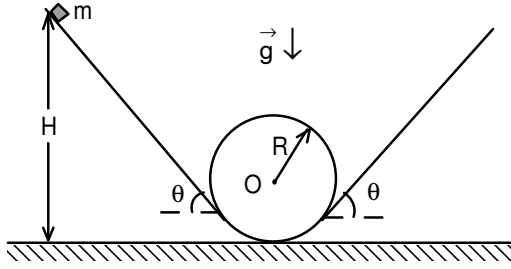
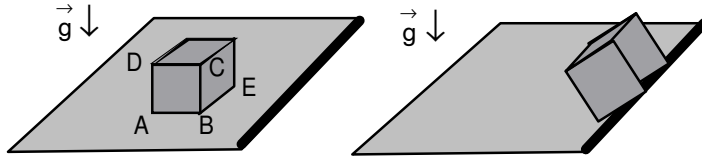


VII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI-2009



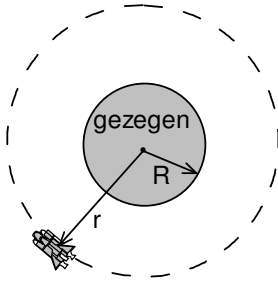
1. Şekildeki m kütleinin üzerine konulduğu platform üç bölgeden oluşmuştur. İlk bölge yatayla θ açısı yapan bir eğik düzlemdir. Platform eğik düzlemden sonra R yarıçaplı çember olarak devam etmektedir ve eğik düzlemin çembere değdiği yerde çembere teğettir. Çembersel kısım bir turdan fazla devam edip daha sonra ilk bölgedeki eğik düzlemlle aynı özelliklere sahip üçüncü bölgeye devam etmektedir.

- a) Platformun tamamen sürtünmesiz olduğunu varsayınız. m kütleinin platformda belli bir yükseklikten bırakıldığında, platformla teması kesilmeden karşı tarafa geçebilmesi için gerekli en düşük yüksekliğe H_0 dersek, H_0 ile R arasındaki ilişkiyi bulunuz.
- b) Platform ile m kütleisi arasındaki sürtünme katsayısı f sıfırdan farklı çok ufak bir sayı olsun. Cisim birinci bölgede $H > H_0$ yüksekliğinden bırakıldığında karşı tarafa geçtiğinde üçüncü bölgede sürtünme nedeniyle ancak $(1-\alpha)H$ yüksekliğine kadar çıkabilmektedir. Burada $\alpha \ll 1$ olan bir sayıdır. Sürtünme katsayısı f ile α arasındaki ilişkiyi bulmak için şöyle bir yöntem kullanalım; Cismin sürtünmeden hiç etkilenmemiş şekilde hareket ettiğini var sayıp, etki edecek bir sürtünme kuvvetinin ne kadar iş yapacağını hesaplayalım. Hesapladığımız bu enerjiyi, sistemin toplam enerjisinden çıkarırsak sistemin bu hareket sonunda kalacak enerjisini yaklaşık olarak hesaplamış oluruz. Bu yöntemi kullanarak sürtünme katsayısı f ile α arasındaki ilişkiyi bulunuz.
- c) Cisim ile platform arasındaki sürtünme katsayısı f , küçük olmayan bir sayı olsun. Cisim platformda belirli bir H yüksekliğinden bırakıldığında karşı tarafta $0,75 H$ 'a kadar yükselbilmekte olsun. Şekildeki sistemin boyutlarının tamamını 2 kat büyütüp, kütlei yarıya indirirsek sürtünmeyi kaç kat değiştirmeliyiz ki cisim $2H$ yüksekliğinden bırakıldığında karşı tarafta $1,5 H$ 'a kadar yükselsin?



2. Kenar uzunluğu $2a$ küp şeklinde ve kütlei m olan katı bir cisim, bir masa üzerinde masanın bir kenarına paralel olarak sabit bir v hızı ile sürtünmesiz olarak hareket etmektedir. Masanın ucuna geldiğinde masanın hafifçe yüksek olan kenarına çarpmakta ve şekilde gösterildiği gibi bir kenarı üzerinde yukarı doğru yönlenmektedir. Bu cismin masanın üstüne değil de masadan aşağı düşmesi için v hızı en az ne kadar olmalıdır? Bu cismin kütle merkezinden geçen ve \overline{BE} kenarına paralel olan eksene göre eylemsizlik momenti $J = \frac{2ma^2}{3}$ olarak verilmektedir. Cevabınızı verilen fiziksel büyüklükler ve yerçekimi ivmesi g cinsinden ifade ediniz.

rına çarpmakta ve şekilde gösterildiği gibi bir kenarı üzerinde yukarı doğru yönlenmektedir. Bu cismin masanın üstüne değil de masadan aşağı düşmesi için v hızı en az ne kadar olmalıdır? Bu cismin kütle merkezinden geçen ve \overline{BE} kenarına paralel olan eksene göre eylemsizlik momenti $J = \frac{2ma^2}{3}$ olarak verilmektedir. Cevabınızı verilen fiziksel büyüklükler ve yerçekimi ivmesi g cinsinden ifade ediniz.



