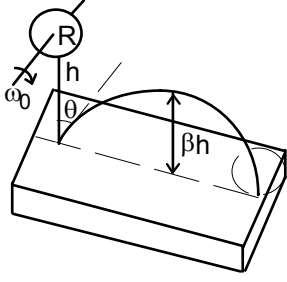


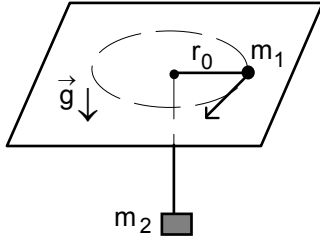
### ŞUBAT KAMPI SINAVI-2000-I. Grup



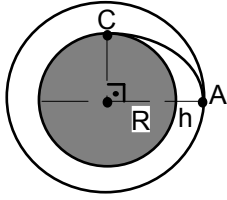
1. İçi dolu homojen R yarıçaplı bir top yatay bir eksen etrafında  $\omega_0$  açısal hızı ile döndürülüyor ve topun en alt noktası zeminden h yükseklikte iken serbest bırakılıyor. Top zeminden zıpladıktan sonra, eğik atış hareketi yapıyor ve topun en alt noktası  $\beta h$  ( $0 < \beta < 1$ ) yüksekliğe çıkıyor. Top ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı f ve yerçekimi ivmesi g olarak veriliyor. Hava direnci ihmal ediliyor. Topun yerle temas süresinin çok kısa ama sıfırdan farklı olduğu kabul edilebilir.

a) Topun zeminle tüm teması süresince kaydığını kabul edelim. Topun yukarıda konu edilen bu hareketi yapması için verilen açısal hız  $\omega_0$  en az ne olmalıdır? Top zeminden nasıl bir açı ile zıplamaktadır? Birinci temastan ikinci temasa kadar topun aldığı yatay yol nedir?

b) Topun temas süresi sona ermeden kaymanın bittiğini kabul edelim. Topun yukarıda konu edilen bu hareketi yapması için verilen açısal hız  $\omega_0$  en az ne olmalıdır? Top zeminden nasıl bir açı ile zıplamaktadır? Birinci temastan ikinci temasa kadar topun aldığı yatay yol nedir?



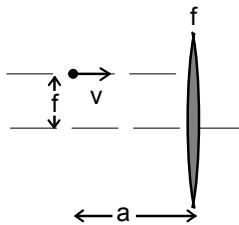
2. Yatay ve sürtünmesiz düzlemde bir ip sayesinde kütlesi  $m_1$  olan noktasal bir cisim yarıçapı  $r_0$  olan çember üzerinde düzgün dairesel hareket yapmaktadır. Bu  $m_1$  kütlesine düzlemdeki bir delikten geçen ip ile kütlesi  $m_2$  olan bir cisim tutturulmuştur. Bu sistemin yapacağı küçük titreşimlerin periyodu nedir?



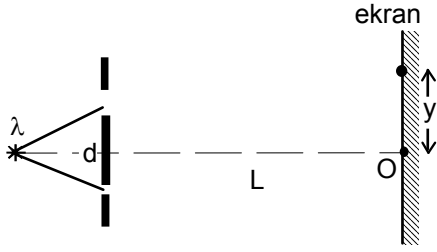
3. Kütlesi m bir uzay istasyonu ayın etrafında h yükseklikte çember şeklindeki bir yörünge üzerinde hareket etmektedir. Ay'a inmek için istasyonun motorlarından çok kısa bir süre için istasyona göre, yörüngeye dik ve dışa doğru u hızı ile yakıt fırlatılıyor. İstasyonun Ay'ın C noktasına inmesi için fırlatılan kütle ne kadar olmalıdır? Ayın kütlesi  $m_A$ , yarıçapı R ve evrensel çekim sabiti  $\gamma$  olarak veriliyor.

4. Kütlesi M olan bir diskin taban alanı S olup, disk eksenini boyunca gaz ortamında hareket etmektedir. Gazın molekül konsantrasyonu  $n_0$ , ortamın sıcaklığı T, gaz moleküllerinin kütlesi m olarak veriliyor. Diskin hızı ne kadar süre sonra yarıya düşer?

