

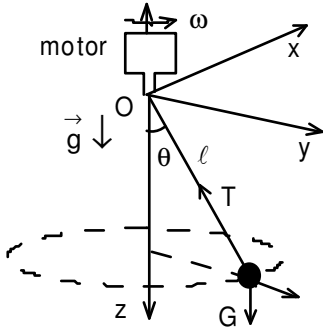
XX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI-2012

1. Bir bulutun havada hareketsiz olarak asılı duran ve homojen olarak dağılmış küçük su damlacıklarından oluştuğunu varsayalım. Bunların arasından bir yağmur damlası aşağı doğru düşmektedir. Bu yağmur damlasının ivmesini bulunuz. Yağmur damlasının yoğunluğu ρ , su damlacıklarının ortalama yoğunluğu ise λ 'dir.

Varsayımlar:

- Yağmur damlası başlangıçta ihmal edilebilecek kadar küçük boyuttadır.
- Yağmur damlası bulutu oluşturan su damlacıklarına çarptığı zaman su damlacığı yağmur damlasına eklenmektedir.
- Yağmur damlası her zaman küresel şeklini korumaktadır.

İpucu: Elde edeceğiniz hareket denklemi zamana göre ikinci mertebeden bir diferansiyel denklem olacaktır. Bu denklemin genel çözümü damlanın yarıçapı için $r(t)=At^n$ şeklinde olup burada A bir sabit n ise bir tam sayıdır.

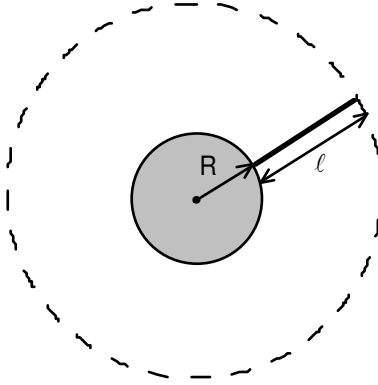


2. Kütleli m olan noktasal bir cisim uzunluğu ℓ olan ağırlıksız bir çubuk ile şekildeki motora O noktasından bağlanmıştır. Çubuğun düşey ile yaptığı θ açısı serbestçe değişebilmektedir. Motor, çubuğu sabit ω açısal hızı ile döndürmektedir. Bu sarkaca konik sarkaç adı verilir.

- Konik sarkacın küçük titreşimlerin titreşim periyodu nedir?
- Sistemin toplam Π potansiyel enerjisini (dönmeden kaynaklanan etkin potansiyelde dâhil) m , ℓ , θ ve cinsinden bulunuz ve sistemin denge durumunu ayrıntılı olarak inceleyerek kararlı denge koşullarına ait ifadeleri bulunuz.

c) $\frac{\Pi(\theta)}{mg\ell}$ değerini $0^\circ < \theta < 180^\circ$ aralığında θ 'nın fonksiyonu olarak $\omega^2 \ell = \frac{g}{2}$

ve $\omega^2 \ell = 2g$ için çiziniz. Varsa maksimum ve minimumların konumlarını ve değerlerini belirtiniz. Bu grafikleri sistemin dengesi açısından tartışınız.



3. a) Dünya etrafındaki dairesel bir yörüngede tam ekvator üzerinde sabit hız ile hareket etmekte olan bir haberleşme uydusunu dünyadaki gözlemci kendine göre sabit bir noktada duruyor gibi görmektedir. Uydunun yörüngesinin yüksekliğini hesap ediniz. Dünyanın yüzeyindeki yerçekimi ivmesi $g=9,81 \text{ m/s}^2$, dünyanın yarıçapı $R=6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$ olarak veriliyor.

b) Şimdi ekvator düzlemine yerleştirilmiş birim boyunun kütlesi λ olan homojen bir kablonun, radyal yönde dünyadan yukarı doğru ℓ yüksekliğine kadar uzandığını varsayınız. Bu kablonun çap doğrultusunda doğrusal bir şekilde durabilmesi için gerekli en küçük ℓ uzunluğunun ifadesini bulunuz ve sayısal değerini hesaplayınız.

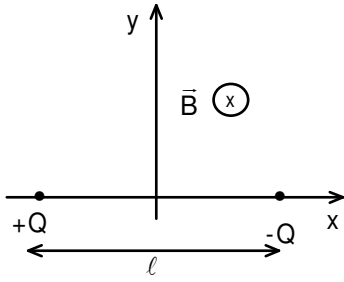
c) Kablodaki maksimum gerilim ifadesini bulunuz.