3. Kütlei M , yarıçapı R olan bir gezegen vardır. Bu gezegenden fırlatılan, m kütleli bir uydunun gezegen etrafında r yarıçaplı çembersel bir yörüngeye oturması istenmektedir. Uyduda bulunan bir sistem bu uyduya bir kereliğine istenilen yönde tam I kadar itme verebilmektedir. Uydu bu sistemi kullanmak için gezegen merkezinden r kadar uzaklaşmayı beklemekte ve orada kullanarak yörüngeye oturmaktadır. Evrensel çekim sabitini γ olarak veriliyor.

- a) Uyduyu itme veren sistemi çalıştırmadan istenilen yörüngeye fırlatmak için gereken minimum enerji ne kadardır?
- b) İtme sistemi çalıştırılırsa uyduya başlangıçta en az ne kadar enerji verilebilir, bu durumda fırlatılırken yerle yapacağı açı nedir?
- c) İtme sistemi çalıştırılırsa uyduya başlangıçta en fazla ne kadar enerji verilebilir, bu durumda fırlatılırken yerle yapacağı açı nedir?

4. Bulunduğu ortamdaki manyetik alanı hesaplayan bir cihaz tasarlanmaktadır. Cihazın içinde, sarım sayısı N olan, r yarıçapına sahip üç tane silindirik bobin bulunmaktadır. Sarılan telin birim uzunluğunun direnci λ 'dır. Silindirlerin yüksekliği küçük olup bobinler çembersel kabul edilebilir. Bu bobinler, bobinlerle aynı düzlemlde bulunan ve bobinlerin merkezlerinden geçen eksenler etrafında döndürülmektedir. Bobinler cihaz içine, dönme eksenleri cihazın x , y ve z eksenlerine denk gelecek şekilde yerleştirilmiştir ve ω hızı ile döndürülmektedirler. Bobinlerde oluşan indüksiyon akım değerlerinin genlikleri I_x , I_y , I_z ise cihazın içinde bulunduğu manyetik alanı vektörel olarak bulunuz.

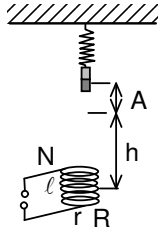
5. Bir elektrik devresi B manyetik alanı içinde bulunmaktadır.

a) Bu durumla ilgili olarak Faraday ve Lenz kanunlarını yazınız ve bir iki cümle ile açıklayınız.

b) Şimdi dairesel N tane sarımlı ve uzunluğu ℓ olan bir bobin ele alalım. Sarımlardan geçen akım I, sarım yarıçapı r ve direnci R ise, bobinin ekseninde ve merkezinden x uzaklıktaki bir noktadaki manyetik indüksiyon ifadesini türetiniz. (Sarımlar düzlemsel olduğunu varsayınız).

c) Çubuk şeklindeki bir mıknatısın manyetik dipol momenti p_m ise, bu mıknatısın ekseninde ve mıknatıstan x kadar uzaktaki bir noktada boşlukta oluşan manyetik alan $B = \frac{2\mu_0 p_m}{4\pi x^3}$ olarak verilmektedir.

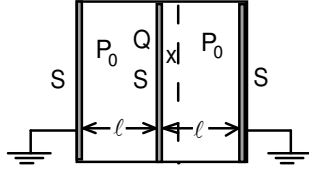
Bu ifade ile (b) şıkında bulduğunuz ifade hangi koşullarda aynı olur?



Yandaki şekilde gösterilen sistemde yaya bağlı bir çubuk mıknatıs ω frekansında, A genlikli titreşimler yaparak bir bobine, bobin ekseninde yaklaşarak uzaklaşmaktadır. Mıknatıs dengede iken bobinin orta noktasına kadar olan uzaklığı $h \gg \ell \gg A$ ve titreşimlerin ilk fazı ϕ ise;

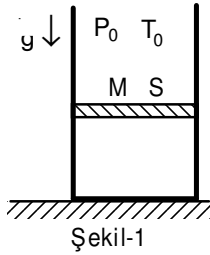
d) Bobinin merkezindeki B manyetik alan ifadesini bulunuz. Mıknatısa etki eden kuvvet için ne söyleyebilirsiniz.

e) Salınım yapan mıknatısın bobinin merkezinde oluşturduğu manyetik alanın zamana göre değişiminin ifadesini bulunuz. Bu değişimini veren grafiğini kabaca çiziniz.

