FİZİK BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2015

(A1) Elektron ve Hidrojen

Elektronun klasik (Compton) yarıçapı $r_e \approx 2.82\ femtometre$ nin Hidrojen atomunun Bohr yarıçapına olan oranı nedir?

A) Proton kütlesinin elektron kütlesine oranı yaklaşık 1800.
B) Elektronun yükü yaklaşık $1.6\ 10^{-19}$ Coulomb
C) Hidrojen atomunun iyonizasyon enerjisi yaklaşık 13.6 eV
D) 4
E) İnce yapı sabitinin karesi $\alpha^2 \approx 1/137^2$

Çözüm:

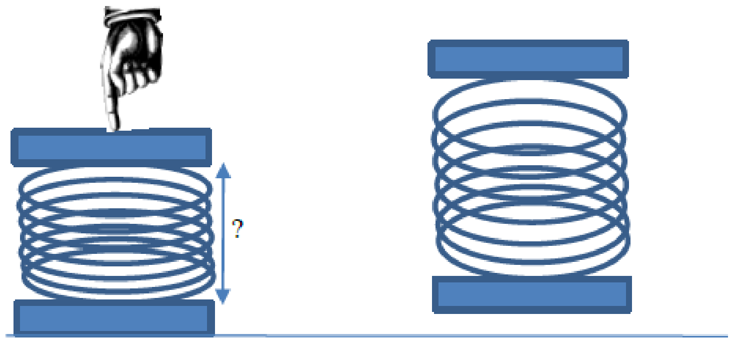
Her iki büyüklükte aynı birime (uzunluk) sahip olduklarından cevabın birimsiz şıklardan biri olması gerektiği açıktır. Karşılaştırılan büyüklükler elektron yarıçapı ile Hidrojen atomunun yarıçapı olduğundan ve hidrojenin çapı 10^{-10} olduğundan cevap E şıkkıdır.

Cevap E

(A2) Zıplayan Oyuncak

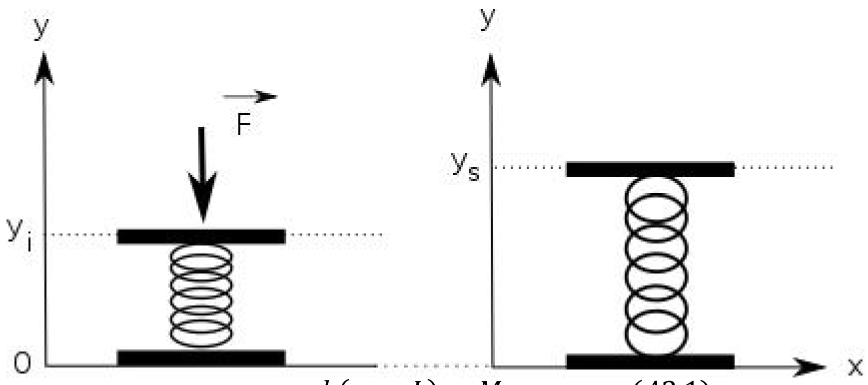
Bir oyuncak iki M kütleli diskin k sabitli ve serbest uzunluğu L olan bir yay ile birbirine bağlanması ile yapılmıştır. Oyuncak kütlelerden biri yerde diğeri onun üzerinde olacak şekilde yerleştiriliyor. Üstteki kütleyi bastırıp yayı sıkıştırıp aniden serbest bırakarak başlattığımız hareket sırasında iki kütlenin de yerden ayrılmasını istiyoruz. Bu durumda alttaki kütlenin yerden ayrılabilmesi için bıraktığımız anda iki kütlenin arasındaki mesafe en fazla ne kadar olabilir? Yerçekimi ivmesi g dir, yay sabiti oyuncağı zıplatabilecek kadar büyük seçilmiştir.

A	$\sqrt{2}\frac{Mg}{k}$
B	$\frac{1}{2L}\left(\frac{Mg}{k}\right)^2$
C	$L-3\frac{Mg}{k}$
D	$L-\frac{Mg}{k}$
E	Alttaki kütle asla yeri terk edemez.



Çözüm:

Alttaki cismin yerden kalkabilmesi için üstteki cismin ulaşabileceği en yüksek noktayı ele alalım. Bu noktada alttaki cismin yerden kalkabilmesi için sınır şart, alttaki cisme etki eden kuvvetlerin toplamının sıfır olmasıdır.



$$k(y_s - L) = Mg \qquad (A2.1)$$

Yayın ilk sıkıştırıldığı uzunluk ile son uzunluğu arasındaki ilişkiyi kurabilmek için sistemdeki enerji korunumu kullanılabilir.

İlk durumdaki enerji $\quad E_{ilk} = \frac{1}{2}k(L-y_i)^2 + Mgy_i \qquad (A2.2)$

Son durumdaki enerji $\quad E_{son} = \frac{1}{2}k(y_s-L)^2 + Mgy_s \qquad (A2.3)$

$$\frac{1}{2}k(L-y_i)^2 + Mgy_i = \frac{1}{2}k(y_s-L)^2 + Mgy_s \qquad (A2.4)$$

$(A2.1)$ denkleminden y_s ilk değerler cinsinden elde edilip $(A2.3)$ denkleminde yerine koyulursa,

$$y_s = \frac{Mg}{k} + L$$

$$\frac{1}{2}k(y_s - L)^2 + Mgy_s = \frac{1}{2}k\left(\frac{Mg}{k} + L - L\right)^2 + Mg\left(\frac{Mg}{k} + L\right)$$

$$= \frac{(Mg)^2}{2k} + \frac{(Mg)^2}{k} + MgL$$

$(A2.4)$ denklemi şu hali alır,

$$\frac{1}{2}k(L - y_i)^2 + Mgy_i = \frac{(Mg)^2}{2k} + \frac{(Mg)^2}{k} + MgL$$

$$= \frac{1}{2}k(L - y_i)^2 + Mgy_i - MgL - \frac{3}{2}\frac{(Mg)^2}{k}$$

$$= (L - y_i)^2 + 2\frac{Mg}{k}(y_i - L) - 3\frac{(Mg)^2}{k^2} \qquad (A2.5)$$

Yukarıdaki denklemde $A = (L - y_i)$, $B = (Mg\ /\ k)^2$ olarak tanımlarsak $(A2.5)$ denklemi şu hali alır,

$$A^2 - 2BA - 3B^2 = 0$$

Denklemini elde ederiz. İkinci derece olan bu denklemi çözersek;

$$A_1 = -B, A_2 = 3B$$

$$L - y_i = -\frac{Mg}{k} \Rightarrow y_i = L + \frac{Mg}{k} \qquad 1.\, çözüm$$

$$L - y_i = \frac{3Mg}{k} \Rightarrow y_i = L - \frac{3Mg}{k} \qquad 2.\, çözüm$$

Çözümlerini elde ederiz. Yayın ilk sıkıştırıldığı mesafe L den küçük olması gerektiğinden 2. çözüm geçerlidir.

Cevap C

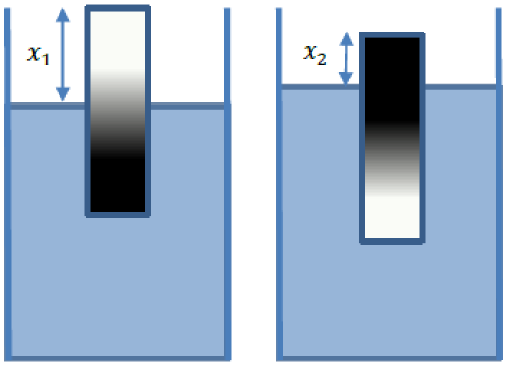
(A3)Homojen olmayan yüzen cisim

L uzunluğunda bir silindir $\rho_1$ve ρ_2 yoğunluklu iki malzemenin bir birine karıştırılması ile yapılmıştır ve yoğunluğu ekseni boyunca değişmektedir. Eksen boyunca yoğunluk

$$\rho(x) = \rho_1 + (\rho_2 - \rho_1)\frac{x}{L}$$

olarak verilmiştir.

Bu silindir bir yönden ρ_0 yoğunluklu sıvıya bırakıldığında x_1 kadarlık kısmı sıvının üstünde kalmaktadır, eğer 180 derece döndürülüp sıvıya bırakılırsa batmayan uzunluk x_2 olmaktadır. Bu durumda ρ_1 ve ρ_2 nedir?