4. Isıca yalıtılmış V_0 hacimli dik silindir içinde kütlesi ihmal edilebilen ve sürtünmesiz hareket edebilen bir pistonun altında $n=1$ mol tek atomlu ideal gaz $T_0=300 \text{ K}$ sıcaklığında bulunmaktadır. Dış atmosfer basıncı P_0 'a eşittir ve pistonun üzeri silindirin açık ucuna kadar cıva ile doldurulmuştur. Gazın hacmi cıvanın hacminin iki katına ve gazın basıncı da atmosfer basıncının iki katına eşittir. Sistem denge durumunda bulunmaktadır. Gaza ısı verilerek pistonun küçük bir hızla yukarıya doğru hareketi sağlanıyor ve bu durumda cıvanın bir kısmı silindirin açık uçundan dışarıya taşıyor. Pistonun altındaki

gazın hacmi $V=\frac{3V_0}{4}$ olduğunda gazın molar ısı sığasını evrensel gaz sabiti R cinsinden bulunuz.

Silindirde pistonun üzerinde bulunan cıvanın tümünü silindirden çıkarmak için ideal gaza en az ne kadar ısı vermek gerektiğini evrensel gaz sabiti R cinsinden bulunuz. $R=8,314 \text{ J/mol.K}$ ise sayısal sonuç nedir?

5. Tek atomlu bir gaz ile P-V diyagramında kapalı olan 1-2-3-4-1 olan proses gerçekleşmektedir. 1-2 ve 3-4 arasındaki prosesler izobarik, 2-3 ve 4-1 arasındaki prosesler politropiktir. Politropik proseslerde molar ısı kapasitesi sabit ve $PV^n = \text{sabit}$ dir. Burada n herhangi bir sabit sayıdır. Bu kapalı prosesin verimi nedir?

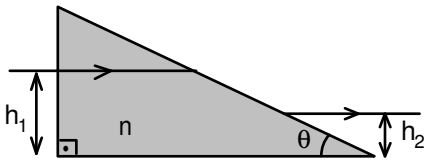


6. Her birinin kütlesi m olan +Q ve -Q yüklü iki parçacık, düzgün manyetik indüksiyon alanında birbirlerinden ℓ mesafede şekildeki gibi hareketsiz durumda bulunmaktadır. Manyetik indüksiyon alanı vektörünün büyüklüğü B olup, yönü şekil düzlemine dik ve içeri doğrudur. a) +Q yüklü parçacığı sabitleyip, -Q yüklü parçacığı serbest bırakırsak bu parçacıklar aralarındaki minimum mesafe $\frac{2\ell}{3}$ olmaktadır. Manyetik indüksiyon alanının büyüklüğünü m, Q, ℓ ve k (Coulomb sabiti) cinsinden bulunuz.

b) Manyetik indüksiyon alanın yönü aynı kalmak koşuluyla, büyüklüğü βB yapıлып (burada β pozitif sabit bir sayıdır) her iki parçacık aynı anda serbest bırakılırsa, parçacıklar arasındaki minimum mesafe kaç ℓ olurdu? Elde edilen cevabı $\beta=2$ ve $\beta=4$ değerleri için yorumlayınız.

7. Yarıçapı R olan sabit ve yalıtkan bir halkaya kütlesi m, yükü q olan küçük bir boncuk geçirilmiştir. Boncuk halka üzerinde serbestçe hareket edebilmektedir. Halka yatay olarak düzgün bir B_0 manyetik indüksiyon alanı içine yerleştirilmiştir. Manyetik indüksiyon alanı halkanın düzlemine diktir. $t=0$ anından itibaren manyetik indüksiyon alanı $B(t)=B_0+\alpha t$ şeklinde değişmektedir.

- Herhangi bir t anında boncuğun halkaya uyguladığı kuvveti hesaplayınız.
- $\alpha > 0$ ve $\alpha < 0$ durumları için boncuğun halkaya uyguladığı kuvvetin zamanla nasıl değişeceğini inceleyip tartışınız (yani; azalan/artan/sabit ve min/max olduğu zamanlar ve o anlardaki değerleri).
- Bulduğunuz kuvvet ifadesini kullanarak B'nin birimini (Coulomb, metre, saniye, kg ve benzerleri) cinsinden bulunuz.



8. Şekilde gösterilen dik açılı üçgen prizma, tabanına yatay olarak gelen monokromatik ışınının (h_1) yüksekliğini değiştirerek (h_2) yapmak için kullanılmaktadır. Prizmanın kırıcılık indisi n ve taban açısı θ olarak verilmiştir.

- Prizmadan çıkan ışığın da yatay olması için n değerini θ 'nın fonksiyonu olarak bulunuz. Kırıcılık indisi n verilirse ışığın yatay olarak çıkması için θ açısı ne kadar olmalıdır?
- b) Işının yüksekliğinin değişme oranını $\frac{h_1}{h_2}$ önce θ 'nın fonksiyonu olarak bulunuz, sonra da bu ifadeyi n cinsinden yazınız.
- c) $\theta=45^\circ$ ise bulduğunuz ifadeler geçerli midir, irdelleyiniz.

