\frac{\sqrt{3}}{2}$ ifadesi

elde edilir. Bu ifade enerji korunumunda yerine konduğunda;

$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}MgL\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\frac{1}{12}ML^2\frac{v'^2}{r'^2} + MgL(1 + \frac{\sqrt{3}}{2})$ elde edilir. Bu ifade düzenlenip v^2 çekildiğinde;

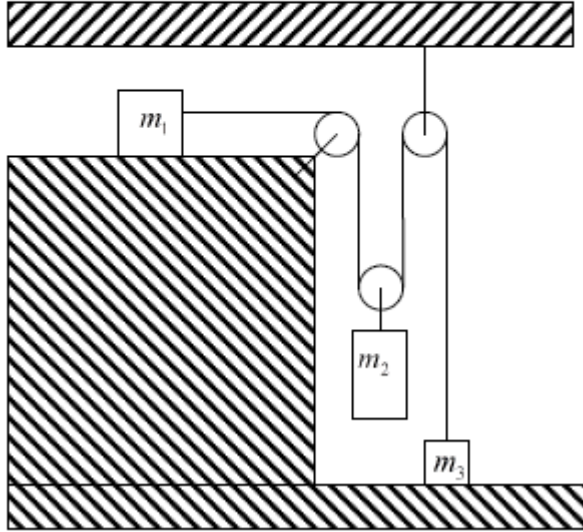
$v^2 = \left[\frac{14\sqrt{3} + 18}{9} \right]gL$, buradan da $v = \sqrt{2 + \frac{14\sqrt{3}}{9}}\sqrt{gL}$ sonucu elde edilir. **Cevap D.**

2-Makara sistemi

Şekilde görülen makara sistemi durağan durumdan bırakılıyor. Sistemde hiç bir noktada sürtünme olmadığına, ipler ve makaralar kütsüz olduğuna ve ilk anda 3. kütle yerle temas halinde olduğuna

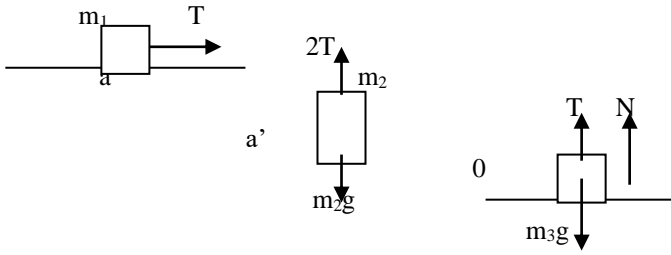
göre ipteki gerilmeyi hesaplayınız.

(Yerçekimi ivmesi $g=9.8 \text{ m/s}^2$, $m_1=2.2 \text{ kg}$, $m_2=1 \text{ kg}$, $m_3= 0.5 \text{ kg}$)



- a) 0
- b) 4,9 N
- c) 4,4 N
- d) 5,4 N
- e) 2,7 N

ÇÖZÜM:

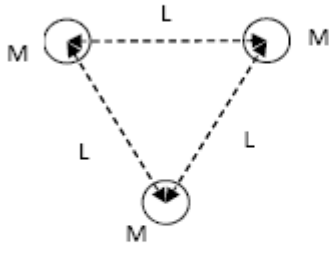


Cisimlere etki eden kuvvetler şekildeki gibidir. Bu durumda; I.cisim için $T=m_1.a$, II.cisim için $m_2g-2T=a'/=a/2$, III.cisim için $m_3g-N=T$ dir. Burada m_3 kütsüz cisim hareket etmemektedir. Bu durumda I.denklemden T, II.denklemden

yerine yazılırsa; $m_2g - 2.m_1.a = \frac{a}{2} \rightarrow 9,8=(4,4+0,5)a \rightarrow a=2 \text{ m/s}^2$ bulunur. Bu durumda ipteki gerilme kuvveti;

$T=m_1a=(2,2).2=4,4 \text{ N}$ olur. **Cevap C.**

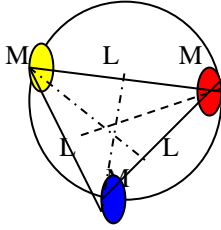
3-Üçlü yıldız sistemi



Her biri M kütlesine sahip üç yıldız ortak kütle merkezleri etrafında dönmektedir. Her yıldızın merkezi ile diğer ikisinin merkezleri arasındaki mesafeler L dir. Bu yıldız sisteminin dönüş periyodu aşağıdaki ifadelerden hangisi ile verilir? (İkiden fazla yıldızın oluşturduğu böyle sistemlere Kempler rozeti adı verilir.)

- a) $4\pi\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$ b) $\frac{2\pi}{9}\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$
c) $\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$ d) $2\pi\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$
e) $\frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

ÇÖZÜM:



Yıldızlar üçgenin ağırlık merkezi veya çemberin merkezi etrafında dönerler. Bu durumda çemberin merkezinden yıldıza olan uzaklık, şeklin geometrisinden, $\sin 60 = \frac{L/2}{r} \rightarrow r = \frac{L}{\sqrt{3}}$ olur. Yıldızların çizgisel hızı $v = \omega r = \frac{2\pi}{T} r$ dir.

Bu sistemin toplam potansiyel enerjisi $E_p = 3\frac{GM^2}{L}$, toplam kinetik enerjisi ise

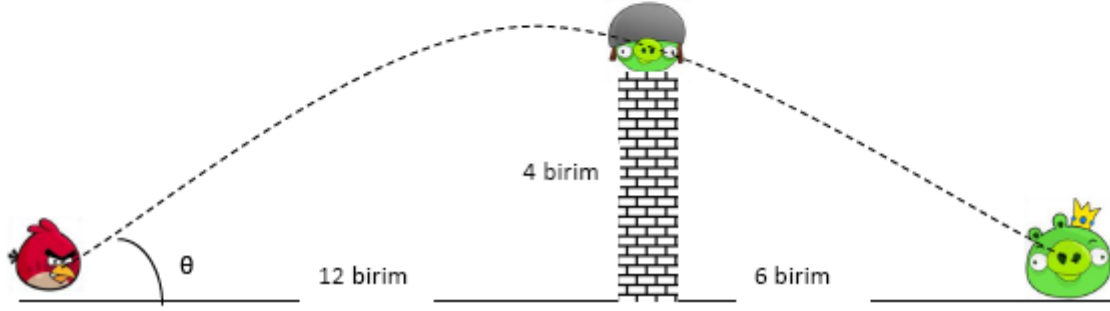
$E_k = 3\frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{3}{2}M\left(\frac{4\pi^2}{T^2}r^2\right) + \frac{1}{2}(3Mr^2)\left(\frac{4\pi^2}{T^2}\right) = 3Mr^2\left(\frac{4\pi^2}{T^2}\right)$ olur. Kinetik ve potansiyel

enerjinin eşitliğinden; $T^2 = \frac{4\pi^2 r^2 L}{GM} = \frac{4\pi^2 L^3}{GM}$, buradan da $T = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$ bulunur. **Cevap E.**

4- Kuş bakışı

Popüler bir bilgisayar oyunu eğik atış simülasyonu üzerine kurulmuştur. Simülasyonda etkin yerçekimi ivmesi $g = 4 \text{ birim}/s^2$ dir, ve bütün hareket sürtünmesizdir. Atılan nesneyle (kuş), 12 birim uzakta ve 4 birim yüksekteki ilk hedefi (kasklı domuz) ve de toplam 18 birim uzakta yerdeki (taçlı domuz) hedefi vurmak istiyorsak kuşu hangi açıyla atmalıyız? (Kuş ilk hedefi vurup içinden geçerken hız kaybı yaşamamaktadır, atış hızı verilmemiştir bulunması beklenmektedir).

- a) $\tan^{-1}\left(\frac{2}{9}\right)$ b) $\frac{\pi}{6}$ c) $\frac{\pi}{4}$ d) $\frac{\pi}{3}$ e) Bu atış imkânsızdır.



