



TÜBİTAK

**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİM İNSANI DESTEK PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI**

**XXIV. ULUSAL BİLİM OLİMPİYATLARI
FİZİK-İKİNCİ AŞAMA SINAVI**

09 Ocak 2022 Pazar, 09:30-13:30

ADAYIN ADI SOYADI :
T.C. KİMLİK NO :
OKULU / SINIFI :

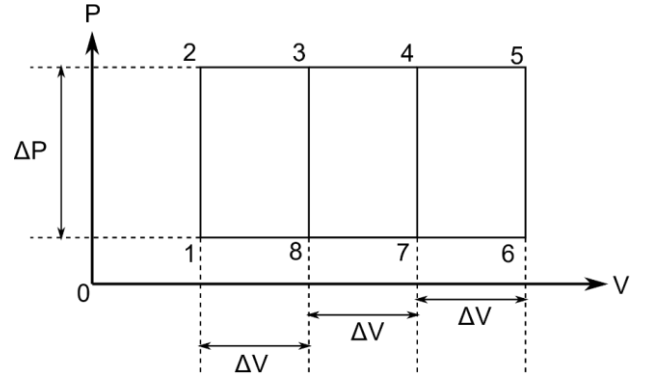
SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- Sorular zorluk sırasında DEĞİLDİR. Dolayısıyla yanıtlamaya geçmeden önce bütün soruları gözden geçirmeniz önerilir.
- Sınav süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler istemeleri yasaktır.
- Bu sınavda sorulan soruların üçüncü kişiler tarafından kullanılması sonucunda doğacak olan hukuki sorunlardan TÜBİTAK ve Olimpiyat Komitesi sorumlu tutulamaz. Olimpiyat Komitesi, bu tip durumlarda sorular ile ilgili görüş bildirmek zorunda değildir.
- Sınav sırasında kopya çeken, çekmeye teşebbüs eden ve kopya verenlerin kimlikleri sınav tutanağına yazılacak ve bu kişilerin sınavları geçersiz sayılacaktır. Görevliler kopya çekmeye veya vermeye kalkışanları uyararak zorunda değildir, sorumluluk size aittir.
- Sınav başladıktan sonraki ilk yarım saat içinde sınav salonundan ayrılmak yasaktır.
- Sınav süresince resimli bir kimlik belgesini masanızın üzerinde bulundurunuz.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kağıdınızı ve soru kitapçığınızı istenilen sıralama ile görevlilere teslim etmeyi unutmayınız.
- SINAVDA SADECE **MAVİ TÜKENMEZ KALEM** KULLANINIZ.
- Çözüm kâğıtlarınızda okunmasını istemediğiniz kısımları kutucuk içerisine alıp, üzerine çarpı (x) işareti çiziniz.
- Okunmasını istemediğiniz kâğıtlarının üzerine sayfayı kaplayacak şekilde çarpı (x) işareti çiziniz.
- Çözüm kâğıtlarının sadece ön yüzünü kullanınız ve üst kısımdaki gerekli bilgileri muhakkak doldurunuz. Sayfa no kısmını doldururken; çözmekte olduğunuz sorunun kaçınıcı sayfasında olduğunuz / o sorunun toplam sayfa sayısı şeklinde doldurunuz. Örneğin 2.soruyu çözerken soru no kısmına 2 yazılacak, eğer soru toplam 3 sayfada çözülmüşse kâğıtların sayfa no kısımları 1/3, 2/3 ve 3/3 şeklinde doldurulmuş olması gerekir.
- Çözüm yazmadığınız sorular için boş bir sayfaya soru no yazılıp “Soru Çözülmemiştir” notu düşününüz.

Başarılar Dileriz.

SORU 1: Çevrim (15 puan)

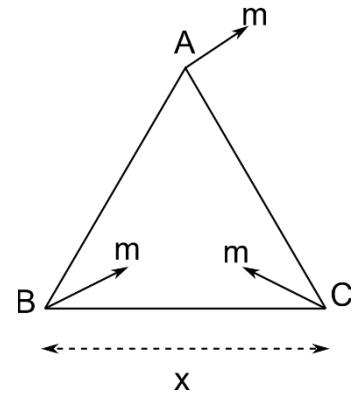
Tek atomlu bir mol ideal gaz ile şekildeki P-V diyagramında 3 farklı proses gerçekleşmektedir. 1-2-3-8-1 kapalı prosesinin verimi η olmaktadır. 8-3-4-7-8 kapalı olan prosesin verimi ise $\eta/2$ olmakta ise 7-4-5-6-7 şeklindeki prosesin verimi kaç η olur?