5. Silindirik simetrisine sahip, yüklü taneciklerden oluşan bir demet ele alalım. Silindirik şeklindeki, yüklü taneciklerden oluşan demetteki tanecikler v hızı ile hareket ettiklerinde onlara etki eden elektrik kuvvet, manyetik kuvvetten n kere büyüktür. Yüklü taneciklerin hızı nedir? Boşluğun manyetik geçirgenlik katsayısı  $\mu_0$ , boşluğun dielektrik geçirgenlik katsayısı  $\epsilon_0$  olarak veriliyor.



6. Optik ekseninden f kadar yukarıda bulunan noktasal bir cisim, odak uzaklığı f olan yakınsak bir merceğe doğru, merceğin optik eksenine paralel, sabit v hızı ile yaklaşmaktadır. Cisim mercekten belirli bir a uzaklığındaki noktadan geçtiği anda oluşan görüntünün hızının şiddeti v'ye eşit olmaktadır. Bu durumdaki a uzaklığını f cinsinden bulunuz.



7. Çift yarıkla yapılan girişim deneyinde tek renkli ışık kaynağının dalga boyu  $\lambda_1 = \lambda$ , yarıklar arası uzaklık  $d$  olup girişim deseni bir ekran üzerinde incelenmektedir. Yarıklardan biri diğerine göre daha geniştir. Ekranın merkezine geniş yarıktan gelen ışığın genliği, dar yarıktan gelenin üç katıdır.

a) Ekran üzerinde oluşan aydınlanmanın şiddeti  $J'$ 'yi, ekran merkezinden düşey yöndeki uzaklık  $y$ , ekran ile yarıklar arası

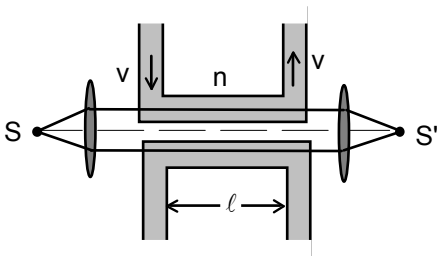
uzaklık  $L$ , ışığın dalga boyu  $\lambda$  ve yarıklar arası uzaklık  $d$ 'ye bağlı olarak dar yarıktan gelen ışığın ışık şiddeti  $J_0$  cinsinden ifade ediniz.

b) Ekran üzerindeki minimum ve maksimum aydınlanmanın olduğu noktaları bulunuz.

c)  $J$ - $y$  grafiğini maksimum ve minimumları belirterek çiziniz.

d) Gelen ışığa  $\lambda_2 = 2\lambda$  olacak şekilde (aynı şiddette) ikinci bir dalga boyu daha katılırsa, yukarıdaki grafiğin üzerinde  $J$ - $y$  grafiğini tekrar çiziniz.

e)  $\lambda_1 = 400$  nm,  $\lambda_2 = 800$  nm birlikte kullanıldığında (b) şıkkında bulduğunuz max ve min noktalarında gözlenecek renkleri ve aydınlanma şiddetlerini tartışınız.



8. Yatay uzunlukları  $\ell$  ve birbirine paralel olan iki boru içinde kırıcılık indisi  $n$  olan sıvı bulunmaktadır. Borulardan birisinde sıvı  $v$  hızı ile akmaktadır. Yakınsak bir merceğin odak noktasında bulunan ve dalga boyu  $\lambda$  olan monokromatik  $S$  ışık kaynağından çıkan ışınlar iki borudan geçerek ikinci bir yakınsak merceğin odak noktasında odaklanmaktadır. Üstteki boruda akan sıvının hangi minimum hızı için görüntüde yok edici girişim gözlenir?