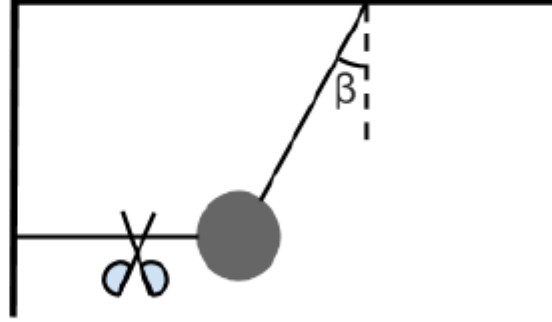
ÇÖZÜM:

İlk hızın bileşenleri $v_x = v_0 \cos \theta$, $v_y = v_0 \sin \theta$ dir. Menzil uzaklığı $x_{\max} = \frac{v_0^2 2 \sin \theta \cos \theta}{g} = 18 \rightarrow v_0^2 = \frac{36}{\sin \theta \cos \theta}$ bulunur. Kuş 4 br yükseğe çıktığında, aldığı yatay ve düşey yollar için; $x = v_0 \cos \theta \cdot t = 12$ ve $y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = 4$ yazabiliriz. Buradaki ilk denklemden $t = \frac{12}{v_0 \cos \theta}$, birinci ve ikinci denklemden $4 = 12 \cdot \tan \theta - \frac{288}{v_0^2 \cos^2 \theta}$ buluruz. Daha önce elde ettiğimiz v_0^2 ifadesini bu denklemden yerine koyarak ve biraz sadeleştirme yaparak; $\tan \theta = 1$ bulunur. Bu durumda $\theta = \frac{\pi}{4}$ olur. **Cevap C.**

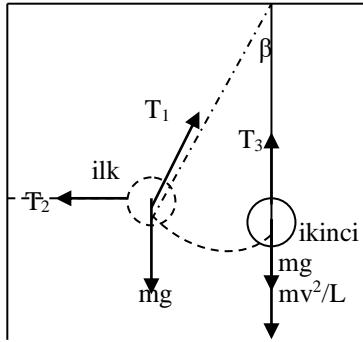
5- Bağlı sarkaç

Kütlesi ihmal edilebilir bir ip ile tavana asılı bir top, şekildeki gibi yan duvara tutturulmuş ve yatay doğrultuda gerilmiş benzer bir ip ile sabitlenmiştir. Bu konumda tepe ipinin düşey doğrultu ile yaptığı açı β 'dir. Yatay ip kesildikten sonra sarkaç hareketi başlar. Tepe ipi üzerindeki salınım sırasında oluşacak maksimum gerilimin ilk durumda (yatay ip kesilmeden önce) aynı ip üzerindeki gerilime oranı nedir?

- a) $\cos(\beta)$
- b) $2\sin(\beta)$
- c) $\cos^2(\beta)$
- d) $3\cos(\beta) - 2\cos^2(\beta)$
- e) $2[\cos(\beta) - \cos^2(\beta)]$



ÇÖZÜM:

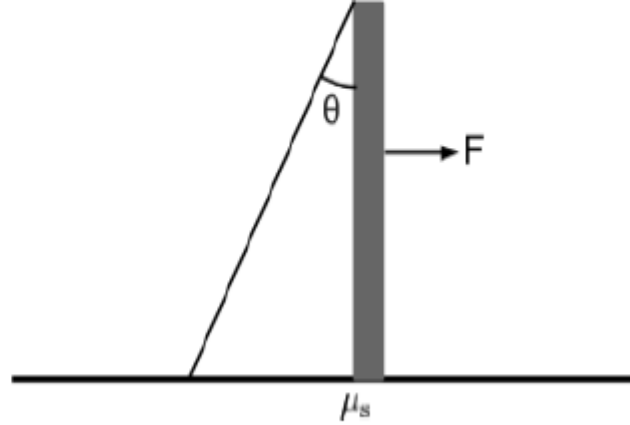


İp kesilmeden önceki (ilk) durumda cisme etki eden kuvvetlerin dengesinden; $T_1 \cos \beta = mg$ ve $T_1 \sin \beta = T_2$ yazabiliriz. İp kesildikten sonra gerilmenin maksimum olduğu durumda (ikinci) cisme etki eden kuvvetlerin dengesinden; $T_3 = mg + \frac{mv^2}{L}$ yazabiliriz. Bu iki duruma enerjinin korunumu ilkesini uygularsak; $\frac{1}{2}mv^2 = mgL(1 - \cos \beta)$ ve buradan $mv^2 = 2mgL(1 - \cos \beta)$ buluruz. Bu ifadeyi T_3 ifadesinde yerine koyarsak; $T_3 = mg(3 - 2 \cos \beta)$ olur. Buradan, ilk ve ikinci durumdaki ip gerilmeleri oranı; $\frac{T_3}{T_1} = \frac{mg(3 - 2 \cos \beta)}{mg / \cos \beta} = 3 \cos \beta - 2 \cos^2 \beta$ şeklinde bulunur. **Cevap D.**

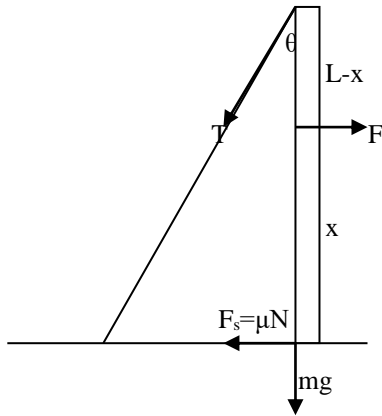
6- Direği devirmek

Bir direk, şekilde gösterildiği gibi, statik sürtünme katsayısı μ_s olan bir yüzey üzerinde dik olarak durmaktadır. Tepe noktası, direğe göre θ açısıyla gerilmiş bir ip ile yüzeye bağlanmıştır. Direk, tek bir noktasından uygulanan şekildeki gibi yatay bir kuvvet ile kaydırılarak devrilebiliyor. Kuvvet noktasının düzlemden uzaklığının direk boyuna oranı en fazla ne kadar olabilir?

- a) $\cos(\theta) / (1 + \mu_s)$
- b) $\cos(\theta) / (\cos(\theta) + 2\mu_s)$
- c) $\tan(\theta) / (\tan(\theta) + \mu_s)$
- d) $\cos(\theta)$
- e) 1



ÇÖZÜM:



Çubuğa etki eden yatay kuvvetlerin dengesinden; $F = \mu N + T \sin \theta = \mu(mg + T \cos \theta) + T \sin \theta$ yazabiliriz. Çubuğun zemine değme noktaya göre tork; $T \sin \theta \cdot L = F \cdot x \rightarrow T \sin \theta (L/x) = \mu mg + \mu T \cos \theta + T \sin \theta$ yazabiliriz. Bu ifadeden T'yi çekersek;

$T = \frac{\mu mg}{\left(\frac{L}{x} \sin \theta - \mu \cos \theta - \sin \theta\right)}$ buluruz. Bu ifadenin tanımlı olması gerekir. Bunun için payda,

$\frac{L}{x} \sin \theta - \mu \cos \theta - \sin \theta \geq 0$ olmalıdır. Buradan $\frac{x}{L} = \frac{\sin \theta}{\mu \cos \theta + \sin \theta} = \frac{\tan \theta}{\mu + \tan \theta}$ bulunur. **Cevap C.**

7- Fırlatma rampası

Bir masa üzerinde M kütleli bir blok ve yine M kütleli, R yarıçaplı çeyrek daire şeklinde bir fırlatma rampası vardır. Blok ve rampa masa üzerinde sürtünmesizce kayabilmektedir. Yerçekimi ivmesi g olarak verilmiştir. İlk anda blok rampaya doğru $v = 4\sqrt{gR}$ hızı ile atılıyor. Blok hareketi boyunca en fazla hangi yüksekliğe ulaşır?

a) R/4

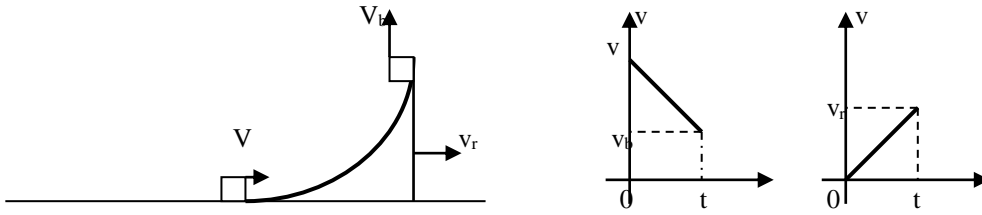
b) R

c) 2R

d) 4R

e) 8R

ÇÖZÜM:



Blok ve rampa birlikte hareket ettikleri sürece, hız-zaman grafikleri şekildeki gibi olur. Blok rampanın sonuna geldiğinde rampanın hızı bloğun ilk hızı türünden, $v_r = v \cdot \sin 45$ den $v_r = \frac{\sqrt{2}}{2} v$ olur. Rampanın çıkışında bloğun hızı ise enerjinin korunumundan bulunabilir: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_b^2 + \frac{1}{2}mv_r^2 + mgR \rightarrow v_b^2 = 6gR$. Blok rampadan kurtulduktan sonra h' kadar yükseğe çıksın. Bu durumda $v_b^2 = 2gh' \rightarrow 6gR = 2gh' \rightarrow h' = 3R$ olur. Bloğun yerden yüksekliği ise $h_{\max} = h' + R = 4R$ bulunur. **Cevap D.**

8- İpler ve yaylar

Şekilde 3 ip, 2 yay ve bir kütlelen oluşan mekanik bir sistem gösterilmektedir. Kütlelenin ağırlığı $W = 0.5$ N, yayların yay sabiti $k = 1$ N/m, yayları birbirine bağlayan kısa ipin uzunluğu $a = 3/8$ m ve diğer ipler $L = 1$ m uzunluğundadır. Bu sistem şekildeki gibi bağlandığında kütlelenin sabit yüzeyden olan uzaklığı $x = 11/8$ m dir. Yayları birbirine bağlayan ip kesildikten sonra sistem dengeye geldiğinde, kütlelenin yüzeyden olan uzaklığı ne olur? (İplerin esnemediğini ve yayların ilk uzunluğunun sıfır olduğunu kabul ediniz.)