**Soru-2: Üçlü Mercek Sistemi (18 puan)**

Odak uzaklığı f olan üç eş yakınsak mercek, aynı optik eksen üzerine dizilmektedir. Bu mercekleri, 1 ve 2 nolu mercek arasındaki mesafe D , ve 2 ve 3 nolu mercek arasındaki mesafe d olacak şekilde yerleştirilerek bir optik sistem oluşturuyoruz. Bu optik sistemle, bir cismin görüntüsünü, cisimden H mesafe uzaktaki bir ekranda görebiliyoruz. Optik sistemi optik eksen boyunca ileri geri hareket ettirirken ekrandaki görüntünün net/keskin kaldığını gözlemliyoruz. Bu olayı mümkün kılan olası D ve d değerleri kaç f 'tir?

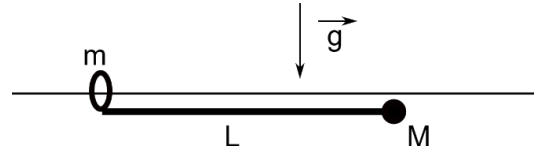
Soru-3: Titreşen Dipol (12 puan)

Eş kenar bir üçgenin üç köşesine yerleştirilen 3 adet manyetik dipol birbirlerinden x kadar uzaktadır. B ve C köşelerindeki dipoller üçgenin merkezinden geçen açıortay doğrultusunda yönlendirilmiş olup, dipoller sabitlenmiştir. A köşesindeki dipol ise serbestçe dönebilecek şekilde ayarlanmıştır. A köşesindeki dipolün denge açısını ve bu açı etrafındaki küçük titreşimlerin periyodunuz bulunuz. Tüm dipollerin dipol momenti büyüklükleri aynı ve m 'dir.



Soru-4: Kayar Çubuk (18 puan)

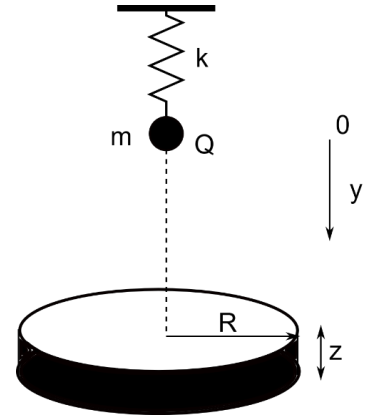
Yatay konumda sabit duran uzun ince bir borunun üzerine m kütleli bir halka yerleştirilmiştir. Bu halkanın ucuna ise kütlesi ihmal edilen L uzunluğunda bir çubuk bağlanmış olup bu çubuğun ucunda ise M kütleli noktasal bir cisim vardır. Halka ince boru üzerinde sürtünmesizce hareket edebilmektedir. $t=0$ anında çubuk yatay konumdan serbest bırakılmaktadır. Çubuğun yatay ile yaptığı açı $\theta = 45^\circ$ olduğu anda çubuktaki gerilme kuvveti ne olur?

**Soru-5: Titreşen Yük (15 puan)**

Dikey düzlemde bulunan noktasal bir top, k yay sabitli bir yayın ucuna bağlanmıştır. Sürtünmesizce ve serbestçe hareket edebilen m kütleli bu top gravitasyonel bir etki altında değildir.

Topun denge konumundan h_0 uzaklığa R yarıçaplı ve z kalınlığına sahip bir iletken disk yerleştirilmektedir. Burada $R \ll h_0$ ve $z \ll R$ olmaktadır. Diskin merkezinden geçen eksen yay-top doğrultusu ile çakışmaktadır.

Topa daha sonra bir Q yükü veriliyor. Topun eksen boyunca olan hareketini tanımlamak için topun yüksüz olduğu durumdaki denge konumunu orijin kabul eden bir koordinat sistemi tanımlıyoruz ve topa diski birleştiren yönü, y -yönü olarak kabul ediyoruz.