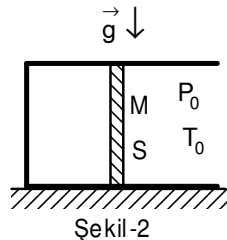


6. Birbirine paralel yüzey alanları S olan üç dikey plakadan oluşan bir sistemde orta plaka şekilde gösterildiği serbestçe hareket edebilmekte olup, sisteme gaz sızdırmaz bir şekilde monte edilmiştir. İki dış plaka topraklanmıştır. Hareketli plakanın iki tarafındaki bölmelerdeki gazın basıncı başlangıçta aynı P_0 değerindedir. Bu hareketli plaka üzerinde toplam Q yükü olduğunda hangi x uzaklığında kararlı dengede kalır? Başlangıçta her iki bölmenin uzunlukları ℓ kadar olup, ortadaki plakanın hareketinin izotermal olduğunu varsayınız.

Not: ℓ plaka boyutlarına göre küçüktür.



Şekil-1



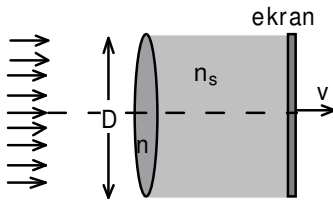
Şekil-2

7. İçinde tek atomlu 1 mol gaz bulunan pistonlu çok uzun bir kap, basıncı P_0 , sıcaklığı T_0 olan bir ortamda Şekil-1'deki gibi bulunmaktadır. Kaptaki pistonun kütlesi M, kesit alanı S ve $\frac{Mg}{S} = 31P_0$ olarak verilmiştir. Kapla piston

arasındaki sürtünme kuvveti önemsiz miktardadır. Kap ve piston içindeki gazı dış ortamdaki ortama ısıca tamamen yalıtılmaktadır ama ısı değişimini de yavaşlatmaktadır. Kabı Şekil-2'deki pozisyona gelecek şekilde yan çeviriyoruz, bu işlem sistemin çevreyle yaptığı ısı alışverişinin önemsiz sayılabileceği bir zamanda tamamlanmaktadır. Sistem, Şekil-2'deki pozisyonda, bulunduğu ortamla ısı dengeye ulaşınca kadar bekletilmektedir. Bu sistem daha sonra, tekrar Şekil-1'deki pozisyonuna getirilmektedir, bu işlem sistemin çevreyle yaptığı ısı alışverişinin önemsiz sayılabileceği bir zamanda tamamlanmaktadır. Daha sonra çevre ile ısı dengeye gelmesi için beklenmektedir.

a) Yukarıda bahsedilen süreçte, yapılan dört işlemin her birinin sonrasında gazın sıcaklığını, hacmini ve basıncını bulunuz. Bu süreç boyunca gazın geçtiği halleri P-V grafiği üzerinde gösteriniz.

b) Bu işlem kullanılarak bir soğutucu yapılabilir. Soğutucuların soğutma performansı çevreden aldıkları ısı, gaz üzerinde yapılan işe oranı olarak tanımlanır. Bu soruda anlatılan işlemin soğutma performansını hesaplayınız.



8. İki yüzünün eğrilik yarıçapı aynı R olan bir yakınsak mercek kırıcılık indisi $n=1,5$ olan bir camdan yapılmıştır. Merceğin solunda hava, sağında ise kırıcılık indisi bilinmeyen bir sıvı bulunmaktadır. Merceğin boyu $D=0,5R$ kadar olup tüm yüzü paralel bir ışık demeti ile aydınlatılmıştır.

a) Bu sistemin odak noktası nerededir?

b) Sistemin odak noktasına bir ekran konur ve sonra bu ekran sağa doğru sabit bir v hızıyla hareket ettirilirse ekranda oluşan görüntünün boyunun zamanla nasıl değişeceğini gösteren ifadeyi bulunuz.

c) Ekran hareket başladıktan sonra her hangi bir t anında ekranı durduralım. Şimdi bu sistemde ekrandaki görüntü boyunun merceğin sağındaki ortamın kırıcılık indisi olan n ile nasıl değiştiğini inceleyelim. Bu amaçla n'ye çeşitli gerçekçi değerler veriniz ve ekranda oluşan görüntünün boyunun n ile nasıl değiştiğini gösteren basit bir grafik çiziniz ve özel durumları tartışınız.

