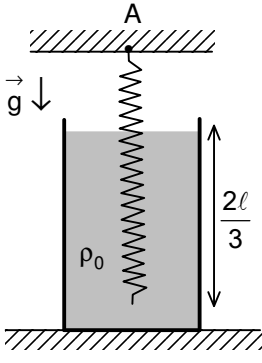


XIX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI-2011



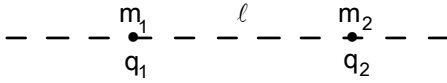
1. Çok sayıda sarımdan oluşmuş m kütleli, homojen bir yay pürüzsüz yatay düzlemde gerilmemiş durumda iken ℓ uzunluğuna sahiptir. Yay A noktasından asılarak düşey konuma getirildiğinde kendi ağırlığının etkisi ile uzunluğu $\ell' = \frac{5\ell}{4}$ oluyor. Daha sonra yayın serbest ucunu içinde öz kütlesi ρ_0 olan sıvı ile dolu bir kaba daldırdığımızda yayın sıvı içinde kalan kısmının uzunluğu $\frac{2\ell}{3}$ oluyor.

a) Yay sabitinin m , g ve ℓ cinsinden ifadesini bulunuz.

b) Yay düşey konumda iken su içinde bulunan $\frac{2\ell}{3}$ uzunluklu kısmın, yay gerilmemiş durumda iken (yani yay yatay durumda iken) uzunluğu kaç ℓ olur?

c) Yayın serbest ucunu içinde sıvı bulunan kaba daldırdıktan sonra yayın toplam uzunluğunu (yayın su içinde kalan $\frac{2\ell}{3}$ uzunluklu kısmı ile sıvı dışında kalan kısmının toplamı) ℓ cinsinden bulunuz.

Not: Yayın yapıldığı malzemenin öz kütlesi $\rho = \frac{50\rho_0}{17}$ olarak veriliyor.



2. Kütleleri m_1 ve m_2 , yükleri q_1 ve q_2 olan iki noktasal parçacığın $t=0$ anında aralarındaki uzaklık, $x_{02}(t=0) - x_{01}(t=0) = \ell$ olarak veriliyor. Başlangıçta parçacıklar hareketsiz durumdadırlar. Her hangi bir anda parçacıkların arasındaki uzaklığı

$x_2(t) - x_1(t) = x(t)$ ile gösterelim ve $\delta = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \gamma m_1 m_2}$ diye bir parametre tarif edelim. Burada γ evrensel çekim

sabiti, ϵ_0 ise boşluğun dielektrik sabitidir.

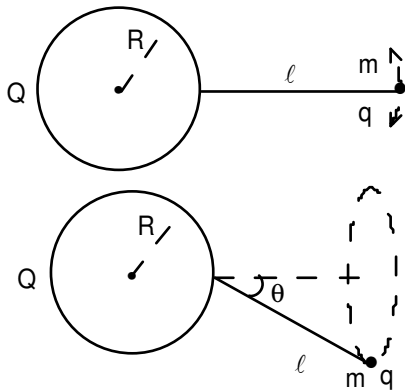
a) Bu iki parçacık arasındaki uzaklığın zamana göre değişimini ifade eden diferansiyel denklemi γ , δ , x , ℓ ve $m_T = m_1 + m_2$ cinsinden bulunuz.

b) δ 'nin fiziksel olarak anlamı nedir? Hareketi, δ 'nin alabileceği değerlere bağlı olarak ve yüklerin aynı ya da ters işaretli olmasına göre irdeleyiniz.

c) Eğer (a) şıkkında bulduğunuz denklem t için çözümlerse, $x \leq \ell$ ve $\delta < 1$ için kütleler arası uzaklık x olduğunda başlangıçtan beri geri geçen zaman için

$$t = \sqrt{\frac{\ell^2}{2(1-\delta)\gamma m_T}} \left[\frac{x}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell} \right) + \arccos \sqrt{\frac{x}{\ell}} \right]$$

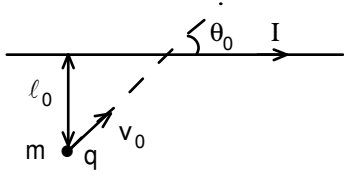
elde edilir. Bu durumda kütleler arası uzaklığın başlangıç değerinin yarısına inmesi için geçen süre, kütlelerin çarpışmaları için gerekli olan sürenin yüzde kaçıdır?



