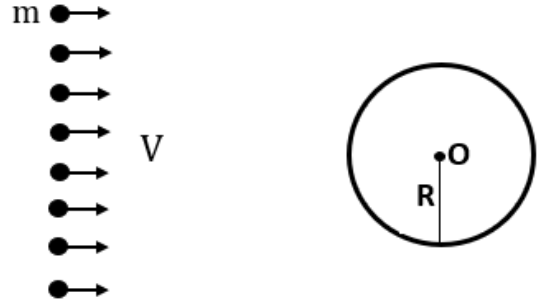


## Soru-1: Kesit Alanı (25 puan)

R yarıçaplı sert bir küre, merkezi tam O noktasına denk gelecek şekilde sabitlenmektedir. O noktası ise bir  $U(r)$  potansiyelinin(enerjisinin) başlangıç noktası olup O noktasından olan  $r$  yarıçapına bağlı olarak azalmakta ve sonsuzda potansiyel sıfır olmaktadır.

Parçacık konsantrasyonu  $n$  olan bir parçacık demeti küreye doğru ilerlemektedir. Demetteki tüm parçacıkların hızı birbirine paralel ve  $V$ 'dir. Her bir parçacığın kütlesi ise  $m$ 'dir.



Demetin belirli bir kesit alanı içerisinde kalan parçacıklar bu hareket sırasında küreye çarpmaktadır.

- Küreye çarpan kısmın kesit alanı nedir? Cevabınızı  $U(R)$ ,  $V$ ,  $R$  ve  $m$  cinsinden veriniz.
- Şimdi potansiyel ifadesini  $M$  kütleli küre ile  $m$  kütleli parçacık arasındaki potansiyel gibi düşünerek  $U(r) = -\gamma Mm/r$  alın. Kesit alanı içerisindeki parçacıklar sürekli olarak küreye çarpacak ve yapışacaktır. Bu çarpışmalarda kürenin yarıçapının değişmediğini kabul ediniz. Kürenin kütlesinin iki katına çıkması için gereken süre nedir?

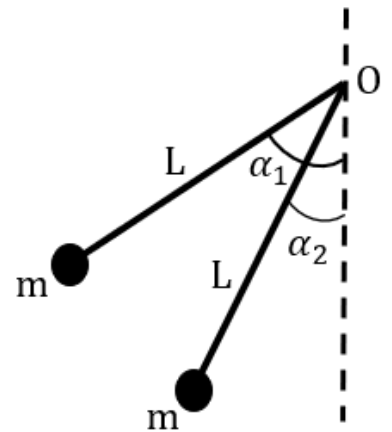
Şimdi de bu kürenin metalden yapıldığını ve en başta topraklanıp sonra sabitlendiğini düşünün. Kürenin demetin başladığı noktadan çok uzağa yerleştirildiğini, demetteki her bir parçacığın bir proton olduğunu, bu demetin  $R/3$  yarıçaplı olduğunu ve merkez ekseninin kürenin merkezinden geçtiğini kabul edin.

- Yeterince uzun bir süre sonra kürenin potansiyeli ne olur? Cevabınızı  $m$ ,  $e$  ve  $V$  cinsinden veriniz.
- Bu demetteki parçacıklar proton değil elektron olsaydı bir önceki şıkta bulduğunuz sonuç nasıl değişirdi?
- Bu proton demetinin yola çıktığı ilk anda demetin merkezinden  $R/4$  uzaktaki parçacığa etkileyen kuvveti bulunuz. Cevabınızı  $n$ ,  $R$ ,  $e$ ,  $\mu_0$ ,  $\epsilon_0$  ve  $V$  cinsinden veriniz.

## Soru-2: Titreşim (35 puan)

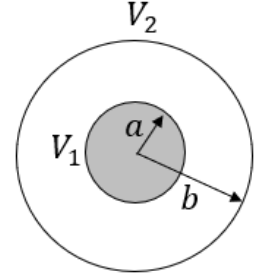
$L$  uzunluğunda sert ve kütlesiz çubukların ucuna bağlı iki  $m$  kütleli cisim düşey düzlemde serbestçe hareket edebilecek şekilde aynı O noktasına bağlanmıştır. Tüm sistem yer çekiminin etkisi altındadır. Aynı zamanda bu iki kütle arasında itici bir etkileşim potansiyel enerjisi vardır. Bu potansiyel  $V = -kx^2/2$  ile verilmekte olup burada  $k > 0$  bir sabit olup  $x$  ise kütleler arasındaki mesafedir. Not: Soruda  $mg \neq 2kL$  olduğunu varsayınız.