9. Enerji ve momentum korunumu yasalarını kullanarak serbest bir elektronun foton soğurup soğuramayacağını tartışınız.

**ŞUBAT KAMPI SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2000-I. Grup**

1. II. Grubun birinci sorusunun çözümüne bakınız.

2. Ana yörünge için

$$\frac{m_1 v_0^2}{r_0} = m_2 g$$

yazabiliriz. Açısal momentumu korunumu yasası

$$m_1 v_0 r_0 = m_1 v r$$

olarak yazılabilir. Birinci cisim ana yörünge etrafında küçük titreşimler yapmaktadır. Bu durumda

$$m_1 \ddot{r} = \frac{m_1 v^2}{r} - T$$

$$m_2 \ddot{r} = T - m_2 g$$

yazabiliriz. Titreşimler küçük ise

$$r = r_0 + x$$

$$\ddot{r} = \ddot{x}$$

olur. Buradan

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \ddot{r} &= (m_1 + m_2) \ddot{x} = \frac{m_1 v^2}{r} - \frac{m_1 v_0^2}{r_0} = \frac{m_1 v_0^2 r_0^2}{r^3} - \frac{m_1 v_0^2}{r_0} = \\ &= \frac{m_1 v_0^2 r_0^2}{r_0^3 \left(1 + \frac{x}{r_0}\right)^3} - \frac{m_1 v_0^2}{r_0} = \frac{m_1 v_0^2}{r_0 \left(1 + \frac{3x}{r_0}\right)} - \frac{m_1 v_0^2}{r_0} = \frac{m_1 v_0^2 r_0^2}{r_0} \left(1 - \frac{3x}{r_0}\right) - \frac{m_1 v_0^2}{r_0} = -\frac{3m_1 v_0^2}{r_0^2} x \end{aligned}$$

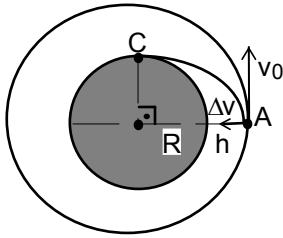
elde edilir. Titreşim denklemi

$$\ddot{x} + \frac{3m_1 v_0^2}{(m_1 + m_2) r_0^2} x = 0$$

olarak yazılabilir. Titreşim açısal frekansı ve titreşim periyodu için

$$\Omega = \sqrt{\frac{3m_1 v_0^2}{(m_1 + m_2) r_0^2}} ; T = \frac{2\pi r_0}{v_0} \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)}{3m_1}}$$

bulunur.



3. Uydunun A noktasındaki hız

$$\frac{\gamma m_A m}{(R+h)^2} = \frac{m v_0^2}{R+h} ; v_0 = \sqrt{\frac{\gamma m_A}{R+h}}$$

olarak bulunur. Uydü A noktasından C noktasına eliptik yörünge izleyerek gitmektedir. Bu durumda enerji ve açısal momentum korunumu yasaları geçerlidir. Bu noktadaki hız

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \Delta v^2}$$

olur. Açısal momentum korunumu yasası ise sadece teğetsel bileşenleri için geçerlidir.

$$-\frac{\gamma m_A m}{r_A} + \frac{m v_A^2}{2} = -\frac{\gamma m_A m}{r_C} + \frac{m v_C^2}{2}$$

$$r_A v_0 = r_C v_C ; r_A = R+h ; r_C = R ; v_C = v_0 \left(\frac{R+h}{R}\right) = v_0 \left(1 + \frac{h}{R}\right)$$

yazılabilir. Buradan

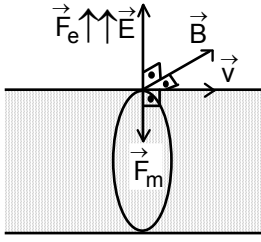
$$\Delta v = \sqrt{\frac{\gamma m_A h^2}{R^2 (R+h)}} = \frac{v_0 h}{R}$$

olarak bulunur. A noktasındaki momentum yasasını yazabiliriz. Buradan aranan kütle

$$(m - \Delta m) \Delta v = \Delta m u ; \Delta m_b = \frac{m \Delta v}{u + \Delta v} \approx \frac{m \Delta v}{u} = \frac{m v_0 h}{u R} = \frac{m h}{u R} \sqrt{\frac{\gamma m_A}{R+h}}$$

olarak bulunur.