3. Homojen Q yüküne sahip R yarıçaplı yalıtkan bir küre yerçekimsiz ortamda hareket etmeyecek ve dönmeyecek şekilde sabitlenmiştir. Kütleli m olan noktasal bir q yükü ise bu küreye yalıtkan, kütleli, ℓ uzunluğundaki bir ipe bağlanmıştır.

a) Noktasal yükün denge konumu etrafında yapacağı küçük titreşimlerin periyodu nedir?

b) Noktasal yükün denge konumu ile kürenin merkezinden geçen eksen etrafında yapabileceği dairesel hareketin açısal hızını ω ipe, kürenin çapı doğrultusu ile yaptığı θ açısının fonksiyonu olarak bulunuz.



4. Sabit I akımı geçiren ince, sonsuz uzun doğrusal telin manyetik indüksiyon alanında bulunan m kütleli, $q > 0$ yüklü rölativistik olmayan bir parçacık $t=0$ anında telden l_0 uzaklığında olup v_0 hızına sahiptir. Hız vektörü ve sonsuz doğrusal tel aynı düzlemde bulunmakta olup $t=0$ anında hız vektörünün tel doğrusu ile oluşturduğu açı θ_0 'dir. Bu parçacık hareketi süresince şekil düzleminde bulunmaktadır. Parçacık

ile tel arasındaki mesafenin minimum ve maksimum değerlerini μ_0 , I , m , q , l_0 , v_0 ve θ_0 cinsinden bulunuz. Parçacığın hareket yörüngesini kabaca çiziniz.

5. a) Kütleli m , yay sabiti k ve gerilmemiş haldeki uzunluğu ℓ olan bir yay, çember olacak şekilde kıvrılmakta ve iki ucu birbirine bağlanmaktadır. Yayın yapıldığı telin kesitin yarıçapı r olup $r \ll \ell$ 'dir. Yayın, çember şeklini bozmadan titreşim hareketi yaptığı gözlenmektedir. Yani sadece çemberin çapının büyüklüğü değişmektedir. Bu titreşimlerin titreşim periyodu nedir?

b) Yay, direnci ihmal edilebilecek iletken bir maddeden yapılmıştır. Bu durumda yay, aynı zamanda ideal bir indüktanstır. Yaydaki toplam sarım sayısı N olup çemberin bulunduğu düzleme dik doğrultuda homojen bir B manyetik indüksiyon alanı uygulanmaktadır. Yayın bu durumda da çembersel şekli bozulmadan küçük genlikli titreşim yaptığı gözlenmektedir. Yay sabiti k 'yı ihmal ederek, bu titreşim hareketi için etkin yay k' sabitini N , ℓ , B , m ve fiziksel sabitler cinsinden belirleyiniz. Bu titreşimlerin titreşim periyodu nedir?

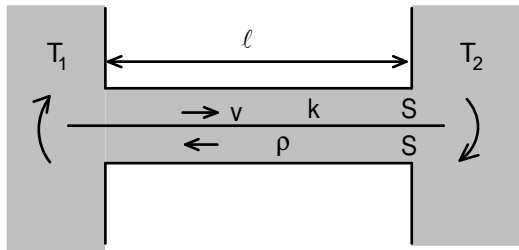
c) (b) şıkkındaki durumda, manyetik indüksiyon alanı aniden $1,5B$ şiddetine çıkartılırsa sistemin yapacağı titreşimin genliği ne olur?

d) Yay direnci önemsenecek bir maddeden değil de, toplam direnci \mathfrak{R} olan bir maddeden yapılmışsa (b) şıkkında bahsi geçen titreşimlerin frekansı ne olur?