- $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  açılarında kütlelerin hareket denklemlerini yazınız.
- $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  açıları için tüm denge konumlarını(açıları) belirtiniz.
- Tüm denge konumlarının her biri için o konum etrafındaki küçük titreşim durumlarını inceleyerek bu denge konumlarının hangilerinin stabil hangilerinin stabil olmadığını belirtiniz.
- Stabil olan denge konumları etrafında yapılan küçük titreşimlerin periyodunu bulunuz.



### **Soru-3: Yüklü Küreler (15 puan)**

$a$  yarıçaplı içi dolu iletken bir kürenin dışına merkezleri çakışacak şekilde  $b$  yarıçaplı ince küresel iletken bir kabuk yerleştiriliyor. İçerdeki küre  $V_1$  dışarıdaki küresel kabuk ise  $V_2$  potansiyelinde tutuluyor.



- İç ve dış kürenin üzerindeki yük yoğunluklarını bulunuz.
- $r < a$ ,  $b > r > a$  ve  $r > b$  bölgelerindeki elektrik alan ve potansiyel ifadelerini bulunuz.
- Küreler arasında depolanan enerjiyi bulunuz.
- Dış küreye etkiyen toplam basıncı bulunuz.

### **Soru-4: Pistonlu Kap (15 puan)**

$2L$  uzunluğunda  $A$  taban alanına sahip düzgün bir silindirik kap tabanı yatay düzlemde olacak şekilde dik durmaktadır. İki ucu kapalı olan bu ısıca izole edilmiş silindirin içerisinde tabandan  $L$  kadar yukarıda  $M$  kütleli bir ısı geçirmez piston durmaktadır. Yer çekimi etkisi altında hareket edebilen bu piston silindiri tam ortasından bölmekte olup en başta sabit tutulmaktadır. Pistonun alt ve üst tarafında  $P_0$  basıncında  $T_0$  sıcaklığında iki atomlu tek mol gaz bulunmaktadır.

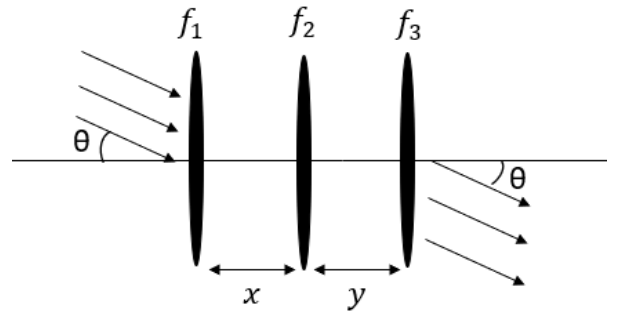
- Piston serbest bırakıldıktan  $t$  süre sonra pistonun konumunu zamana bağlı olarak bulunuz. Pistonun hareket miktarının silindirin boyuna kıyasla çok küçük olduğunu varsayınız.
- Pistonun bu hareket sırasında ulaşacağı maksimum hız nedir?

Şimdi de ilk anda pistonu serbest bırakmadan hemen önce üst bölmenin tamamen boşaltıldığını varsayınız. Sadece alt bölmede  $P_0$  basıncında  $T_0$  sıcaklığından gaz varken piston serbest bırakılmaktadır. Pistonun sürtünmesizce hareket ettiğini kabul ediniz.

- Pistonun bu hareket sırasında ulaşacağı maksimum hız nedir?

### **Soru-5: Üçlü Mercek Sistemi (10 puan)**

Optik eksenleri çakışık olan üç ince kenarlı merceğin odak uzaklıkları şekilde gösterildiği gibi sırasıyla  $f_1, f_2$  ve  $f_3$  'tür. İlk merceğin solundan gelen paralel ışın demeti optik eksen ile çok küçük bir  $\theta$  açısı yapmaktadır. 1 ve 2 nolu merceğin arasındaki mesafe  $x$ , 2 ve 3 nolu merceğin arasındaki mesafe ise  $y$ 'dir. Soldan gelen ışık demeti 3 nolu merceğin sağ tarafından yine paralel ve optik eksenle  $\theta$  açı yapacak şekilde çıktığına göre  $x$  ve  $y$  uzunluklarını  $f_1, f_2$  ve  $f_3$  cinsinden bulunuz.



Not:  $x + y \geq f_1 + 4f_2 + f_3$  olduğunu dikkate alınız.