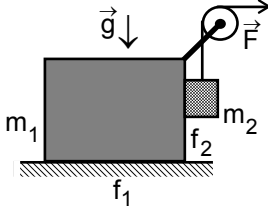
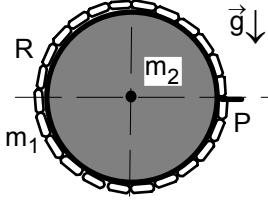


ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI-1992



1. Kütleli m_1 olan prizma ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı f_1 , m_2 kütleli blok ile prizma arasındaki sürtünme katsayısı f_2 olarak veriliyor. Makaradan geçen ip ile yatay yönde uygulanabilecek değişik F kuvvetlerine bağlı olarak m_1 ve m_2 kütlelerinin kazanacakları ivmeleri tüm durumlar için bulunuz. Bu durumların gerçekleşmesi için uygulanan F kuvveti ne kadar olmalıdır? Yerçekimi ivmesi g veriliyor.



2. Kütleli m_1 olan bir ip kütleli m_2 ve yarıçapı R olan bir silindirin etrafına bir kere dolanmıştır. İpin uçları başlangıçta P noktası ($x=R$, $y=0$) konumunda bulunmaktadır. İpin bir ucu sabit, diğer ucu serbesttir. P noktası da $\theta=0$ pozisyonundadır. İp yerçekimi etkisiyle silindirden boşalmaya başlayınca silindir kendi eksenini etrafında serbestçe dönebilmektedir.

a) Sistemin denge şartını bulunuz.

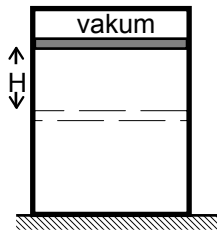
b) Sistem denge durumundan küçük bir miktar hareket ederse, silindirin açısal hızını m_1 , m_2 , R , yerçekimi ivmesi g ve silindirin döndüğü θ açısı cinsinden bulunuz.

3. Pulsar, kendi etrafında dönen ve elektromanyetik ışımaya yapan bir nötron yıldızıdır. Yayınladığı bu ışımaya dünyamıza ulaştığında pulsarın her bir dönüşü için bir sinyal (puls) kaydedilmektedir. Tipik bir pulsarın kütlesi güneşin kütlesine ve yoğunluğu da nükleer yoğunluğa eşittir. Böyle bir pulsarın yarıçapı yaklaşık 10 kilometredir. MP0031'nolu pulsarın yaydığı elektromanyetik pulsarın periyodu 0,942507566 saniyedir.

a) Bu kadar hızlı dönen bir pulsarın basık olması (elipsoit şeklinde) beklenmesine rağmen daha çok küresel şekilde kalacağını gösteriniz. Mesela dünyamızın kutupsal (polar) yarıçapı, ekvatorun yarıçapından %0,3 daha kısadır.

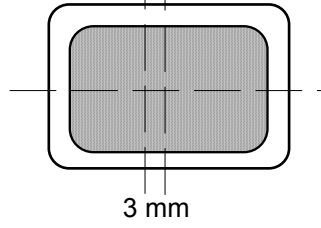
b) Çok hassas ölçümler sonunda bu pulsarın ışımaya periyodunun senede 13,4 nanosaniye arttığı ölçülmüştür. Pulsarın kütle ve yarıçapının sabit kaldığını kabul ederek, Pulsarın dönme hızındaki azalmaya karşı gelen elektromanyetik ışımalarının gücünü bulunuz. Buna güneşin yaydığı ışımaya ($4 \cdot 10^{26}$ Watt) ile karşılaştırınız.

Not: Evrensel çekim sabiti $\gamma=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, Dünyanın yarıçapı $R_D=6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$, Dünyanın kütlesi $m_D=5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, Dünyanın kendi eksenini etrafında dönme periyodu $T_D=24$ saat, Güneşin kütlesi $m_G=2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ olarak veriliyor.