	ρ_1	ρ_2
A)	$\frac{x_1}{L}\rho_0$	$\frac{x_2}{L}\rho_0$
B)	$\frac{x_1 - x_2/2}{L}\rho_0$	$\frac{x_2 - x_1/2}{L}\rho_0$
C)	$\frac{x_1}{L^2}(x_1 - x_2)\rho_0$	$\frac{x_2}{L^2}(x_2 - x_1)\rho_0$
D)	$\frac{x_1}{L^2}(x_1 + x_2)\rho_0$	$\frac{x_2}{L^2}(x_1 + x_2)\rho_0$
E)	$x_1 = x_2$ olur bu yüzden ρ_1, ρ_2 ayrı ayrı bulunamaz	

Çözüm:

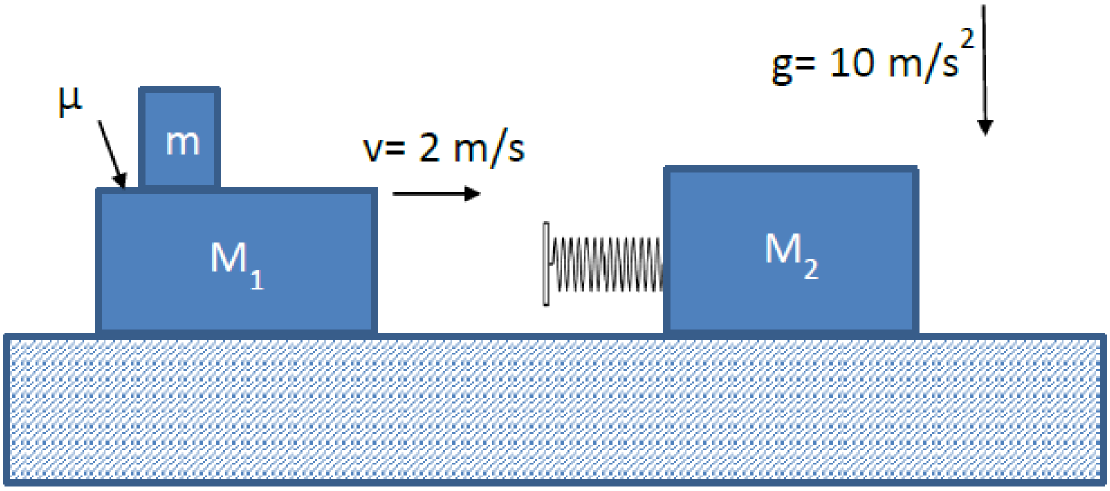
Kaldırma kuvveti sıvı içerisindeki hacimle ilişkilidir. Cismin yoğunluk dağılımı kaldırma kuvvetini etkilemez. Bu nedenle cevap E şıkkıdır.

Cevap E

(A4)Çarpışma

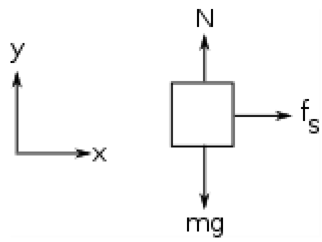
M_1=1 kg kütleli bir blokun üzerine m=0.5 kg kütleli başka bir blok konulmuştur. Bu iki kütle arasındaki statik sürtünme katsayısı μ=0.1 olarak verilmiştir. Bu sistem sürtünmesiz bir düzlem üzerinde v=2 m/s hızı ile durağan durumdaki M_2=1.5 kg kütlesine doğru kaymaktadır. Çarpışmanın elastik olabilmesi için iki kütle arasına kütlesiz bir yay konulacaktır, ikinci kütle ile yer arasında sürtünme yoktur, yerçekimi ivmesi $g = 10\ m/s^2$ olarak verilmiştir. Çarpışma boyunca m kütlesinin M_1'in üzerinde kaymaması için aradaki yayın yay sabiti k nasıl seçilmelidir?

A)	B)	C)	D)	E)
$k \geq 0.75\ N/m$	$k \leq 0.75\ N/m$	$k \geq 1\ N/m$	$k \leq 0.5\ N/m$	$k \leq 1\ N/m$



__Çözüm:__

Öncelikle m cismi için kuvvet diyagramını çizelim.



$N - mg = 0$

$f_s = ma$

$f_s = \mu N \Rightarrow fs = \mu mg$

m cisminin sahip olabileceği maksimum ivme : $a_{max} = \mu mg\ /\ m = \mu g$

$$a_{max} = 0.1 \times 10 m/s^2 = 1.0\ m\ /\ s^2$$

Çarpışma anında yay maksimum sıkıştığında cisimlerin hızları eşittir.

Momentum korunumu:

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{Son}$$

$$(m + M_1)v_i = (m + M_1)v_s + M_2 v_s$$

$$1.5\ kg \times 2.0\ m/s = 3.0\ kg \times v_s \qquad \rightarrow \qquad v_s = 1.0\ m\ /\ s$$

Enerji korunumu kullanılarak yayın maksimum sıkışma miktarı hesaplanabilir.

$$E_{ilk} = E_{son}$$

$$\frac{1}{2}(m + M_1)v_i^2 = \frac{1}{2}(m + M_1 + M_2)v_s^2 + \frac{1}{2}kx_{max}^2$$

$$\frac{1}{2}3.0\ kg(2.0\ m\ /\ s)^2 = \frac{1}{2}3.0kg(1.0\ m\ /\ s)^2 + \frac{1}{2}kx_{max}^2$$

$$x_{max} = \sqrt{\frac{3}{k}}$$

m cismini M_1 cismi ile hareket edebileceği maksimum ivmenin büyüklüğünün 1.0 m/s^2 olduğunu bulmuştuk. Bu koşul nedeni ile yayın maksimum sıkışma anında (m + M_1) sistemine uygulayabileceği maksimum kuvvet 1.5 N olacaktır.

$$kx_{max} = 1.5N \Rightarrow x_{max} = \frac{1.5}{k}$$

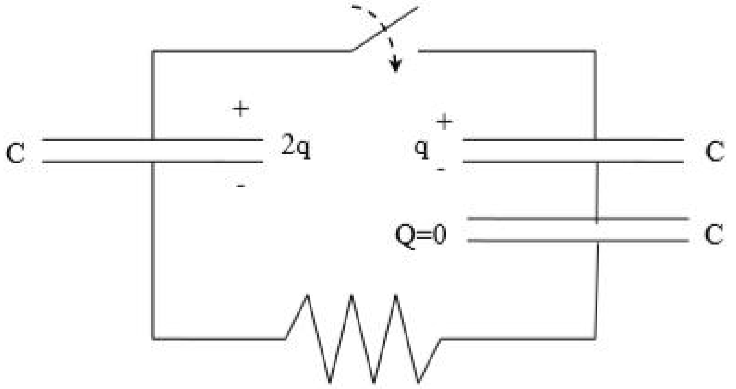
$$\sqrt{\frac{3}{k}} = \frac{1.5}{k} \Rightarrow k = 0.75\ N/m$$

Bu değer maksimum için hesaplandığından, daha küçük değerler içinde m kütlesi kaymayacaktır. Bu nedenle cevap B şıkkıdır.

Cevap B

(A5)Kapasitor devresi

Üç tane özdeş kapasitörden biri $2q$ diğeri q yükü ile yüklenmiş, üçüncüsü ise yüklenmemiştir. Bu kapasitorler şekide görüldüğü gibi birbirlerine ve değeri belirli olmayan bir dirence bağlandıktan sonra şekildeki anahtar kapatılıyor. Anahtar kapatılıp uzun bir süre devrenin dengeye gelmesi bekleniliyor. Anahtar kapatıldıktan sistem dengeye gelene kadar geçen sürede direnç üzerinde açığa çıkan ısı ne kadardır?



A) Direnç verilmediği için bulunamaz.

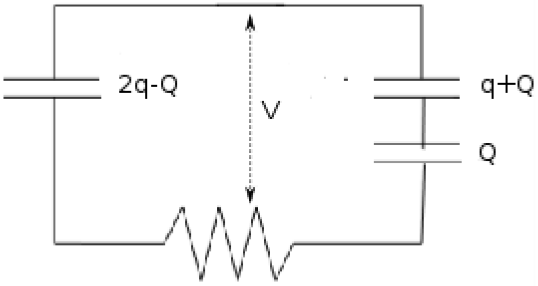
B) $\frac{q^2}{6C}$

C) $\frac{5q^2}{2C}$

D) $\frac{q^2}{4C}$

E) 0

Çözüm:



Sistem dengeye geldiğinde potansiyel farklar eşit olması gerekir.

$$\frac{2q-Q}{C} = \frac{q+Q}{C} + \frac{Q}{C}$$

$$Q = \frac{q}{3}$$

Burada Q aktarılan yük miktarıdır. Direnç üzerinde ortaya çıkan ısı enerjisi, devrenin ilk durumundaki toplam enerjisi ile son durumdaki enerjisinin farkı olacaktır.

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

$$E_{ilk} - E_{son} = \frac{q^2}{2C}(4+1) - \frac{q^2}{2C}\left(\frac{25}{9} + \frac{16}{9} + \frac{1}{9}\right)$$

$$= \frac{q^2}{6C}$$

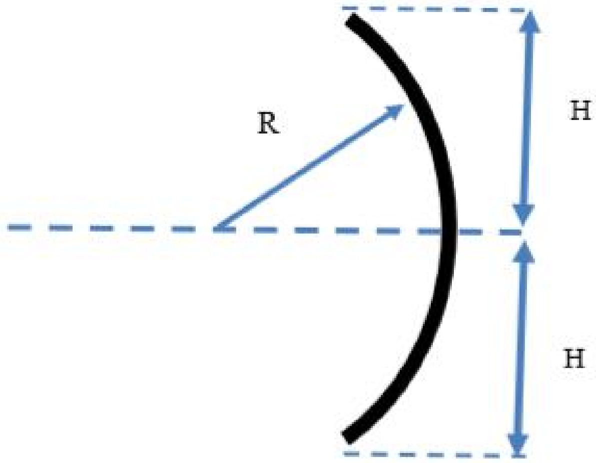
Cevap B

(A6) Küresel aberasyon

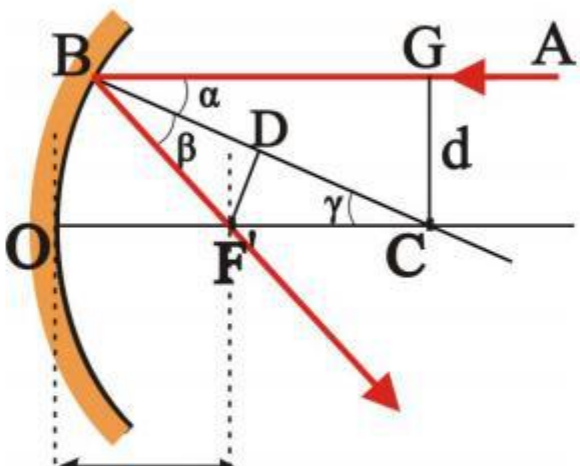
Gerçek görüntünün, basit bir teorinin tahmininden olan farkına **aberasyon** veya kusur adı verilir. Küresel bir aynanın aberasyonu, aynanın merkez eksenine yakın gelen ışınların odak uzunluğu f, ile aynanın kenarlarına gelen ışınların odak uzunluğu f', arasındaki fark olarak tanımlanır.

