



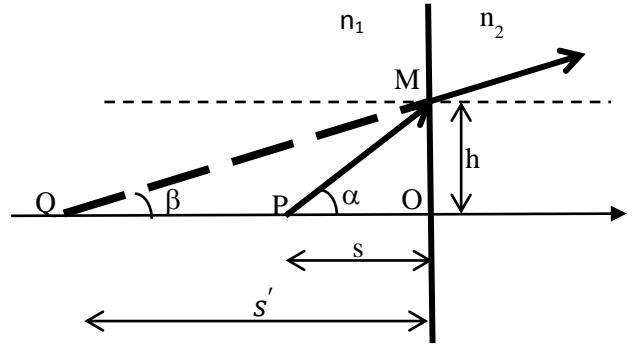
TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİM İNSANI DESTEKLEME DAİRE BAŞKANLIĞI

19. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI İKİNCİ AŞAMA SINAVI

KURAMSAL SINAV

3 Aralık 2011 – ANKARA, Süre: 5 saat

1. Kırıcılık indisi n_1 olan ortamdaki P noktasındaki bir noktasal cisimden optik ekseninden h kadar yukarıda bulunan M noktasına gelen ışık ışını burada kırıcılık indisi n_2 olan ortamına geçmektedir. Böylece 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 $(n_2/n_1) = n$ diyelim.

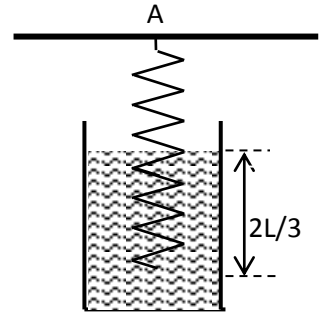


a) (h/s) oranının ihmal edilemeyecek kadar büyük olması durumunda s' ifadesini; s , n ve (h/s) cinsinden bulunuz.

b) Bu ifadenin $h \rightarrow 0$ limitindeki halini bulunuz. Buna s'_0 diyelim.

c) $|h/s| \ll 1$ olması durumunda, binom yaklaşımı kullanarak (a) şıkkında bulduğunuz s' ifadesinin yaklaşık halini bulunuz. Buna s'_1 diyelim. $s'_1 - s'_0 = \frac{h^2}{2ns}(n^2 - 1)$ olduğunu gösteriniz. $s'_1 - s'_0$ terimi fiziksel olarak ne ifade etmektedir açıklayınız?

2. 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 $L' = \frac{5L}{4}$ olur. Daha sonra yayın serbest ucunu içinde su bulunan kaba daldırdığımızda yayın su içinde kalan kısmının uzunluğu $\frac{2L}{3}$ olur.

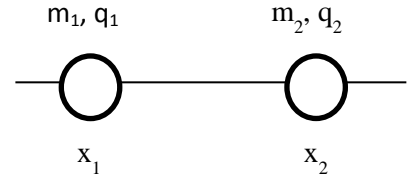


a) Yay sabitinin m , g ve L cinsinden ifadesini bulunuz.

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

c) Yayın serbest ucunu içinde su bulunan kaba daldırdıktan sonra yayın toplam uzunluğunu (yayın su içinde kalan $\frac{2L}{3}$ uzunluklu kısmı ile su dışında kalan kısmının toplamı) L cinsinden bulunuz. Suyun yoğunluğu ρ_0 , yay malzemesinin yoğunluğu $\rho = \frac{50}{17} \rho_0$ 'dır.

3. Kütleleri m_1 ve m_2 , yükleri q_1 ve q_2 olan iki noktasal parçacığın $t=0$ anında aralarındaki uzaklık, $x_2(t=0)-x_1(t=0)=L$ olarak verilmiştir. Başlangıçta parçacıklar hareketsiz durumdadırlar. Her hangi bir anda parçacıkların arasındaki uzaklığı $x_2(t)-x_1(t)=x(t)$ ile gösterelim ve $\Delta = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 G m_1 m_2}$ diye bir parametre tarif edelim. Burada G evrensel çekim sabiti, ϵ_0 ise boşluğun dielektrik sabitidir.



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

b) Δ 'nın fiziksel olarak anlamı nedir? Hareketi; Δ 'nın alabileceği değerlere bağlı olarak ve yüklerin aynı ya da ters işaretli olmasına göre irdeleyiniz.