XX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2012

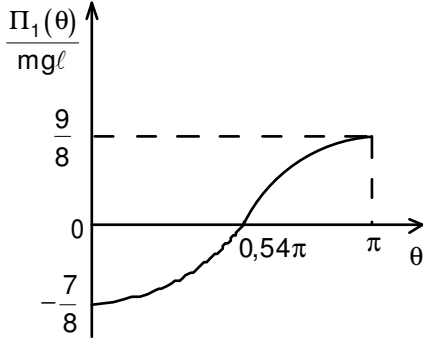
1. $\frac{g}{7}$

2. a) $T = \frac{2\pi}{\omega \sqrt{1 - \frac{g^2}{\omega^4 \ell^2}}}$

b) $\left(\frac{d^2\Pi}{d\theta^2}\right)_{\theta_0=0} = mg\ell - m\omega^2\ell^2$; $g > \omega^2\ell$ ise kararlı denge olur

$\left(\frac{d^2\Pi}{d\theta^2}\right)_{\theta_0=\pi} = -mg\ell - m\omega^2\ell^2$; kararsız durum.

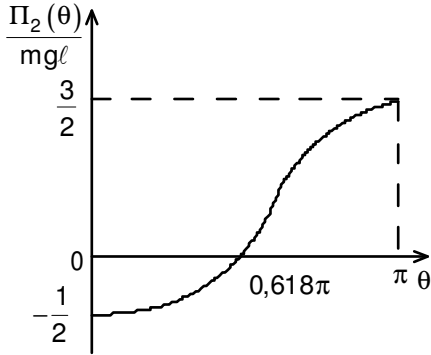
$\left(\frac{d^2\Pi}{d\theta^2}\right)_{\cos\theta_0 = \frac{g}{\omega^2\ell}} = m\omega^2\ell^2 - \frac{mg^2}{\omega^2}$; $\omega^2\ell > g$ ise kararlı denge olur.



c) $\frac{d^2}{d\theta^2} \left(\frac{\Pi_1(\theta)}{mg\ell} \right)_{\theta=0} = \frac{1}{2} > 0$; minimum; $\frac{d^2}{d\theta^2} \left(\frac{\Pi_1(\theta)}{mg\ell} \right)_{\theta=\pi} = -\frac{1}{2} < 0$;

maksimum
 $\left(\frac{\Pi_1(\theta)}{mg\ell}\right)_{\theta=0} = -\frac{7}{8}$; $\left(\frac{\Pi_1(\theta)}{mg\ell}\right)_{\theta=\pi} = \frac{9}{8}$

elde edilir. Grafik şekildeki gibidir.



c) $\frac{d^2}{d\theta^2} \left(\frac{\Pi_2(\theta)}{mg\ell} \right)_{\theta=0} = 0$; minimum

$\frac{d^2}{d\theta^2} \left(\frac{\Pi_2(\theta)}{mg\ell} \right)_{\theta=\pi} = -2 < 0$; maksimum

$\left(\frac{\Pi_2(\theta)}{mg\ell}\right)_{\theta=0} = -\frac{1}{2}$

$\left(\frac{\Pi_2(\theta)}{mg\ell}\right)_{\theta=\pi} = \frac{3}{2}$

e

3. a) 36000 km

b) 298000 km

c) $= 4,63 \cdot 10^{10} \lambda$

4. 305,25 J

5. $\eta = \frac{1}{2}$

6. a) $B = \frac{12}{5} \sqrt{\frac{mk}{\ell^3}}$

b) $x = \frac{\ell \pm \sqrt{\ell^2 - \frac{64km}{\beta^2 B^2 \ell}}}{2} = \frac{\ell \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{100}{9\beta^2}} \right)}{2}$; $\beta=2$ ise diskriminant negatif olur. Bu durumda iki parçacık

çarpışır. $\beta=4$ ise $x = \frac{\ell \left(1 \pm \sqrt{\frac{11}{36}} \right)}{2}$

7. a) $N = \frac{q^2 \alpha B_0 t}{2m} + \frac{q^2 \alpha^2 t^2}{4m}$

b) $t = -\frac{B_0}{\alpha}$

8. a) $\cos\theta = \frac{1}{2} \sqrt{3 + \frac{1}{n}}$

b) $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\sin\theta}{\sin 3\theta}$

c) $\theta = 45^\circ$ ise n kırıcılık indisi negatif sayı çıkar ki bu mümkün değildir.