Küresel aynanın taban yarıçapı H ve eğrilik yarıçapı R ise, aşağıdakilerden hangisi f-f' aberasyonu yaklaşık olarak verir?

a) $H^2/(2R)$
b) $H^2/(4R)$
c) H^3/R^2
d) $H^3/(2R^2)$
e) $2H^2/R$



Çözüm:



Yansıma kurallarından dolayı $\alpha = \beta$ olmalıdır. $AB \parallel OC$ olduğundan $\alpha = \gamma$ olur.

F'BC üçgeni ikizkenar üçgen olduğundan ve aynanın yarıçapı R olduğu için,

$$DC = \frac{R}{2}$$

$$\cos\gamma = \frac{R}{2F'C} \;\; ve \;\; F'C = \frac{R}{2\cos\alpha}$$

$$= \frac{R}{2\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$$

$\sin\alpha = \frac{d}{R}$ ve $f' = R - F'C$ olduğundan

$$f' = R - \frac{R}{2\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = R - \frac{R}{2\sqrt{1-\left(\frac{d}{R}\right)^2}}$$

$$f' - f = R - \frac{R}{2\sqrt{1-\left(\frac{d}{R}\right)^2}} - \frac{R}{2}$$

$$= \frac{R}{2}\left[1 - \left(1 - \left(\frac{d}{R}\right)^2\right)^{-1/2}\right]$$

$d = H$ alıp $H\ /\ R \ll 1$ limitinde yukarıdaki denklemde $(1 + x)^n \cong 1 + nx$ yaklaşımı uygulanırsa,

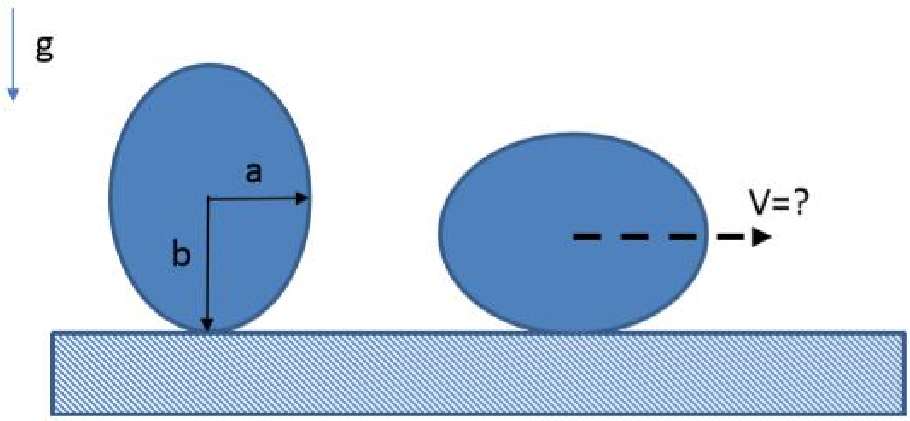
$$f' - f = \frac{1}{4}\frac{H^2}{\mathrm{R}}$$

Cevap B

(A7)Yamuk tekerlek.

Kaza geçiren bir bisikletin tekerleği dairesel olmaktan çıkmış küçük yarıçapı a büyük yarıçapı b olan bir elips halini almıştır. Bu haliyle tekerleğin merkezi etrafındaki eylemsizlik momenti I_0 toplam kütlesi ise M dir. Tekerlek büyük yarıçapı yere değecek şekilde serbest bırakılıyor ve kaymadan yuvarlanıyor. Tam küçük yarıçapı yere değdiği anda kütle merkezinin hızı nedir? Yerçekimi ivmesi g olarak verilmiştir.

A)	B)	C)	D)	E)
$\sqrt{\frac{2Mg(b^2-a^2)}{I_0+M(b^2+a^2)}}$	$\sqrt{\frac{2Mg(b-a)a^2}{I_0}}$	$\sqrt{2g(b-a)}$	$\sqrt{\frac{2Mg(b-a)a^2}{I_0+Ma^2}}$	$\sqrt{\frac{2Mg(b^2-a^2)}{I_0+Ma^2}}$



Çözüm:

Cismin hareketi boyunca merkezinin yere mesafesi değişmektedir. Bu nedenle düzgün bir dönme hareketi yapmamaktadır ancak yine de kaymadan yuvarlanma hareketi yaptığından enerji korunmaktadır.

$$E_{ilk} = E_{son}$$

$$Mgb = Mga + \frac{1}{2} I_a \omega^2 \qquad (A7.1)$$

Burada I_a cismin kısa eksenine göre eylemsizlik momentidir. I_a ‘yı bulmak için paralel eksenler teoremini kullanırsak,

$$I_a = I_0 + Ma^2$$

Sonucunu elde ederiz.

$$v = \omega a$$

$$\omega = \left(\frac{2Mg(b-a)}{I_0 + Ma^2}\right)^{1/2}$$

$$V = \omega a = \left(\frac{2Mg(b-a)a^2}{I_0 + Ma^2}\right)^{1/2}$$

Cevap D

(A8) Nükleer bozunma

A elementi T yarılanma ömrü ile B elementine dönüşmektedir. B elementi ise $2T$ yarılanma ömrü ile radyoaktif olmayan C elementine dönüşmektedir. Tamamen A atomlarından oluşmuş olarak başlayan malzemede ne kadar süre sonra B atomu sayısı maksimum olur?

A) $T\,ln(2)$
B) $4\,T$
C) $\sqrt{5}\,T$
D) $2\,T$
E) e^2T

Çözüm:

A atomlarının başlangıçtaki sayısı N_0olsun.

$$\frac{dN_A}{dt} = -\frac{1}{\lambda}N_A \Rightarrow N_A = N_0 e^{-t/\lambda}$$

Yarılanma Ömrü T ile λ arasındaki ilişki

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-T/\lambda} \Rightarrow \mathrm{T} = \lambda \ln 2$$

B atomları için

$$\frac{dN_B}{dt} = \frac{1}{\lambda}N_A - \frac{1}{2\lambda}N_B = \frac{N_0}{\lambda}e^{-t/\lambda} - \frac{1}{2\lambda}N_B$$

$$N_B = ae^{-t/\lambda} + be^{-t/2\lambda}$$

$$dN_B(0)/dt = 0 \Rightarrow a + b = 0$$

$$N_B(t) = a\left(e^{-t/\lambda} - e^{-t/2\lambda}\right)$$

$$\frac{1}{2}e^{-t/2\lambda} = e^{-t/\lambda} \Rightarrow e^{t/2\lambda} = 2$$

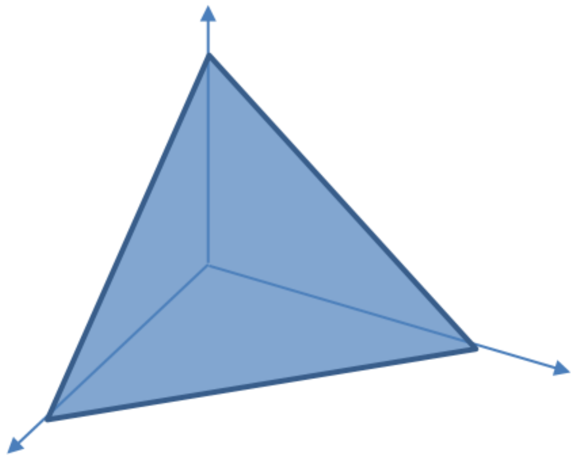
$$t = 2\lambda \ln 2 = 2T$$

Cevap D

(A9) Eğik Düzlem

Sürtünmesiz bir eğik düzlem x eksenini $2\sqrt{2}$ m'de y eksenini 2 m'de z eksenini ise $\frac{1}{\sqrt{3}}$m'de kesmektedir. Yerçekimi ivmesi –z yönünde 10 m/s^2 dir. Tepe noktasından (x=0m,y=0m,z=$\frac{1}{\sqrt{3}}$m) bırakılan bir kütle kaç saniye sonra yere (z=0 m seviyesine) ulaşır?