Not: Bazı sorularda küçük ilaveler ve değişiklikler yapılmıştır.

1. a) $H_0=2,5R$

b) $\alpha = \frac{2f \{ [H-R(1-\cos\theta)] + 3R\sin\theta + 2(H-R)(\pi+\theta) \}}{H(1+f \cot\theta)}$

c) Sürtünme katsayısı aynı olmalıdır.

2. $v = 4 \sqrt{\frac{ag(\sqrt{2}-1)}{3}}$

3. a) $K_{\min} = K_R + \Delta K = \frac{\gamma M m r}{R(r+R)} + \frac{\gamma M m (r-R)}{2r(r+R)} = \frac{\gamma M m (2r-R)}{2rR}$

b) $u_{0\min} = \sqrt{u_{\min}^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}} = \sqrt{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} - \frac{I}{m}}\right)^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}}$; $\cos\theta_{\min} = \frac{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} - \frac{I}{m}}\right) r}{R \sqrt{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} - \frac{I}{m}}\right)^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}}}$

c) $u_{0\max} = \sqrt{u_{\max}^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}} = \sqrt{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} + \frac{I}{m}}\right)^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}}$; $\cos\theta_{\max} = \frac{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} + \frac{I}{m}}\right) r}{R \sqrt{\left(\sqrt{\frac{\gamma M}{r} + \frac{I}{m}}\right)^2 + \frac{2\gamma M (r-R)}{rR}}}$

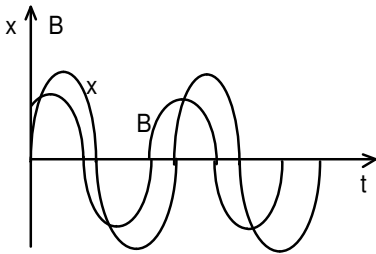
4. $B_x = \frac{2\lambda}{\omega r} \sqrt{\frac{I_y^2 + I_z^2 - I_x^2}{2}}$; $B_y = \frac{2\lambda}{\omega r} \sqrt{\frac{I_x^2 + I_z^2 - I_y^2}{2}}$; $B_z = \frac{2\lambda}{\omega r} \sqrt{\frac{I_x^2 + I_y^2 - I_z^2}{2}}$

5. a) $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$

b) $B = \frac{\mu_0 N I}{2\ell} \left(\frac{x+\ell}{\sqrt{(x+\ell)^2 + r^2}} - \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right)$; $B_0 = \frac{\mu_0 N I}{\ell} = \mu_0 n I$

c) $x \gg \ell$

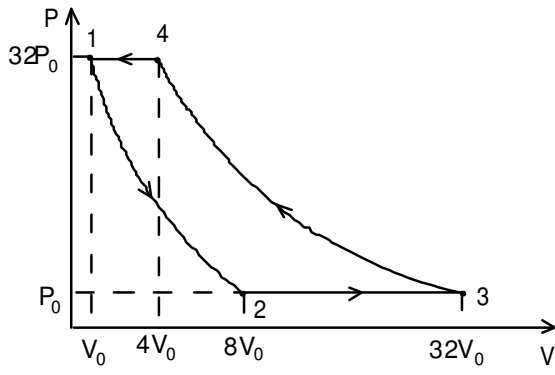
d) $B_{\text{sel}} = \frac{\mu_0 N I}{\ell} = \frac{6N^2 \mu_0^2 \rho_m \omega r^2 A}{4\pi h^4 R \ell}$; $F_{\text{md}} = -\frac{21N^2 \mu_0^2 \rho_m^2 \omega \pi r^4 A}{4\pi h^8 R}$



e) $B_{\text{sel}}(t) = \frac{6N^2 \mu_0^2 \rho_m \omega r^2 A}{4\pi h^4 R \ell} \sin(\omega t - \phi)$

şeklinde yazabiliriz.

6. $x = \ell \sqrt{1 - \frac{8P_0 S^2}{\epsilon_0 Q^2}}$



7. a) $T_2 = \frac{T_0}{4}$; $V_2 = 8V_0$

$V_3 = 32V_0$; $T_3 = T_0$

$T_4 = 4T_0$; $V_4 = 4V_0$

$V_5 = V_0$; $T = T_0$

b) $\frac{1}{3}$

8. a) $f = \frac{n_s R}{2 - n_s}$

b) $d = \frac{Dv(2 - n_s)t}{n_s R}$

c)