- Diskin merkezinden h ($R \ll h$) uzaklıktaki Q yüklü sabit bir topa etki eden kuvveti bulunuz.
- Bu topun yüklendikten sonraki denge konumu (y_0) etrafında yaptığı titreşim hareketinin periyodunu bulunuz.

Soru-6: Katı Çarpışmalarında Saçılma Kesiti (22 puan)

Katılarda çarpışma denilince genelde iki, bazen üç veya dört olmak üzere etkileşimli cisimlerin çarpışmaları göz önünde bulundurulmaktadır. Fakat Büyük Hadron Çarpıştırıcısı da dâhil olmak üzere hızlandırıcılarla ilgili gerçek deneylerde, çok sayıda parçacıktan oluşan bütün bir parçacık demeti, bir hedefle veya benzeri bir parçacık demetiyle çarpışır. Etkileşen parçacıklar farklı açılarda uçarlar, başka bir deyişle saçılırlar. Deneyde ölçülen değer, parçacık sayısının sapma açlarına (saçılma) göre dağılımıdır. Bu dağılım Saçılma Kesiti olarak adlandırılır.

Bu problemde, basit bir etkileşim durumunda katıların esnek bir çarpışması için saçılma kesitini hesaplamanızı isteyeceğiz. Tüm soruda gravitasyonel etkileri ihmal edebilirsiniz.

Part A. Düz Yüzeyde Esnek Çarpışma

Bir parçacık, normal ile θ açısı yapacak şekilde pürüzsüz, sürtünmesiz, elastik, düz, sabit bir yüzeye düşüyor. Burada ve daha sonraki elastik yüzeyli sorularda, çarpışma durumunda mekanik enerji kaybının olmadığını varsayacağız.

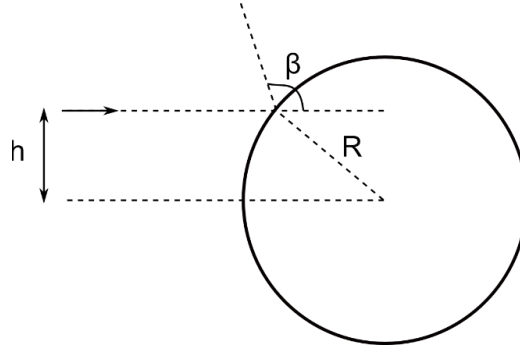
A.1. Parçacığın ilk uçuş yönü (gelme yönü) ile yansımadan sonraki uçuş yönü arasındaki açıyı, yani sapma açısını hesaplayınız.

Part B. Sabit Küre ile Çarpışma

Pürüzsüz, elastik bir yüzeye sahip, sabit duran, R yarıçaplı bir küre vardır. Kürenin merkezine doğru yönlendirilmiş, hızları paralel olan çok küçük parçacıklardan oluşan seyrek, homojen ve büyük bir silindir şeklindeki parçacık demeti bu topun üzerine düşmektedir. Silindir şeklindeki parçacık demetinin merkezi, kürenin merkezi ile aynı doğrultudadır. Parçacık akış yoğunluğu, yani birim zamanda demetin birim kesitinden geçen parçacıkların sayısı J 'ye eşittir.

Demeteki parçacıkların küre ile çarpışması sonucu farklı parçacıklar farklı açılarda dağılacaktır. Demetin yeterince seyrek olduğunu ve küreden ayrıldıktan sonra parçacıkların birbirleriyle çarpışmalarının neredeyse imkânsız olduğunu varsayınız.

Küreye çarpan her bir parçacık için hedef mesafe (nişan alma mesafesi) h değeri, hızının doğrultusu ile kürenin merkezi arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır.



Şekil-1

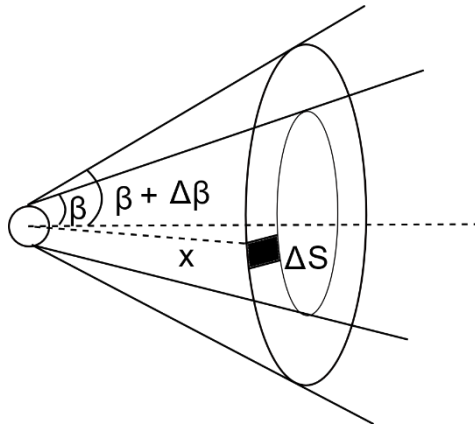
B.1. Nişan alma mesafesi h olan bir parçacık için küre üzerindeki saçılma açısı β 'yı bulunuz. h mesafesinin olası değerleri için β 'nın alabileceği olası değerleri bulunuz.