A	$\sqrt{5}\, sn$
B	$\sqrt{\frac{\sqrt{3}}{15}}\, sn$
C	$\sqrt{15}\, sn$
D	$\sqrt{\frac{6}{5}}\, sn$
E	$\sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{5}}\, sn$



Çözüm:

$$\vec{v_1} = \left(-2\sqrt{2}, 2{,}0\right) \qquad \vec{v_2} = \left(-2\sqrt{2}, 0{,}1/\sqrt{3}\right)$$

Vektörleri tanımlanırsa yüzeyin normal vektörü,

$$\vec{N} = \vec{v}_1 \times \vec{v_2}$$

$$\vec{N} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ -2\sqrt{2} & 2 & 0 \\ -2\sqrt{2} & 0 & 1/\sqrt{3} \end{vmatrix} = \frac{2}{\sqrt{3}}\hat{\imath} + \frac{2\sqrt{2}}{3}\hat{\jmath} + 4\sqrt{2}\hat{k}$$

Yatay ile düzlem arasındaki açı $\cos\theta = \frac{\vec{N}\cdot\hat{k}}{|\vec{N}|}$

$$\cos\theta = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{\frac{4}{3} + \frac{8}{3} + 32}} = \sqrt{\frac{8}{9}}$$

$$\Rightarrow \sin\theta = \sqrt{1 - \cos^2\theta} = \sqrt{1 - \frac{8}{9}} = \frac{1}{3}$$

$$m_a = mg\sin\theta \quad L = z/\sin\theta$$

$$\frac{1}{2}at^2 = L \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2z}{g\sin^2\theta}} = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{5}}sn$$

Cevap E

(A10)Dalgalı tel

Özdirenci ρ olan bir maddeden L uzunluğunda bir tel imal edilmiştir. Tel üretilirken R_0 yarıçapında bir silindir olması amaçlanmış ama imalat hatası sonucu telin yarıçapında dalgalanmalar oluşmuştur. Telin uzunluğu boyunca yarıçapı:

$$R(x) = R_0 + r\ \sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right)$$

olarak değişmektedir. İmalat hatalarının küçük olduğu ($r \ll R_0$ ve $a \ll L$) durumda bu telin direnci aşağıdakilerden hangi yaklaşık ifade ile daha doğru ifade edilir?

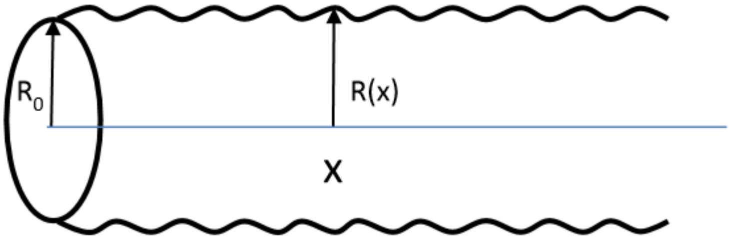
A)$\rho\frac{L}{\pi R_0^2}$

B)$\rho\frac{L}{\pi R_0^2}\left(1-\frac{ra}{LR_0}\right)$

C)$\rho\frac{L}{\pi R_0^2}\left(1+\frac{r^2}{R_0^2}\right)$

D)$\rho\frac{L}{\pi R_0^2}\left(1+\frac{ra}{LR_0}\right)$

E)$\rho\frac{L}{\pi R_0^2}\left(1-\frac{r}{R_0}\right)$



Çözüm:

dx' lik bir parçanın direnci

$$dR = \rho\frac{dx}{\pi R^2}$$

$$R = \int_0 \frac{\rho}{\pi\left(R_0 + r sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right)^2}dx \cong \frac{\rho}{\pi R_0^2}\int_0^L \left(1-\frac{2r}{R_0}\sin^2\frac{2\pi x}{a}\right)dx$$

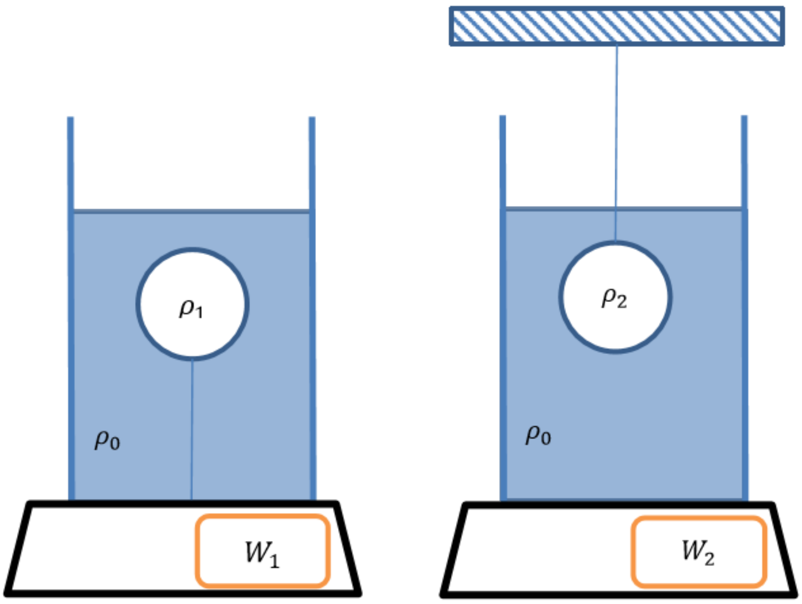
$$\cong \frac{\rho}{\pi R_0}L - \frac{\rho}{\pi R_0^2}2\frac{r}{R_0}\int_0^L \sin^2\frac{2\pi x}{a}dx$$

$$= \frac{\rho}{\Pi R_0^2}L\left(1-\frac{r}{R_0}\right)$$

Cevap E

(A11) Kaldırma Kuvveti ve Ağırlık

İki tane özdeş kap aynı yüksekliğe kadar ρ_0 yoğunluklu sıvı ile dolduruluyor. İki kaptaki sıvının içine de V hacimli birer küre tamamen batacak şekilde yerleştiriliyor. Birinci kaptaki kürenin yoğunluğu ρ_1 sıvının yoğunluğundan az olduğundan kürenin yüzeye çıkmasını engellemek için küre bir ip ile kabın tabanına tutturuluyor. İkinci kaptaki kürenin yoğunluğu ρ_2 sıvının yoğunluğundan daha büyük olduğundan kürenin tabana değmesini engellemek için küre bir iple sıvının üstündeki sabit bir noktaya bağlanıyor. İki kap da bu şekilde tartıların üstüne konulup ağırlıkları ölçülüyor. Yerçekimi ivmesi g ise tartıların okuduğu değerlerin arasındaki fark nedir ve hangi tartı daha yüksek değer okur?



A) $W_1 = W_2$

B) $W_1 > W_2$, ama fark verilenlerle belirlenemez.

C) $W_1 < W_2$, ama fark verilenlerle belirlenemez.

D) $W_1 < W_2$, $W_2 - W_1 = gV(\rho_1 - \rho_0)$

E) $W_1 > W_2$, $W_1 - W_2 = gV(\rho_2 - \rho_1)$

<u>Çözüm:</u>

Sıvı aynı yükseklikle olduğuna göre tabana etki eden basınçlar aynıdır. T kuvveti tabanı yukarı çektiğine göre

$$W_1 < W_2$$

olmalıdır.

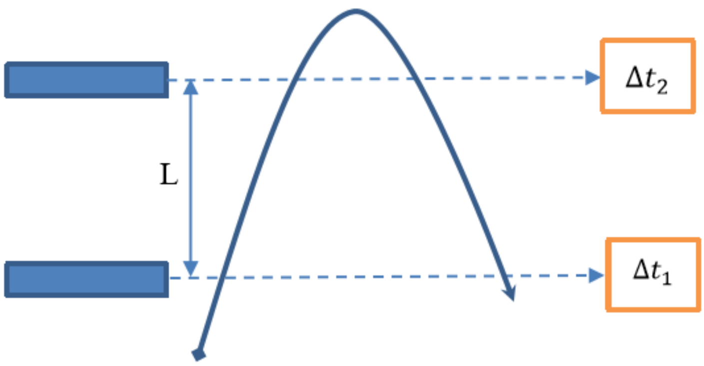
$$W_1 + T = W_2$$

$$T = gV|\rho_1 - \rho_0|. \Rightarrow W_2 - W_1 = \rho V|\rho_1 - \rho_0|$$

Cevap D

(A12) Yerçekimi ivmesini ölçmek.

Yerçekimi ivmesini ölçmek için kullanılan düzeneklerden biri üst üste yerleştirilmiş iki tane fotoselli devreden oluşmaktadır. Bu devreler kendi seviyelerinden geçen objenin ilk geçişi ile (yukarı doğru), ikinci geçişi (aşağı doğru) arasındaki zaman farkını ölçmektedirler. İki devre arası düşey uzaklık L olarak verilmiştir. İlk hızı bilinmeyen bir nesne iki düzeneğin seviyesinden de geçecek şekilde atılıp Δt_1 ve Δt_2 ölçülüyor. Bu değerleri kullanarak g nasıl elde edilebilir?



A) $g = \frac{L}{\Delta t_1 \Delta t_2}$

B) $g = \frac{2L}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$

C) $g = \frac{8L}{\Delta t_1{}^2 - \Delta t_2{}^2}$

D) $g = \frac{4L}{(\Delta t_1 - \Delta t_2)^2}$

E) İlk hız bilinmeden bulunamaz.