4. Düşey bir silindir içinde ağır bir pistonun altında hava, pistonun üstünde ise vakum bulunmaktadır. Silindirin içinde ve dışındaki havanın sıcaklıkları birbirine eşittir. Piston yavaşça denge konumundan H kadar yukarıya çıkarıldıktan sonra iç ve dış sıcaklıklar eşitleninceye kadar tutuluyor. Daha sonra sistem yalıtılıyor ve piston serbest bırakılıyor. Titreşimler durduğunda piston ne kadar yer değiştirmiş olur? Silindirin ve pistonun ısı kapasiteleri ihmal edilebilir.

5. Aşağıda bir bilgisayar şirketi ile bir öğrenci arasında yapılan mektuplaşmanın metinleri verilmiştir. Mektupların içeriğini dikkatle okuyunuz.



Sayın Yetkili

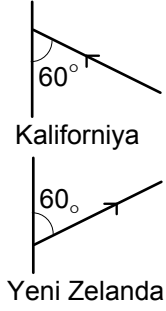
Sizden almış olduğum bilgisayarın monitörünün düğmesini açtığımda ekran, monitörün tam ortasında olmayıp sağa doğru 3 mm lik bir kayma göstermektedir ve bu durumdan şikayetçiyim.

Lütfen bu durumu düzeltebilmek için ne yapılması gerektiğini bildirir misiniz.

Saygılarımla

Öğrenci JQ

Yeni Zelanda lisesi



Sayın Öğrenci JQ

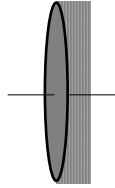
Bilgisayarınızdaki katot ışını tüpü Kaliforniya'da ayarlanmış olup Kaliforniya'daki yerin manyetik alanı Yeni Zelanda'daki yerin manyetik alanına eşittir (55 μ T). Fakat şekilde gösterdiği gibi Kaliforniya'daki yerin manyetik alanı aşağıya doğru, Yeni Zelanda'da ise yukarıya doğru yönelmiştir.

Bilgisayarınız manyetik alandan korunmadığı için yerin manyetik alanının düşey bileşenindeki değişmelerden etkilenmekte ve tüpteki 12 keV luk elektron demetinin ekran tabancasından 15 cm uzaklıkta bulunan ekran üzerinde bir sapmaya sebep olmaktadır. Bölgenizdeki yetkili satıcımız bu durumu düzeltebilir. Sakın bu durumu düzeltmek için bilgisayarınızı kurcalamayın.

Saygılarımla

Menajer

Bilgisayar şirketinin bu açıklamasının doğru olup olmadığını irdeleyiniz. Elektronun kütlesi $m=9,1.10^{-31}$ kg, elektronun yükü $q=1,6.10^{-19}$ C olarak veriliyor.



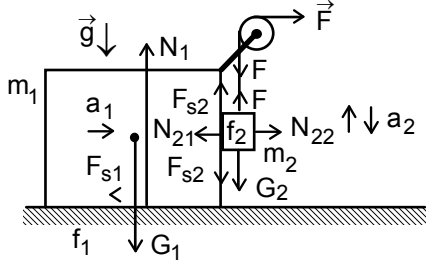
6. $\lambda_D=600$ nm dalga boyundaki bir ışık için odak uzaklığı $f_D=15$ cm olan akromatik (renklenme kusuru olmayan) bir mercek çifti gösterildiği gibi $|r_1|=|r_2|$ olan yakınsak bir mercek ile bir yüzü düzlemsel olan ıraksak bir merceğin yapılandırılmasından oluşmuştur. Camın kırıcılık indisi dalga boyuna göre değişimi her iki mercek için farklı A ve B sayıları ile

$$n(\lambda)=A+\frac{B}{\lambda^2}; [B]=(\mu\text{m})^{-2}$$

şeklinde verilmektedir. Aşağıda verilen tablodaki bilinmeyen büyüklüklerini bulunuz.