Genel olarak bakarsak, bir çarpışmadan sonra bir parçacığın tam olarak önceden belirlenmiş bir açıya sapma olasılığı neredeyse sıfırdır. Bu nedenle, genellikle belirli bir açı aralığında saçılan parçacıkların sayısından bahsedebiliriz.

B.2. Birim zamanda, β ile $\beta + \Delta\beta$ arasındaki küçük aralıkta bir açıyla saçılan parçacıkların sayısını (ΔN_β) ifade ediniz. Burada $\Delta\beta \ll \beta$.

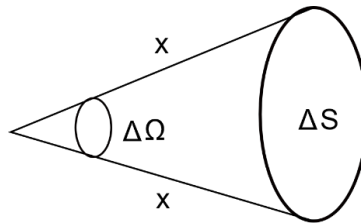
Elde edilen değer, etkileşimden sonra belirli bir açıya saçılıp gidecek olan topun üzerindeki akı olayından kaynaklanan parçacıkların sayısını gösterir. Bununla birlikte, bu ΔN_β sayısı, çarpışmadan sonra sapan ve β açısında sağ, sol, yukarı ve aşağı sapan tüm parçacıkları hesaba katar. Ve genellikle bu parçacıklar tepe noktası topun merkezinde (yaklaşık olarak) olan bir koni boyunca uçan bir halka şeklindedir. Deneylerde bu parçacıkları saymak için kullanılan dedektörler normalde bir halka şeklinde değildir, difüzörden (topun merkezi) belirli bir mesafede, farklı β açılarında yerleştirilmiş küçük bir alana (şekilde "D") sahip bir cihazdır.

B.3. Birim zamanda, β açısındaki saçılma yönünde olan ve topun merkezinden x ($x \gg R$) uzakta bulunan küçük bir ΔS alanına sahip bir detektöre düşen parçacık sayısını (ΔN_S) bulunuz.



Şekil-2

Dedektörü toptan uzaklaştırırsanız, parçacıklar mesafe ile birbirinden uzaklaştığı için dedektörün üzerine düşen parçacık sayısının azalacağı barizdir. Bu yüzden aynı sayıda parçacığı tespit etmek için dedektörün alanı arttırılmalıdır. Aynı sayıda parçacığı kaydetmek için $\Delta S/x^2$ değerinin korunması gerektiği açıktır. Parçacıkların saçılma akışının uzayda bir $\Delta\Omega = \Delta S/x^2$ katı açığı "kestiği" söylenir. Bu katı açı 3 boyutlu olarak tanımlanan bir açıdır.



Şekil-3

Bu katı açı içinde saçılan parçacıkların sayısı sabit kalacaktır. Bu nedenle teorik hesaplamalarda, deneyde kullanılacak dedektörün boyutlarının dikkate alınmaması için sonuçlar doğal olarak katı açı üzerinden ifade edilir.

Bu fiziksel olayı biraz daha ileri bir seviyeye götürmek adına olay akışındaki parçacık sayısı arttıkça birim zamanda sapan parçacık sayısının açıkça artacağı gerçeğinin farkına varılmalıdır. Formüllerde sadece saçılma sürecini yansıtmak için, saçılan parçacıkların mutlak değil, görelî sayısına bakılması daha anlamlı olacaktır. Bu yüzden de elde edilen ΔN sayısı, gelen parçacıkların J akı yoğunluğuna bölünmelidir. Böylece, diferansiyel saçılma kesiti adı verilen bir büyüklük elde edilir: $\Delta\sigma = \frac{\Delta N}{J}$

B.4. Küreden ayrılan parçacıkların β sapma açısına bağılı olarak birim katı açı $\Delta\Omega$ başına diferansiyel saçılma kesiti $\Delta\sigma$ için bir ifade elde edin. Sonucu niteliksel olarak açıklayın.

B.5. Toplam (genişletilmiş) katı açısının 4π 'ye eşit olduğunu dikkate alarak, B.4'te elde edilen sonucu tüm olası β açılarında toplayın. Sonucu yorumlayın.