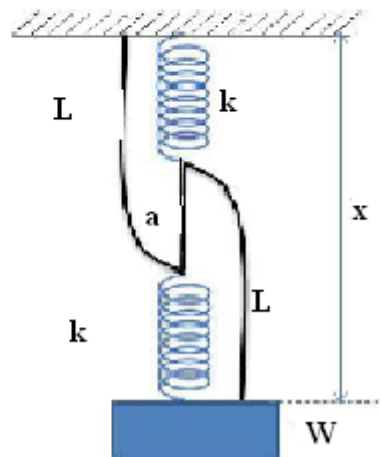
a) kütle olduğu yerde kalır, $x = 11/8$ m

b) kütle aşağı iner, $x = 17/8$ m

c) kütle yukarı çıkar, $x = 10/8$ m

d) kütle aşağı iner, $x = 12/8$ m

e) kütle yukarı çıkarak yüzeye çarpar, $x = 0$ m



ÇÖZÜM:

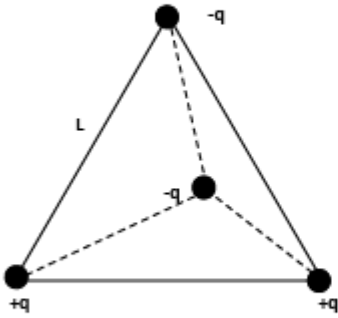
İlk durumda kenarlardaki ipler gerilmemiş, yaylar seri bağlıdır. Bu durumda eşdeğer yay sabiti $k_{es} = \frac{k \cdot k}{k + k} = \frac{k}{2}$ dir.

Bu durumda cisme etki eden kuvvetlerin dengesinden $(k/2) \cdot \Delta x = W \rightarrow \Delta x = 2W/k = 2 \cdot 0,5/1 = 1$ metre şeklinde toplam uzama miktarı bulunur. Bu durum $x = 1 + (3/8) = (11/8)$ verisini de sağlar. Aradaki ip (a) kesildikten sonra, yaylar paralel bağlı olur. Yaylar özdeş olduğundan her ikisi de aynı miktarda uzar. Bu durumda kütlein sabit yüzeyden olan uzaklığına x' ve yaylardaki uzama miktarına da $\Delta x'$ dersek; $x - x' = a - \Delta x'$ ifadesi yazılabilir. Paralel bağlı durumda eşdeğer yay sabiti $k_{es} = k + k = 2k$ dir. Cisme etki eden kuvvetlerin dengesinden; $2k\Delta x' = W \rightarrow \Delta x' = \frac{W}{2k} = \frac{1}{4}$ metre

bulunur. Bu durumda; $\frac{11}{8} - x' = \frac{3}{8} - \frac{1}{4} \Rightarrow x' = \frac{10}{8}$ metre bulunur. Kütle yukarı çıkmıştır. **Cevap C.**

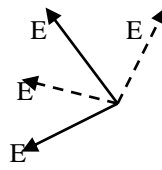
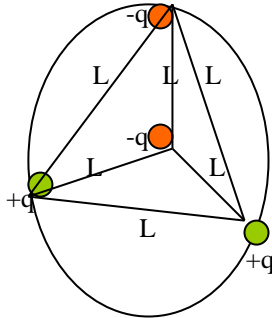
9- Düzgün dörtyüklü

İki tane $+q$ yükü ve iki tane $-q$ yükü her birinin diğerlerine olan uzaklığı L olacak şekilde bir düzgün dörtyüzlünün köşelerine konulmuştur. Bu dört yüke de eşit uzaklıkta olan noktada (düzgün dörtyüzlünün cisim merkezinde) elektrik alan şiddeti nedir?



- a) $\frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
- b) $\frac{\sqrt{3}}{16} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
- c) $\frac{3}{20} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
- d) $\frac{\sqrt{6}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
- e) 0

ÇÖZÜM:



Kesikli ve sürekli çizgi ile gösterilen elektrik alan vektörleri farklı düzlemlerdedir. Düzlemler arasında $\cos\theta = 1/3$ açısı vardır.

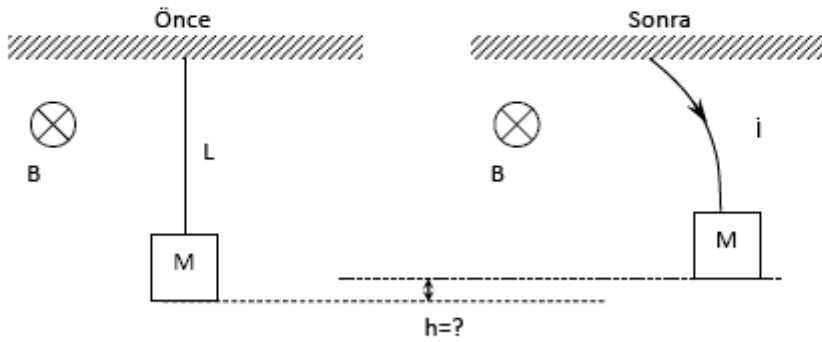
Düzgün dörtyüzlünün köşelerine teğet olarak çizilen kürenin merkezi, düzgün dörtyüzlünün cisim merkezidir. Bu kürenin yarıçapına r dersek, r ile L arasında; $L^2 = r^2 + r^2 - 2rr \cos \alpha \rightarrow r = \sqrt{\frac{3}{8}}L$ bağıntısı olur. Burada $\alpha = 109,5^\circ$, $\cos \alpha = -1/3$ tür. Köşedeki bir q yükünün merkezde oluşturduğu elektrik alanı; $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ olur. Pozitif q yüklerinin oluşturduğu elektrik alan; $E_1^2 = E^2 + E^2 + 2EE(-1/3) \Rightarrow E_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}E$ olur. Negatif yüklerin oluşturduğu alan yine aynı değerde olur: $E_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}E$. Bu E_1 ve E_2 vektörleri arasındaki açı $\cos\theta = 1/3$ tür. Bu iki

vektörün bileşkesi; $E_T^2 = \frac{4}{3}E^2 + \frac{4}{3}E^2 + 2\frac{2}{\sqrt{3}}E\frac{2}{\sqrt{3}}E\frac{1}{3} \Rightarrow E_T = \frac{4\sqrt{3}}{3}E$ olur. Bu ifadeyi açık olarak yazarsak;

$$E_T = \frac{4\sqrt{3}}{3} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{L^2} \frac{8}{3} = \frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2} \text{ buluruz. Cevap A.}$$

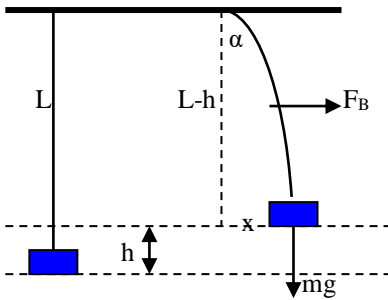
10- Hareketli avize

M kütleli bir avize **L** uzunluğunda, iletken, bükülebilir ancak esnemeyen ve kütsüz bir tel ile tavana asılmıştır. Tavana paralel ve homojen bir **B** manyetik alanı uygulanmaktadır, yerçekimi ivmesi **g** dir. Eğer tavadan avizeye doğru bir **i** akımı telden akmaya başlarsa, avize ilk pozisyonuna göre ne kadar yükselir?