Çözüm:

Tam tepe noktasında $t = 0$ kabul edelim:

$$\frac{1}{2} g \left(\frac{\Delta t_2}{2}\right)^2 = h$$

$$\frac{1}{2} g \left(\frac{\Delta t_1}{2}\right)^2 = h + L$$

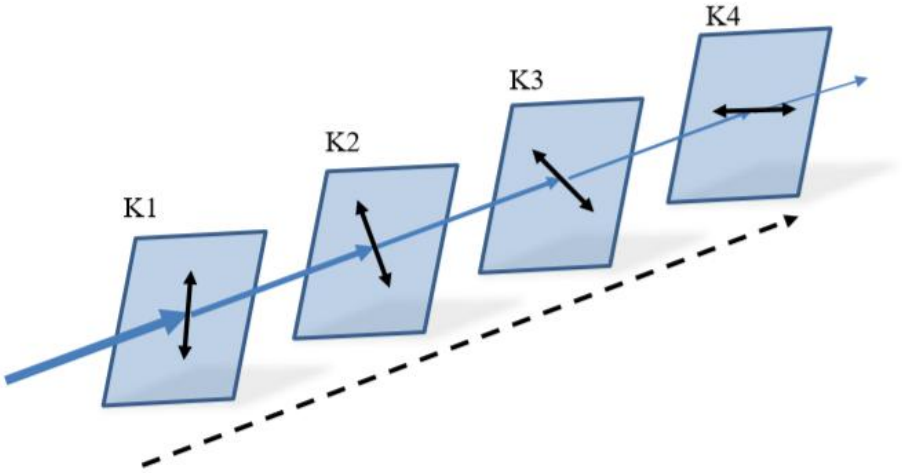
$$\Rightarrow L = \frac{1}{2} g \frac{1}{4} (\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2)$$

$$g = \frac{8L}{(\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2)}$$

Cevap C

(A13)Kutuplayıcı dizisi

Kutuplanmamış (polarize olmayan) bir ışık kaynağı önüne art arda konulmuş dört kutuplayıcının eksenleri, düşey eksene göre sırayla 0, 30, 60 ve 90 derece açı yapmaktadır.



(1) Son kutuplayıcının arkasına geçen ışığın şiddetinin gelen ışık şiddetine oranı nedir?

Geçen ışığın şiddeti

(2) kutuplayıcılardan birini çıkartarak azaltılabilir mi? Öyle ise hangisi?

(3) kutuplayıcılardan bir ya da daha fazlasını çıkartarak sıfıra indirilebilir mi? Öyle ise hangileri?

	(1)	(2)	(3)
(A)	27/128	2 veya 3	2 ve 3
(B)	27/64	1 veya 4	1 ve 4
(C)	3√3/8	2 veya 3	Hayır
(D)	3√3/16	2 veya 3	1 ve 4
(E)	3√3/16	1 veya 4	2 ve 3

Çözüm:

(1)

$$1 \rightarrow K1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow K2 \rightarrow \frac{1}{2}\cos^2 30 \rightarrow K3 \rightarrow \frac{1}{2}\cos^4 30 \rightarrow K4 \rightarrow \frac{1}{2}\cos^6 30$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^6 = \frac{27}{128}$$

(2)

$\cos^4 30 = \frac{9}{16}$. $\cos^2 60 = \frac{1}{4}$ $\frac{1}{4} < \frac{9}{16}$ ⇒aradan biri çıkarılırsa azalır.

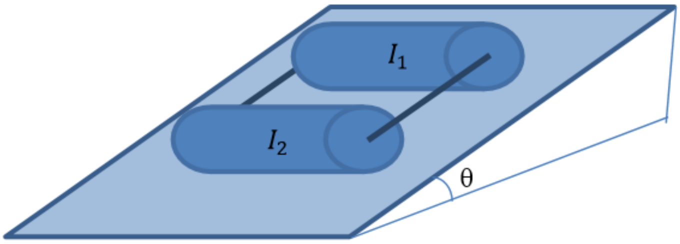
(3)

$$\cos^2 90 = 0$$

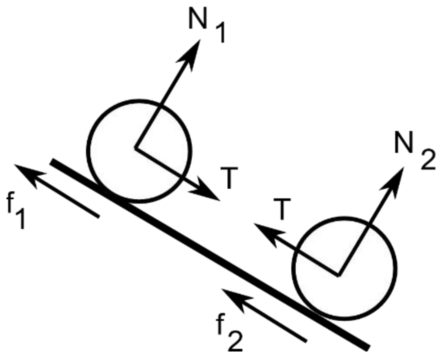
Cevap A

(A14) Oyuncak araba

İki tane R yarıçaplı ve M kütleli silindirin merkezlerinden geçen eksenler iki telle tutturularak bir oyuncak araba yapılıyor. Silindirlerin içindeki yoğunluk dağılımı aynı olmadığından eksen etrafındaki eylemsizlik momentleri farklı, I_1 ve I_2 olarak verilmiş. Bu oyuncak araba θ açılı eğik düzlemden aşağı inerken iki silindir de kaymadan yuvarlanıyorsa silindirleri tutturan tellerin her birinin üzerindeki gerilim ne kadardır? Yerçekimi ivmesi g dir.



A)	B)	C)	D)	E)
0	$\frac{I_1 - MR^2}{I_2 - MR^2} Mg \frac{\sin\theta}{2}$	$\frac{I_1 - I_2}{I_2 + I_1} Mg \frac{\sin\theta}{2}$	$\frac{I_1 + MR^2}{I_2 + MR^2} Mg \frac{\sin\theta}{2}$	$\frac{I_1 - I_2}{I_2 + I_1 + 2MR^2} Mg \frac{\sin\theta}{2}$



$$T + Mg\sin\theta - f_1 = Ma \qquad -T + Mg\sin\theta - f_2 = Ma$$

$$Mg\sin\theta - \frac{f_1 + f_2}{2} = Ma$$

$$I_1 \frac{a}{R} = f_1 R. \qquad I_2 \frac{a}{R} = f_2 R \;\; \Rightarrow f_1 + f_2 = \frac{I_1 + I_2}{R^2} a$$

$$\Rightarrow g\sin\theta = \left(1 + \frac{I_1 + I_2}{2MR^2}\right) a$$

$$a = \frac{2MR^2}{I_1 + I_2 + 2MR^2} g\sin\theta$$

$$2T = f_1 - f_2 \quad T = \frac{1}{2}\frac{a}{R^2}(I_1 - I_2)$$

$$= \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2 + 2MR^2}\frac{2MR^2}{2R^2} g\sin\theta$$

$$T = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2 + 2MR^2} Mg\sin\theta$$

$$T/2 = \frac{I_1 - I_2}{2(I_1 + I_2 + 2MR^2)} Mg\sin\theta$$

Cevap E

(A15) Küpte indüksiyon

L uzunluğunda ve her biri R direncine sahip 12 tane tel kullanılarak bir küp yapılmıştır. Bu küp bir köşesi merkezde üç kenarı da x, y ve z eksenleri doğrultusunda olacak şekilde yerleştiriliyor. Bu küpün üzerine

$$\vec{B}(t) = \alpha t\,(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$$

olarak ifade edilebilecek cisim köşegeni yönünde, uzayda homojen, zamana bağlı bir manyetik alan etki ediyorsa şekilde gösterilen P (x=0,y=0,z=L) ve Q(x=0,y=L,z=L) köşeleri arasındaki kenar üzerindeki akımın şiddeti ve yönü nedir? ($\alpha > 0$)

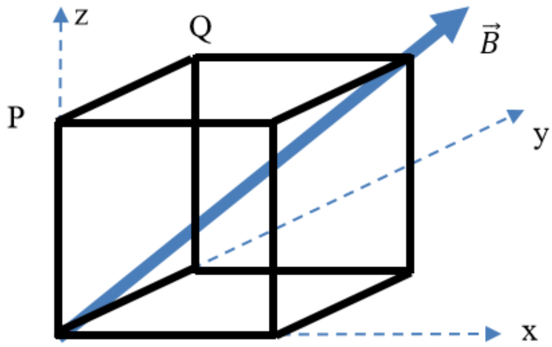
A) $\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\alpha L^2}{R}$, P'den Q'ya

B) $\frac{1}{\sqrt{3}}\frac{\alpha L^2}{R}$, Q'dan P'ye

C) $\frac{1}{2}\frac{\alpha L^2}{R}$, P'den Q'ya

D) $\frac{2}{\sqrt{3}}\frac{\alpha L^2}{R}$, Q'dan P'ye

E) 0



Çözüm:

Bir yüzden geçen akı

$$\phi = \vec{A}\cdot\vec{B} = \mp\alpha t L^2$$

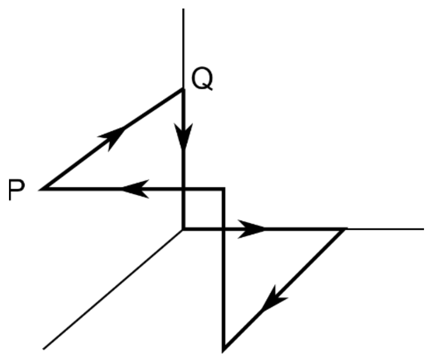
3 yüzden geçen akı,

$$3\phi = \mp 3\alpha t L^2$$

Simetri nedeni ile sadece gösterilen kenarlardan akım geçer.