	YAKINSAK MERCEK	IRAKSAK MERCEK
f_D (cm)	+10	
$n(600 \text{ nm})$	1,5	
r		
A	1,34	1,10
B		

ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-1992



1. Uygulanan F kuvvetinin sayısal değerine bağlı olarak prizmanın ve bloğun hareketi için birkaç tane farklı durum çıkabilir. Prizma hareket etmiyorsa prizmanın ivmesi $a_1=0$, blok ile prizma arasındaki tepki kuvveti $N_2=0$ dir. Bu durumda

$N_1=m_1g+F$
 $F=F_{s1}=f_1(m_1g+F)$
 yazabiliriz. Buradan uygulanması gereken kuvvet

$$F=F_1=\frac{f_1m_1g}{1-f_1}$$

olarak bulunur. Kuvvet $F < F_1$ ise prizma hareket etmez. $F > F_1$ ise blok prizmaya göre harekete geçer. Prizma harekete geçerse blok prizmaya göre hareketsiz kalabilir, yukarıya doğru veya aşağıya doğru hareket edebilir. Bu durumda blok ile prizma arasındaki tepki ve sürtünme kuvvetleri prizmaya ve bloğa etki eder.

Her cisme etki eden kuvvetleri en genel hal için yazabiliriz.

$$F - F_{s1} - N_2 = m_1 a_1; F_{s1} = f_1 N_1$$

$$N_1 = m_1 g + F \pm F_{s2}; F_{s2} = f_2 N_2$$

$$N_2 = m_2 a_1$$

$$F - m_2 g \mp F_{s2} = \pm m_2 a_2$$

Burada N_1 prizma ile zemin arasındaki etki eden tepki kuvveti, a_1 prizmanın yatay yönde hareket ivmesi, a_2 ise bloğun dikey yöndeki ivmesidir. Prizma hareket eder, ama blok hareket etmezse $a_2=0$, $F_{s2}=0$, $F=m_2g$ olur. Buradan

$$F - f_1(m_1g + m_2g) - m_2a_1 = m_1a_1; a_1 = \frac{F - f_1(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}$$

olarak bulunur. Blok prizmaya göre harekete geçerse

$$F - f_1(m_1g + F \pm f_2m_2a_1) - m_2a_1 = m_1a_1; a_1 = \frac{F(1 - f_1) - f_1m_1g}{m_1 + m_2(1 \mp f_1f_2)}$$

olarak bulunur. Kritik durum $a_2=0$ durumudur. Her an cisim harekete geçmeye hazır, dolayısıyla sürtünme kuvvetin yönleri bellidir.

$$F - m_2g \mp f_2m_2a_1 = 0$$

$$F - m_2g \mp \frac{f_2m_2[F(1 - f_1) - f_1m_1g]}{m_1 + m_2(1 \mp f_1f_2)} = 0$$

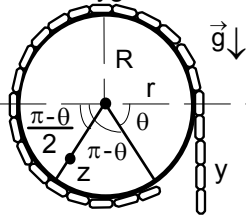
Buradan iki farklı durum ortaya çıkar. Blok yukarıya doğru hareket etmesi için

$$F > F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)(1 + f_1f_2)g}{m_1 + m_2(1 + f_2)}$$

kuvvet uygulanmalıdır. Blok aşağıya doğru hareket etmesi için

$$F > F_3 = \frac{m_2(m_1 + m_2)(1 - f_1f_2)g}{m_1 + m_2(1 - f_2)}$$

kuvvet uygulanmalıdır.



2. Sistemin denge durumunu bulmak için serbest ucun

$$y = R\theta$$

kadar aşağıya doğru indiğini kabul edelim. Bu sarkan ipin kütlesi

$$m_{11} = \mu y = \mu R\theta$$

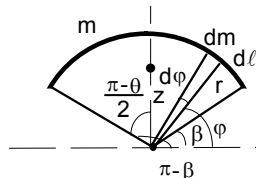
olur. Burada

$$\mu = \frac{m_1}{2\pi R}$$

ipin birim uzunluktaki kütesidir. Bu durumda üst tarafta bulunan ip moment yaratmaz. Silindirin alt tarafında bulunan ipin kütlesi