- a) $\frac{L^2 i B}{Mg}$ b) $L \cos\left(\frac{LiB}{Mg}\right)$ c) $\sqrt{L^2 - \left(\frac{Mg}{iB}\right)^2}$ d) L , avize tavana çarpar e) $L - \frac{Mg}{iB} \sin\left(\frac{LiB}{Mg}\right)$

ÇÖZÜM:



Şeklin geometrisinden $L-h=L\sin\alpha$ yazabiliriz. Küçük açı yaklaşımında sinüs teoremini kullanarak;

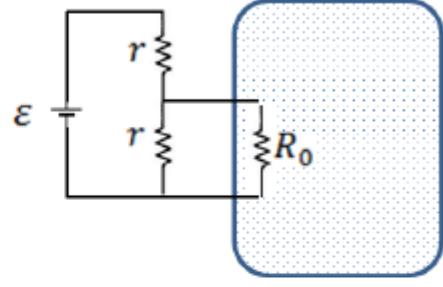
$$\frac{mg}{L} = \frac{F_B}{x} \Rightarrow \frac{mg}{L} = \frac{BiL\alpha}{L\alpha} \Rightarrow L = \frac{mg}{Bi}$$

geometrisinden, küçük açı yaklaşımında, $\sin\alpha \approx \alpha \approx \frac{BiL}{mg}$ olur. Elde ettiğimiz bu ifadeleri başlangıçta belirttiğimiz

$$L-h \text{ ifadesinde yerine koyarsak; } L-h = L \sin\left(\frac{BiL}{mg}\right) \Rightarrow h = L - \frac{mg}{Bi} \sin\left(\frac{BiL}{mg}\right) \text{ bağıntısını elde ederiz. Cevap E.}$$

11- Elektrikli Isıtıcı

Şekildeki gibi, bir direnç üzerinden akım geçirerek kapalı bir hazne içerisindeki gazı ısıtmak istiyoruz. Isıtıcımızın hazneye mümkün olduğu kadar sabit oranda ısı vermesini istiyoruz. Rezistör direnci $R = R_0$, ısıtıcı çalışırken, $\Delta R \ll R_0$ miktarında değişebileceğini göz önünde bulundurarak, ısıtıcının sürekli sabit güçte ısı üretmesini sağlamak için, iki adet r direnci kullanarak aşağıdaki devreyi tasarlıyoruz. Isıtıcı direnci hafifçe değişse dahi iletilen gücün değişmemesini sağlayacak r direnç değerini bulunuz.



- a) $R_0/2$
- b) $R_0\sqrt{2}/2$
- c) R_0
- d) $\sqrt{2}R_0$
- e) $2R_0$

ÇÖZÜM:

Devrede ana koldan geçen akım I , R_0 direncinden geçen akım I_1 ve bunun karşısındaki r direncinden geçen akım I_2 olsun. Bu durumda Kirchhoff'un akım yasasından; $I=I_1+I_2$ yazabiliriz. Paralel dirençlerin gerilimlerinin eşitliğinden,

$R_0I_1=rI_2 \rightarrow I_2=R_0I_1/r$ yazılabilir. Bu durumda $I_1 = \left(\frac{r}{R_0 + r} \right) I$ olur. Devrenin eşdeğer direnci;

$R_{es} = \frac{R_0r}{R_0 + r} + r = \frac{2R_0r + r^2}{R_0 + r}$ olur. Ana kol akımı $I = \frac{\varepsilon(R_0 + r)}{(2R_0r + r^2)}$, R_0 direncinden geçen akım ise;

$I_1 = \frac{\varepsilon r}{(2R_0r + r^2)}$ olur. Bu durumda R_0 direncinin gücü, $P_1 = R_0I_1^2 = \frac{\varepsilon^2 R_0 r^2}{(2R_0r + r^2)^2}$ olup, bu gücün R_0 'a göre

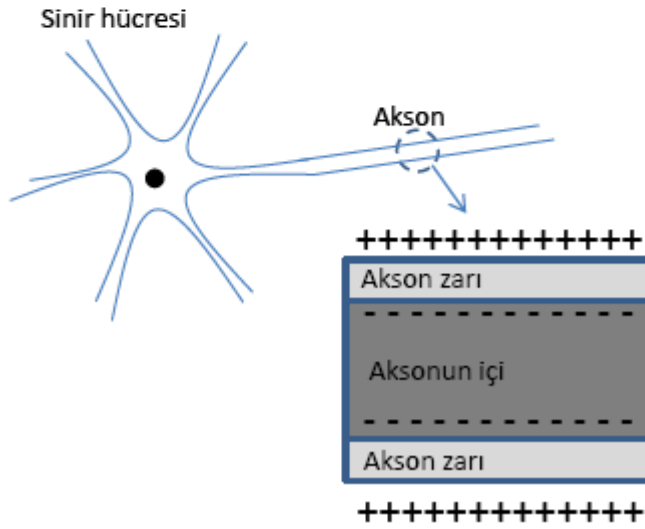
değişimi (türevi) $dP_1/dR_0=0$ olmalıdır. Bu durumda $\frac{dP_1}{dR_0} = \varepsilon^2 r^2 \left[\frac{(2R_0r + r^2)^2 - R_0 4r(2R_0r + r^2)}{(2R_0r + r^2)^4} \right] = 0 \rightarrow$

$r^2 - 2R_0r = 0 \Rightarrow r = 2R_0$ olur. **Cevap E.**

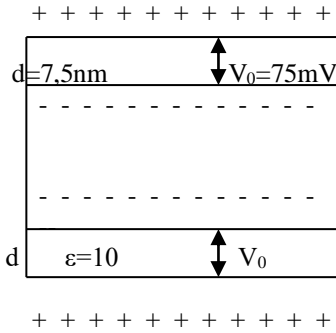
12- Sinir hücresi

Bir sinir hücresinin zarı yaklaşık 7.5 nm kalınlığında olup, yüklü iyonların kontrollü bir şekilde içeri ve dışarı yönde geçişine izin vermektedir. Aksonlar sinir hücreleri arasında elektriksel sinyallerin iletildiği uzantılardır. Artı ve eksi yükler akson zarından geçerek farklı yüklerin aksonun içinde ve dışında eşit yük yoğunluklarında olacak şekilde bir denge oluşur. İnce akson zarı paralel levha kapasitörü gibi modellenebilir. Akson zarındaki organik malzemeler zarın dielektrik sabininin 10 olmasını sağlar. Eğer aksonun içi ve dışı arasındaki voltaj farkı 75 mV ise, akson zarı üzerindeki elektrik alanı yaklaşık hangi mertebededir?

- a) 1 N/C b) 10 N/C c) 100 N/C d) 10 000 N/C e) 1 000 000 N/C



ÇÖZÜM:



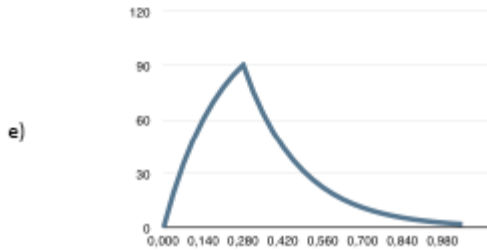
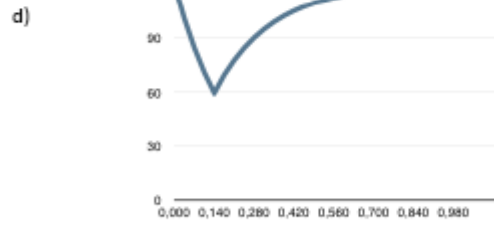
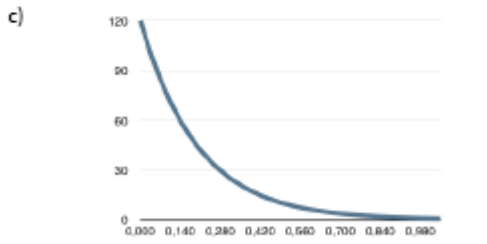
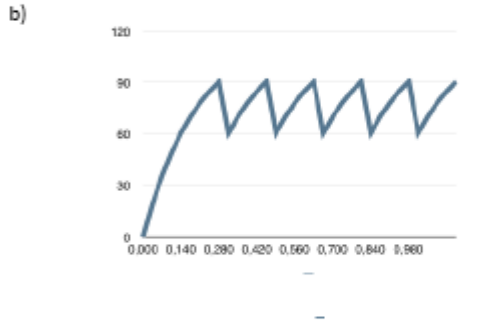
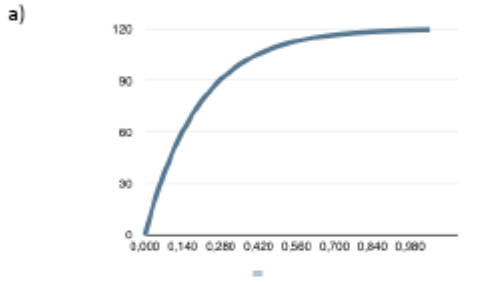
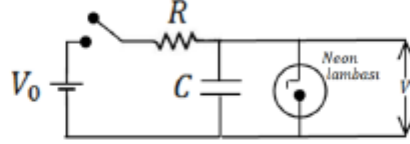
Levhalar arasındaki dielektrik sabiti ϵ olan iki paralel levha arasındaki sığa $C = \frac{q}{V} = \epsilon\epsilon_0 \frac{A}{d}$ olarak ifade edilebilir.