$$I = \frac{1}{6R}\frac{d}{dt}(3\phi) = \frac{1}{2R}\alpha L^2$$

Yönü bulmak için Lenz yasasını kullanırsak $P \to Q$

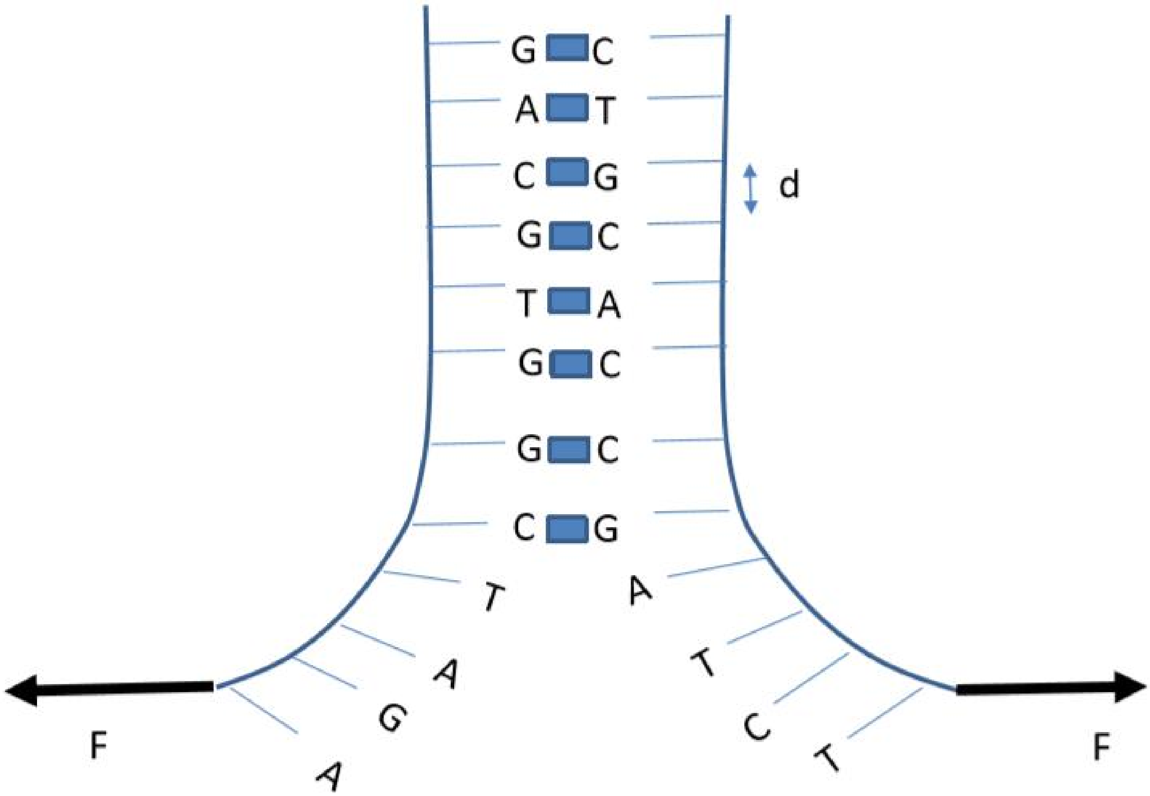


Cevap C

(A16) DNA'yı ayırmak

DNA molekülü iki iplikten oluşmaktadır. Bu ipliklerin her birinin üzerinde nükleik asitler birbirlerinden d =0.33 nanometre mesafe kadar uzak olacak şekilde dizilmişlerdir. Bir iplikteki nükleik asit diğer iplikteki nükleik asit karşılığını bulduğunda yaklaşık 300 milielektronvolt enerji ile bağlanmaktadır. DNA ipliklerini iki uçtan tutup çekerek açmak için gereken minimum kuvvet yaklaşık kaç Newtondur? (Elektronun yükü 1.6 $10^{-19}C$)

A) 0.1 N B) $10^{-3}N$ C) $10^{-6}N$ D) $10^{-10}N$ E) $10^{-13}N$



Çözüm:

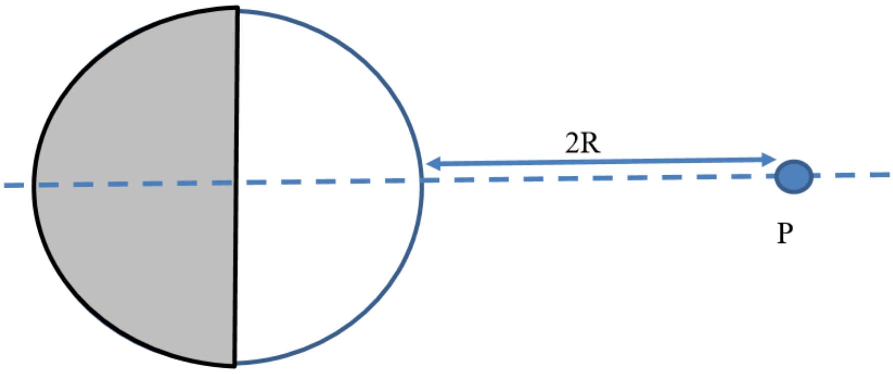
$$F \sim \frac{\Delta E}{2d} = \frac{30010^{-3} \cdot 1.610^{-19}}{2 \cdot 0.3310^{-9}} = 7 \times 10^{-11}. \quad \theta' = \theta$$

$$F \sim 10^{-10} N$$

Cevap D

(A17) Yarısı gümüş kaplı küre

Yarıçapı R ve kırınım indisi 3/2 olan cam kürenin yarısı gümüş ile kaplanmıştır. Şekilde gösterildiği gibi cam kürenin kaplanmamış kutbundan ekseni doğrultusunda 2R uzaklıktaki **P** noktasına yerleştirilen küçük cismin görüntüsü bütün kırılma ve yansımalardan sonra nerede oluşur? Havanın kırılma indisini 1 kabul ediniz.



A) Aynanın çukurunda gümüş kaplanmış yüzeyin tepe noktasında

B) Cam kürenin gümüş kaplanmamış tarafındaki yüzeyin tepe noktasında

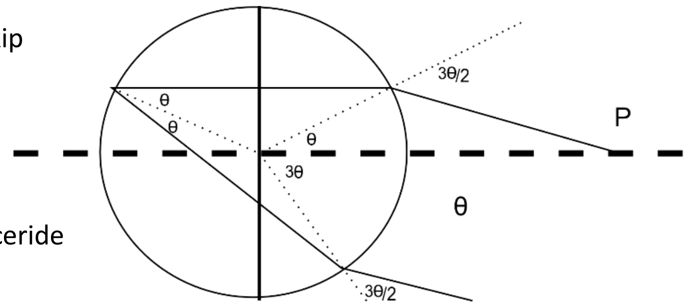
C) **P** noktasında

D) Cam kürenin merkezinde

E) Sonsuzda

Çözüm:

P noktasından çıkıp küreye h yükseklikte çarpan bir ışın takip edelim.



$$\tan\theta \cong \theta = \frac{h}{R}$$

Kürenin dışında normalle yaptığı açı $\frac{3\theta}{2}$, yükseklik h ve θ' içeride normal ile yaptığı açı ise,

Snell yasasını kullanırsak:

$$\frac{3}{2}\sin\theta' = 1\sin\frac{3\theta}{2} \Rightarrow \theta' = \theta$$

Bu durumda ışın yatay devam eder.

Aynaya çarpma noktası $x \cong R$ yükseklik h ve ayna normali ile yaptığı açı θ yansıdığında aç 2θ olur ve $2R$ mesafede $h' = 2R\tan 2\theta = 4R\theta = 4h$ aşağı doğru gider.

Bu ışın yatayla $3\theta - \frac{3}{2}\theta = \frac{3}{2}\theta$ açı yapar, $2R$ geriye gidersek

$$h'' = 2R\tan\left(\frac{3}{2}\theta\right) = 3h$$

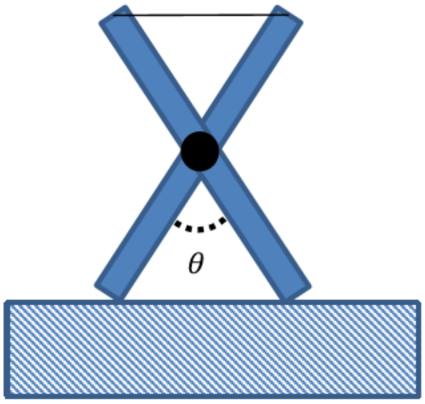
Kadar yükselir.

Işınlar aynanın çukurundan geliyor gibi görünür. Bu noktada sanal bir görüntü oluşur.

Cevap A

(A18) Çubukları bağlayan ip

Her biri M kütleli iki homojen çubuk orta noktalarından birbirlerine vidalanmışlardır ve bu vida etrafında sürtünmesizce dönebilmektedirler. Bu çubuklar en üst noktalarından bir iple aralarındaki açı θ olacak şekilde bağlanmışlardır. Çubuklar sürtünmesiz bir yüzeyin üzerinde denge durumdaysalar ipteki gerilim nedir? Yerçekimi ivmesi g dir.