4. II. Grubun dördüncü sorusunun çözümüne bakınız.



5. Yüklü taneciklerden oluşan her demette silindirik simetriye sahip olan elektrik alan oluşmaktadır. Silindirik simetrisi sonucu Gauss teoreminden elektrik alan

$$E_e = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}$$

olarak bulunur. Burada  $\rho$  yüklü tanecikleri elektrik yük yoğunluğudur. Yüklü bir taneciğe etki eden elektrik kuvvet

$$F_e = qE$$

Amper yasasından manyetik alan

$$B2\pi r = \mu_0 I = \mu_0 \rho v \pi r^2 ; B = \frac{\mu_0 v \rho r}{2}$$

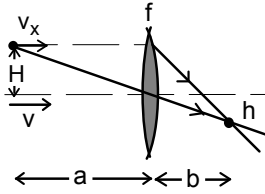
olarak bulunur. Bir yüke etki eden kuvvet

$$F_m = qvB$$

olarak yazılabilir. Yaratılan manyetik alan hıza dik, manyetik kuvvet ise elektrik kuvvete zıt olup silindirik eksenine dik olacaktır. İki kuvvet arasındaki orandan hız

$$\frac{F_m}{F_e} = \frac{1}{n} = \epsilon_0 \mu_0 v^2 = \frac{v^2}{c^2} ; v = \frac{c}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{n} \epsilon_0 \mu_0}$$

olarak bulunur.



6. Cisim mercekten a kadar uzakta iken görüntü mercekten b kadar uzaktadır. Cismin yüksekliği H, görüntünün yüksekliği h olsun. Görüntünün eksenine

boyunca hızı  $u_x = \frac{db}{dt}$  eksene dik olan hızı  $u_y = \frac{dh}{dt}$ , cismin hızı  $v = \frac{da}{dt}$  olsun.

Mercek formülünün türevini alırsak

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} ; -\frac{1}{a^2} \frac{da}{dt} - \frac{1}{b^2} \frac{db}{dt} = 0 ; \frac{v}{a^2} = -\frac{u_x}{b^2}$$

elde edebiliriz. Büyütme oranı formülünün türevini  $H=f$  için alırsak

$$k = \frac{b}{a} = \frac{h}{H} ; h = \frac{bH}{a} = \frac{bf}{a} ; \frac{dh}{dt} = \frac{f}{a} \frac{db}{dt} - \frac{bf}{a^2} \frac{da}{dt} ; u_y = f \left( \frac{u_x}{a} - \frac{bv}{a^2} \right)$$

elde edebiliriz. Mercek formülünden

$$b = \frac{af}{a-f}$$

ifadesini kullanarak

$$u_x = -\frac{vf^2}{(a-f)^2} ; u_y = -\frac{vf^2}{(a-f)^2} ; u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \frac{\sqrt{2} vf^2}{(a-f)^2}$$

yazabiliriz.  $u=v$  ise

$$\frac{\sqrt{2} f^2}{(a-f)^2} = 1 ; a = f(1 + \sqrt{2})$$

olarak bulunur.

7. II. Grubun ikinci sorusunun çözümüne bakınız.

8. II. Grubun altıncı sorusunun çözümüne bakınız.

9. İlk olarak klasik durumu irdeleyelim. Elektron serbest ise

$$\hbar\omega = \frac{m_0 v^2}{2}$$

yazabiliriz. Momentum korunumu yasası

$$\frac{\hbar\omega}{c} = m_0 v$$

olarak yazılabilir. İki denklemden çözüm

$$v(v-2c)=0; v_1=0; v_2=2c$$

olarak bulunur. Bu çözüm fiziksel olarak imkansızdır. Rölativistik durum için de irdeleyelim. Elektron serbest ise

$$W = \hbar\omega + m_0 c^2 = mc^2 = \gamma m_0 c^2; \hbar\omega = (\gamma - 1) m_0 c^2$$

yazabiliriz. Momentum korunumu yasası

$$\frac{\hbar\omega}{c} = mv = p = \frac{\sqrt{W^2 - m_0^2 c^4}}{c} = m_0 c \sqrt{\gamma^2 - 1}; \hbar\omega = \sqrt{\gamma^2 - 1} m_0 c^2$$

olarak yazılabilir. Bu iki denklemden

$$(\gamma - 1) = \sqrt{\gamma^2 - 1}$$

denklemini elde edilir. Bu denklemin çözümü de

$$\gamma = 1; v = 0$$

fiziksel olarak imkansızdır.