Bu bağıntıdan; $\frac{V}{d} = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0 A} \Rightarrow E = \frac{E_0}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon} \frac{V_0}{d}$ şeklinde elektrik alan ifadesi elde edilebilir. Burada sayısal değerler

yerine konduğunda; $E = \frac{1}{10} \frac{75 \cdot 10^{-3}}{7.5 \cdot 10^{-9}} = 10^6$ N/C sonucu bulunur. **Cevap E.**

13- Neon ışıkları

Şekilde gösterilen devrede Neon lambası uçlarındaki voltaj 90V oluncaya kadar üzerinden hiç akım geçirmezken, bu değerin üstünde direnci tamamen sıfırlanmaktadır. Voltaj 60V altına düştüğünde ise direnci çok büyük olup, hemen hemen üzerinden hiç akım geçirmemektedir. Devredeki S anahtarı $t_0=0$ anında kapatıldıktan sonra, devre çıkışından alınacak çıktı sinyalinin ($V(t)$) en iyi gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir? ($V_0 = 120V, R = 50k\Omega, C = 4\mu F$) değerlerini kullanabilirsiniz.



ÇÖZÜM:

Devredeki anahtar kapatıldığında, önce kondansatör dolar, sonra neon lambaya yük gider. Kondansatör boşalırken $q=CV$ den dolayı gerilimi azalır, neon lambaya paralel bağlı olduğu için onunda gerilimi azalmış olur. Sonra üretecten dolayı kondansatör tekrar dolar, lambanın gerilimi artar. Bu olay periyodik olarak devam eder. Yani kondansatörün, dolayısıyla neon lambanın gerilimi, lambanın ilk yanmasından sonra sinüsoydaldır. Verilere göre bu salınım;

$60V < V(t) < 90V$ arasındadır. Bu devrenin analizi, kondansatör dolarken, $R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = 0$ diferansiyel denklemi

çözülerek yapılabilir. Bu denklemin çözümü $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ şeklindedir. Bu durumda kondansatörün gerilim

fonsiyonu $V(t) = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$ şeklinde olur. **Cevap B.**

14- Hareketli kapasitör

Levhalarının alanı A ve levhalar arasındaki mesafe d olan bir paralel plaka kapasitörü V_0 potansiyelli bir batarya kullanılarak tamamen şarj ediliyor. Şarj edilmiş bu kapasitör bataryaya bağlı iken, levhaları arasındaki mesafeyi $3d$ 'ye çıkarıyoruz. Yapılan mekanik iş ne kadardır?

- a) $-\frac{2}{3}\frac{\epsilon_0 A}{d}V_0^2$
- b) $-\frac{1}{3}\frac{\epsilon_0 A}{d}V_0^2$
- c) 0
- d) $\frac{1}{3}\frac{\epsilon_0 A}{d}V_0^2$
- e) $\frac{2}{3}\frac{\epsilon_0 A}{d}V_0^2$

ÇÖZÜM:

Paralel levhalı bir kondansatörün sığası $c = \epsilon \frac{A}{d}$, depoladığı enerji ise $W = \frac{1}{2}cV^2$ dir. Verilen kondansatörün ilk durumda depoladığı enerji $W_{ilk} = \frac{1}{2}cV^2 = \frac{1}{2}\epsilon_0 \frac{A}{d}V_0^2$ dir. Levhaları uzaklaştırıldığında depoladığı enerji (aynı bataryaya bağlı olduğundan levhalar arasındaki gerilim aynı olur); $W_{son} = \frac{1}{2}\epsilon_0 \frac{A}{3d}V_0^2$ dir. Her iki enerji arasındaki fark yapılan işe eşittir: $\Delta W = W_{ilk} - W_{son} = \frac{1}{2}\epsilon_0 \frac{A}{d}V_0^2 \left(1 - \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3}\epsilon_0 \frac{A}{d}V_0^2$. **Cevap D.**

15- Dikkat radar var!

Trafik polisleri araçların hızını ölçmek için mikrodalga radar sistemleri kullanırlar. Bu sistemlerin çalışma prensibi Doppler etkisine dayanmaktadır. Trafik radarları sabit frekansta (f_0) mikrodalga yayarak hareket halindeki araçlardan yansıyan mikrodalgaların frekansını (f) ölçerler. Yansıyan mikrodalganın frekansını kullanarak aracın hızını (v) belirlenir. Doppler prensibine göre, radardan v

hızıyla uzaklaşan bir araçtan yansıyan mikrodalganın frekansı $f = f_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$ şeklinde yazabiliriz.

Aracın hızını 1 km/saat doğrulukla ile ölçebilmek için frekans ölçümündeki hassasiyet ($\Delta f/f$) en az aşağıdakilerden hangisi olmalıdır? (Denklemdaki c ışığın hızıdır yaklaşık $3 \cdot 10^8$ m/s.)

- a) 10^{-3}
- b) 10^{-5}
- c) 10^{-7}
- d) 10^{-9}
- e) 10^{-11}

ÇÖZÜM:

Radardan v hızıyla uzaklaşan bir araçtan yansıyan mikrodalganın frekansı $f = f_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$ dir. Aracın hızının

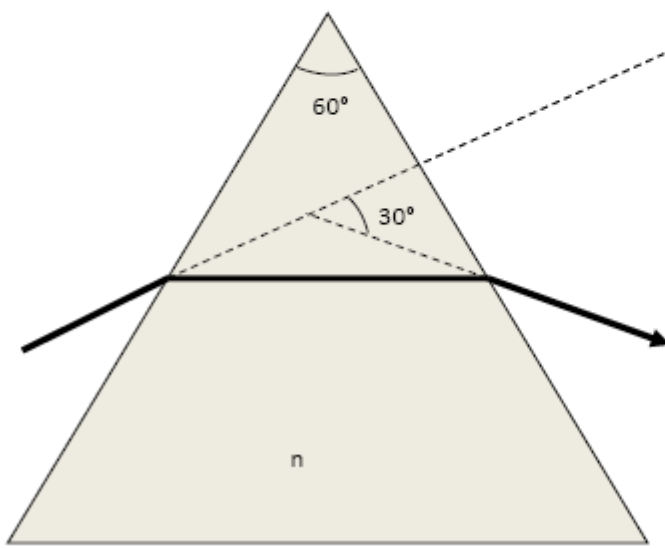
doğruluk aralığı $\Delta v \approx v = \frac{1 \text{ km}}{\text{saat}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{5}{18} \text{ m/s}$, mikrodalganın hızı $c=3 \cdot 10^8$ m/s verilmektedir. Bu durumda;

$$f - f_0 = f_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right) - f_0 \Rightarrow -\Delta f = f_0 - f_0 \frac{v}{c} - f_0 \Rightarrow \Delta f = f_0 \frac{v}{c} \text{ olur. Buradan, } \frac{\Delta f}{f} = \frac{(v/c)f_0}{f} = \frac{v/c}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta f}{f} = \frac{v}{c-v} = \frac{5/18}{3 \cdot 10^8 - (5/18)} \approx 10^{-9} \text{ bulunur. Cevap D.}$$

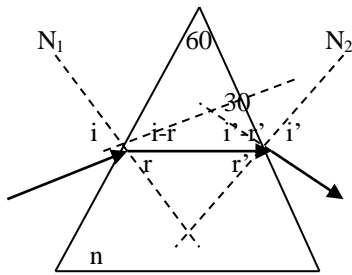
16- Üçgen prizma

Kırılma indisi 1 olan bir ortamdan kırılma indisi n olan üçgen prizmaya gönderilen ışık ışınının sapma açısı 30° olarak verilmektedir. Işının prizmayı şekilde gösterildiği gibi simetrik bir şekilde terk etmesi için n kaç olmalıdır?



- a) $\sqrt{2}$
- b) $\sqrt{3}$
- c) $2\sqrt{2}$
- d) $2\sqrt{3}$
- e) $2/\sqrt{3}$

ÇÖZÜM:



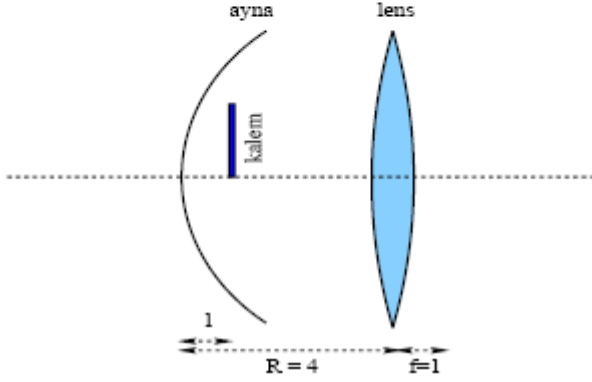
Işın prizmadan simetrik olarak çıktığından; $i=i'$ ve $r=r'$ olur. Şeklin geometrisinde, 30 derece dış açısı bulunan üçgenden; $i-r+i'-r'=30 \rightarrow 2(i-r)=30 \rightarrow i-r=15$ bulunur. Prizma içerisindeki ışın ile tepe arasındaki üçgenin iç açıları toplamından; $(90-r)+(90-r')+60=180 \rightarrow r=30$ bulunur. Bu durumda gelme açısı $i-15=30 \rightarrow i=45$ olur. Işının ilk veya

son kırıldığı noktaya Snell yasası uygulandığında; $\sin i = n \cdot \sin r \rightarrow n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45}{\sin 30} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} = \sqrt{2}$ bulunur.