A)	$Mg\tan\theta$
B)	Çubukların uzunluğu verilmeden bulunamaz.
C)	$Mg\dfrac{sin(\theta)}{2\,cos^2(\theta/2)}$
D)	$Mg(sin^2\theta - cos^2\theta)$
E)	$Mg\dfrac{cos^2(\theta/2)}{2\,sin\theta}$

__Çözüm:__

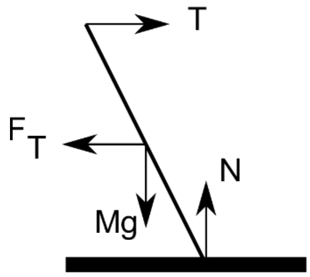
Çubuğa etki eden kuvvetler:

T: İpteki gerilme kuvveti

Mg: ağırlık

N: Yüzeyin tepki kuvve

F_T: Diğer çubuğun uyguladığı kuvvet



$$T = F_T \text{ ve } Mg = N\frac{\sin\theta}{2\cos^2(\theta/2)}$$

$$LT\cos\frac{\theta}{2} - \frac{L}{2}F_T\cos\frac{\theta}{2} - \frac{L}{2}Mg\sin\frac{\theta}{2} = 0$$

$$\frac{T}{2}\cos\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}Mg\sin\frac{\theta}{2}$$

$$T = Mg\frac{\sin{}^{\theta}/_{2}}{\cos\theta/2} = Mg\frac{2\sin(\theta/2)\sin(\theta/2)}{2\cos(\theta/2)\cos(\theta/2)}$$

$$= Mg\frac{\sin\theta}{2\cos^2(\theta/2)}$$

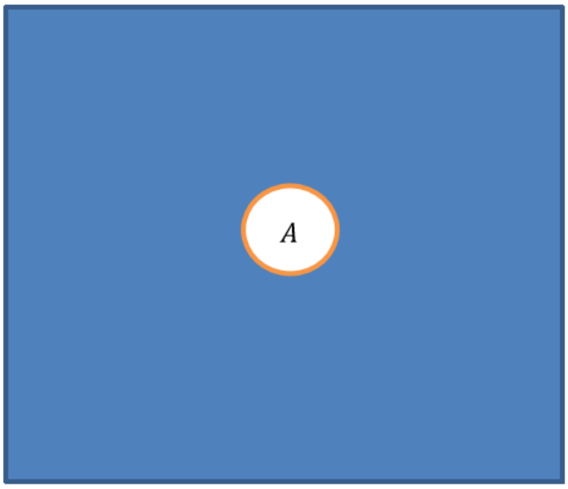
Cevap C

(A19) Termal genleşme

Bakırdan yapılma bir çubuk T_0 sıcaklığında L uzunluğundayken sıcaklık T_1'e yükseltildiğinde uzunluğu $L + \alpha L(T_1 - T_0)$ olur.

Bakırdan bir kare plaka üretiliyor ve bu kare plakanın tam ortasına küçük dairesel bir delik açılıyor. T_0 sıcaklığında bu deliğin alanı A ise sıcaklık T_1 olduğunda deliğin alanı ne olacaktır? (Karenin kenar uzunluğu verilmemiştir ama kenarlar serbest bir şekilde genleşebilmektedir, genleşme küçüktür)

(A) Kenar uzunluğu verilmeden bilinemez.
(B) Delik küçülür, alanı $A - \alpha A(T_1 - T_0)$ olur.
(C) Delik büyür, alanı $A + \alpha A(T_1 - T_0)$ olur.
(D) Delik bir yönde küçülür diğer yönde büyür, alan aynı kalır.
(E) Delik büyür, alanı $A + 2\alpha A(T_1 - T_0)$ olur.



Çözüm:

Plaka her yönde$1 + \alpha(T_1 - T_o)$ kadar genişler, dediğin yarıçapı

$$R \to R\big(1 + \alpha(T_1 - T_o)\big)$$

$$A = \pi R^2 \Rightarrow \pi R^2\big(1 + \alpha(T_1 - T_o)\big)^2$$

$$\cong A\big(1 + 2\alpha(T_1 - T_o)\big)$$

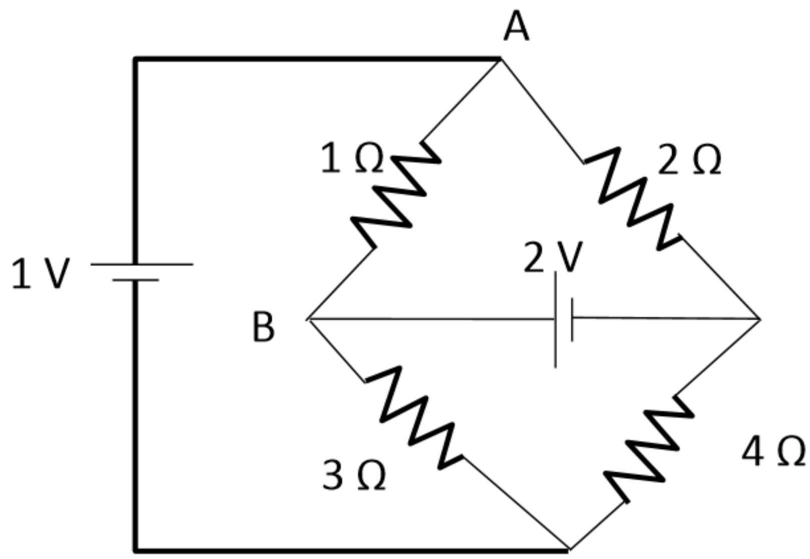
$$A' \cong A + 2\alpha A(T_1 - T_0)$$

Cevap E

(A20)Devre analizi

Aşağıda verilen devrede 1 Ohmluk dirençten geçen akımın Amper cinsinden değeri ve yönü nedir?

A) 5/12, B'den A'ya
B) 5/12, A'dan B'ye
C) 1/4, A'dan B'ye
D) 11/25, B'den A'ya
E) 2/3, A'dan B'ye



Çözüm:

$V_C = 0$ sıfır kabul edelim. Bu durumda $V_A = 1V$ ve $V_D = (V_B - 2)$ olur.

1Ω dirençten i_1 akımı, 2Ω dirençten i_2 akımı, 3Ω dirençten i_3 akımı ve 4Ω dirençten i_4 akımı geçsin.

$$i_1 = \frac{V_B - 1}{1}. \quad i_2 = \frac{V_B - 2 - 1}{2} \quad i_3 = \frac{0 - V_B}{3} \quad i_4 = \frac{0 - (V_B - 2)}{4}$$

$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

$$\Rightarrow V_B - 1 + \frac{V_B}{2} - \frac{3}{2} = -\frac{V_B}{3} - \frac{V_B}{4} + \frac{1}{2}$$

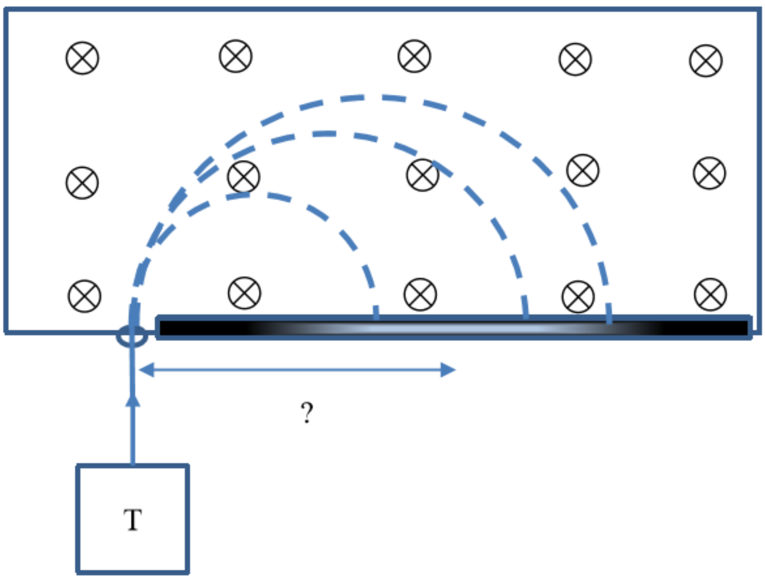
$$\frac{25}{12} V_B = 3 \Rightarrow V_B = \frac{36}{25} V$$

$$i_1 = \frac{36}{25} - 1 = \frac{11}{25} A$$

Cevap D

(A21) Ekrana çarpan elektron demeti

T sıcaklığında bir kaynaktan çıkan elektron demeti küçük bir delikten içinde sabit B manyetik alanı olan bölgeye girmektedir. Bu bölgede sapan elektronlar şekilde gösterildiği gibi fosforlu bir ekrana çarpmaktadırlar. Ekranın üzerindeki bir noktanın parlaklığı o noktaya birim zamanda çarpan elektron sayısı ile orantılıdır. Bu durumda ekrandaki en parlak noktanın elektronların girdiği deliğe olan uzaklığı nedir? (Elektron kütlesi m_e yükü ise e olarak verilmiştir, $\hbar$ Planck sabiti, k_B Boltzmann sabitidir.)