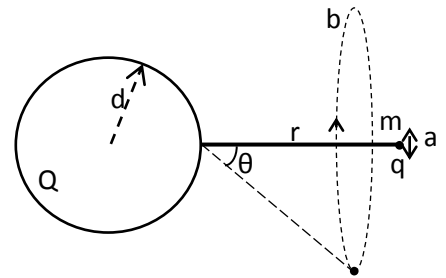
c) Eğer (a) şıkında bulduğunuz denklem t için çözümlerse, $x \leq L$ ve $\Delta < 1$ için kütleler arası uzaklık x olduğunda başlangıçtan beri geri geçen zaman için;

$$t = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L^3}{(1-\Delta)Gm_T}} \left[\sqrt{\frac{x}{L} \left(1 - \frac{x}{L}\right)} + \cos^{-1} \sqrt{\frac{x}{L}} \right] \quad \text{elde edilir.}$$

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

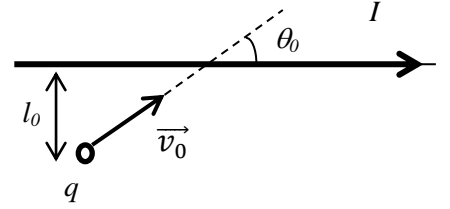
4. Homojen Q yüküne sahip d yarıçaplı yalıtkan bir küre yerçekimsiz ortamda hareket etmeyecek ve dönmeyecek şekilde sabitlenmiştir. Kütle m olan noktasal bir q yükü ise bu küreye yalıtkan, kütsüz, r uzunluğundaki bir ip ile bağlanmıştır.

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



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

5. Sabit bir I akımı geçen ince, sonsuz uzun doğrusal telin manyetik alanında bulunan m kütleli, $q > 0$ yüklü rölativistik olmayan bir parçacık $t = 0$ anında telden l_0 uzaklığında olup \vec{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.



a) Parçacığın hareket yörüngesini kabaca çiziniz.

b) Parçacık ile tel arasındaki mesafenin maksimum ve minimum değerlerini μ_0 , I , m , q , l_0 , v_0 ve θ_0 cinsinden bulunuz.

6. Homojen, m kütleli, k yay sabitine sahip, gerilmemiş uzunluğu D olan bir yay, çember olacak şekilde kıvrılmakta ve iki ucu birbirine bağlanmaktadır. Yayın kendi yarıçapı r 'dir ve $r \ll D$ 'dir.

a) Yayın, çember şeklini bozmadan titreşim hareketi yaptığı gözlenmektedir. Yani sadece çemberin çapının büyüklüğü değişmektedir. Bu titreşimlerin frekansını bulunuz.

b) Yay, direnci ihmal edilebilecek iletken bir maddeden yapılmıştır. Bu durumda yay, aynı zamanda ideal bir indüktanstır. Yaydaki toplam sarım sayısı N 'dir. Ve çemberin bulunduğu düzleme dik doğrultuda homojen bir B manyetik 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 sabitini(k') ; N , D , B , m ve fiziksel sabitler cinsinden belirleyiniz.

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

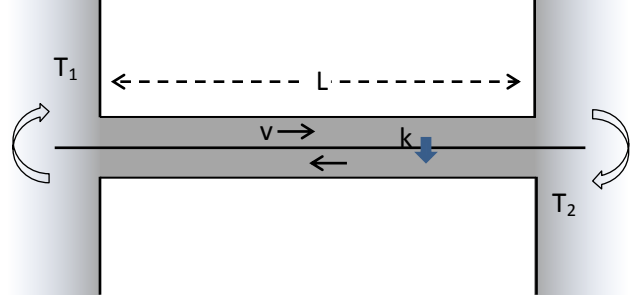
d) Yay direnci önemslenmeyecek bir maddeden değil de, toplam direnci R olan bir maddeden yapılmışsa (b) şıkkında bahsi geçen titreşimlerin frekansı ne olur?

7. 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 depoyla) 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(depo) 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 $\lambda = 2 kW/K$ 'dir. 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 kaçtır?

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

8. 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 bulunmaktadır. Akan sıvının birim hacimdeki ısı sığası c 'dir. Sıvı her iki ortamdan 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 verilmektedir. 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.