Cevap A.

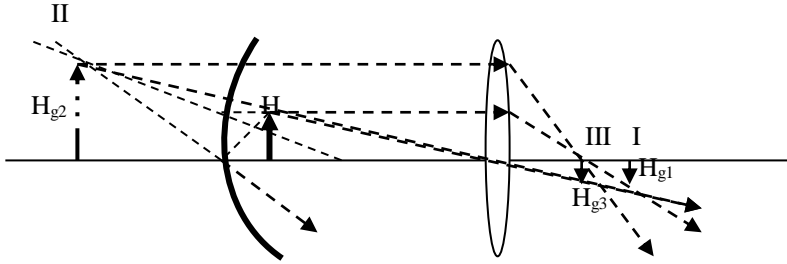
17- Ayna ve lens

Şekilde verilen ince merceğin odak mesafesi 1 birim olup içbükey küresel aynadan 4 birim uzaklığa aynanın eğrilik merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Merceğin sağından bakıldığında aynanın 1 birim sağındaki kalemin iki görüntüsü vardır. Bunlardan birini kalem doğrudan mercekte oluştururken diğerini kalemin aynadan yansıyan görüntüsü oluşturmaktadır. Mercekte oluşan iki görüntünün boyları oranı kaçtır?



- a) 3/2
- b) 4/3
- c) 5/4
- d) 6/5
- e) 7/6

ÇÖZÜM:

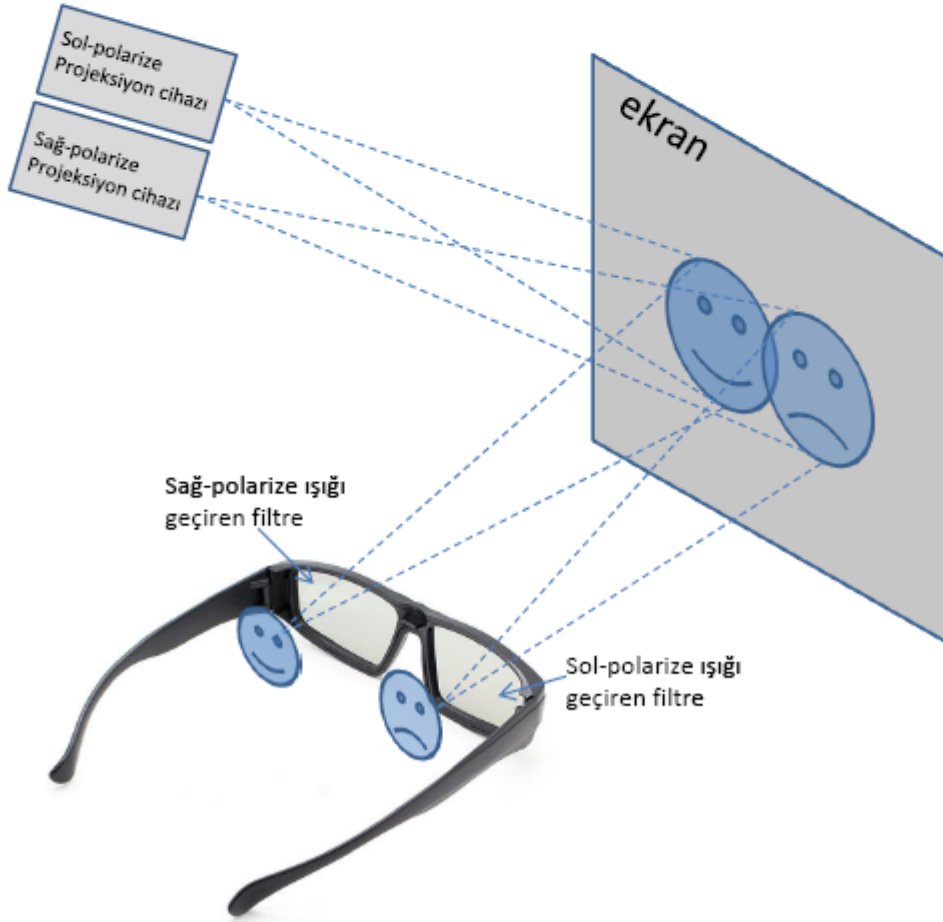


Mercekte oluşan ilk görüntünün (I) merceğe uzaklığı $\frac{1}{f} = \frac{1}{D_g} + \frac{1}{D_c} \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{1}{3} + \frac{1}{D_{g1}} \Rightarrow D_{g1} = \frac{3}{2}$, görüntünün boyu ise $\frac{H_g}{H_c} = \frac{D_g}{D_c} \Rightarrow \frac{H_{g1}}{H} = \frac{3/2}{3} \Rightarrow H_{g1} = \frac{1}{2}H$ olur. Aynanın arkasında oluşan ikinci görüntünün (II) aynaya uzaklığı $\frac{1}{f} = \frac{1}{D_g} + \frac{1}{D_c} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{1} + \frac{1}{D_{g2}} \Rightarrow D_{g2} = -2$, görüntünün boyu ise $\frac{H_{g2}}{H} = \frac{2}{1} \Rightarrow H_{g2} = 2H$ olur. İkinci görüntünün mercekte oluşturduğu üçüncü görüntünün (III) merceğe uzaklığı benzer olarak; $\frac{1}{f} = \frac{1}{D_g} + \frac{1}{D_c} \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{D_{g3}} \Rightarrow D_{g3} = \frac{6}{5}$, görüntünün boyu ise $\frac{H_{g3}}{2H} = \frac{6/5}{6} \Rightarrow H_{g3} = \frac{2}{5}H$ olur. Bu durumda ilk ve son görüntülerin boyları oranı; $\frac{H_{g1}}{H_{g3}} = \frac{(1/2)H}{(2/5)H} = \frac{5}{4}$ olur. **Cevap C.**

18- Stereoskopik görüntü

3-boyutlu sinamalarda kullanılan teknolojilerden bir tanesi, ışığın dairesel polarizasyonunu kullanarak, sağ ve sol gözümüzün farklı açılardan çekilmiş iki farklı resmi görmesini sağlar. Beynimiz bu resimleri birleştirerek 3-boyutlu bir görüntü oluşturur. Şekilde bu teknoloji özetlenmektedir. Dairesel polarizasyon sağ-dairesel ve sol-dairesel polarizasyon olmak üzere iki farklı şekilde polarize olabilir. Gözlükte bulunan polarize filtreler, bir gözün sağ-polarize ışığı diğer gözün sol polarize ışığı görmesini sağlar. Sinemada 3-boyutlu bir film izlerken ara verildi ve tuvalate gittiniz. Gözlüğünüzü takarak tuvalettaki aynada kendinize bakarken, bir gözünüzü kapatırsanız hangi gözünüzü görürsünüz?

- İki gözü de göremeyiz.
- Hem kapalı hem açık gözü görürüz.
- Sadece açık gözü görürüz.
- Sadece kapalı gözü görürüz.
- Başımızın açısına göre hangi gözü göreceğimiz değişir.



ÇÖZÜM:

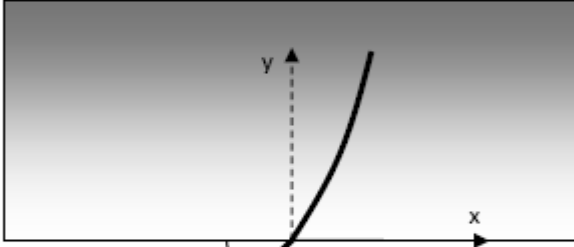
İşığın sağ dairesel polarizasyonunda ışık dalgası sağa, sol dairesel polarizasyonunda ise sola çevrilir. Sağ polarizasyonlu gözlük camı (filtre) yalnız sağa, sol polarizasyonlu gözlük camı (filtre) yalnız sola polarize olmuş ışığı geçirir. Kapalı gözün üstünden yansıyan ışınlar gözlük camından geçerek aynada yansır ve görüntü oluşturur. Açık göz için de aynı durum söz konusudur. Hem kapalı gözden hem de açık gözden gelip aynadan yansıyan ışınlar, açık gözün olduğu gözlük camından geçip göze geldiğinde, gözlük camı sadece tek polarize ışığı geçirdiğinden, açık olan gözü göremez, çaprazındaki kapalı olan gözü görür. **Cevap D.**

19- Optik yol

Bir malzemenin kırılma indisinin yüzeyden olan uzaklıkla değiştiği bilinmektedir. Bu malzemeye boşluktan normal ile 45 derece açı yapacak şekilde gönderilen ışık demeti

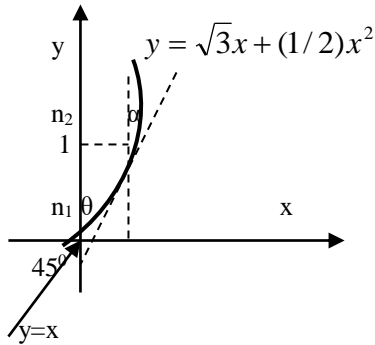
$$y(x) = \alpha x + \beta x^2$$

Şeklindeki gibi bir eğriyi takip ediyor. $\alpha = \sqrt{3}$ ve $\beta = 0.5 \text{ cm}^{-1}$ olduğuna göre maddenin tam yüzeyindeki ve 1 cm derinliğindeki kırılma indisleri nelerdir?