A) $2\frac{\sqrt{m_e k_B T}}{eB}$

B) $\pi\frac{\sqrt{m_e k_B T}}{eB}$

C) $2\frac{\sqrt{\pi m_e k_B T}}{eB}$

D) $\pi\frac{\hbar m_e}{eBT}$

E) $e\frac{\sqrt{m_e k_B T}}{B}$

Çözüm:

Elektronun çarpacağı nokta;

$$ma = qvB$$

$$\frac{mv^2}{r} = qvB \Rightarrow r = \frac{m}{qB}v$$

$$d = 2r = \frac{2m}{qB}v$$

Ekrandaki parlaklık hız ve bu hıza sahip elektron sayısı ile orantılıdır.

T sıcaklığında elektron sayısı şu şekilde ifade edilebilir,

$$n(v) \propto e^{-\frac{1/2mv^2}{k_B T}}$$

Parlaklık

$$P(d) \propto d.e^{-\frac{m}{2k_B T}\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 d^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial d} = e^{-\frac{m}{2k_B T}\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 d^2} - d(\frac{m}{2k_B T}\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 d^2)e^{-\frac{m}{2k_B T}\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 d^2} = 0$$

$$1 = \frac{m}{2k_B T}\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 d_{max}^2 \quad \Rightarrow \quad d_{max} = 2\frac{\sqrt{k_B T m}}{qB}$$

Cevap A

(A22) Küp ve balon

Kütlesi 10kg ve yüzey köşegeni uzunluğu 80cm olan homojen bir küp 0.23 kg/m^3 yoğunluğa sahip He-Ne karışımı gaz ile doldurulmuş 8 m^3 hacme sahip dev bir balon yardımıyla şekilde gösterildiği gibi bir köşesinin dokunduğu destek üzerinde yatay konumda dengededir.

Desteğin uyguladığı kuvvet ve x mesafesi nedir?
(Havanın yoğunluğunu 1.23 kg/m^3, Yer çekimi ivmesini 10 m/s^2 alınız.)

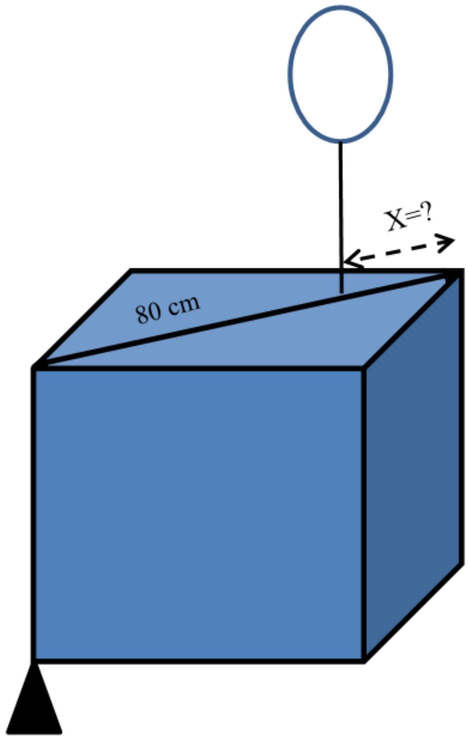
A) 20N, 30cm

B) 50N, 40cm

C) 20N, 50cm

D) 80N, 30cm

E) 50N, 20cm



<u>Çözüm:</u>

Kaldırma kuvveti,

$$F_k = Vg(\rho_{hava} - \rho_{gaz})$$

$$= 8 \cdot 10 \cdot (1.23 - 0.23) = 80N$$

$$F_D + F_k = Mg = 100N$$

$$\Rightarrow F_D = 100 - 80 = 20N$$

Tork dengesi,

$$Mg\frac{L}{2} = F_k(L - x)$$

$$\Rightarrow 100.40 = 80(80 - x)$$

$$x = 30cm$$

Cevap A

(A23) Galvanometre

Küçük akımları ölçmek için kullanılan ve direnci 5 Ohm olan galvanometrenin iğnesi 0.1 mA büyüklüğünde bir akım ölçüldüğünde 50 bölümlük göstergesinin sonuna dayanmaktadır.

Galvanometreyi
(1) göstergesinin her bölmesi 0.2 Ampere akıma denk gelecek bir ampermetre,
(2) göstergesinin her bölmesi 1.0 Volt potansiyel farkına denk gelecek bir voltmetre

olarak kullanabilmek için galvanometreye bağlanacak R direcinin Ohm cinsinden büyüklüğü nedir ve galvanometreye nasıl bağlanmalıdır?

	(1) Ampermetre	(2) Voltmetre
(A)	5 / (10^5-1), paralel	5 x (10^5-1), seri
(B)	5 / (10^5-1), seri	5 x (10^5-1), paralel
(C)	5 / (10^5-1), seri	5 x (10^5-1), seri
(D)	5 x (10^5-1), paralel	5 / (10^5-1), seri
(E)	5 x (10^5-1), paralel	5 x (10^5-1), paralel

Çözüm:

Galvonometredeki maksimum akım $I_m = 0.1mA$ ve maksimum voltaj $v_m = RI_m = 0.5mV$ değerindedir.

Ampermetreden geçen max akım $0.2 \times 50 = 10A$ bu akımın sadece $0.1mA$ kadar galvanometreden geçmelidir:

$$R_A = \frac{V_m}{10-10^{-4}} = \frac{5.10^{-4}}{(10-10^{-4})} \text{ paralel}$$

Voltmetrede okunan max değer $1 \times 50 = 50V$ bu değerin $0.5mV$ kısmı galvanometrede olmalıdır.

$$R_V = \frac{5(10-10^{-4})}{10^{-4}} = 5(10^5 - 1)\Omega \;\; seri$$

Cevap A

(A24) Casus uydu

Yerden 200 km yüksekliğe bir casus uydu yerleştirilecektir. Bu uydu 1000 nanometre dalga boyundaki ışık ile görüntüleme yapacaktır. Yerde 0.5 m aralıkla yerleştirilmiş iki cismi birbirinden ayırt edebilecek çözünürlüğe sahip fotoğraflar çekebilmesi için uyduya yerleştirilecek kameranın merceğinin çapı en az ne kadar olmalıdır?

A) 5 cm
B) 50 cm
C) 5 m
D) 50 m
E) Tek kamera ile bu çözünürlük mümkün değildir.

Çözüm:

Rayleigh kriteri,

$$\theta = 1.22\frac{\lambda}{D}$$

$$\theta \cong \frac{x}{L} = \frac{5.10^{-1}}{2 \cdot 10^{5}}$$

$$= 2.5 \times 10^{-6} rad$$

$$D \cong 1.22\frac{10^{-6}}{2.5 \times 10^{-6}} = 0.5m$$

Cevap B

(A25) Uzay gemisi ve uydu.

M kütleli bir uzay gemisi m kütleli bir uyduya $2L$ uzunluğunda bir halatla bağlıdır. Bu sistem bütün kütle çekim kaynaklarından çok uzakta, ortak kütle merkezleri etrafında dönmektedir. Gemiler arası gravitasyonel çekim ve halatın kütlesi ihmal edilebilir.
İlk anda halattaki gerilim kuvveti T ise geminin içindeki bir motorun halatı çekerek uyduyu kendisine L mesafesi kadar yaklaştırabilmesi için ne kadar iş yapması gerekir?

A)	B)	C)	D)	E)
TL	$3\,TL$	$\frac{M-m}{M+m}TL$	$\frac{mM}{(M+m)^2}TL$	$\frac{\sqrt{mM}}{M+m}TL$

<u>Çözüm:</u>

Kütle merkezinin gemiden uzaklığı r_1

$$r_1 M = (2L - r_1)m$$

$$r_1 = 2L\frac{m}{M+m} \quad r_2 = 2L\frac{M}{M+m}$$

İpteki gerilme kuvveti kullanılırsa,

$$T = M\omega_p^2 r_1 = M\omega_p^2 2L\frac{m}{M+m}$$

$$\Rightarrow \omega_p = \left(\frac{T}{2L}\frac{M+m}{Mm}\right)^{1/2}$$

Sistemin kütle merkezi etrafındaki eylemsizlik momenti,

$$I_0 = Mr_1^2 + mr_2^2$$

$$= \frac{4L^2 Mm^2}{(M+m)^2} + 4L^2\frac{mM^2}{(M+m)^2}$$

$$= 4L^2\frac{Mm}{(M+m)}$$

İlk açısal momentum,

$$L_i = I_i\omega_i. \quad enerji \;\; E = \frac{1}{2}I_i\omega_i^2$$

Aradaki mesafe L ‘ye düşünce yeni eylemsizlik momenti,

$$I_s = \frac{I_i}{4}$$

Açısal momentumun korunumu,

$$I_i\omega_i = I_s\omega_s$$

$$\Rightarrow \omega_s = 4\omega_i$$

Son enerjisi,

$$E_s = \frac{1}{2} I_s \omega_s^2 = \frac{1}{2}\frac{I_i}{4} 16\omega_i^2$$

$$\Rightarrow E_s = 2I_i\omega_i^2$$

Motorun yaptığı iş,

$$W = \Delta E$$

$$E_s - E_i = 2I_i\omega_i^2 - \frac{1}{2} I_i\omega_i^2$$

$$= \frac{3}{2} I_i\omega_i^2 \quad \Rightarrow \quad \frac{3}{2} 4L^2 \frac{Mm}{(M+m)} \frac{T}{2L} \frac{(M+m)}{Mm} = 3TL$$

değeri bulunur.

Cevap B