6. Carnot çevrimiyle çalışan bir ısı makinesinde izotermal süreçlerin sıcaklıkları T_1 ve T_2 'dir ($T_1 > T_2$). T_1 sıcaklığındaki izotermal süreç gerçekleşirken ısı makinesi $T_1=1000$ K sıcaklığında bir sıcak kaynakla (sıcak depo ya da ısıtıcıyla) termal temas haline getirilir ve makinedeki gazla sıcak kaynak arasındaki ısı alış-verişi doğrudan ve ani olarak gerçekleşir. T_2 sıcaklığındaki izotermal süreç gerçekleştiğinde ise ısı makinesi $T_3=250$ K sıcaklığında bir soğuk kaynak (soğuk depo ya da soğutucu) ile termal temas haline getirilir. Bu durumda makinedeki gazla soğuk depo arasındaki ısı alış-verişi ise ısı iletimi yoluyla gerçekleşir ve soğuk depoya birim zamanda aktarılan ısı miktarı $q = \lambda(T_2 - T_3)$ şeklinde ifade edilir. Burada $\lambda = 2$ kW/K olarak veriliyor. T_1 ve T_2 sıcaklıklarına sahip izotermal süreçlerinin devam etme sürelerinin aynı olduğunu, Carnot makinesindeki adyabatik süreçlerin devam etme sürelerinin ise ihmal edilebilecek kadar küçük olduğunu varsayarak aşağıdakileri bulunuz.

a) $T_2=350$ K durumu için ısı makinesinin gücü nedir?

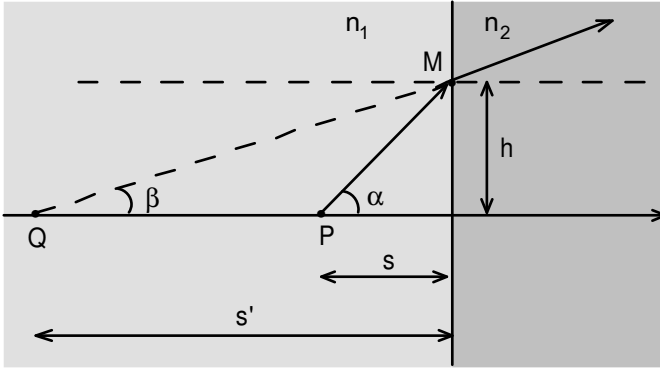
b) T_2 sıcaklığının hangi değerinde ısı makinesinin gücü maksimum olur ve ısı makinesinin bu maksimum gücü nedir?



7. Yaşadıkları aşırı soğuk ortamlarda penguenler uzuvlarından kaybettikleri ısıyı azaltmak için kan dolaşım hızlarını ayarlayabilirler. Penguenlerin bu mekanizmasının şekildeki gibi basit bir modelle inceleyebiliriz. Modelde T_1 ve T_2 sıcaklığındaki ortamların sıcaklıkları sabit olup $T_1 > T_2$ 'dir. Bu iki ortam aralarındaki ℓ uzunluğunda ve S kesit alanına sahip iki kanaldan oluşan sistemde v hızı ile akan sıvı sayesinde ısı alışverişinde bulunmaktadırlar. Akan sıvının öz kütlesi ρ ve öz ısı c 'dir. Sıvı her iki ortamdaki da o ortamın sıcaklığında çıkmakta ve yol boyunca diğer boruda akan sıvıyla ısı alışverişinde bulunmaktadır. Bu ısı alışverişi birim yol uzunluğunda derece başına k Joule olarak verilmekte ya da alınmaktadır. Bu ısı iletim katsayısı boruların birbirleri ile temasına ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Borunun, içinde akan sıvının her kesitte aynı sıcaklıkta olduğunu varsayabileceğimiz kadar dar olduğunu kabul edelim.

a) Modele göre iki ortam arasında birim zamanda akan ısı miktarı nedir?

b) Kanallar arasında ısı alışverişi olmadığı durumda iki ortam arasında birim zamanda akan ısı miktarı ne olur? Cevabınızı (a) şıkkı ile karşılaştırınız.