	Yüzeyde n	1cm derinlikte n
a)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3} - \sqrt{5}$
b)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$
c)	$\sqrt{5} - \sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
d)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$
e)	$\sqrt{2}$	Verilenlerle bulunamaz

ÇÖZÜM:



$x=0$ noktasındaki kırılma için Snell yasası; $1.\sin 45 = n_1.\sin \theta$ yazabiliriz. θ açısını o noktadaki teğetin eğiminden bulabiliriz. $y = \sqrt{3}x + (1/2)x^2$ nin türevi $y'(0)=m$ den, eğim $m = \sqrt{3}$ olur. Bu durumda $\cot \theta = \sqrt{3} \Rightarrow \sin \theta = 1/2$ olur. Buradan, n_1 kırılma indisi; $1.(\sqrt{2}/2) = n_1.(1/2) \Rightarrow n_1 = \sqrt{2}$ olarak bulunur. 1cm derinlikteki kırılma indisini bulmak için Snell yasasını, $n_1.\sin \theta = n_2.\sin \alpha$ şeklinde yazabiliriz. Buradaki α açısını $y=1$ noktasındaki teğetin eğiminden bulabiliriz. Bu durumda $1 = \sqrt{3}x + (1/2)x^2 \Rightarrow x_1 = \sqrt{5} - \sqrt{3}$, y fonsiyonunun bu noktadaki türevinden, $y'(x_1) = \sqrt{3} + x_1 = \sqrt{5}$ teğetin eğimi bulunur. Buradan α açısının sinüsü,

$\cot \alpha = \sqrt{5} \Rightarrow \sin \alpha = 1/\sqrt{6}$ olur. Bu noktadaki kırıcılık indisi; $\sqrt{2} \cdot (1/2) = n_2 \cdot (1/\sqrt{6}) \Rightarrow n_2 = \sqrt{3}$ olur.

Cevap D.

20- Musluktan akan su

Bir musluktan aşağı doğru akan su jetinin kalınlığı gittikçe azalır. Musluğun ağzından v_0 hız ve d_0 çapı ile ayrılan su jetinin y mesafe aşağıdaki d çapını bulunuz.

a) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{1/4}$

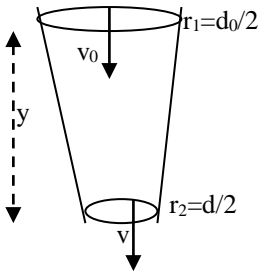
b) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{1/2}$

c) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 - 2gy} \right)^{-1/2}$

d) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)$

e) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^2$

ÇÖZÜM:



Süreklilik koşulundan; $A_1 \cdot v_0 = A_2 \cdot v \rightarrow \left(\pi \frac{d_0^2}{4} \right) v_0 = \left(\pi \frac{d^2}{4} \right) v \Rightarrow v = v_0 \frac{d_0^2}{d^2}$ yazabiliriz. Her iki durum için

Bernoulli denklemi yazılıp, gerekli matematiksel işlemler yapıldığında, çaplar arasındaki ilişki;

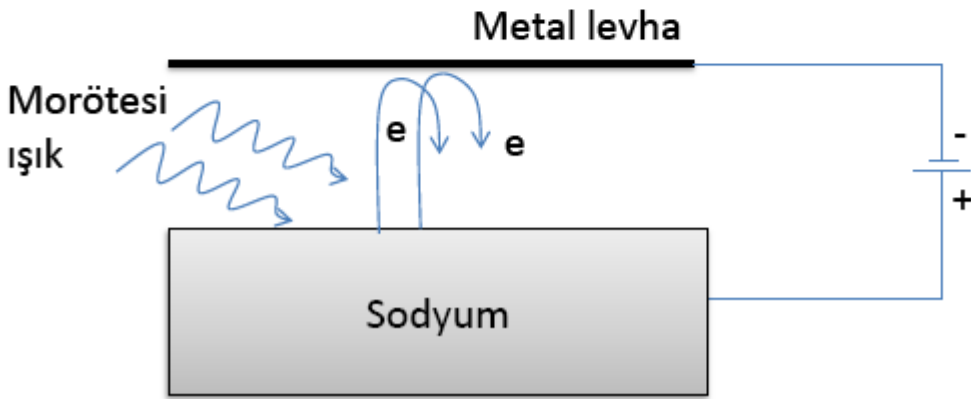
$$\frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{1}{2} \rho v_0^2 + \rho g y \Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2gy \Rightarrow v_0^2 \frac{d_0^4}{d^4} = v_0^2 + 2gy \Rightarrow d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{1/4}$$
 şeklinde bulunur.

Cevap A.

21- Fotosel

Morötesi ışık, bir ışık gözesinde (fotosel) kullanılan sodyum metal yüzeyinden elektronların yüksek hızlarda kopması için gerekli enerjiyi sağlayabilir. Aşağıdaki şekil bu fiziksel olayı özetlemektedir. Sodyum yüzeyinden kopan elektronların maksimum hızını ölçmek için sodyum yüzeyinin üzerine bir metal levha yerleştirilir. Bu metal levhaya sodyum yüzeyinden kopan elektronları yavaşlatıp geri döndürmeye yetecek kadar eksi potansiyel uygulanır. Eğer, metal levhaya -3.5 V (sodyum yüzeyine göre) potansiyel uygulandığında en hızlı elektronlar duruyorsa, bu elektronların sodyum yüzeyinden çıktıklarındaki yaklaşık hızları nedir? (Elektron yükünün kütesine oranı $1,76 \cdot 10^{11} C/kg$)

- a) 10 m/s b) 10^2 m/s c) 10^3 m/s d) 10^6 m/s e) 10^9 m/s



ÇÖZÜM:

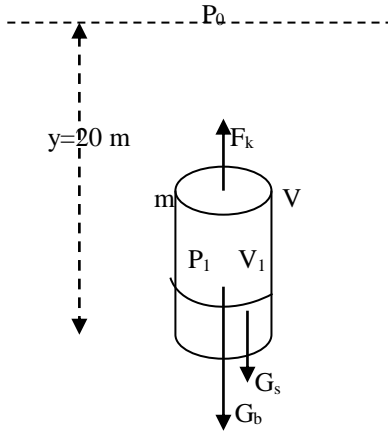
Sodyum metalli plaka yüzeyinden çıkan elektronun hızına v_0 diyelim. Elektron diğer levhaya tam ulaştığında hızı sıfır olur. Bu durumda enerjinin korunumundan; $\frac{1}{2}mv_0^2 = eV \Rightarrow v_0 = \sqrt{2\frac{e}{m}V} = \sqrt{2 \cdot (1,76) \cdot 10^{11} \cdot (3,5)} \approx 10^6$ m/s bulunur. **Cevap D.**

22- Havadan sudan

Su altında basınç her 10 metrede bir atmosfer artar. 100 g kütlesi ve 200 ml iç hacimi olan bir bardak, ağzı aşağıya bakar biçimde bir göle batırılıyor. Su yüzeyinden 20 m derinlikte bardağın üzerine etki eden toplam kuvvetin yaklaşık büyüklüğü ve yönü nedir? Gölün sıcaklığını sabit, havayı ideal bir gaz, bardağın kalınlığının ve bardağa kıyasla içindeki havanın kütesinin ihmal edilebilir olduğunu varsayınız. Suyun kütle yoğunluğunu 1 g/ml, yerçekimi ivmesini 10 m/s^2 olarak işlem yapınız.