$$m_{12} = \mu R(\pi - \theta)$$

olur. Silindirin alt tarafında bulunan ipin silindirin ekseninden olan uzaklığını bulmak için $(\pi - \theta)$ açısının açığortayını geçirelim. İncelenen yayın dönme eksenine olan uzaklık z olsun. Kütle merkezinin tarifinden



$$z = \frac{\int R \sin \varphi \cdot dm}{\int dm} = \frac{\int_{\beta}^{\pi-\beta} \mu R^2 \sin \varphi d\varphi}{\mu R(\pi - \theta)} =$$

$$\left. \frac{R \cos \varphi}{(\pi - \theta)} \right|_{\beta}^{\pi - \beta} = \frac{2R \cos \beta}{(\pi - \theta)} = \frac{2R \sin \frac{\pi - \theta}{2}}{(\pi - \theta)}$$

olarak bulunur. Denge şartını

$$m_{11}gR = m_{12}gz \cos \frac{\pi - \theta}{2}$$

şeklinde yazabiliriz. Buradan

$$\theta = \sin \theta$$

denklemini elde edebiliriz. Bu denklemin çözümü

$$\theta = 0^\circ$$

olur, yani ilk durum zaten denge durumudur.

b) Silindirin üst tarafında bulunan ipin kütlesi

$$m_{13} = \mu \pi R$$

dönme ekseninden bulunduğu uzaklık

$$y_3 = \left. \frac{2R \sin \frac{\pi - \theta}{2}}{(\pi - \theta)} \right|_{\theta=0} = \frac{2R}{\pi}$$

silindirin alt tarafında bulunan m_{12} kütlesinin dönme ekseninden düşey yönde bulunduğu uzaklık

$$y_2 = z \sin \frac{\pi - \theta}{2}$$

olarak bulunur. Sistem denge durumundan küçük bir miktar hareket ederse, silindirin açısal hızını enerji korunumu yasasından bulabiliriz.

$$0 = \frac{J_1 \omega^2}{2} + \frac{J_2 \omega^2}{2} - m_{11}g \frac{y}{2} - m_{12}gy_2 + m_{13}gy_3 ; J_1 = m_1 R^2 ; J_2 = \frac{m_2 R^2}{2}$$

Buradan açısal hız

$$\omega = \sqrt{\frac{2\mu g(\theta^2 + 2 \cos \theta - 2)}{2m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{m_1 g(\theta^2 + 2 \cos \theta - 2)}{\pi R(2m_1 + m_2)}}$$

olarak bulunur.

3. a) Dünyanın ne kadar basık olduğunu savrulma kuvvetinin, çekim kuvvetine göre oranını alarak bulabiliriz. Dünyanın basıklık faktörü

$$\xi_D = \frac{\frac{mv_D^2}{R_D}}{\frac{\gamma m_D m}{R_D^2}} = \frac{4\pi^2 R_D^3}{\gamma m_D T_D^2} = 0,0034$$

pulsarın basıklık faktörü

$$\xi_P = \frac{\frac{mv_P^2}{R_P}}{\frac{\gamma m_P m}{R_P^2}} = \frac{4\pi^2 R_P^3}{\gamma m_P T_P^2} = 0,00000034$$

olarak bulunur.

b) Dönen pulsarın kinetik enerjisi

$$K = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{2mR^2}{5} \frac{4\pi^2}{T^2}$$

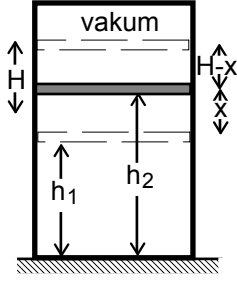
bu kinetik enerjinin değişimi

$$\Delta K = \left[\frac{d}{dT} \left(\frac{4m\pi^2 R^2}{5T^2} \right) \right] \Delta T = -\frac{8m\pi^2 R^2 \Delta T}{5T^3}$$

kinetik enerjiden kaynaklanan güç

$$P = -\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{8m\pi^2 R^2 \Delta T}{5T^3 \Delta t} = 4 \cdot 10^{24} \text{ W}$$

olarak bulunur. Pulsarın yaydığı güç Güneşin yaydığı güçten 100 katı düşüktür.