8. Kırıcılık indisi n_1 olan ortamdaki P noktasındaki bir noktasal cisimden optik eksenle h kadar yukarıda bulunan M noktasına gelen ışık ışını burada kırıcılık indisi n_2 olan ortamına geçmektedir. Bu şekilde Q noktasında sanal bir görüntü oluşmaktadır. PM ışınının optik eksenle yaptığı açı α , QM doğrultusunun optik eksenle yaptığı açı ise β olsun. Cisim ve görüntü uzaklıklarına sırası ile s ve s' , kırıcılık indislerinin oranına ise $\frac{n_2}{n_1} = n$ diyelim.

- a) $\frac{h}{s}$ oranının ihmal edilemeyecek kadar büyük olması durumunda s' ifadesini s , n ve $\frac{h}{s}$ cinsinden bulunuz.
- b) Bu ifadenin $h \rightarrow 0$ limitindeki halini bulunuz. Buna s_0 'diyelim.
- c) $\left| \frac{h}{s} \right| \ll 1$ olması durumunda, binom yaklaşımı kullanarak (a) şikkında bulduğunuz ifadesinin yaklaşık halini bulunuz. Buna s_1 ' diyelim. $s_1 - s_0$ ifadesi ne kadardır? $s_1 - s_0$ terimi fiziksel olarak ne ifade etmektedir? Açıklayınız!

XIX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2011

1. a) $k = \frac{2mg}{\ell}$

b) $\approx 0,6\ell$

c) $1,23\ell$

2. a) $v = \sqrt{2\gamma m_t (\delta - 1) \left(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{x} \right)}$

b) $\delta > 1$ ise iki noktasal cisim arasındaki uzaklık artar. Bu durumda iki yük aynı işaretlidir. $0 < \delta < 1$ ise elektriksel kuvvet gravitasyonel çekim kuvvetinden az olduğu için yükler aynı işaretli olmalarına rağmen yaklaşır. $\delta < 0$ ise yükler zıt işaretli olup iki noktasal cisim yaklaşır.

c) $\frac{t_{1/2}}{t_\ell} = \frac{\pi + 1}{8\pi} = \%16,4$

3. a) $T = 2\pi \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 m \ell (R + \ell)^2}{Qq}}$

b) $\omega = \sqrt{\frac{QqR}{4\pi\epsilon_0 m \ell \sqrt{(R^2 + 2R \cos \theta + \ell^2)^3} \cos \theta}}$

4. $y_{\min} = \ell_0 e^{-\frac{2\pi m v_0 (1 - \cos \theta_0)}{q \mu_0 I}}$; $y_{\max} = \ell_0 e^{\frac{2\pi m v_0 (1 + \cos \theta_0)}{q \mu_0 I}}$

5. a) $T = \sqrt{\frac{m}{k}}$

b) $T = \sqrt{\frac{\mu_0 m \pi r^2 N^2}{\ell^3 B^2}}$

c) $A = \frac{\ell}{160}$

d) $\omega = \sqrt{\frac{\ell^3 B^2}{\mu_0 m \pi r^2 N^2} - \frac{\mathfrak{K}^2}{4m^2 \ell^2}}$

6. $P_{\max} = 250 \text{ kW}$

7. a) $P = \frac{(\rho S v c)^2 (T_1 - T_2)}{\rho S v c + k \ell}$

b) $P = \rho S v c (T_1 - T_2)$

8. a) $s' = ns \sqrt{1 + \frac{(n^2 - 1)h^2}{n^2 s^2}}$

b) $s_0' = ns$

c) $s_1' - s_0' = \frac{(n^2 - 1)h^2}{2ns}$