- a) 0 N, denge durumu
b) 0.33 N, yukarı yönde
c) 0.33 N, aşağı yönde
d) 0.66 N, yukarı yönde
e) 1 N, yukarı yönde

ÇÖZÜM:



Bardak 20 m derinde iken bardağa etki eden kuvvetler şekildeki gibidir. Bu kuvvetler suyun kaldırma kuvveti, bardağın ağırlığı ve bardağın içindeki suyun ağırlığıdır. Bunların değerleri; $F_k = V \cdot d_s \cdot g = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \cdot 10 = 2 \text{ N}$, $G_b = m \cdot g = 10^{-1} \cdot 10 = 1 \text{ N}$, $G_s = m_s \cdot g$ dir. Bardağın içindeki suyun ağırlığını bulmak için, ideal gaz yasasından yararlanabiliriz: $P_0 V_0 = P_1 V_1 \rightarrow 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = (2+1) \cdot 10^5 \cdot V_1 \rightarrow V_1 = (2/3) \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$. Burada $P_0 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ alınmıştır. Bu durumda bardağın içindeki suyun hacmi $V_s = 2 \cdot 10^{-4} - \frac{2}{3} \cdot 10^{-4} = \frac{4}{3} \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, suyun ağırlığı ise $G_s = V_s \cdot d_s \cdot g \rightarrow G_s = (4/2) \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \cdot 10 = 4/3 \text{ N}$

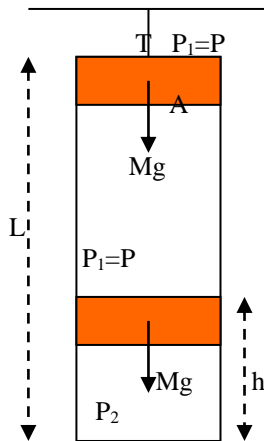
olur. Bardağa etki eden toplam kuvvet; $F = G_b + G_s - F_k = 1 + \frac{4}{3} - 2 = \frac{1}{3} \text{ N}$ aşağı yönlü bulunur. **Cevap C.**

23- Asansör için hava yastığı

Bazı asansörlerde asansörün taşıyıcı iplerinin kopmasına karşı bir güvenlik önlemi olarak asansörün altında kalan boşluğu hava sızdırmaz hale getirebilen bir acil durum sistemi bulunur. Taban alanı A ve kütlesi M olan bir asansör boşluğun dibinden L kadar yüksekteyken ve asansör boşluğunun her tarafındaki hava basıncı P iken ipi kopuyor ve hızla düşmeye başlıyor. Sistemin ip kopar kopmaz devreye girdiğini ve düşme sırasında asansör boşluğunun dışarıdan ısı alıp verecek zamanı olmadığını kabul edersek hangi yükseklikte asansörün ağırlığı hava basıncı tarafından dengelenir? (Yerçekimi ivmesi g, havanın sabit hacim ve sabit basınç ısı sığaları oranı γ olarak verilmiştir)

- a) $L \frac{PA}{Mg}$ b) $L \left(\frac{PA}{Mg} \right)^{1/\gamma}$ c) $L \left(\frac{PA}{PA+Mg} \right)^{1/\gamma}$ d) $L \left(\frac{Mg}{PA} \right)^\gamma$ e) L/γ

ÇÖZÜM:



Düşme sırasında ısı alış verişi olmadığından süreç, adyabatik ve izotermaldir. Bu durumda basınçlar ve hacimler arasında $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma$ bağıntısı vardır. Burada $P_1=P$, $V_1=A.L$, $P_2=P+(Mg/A)$ ve $V_2=A.h$ dir. Bunlar adyabatik denklemde yerine konulup, gerekli matematiksel işlemler yapıldığında; $P.(A.L)^\gamma = \left(P + \frac{Mg}{A}\right)(A.h)^\gamma \rightarrow$

$$P.A.L^\gamma = (Mg + P.A)h^\gamma \rightarrow h = L \left(\frac{P.A}{Mg + P.A} \right)^{1/\gamma} \text{ elde edilir. Cevap C.}$$

24- Ses dalgaları

Ses dalgalarının gazların içerisinde ilerleyebilmesi, ilerleyen basınç dalgasının periyodu ile gaz moleküllerinin çarpışma aralığının aynı mertebelerde olmasına bağlıdır. Bunun sonucu olarak, gaz içerisinde ilerleyen ses dalgasının frekansı en fazla gaz moleküllerin çarpışma periyodunun tersi kadar olacaktır. Gaz moleküllerini, kütlesi m ve yarıçapı r olan kürecikler varsayarak, basıncı P ve sıcaklığı T olan bir gazın içerisinde ilerleyebilecek en yüksek ses dalgası frekansı yaklaşık olarak aşağıdakilerden hangisi ile verilir?

a) $4Pr^2 \sqrt{\frac{3}{mkT}}$

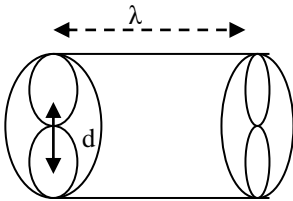
b) $\frac{\pi}{r} \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

c) $\frac{1}{Pr^2} \sqrt{8mkT}$

d) $\frac{Pr^5}{kT} \sqrt{\frac{8}{mkT}}$

e) $\frac{4kT}{Pr^4} \sqrt{\frac{\pi kT}{m}}$

ÇÖZÜM:



Gaz moleküllerinin çarpışmalarında, kat edilen ortalama serbest yol (λ) şekildeki gibi modellenebilir. Şekilde d , çarpışan iki molekülün merkezleri arasındaki uzaklıktır ($d=2r$). Gaz molekülleri için ortalama serbest yol, yayılan ses dalgalarının dalga boyu boyutunda olmalıdır. Bu durumda şekilde modellenen gazın hacmi ve sıcaklığı arasında

$$P.V = 2 \cdot \frac{3}{2} kT \text{ yazabiliriz. Buradan } P\pi d^2 \lambda = 3kT \Rightarrow P\pi d^2 \left(\frac{v}{f} \right) = 3kT \Rightarrow P\pi (4r^2) \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 3kT \cdot f$$

bulunur. Burada moleküllerin ortalama hızı $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ alınmıştır. Elde edilen denklemden f

çekilip, $\pi=3$ alınarak gerekli düzenleme yapıldığında; $f = 4Pr^2 \sqrt{\frac{3}{mkT}}$ bulunur. **Cevap A.**

25- Evrenle ilgili bir büyüklük

Evrenle ilgili temel bir büyüklük $\sqrt{\frac{Gh}{c^5}}$ ifadesi ile verilir. Burada G evrensel yerçekimi sabiti, h

Plank sabiti ve c ışık hızıdır. $\sqrt{\frac{Gh}{c^5}}$ ile verilen büyüklük yaklaşık olarak aşağıdakilerden

hangisidir? (Temel sabitlerin değerleri verilmemiştir)

- Evrenin yaşı, 13,8 milyar yıl.
- Evrende bilinen fizik yasalarının geçerli olduğu ilk zaman, 10^{-43} s.
- Büyük patlamanın ardından gerçekleşen şişme çağı sonunda evrenin yarıçapı, 10^{-36} ışık yılı.
- Birim hacimdeki ortalama boşluk enerjisi, 10^{-42} J.
- Evrenin eğrilik yarıçapı, 10^{-42} m.

ÇÖZÜM:

Evrenin genişlemesinden dolayı; $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{4\pi^2 r^2}{T^2}\right) = \frac{1}{2}mc^2 \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{c^2}r^2$ elde ederiz. Burada T

periyot (genişleme zamanı), r ise bu süreçte alınan yoldur (evrenin yarıçapı). Evren genişlerken, aynı zamanda $\frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}mc^2 \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$ dir. Kütle çekim potansiyel enerjisini ışın enerjisine eşitleyerek,

$\frac{hc}{\lambda} = \frac{GM^2}{r} \Rightarrow M^2 = \frac{hc \cdot r}{G \cdot \lambda}$ bulunuz. Burada $\lambda \rightarrow r$ alabiliriz. Elde ettiğimiz r ve M ifadelerini periyot (T) ifadesinde

yerine koyup, biraz sadeleştirme yaptığımızda; $T^2 = \frac{4\pi^2}{c^2} \frac{4G^2}{c^2} \left(\frac{hc}{G}\right) = \frac{16\pi^2 Gh}{c^5} \Rightarrow T = 4\pi \sqrt{\frac{Gh}{c^5}}$ buluruz. Bu

ifadede sayısal değerler yerine konduğunda; $T = 4 \cdot (3,14) \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-34}}{243 \cdot 10^{40}}} \approx 65 \cdot 10^{-43}$ s bulunur. Bu, evrende bilinen fizik yasalarının geçerli olduğu ilk zamandır. **Cevap B.**

Kaynak: www.tubitak.gov.tr

Çözümler: Mehmet TAŞKAN

fizikevreni@mynet.com