4. İlk durumda piston kabın dibinden h_1 kadar yükseklikte bulunsun. Bu durumda gaz denklemi

$$PV_1 = PSh_1 = nRT_1; P = \frac{Mg}{S}$$

olarak yazılabilir. Burada T_1 oda sıcaklığıdır. Sistem yalıtılıp pistonun serbest bırakılması ile bir süre sonra piston kabın dibinden h_2 kadar yükseklikte bulunacaktır. Bu durumda gaz denklemi

$$PV_2 = PSh_2 = nRT_2$$

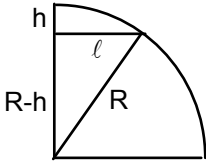
olarak yazılabilir. Burada T_2 silindirin içindeki yeni sıcaklıktır. Piston eski konumundan ($x = h_2 - h_1$) yüksekte bulunmaktadır. Pistonun serbest bırakıldığı seviyeden ise piston $(H - x)$ kadar aşağıdadır. Sistem yalıtılmış olduğu için

$$Mg(H - x) = nc_v(T_2 - T_1); c_v = \frac{5R}{2}$$

yazabiliriz. Burada hava iki atomlu gaz gibi kabul edilebilir. Buradan

$$x = \frac{2H}{7}; H - x = \frac{5H}{7}$$

olarak bulunur.



5. Tanecikler U potansiyel farkı altında

$$eU = \frac{mv^2}{2}$$

kinetik enerji kazanmaktadır. Manyetik alanda yüklü tanecikler yarıçapı R olan eğrisel yörünge üzerinde hareket etmektedirler. Bu durumda

$$evB = \frac{mv^2}{R}; v = \frac{eBR}{m}$$

yazabiliriz. Elektronları aldıkları yol ifadesinden elektronların sapması

$$l = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} \approx \sqrt{2Rh}; h = \frac{l^2}{2R} = \frac{eBl^2}{2\sqrt{2mU}} = 1,5 \text{ mm}$$

olarak bulunur.

6. Bir optik sistemin optik kuvveti

$$D_s = D_1 + D_2 - D_1 D_2 \ell; D_1 = \frac{1}{f_1}; f_1 = 10 \text{ cm}; D_2 = \frac{1}{f_2}; D = \frac{1}{f_D}$$

olarak yazılabilir. Verilen sistem için $\ell = 0$ olduğu için f_2 odak uzaklığı

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{10} - \frac{1}{f_2}; f_2 = 30 \text{ cm}$$

olarak bulunur. Yakınsak mercek formülünden yarıçap

$$\frac{1}{f_1} = \frac{2(n-1)}{r}; \frac{1}{10} = \frac{2(1,5-1)}{r}; r = 10 \text{ cm}$$

olarak bulunur. İraksak mercek formülünden merceğin kırıcılık indisi

$$\frac{1}{f_2} = \frac{(n-1)}{r}; \frac{1}{30} = \frac{(n_2-1)}{10}; n_2 = \frac{4}{3}$$

olarak bulunur. Yakınsak merceğin kırıcılık indisi için ($\lambda = 600 \text{ nm} = 0,6 \mu\text{m}$)

$$1,5 = 1,34 + \frac{B_1}{(0,6)^2}; B_1 = 0,0576 (\mu\text{m})^{-2}$$

ıraksak mercek için

$$\frac{4}{3} = 1,1 + \frac{B_2}{(0,6)^2}; B_2 = 0,084 (\mu\text{m})^{-2}$$

olarak bulunur.

	YAKINSAK MERCEK	IRAKSAK MERCEK
f_D (cm)	+10	-30 cm
$n(600 \text{ nm})$	1,5	$\frac{4}{3}$
r	10 cm; -10 cm	-10 cm
A	1,34	1,10
B	$0,0576 (\mu\text{m})^{-2}$	$0,084 (\mu\text{m})^{-2}$

Tabloda verilen ve problemin çözümünde bulunan değerleri koyabiliriz. Burada dikkat etmemiz hususlardan birisi eğrisel yüzeylerin işaretidir. Bu durumda tabloyandaki gibi olur.