



TÜBİTAK

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

**32. ULUSAL BİLİM OLİMPİYATLARI
FİZİK İKİNCİ AŞAMA SINAVI**

20 Aralık 2024 Cuma, 09:30-13:30

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

SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- Sınav süresi 4 saattir (240 dakika).
- 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 sınava giriş belgenizi ve resimli bir kimlik belgesini masanızın üzerinde bulundurunuz.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kağıdınızı ve soru kitapçığını 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.

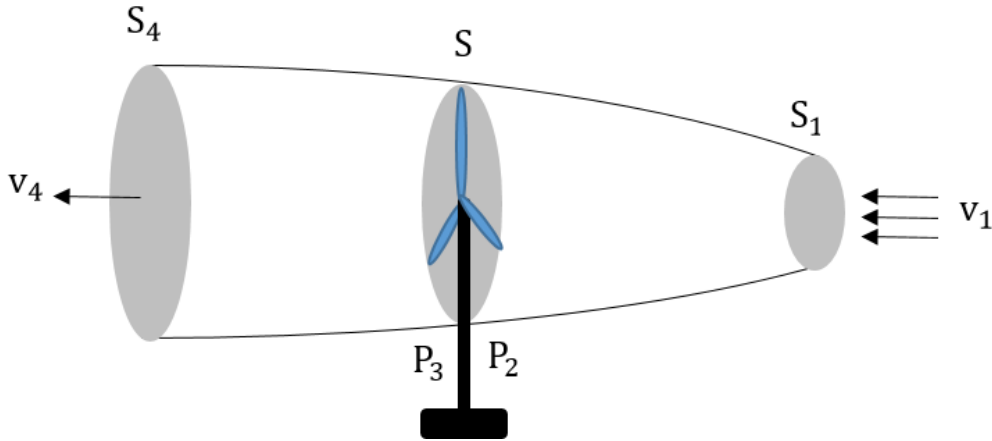
Başarılar Dileriz.

SORU 1: Rüzgâr Türbininin Verimi (15 Puan)

Bu soruda sabit bir rüzgârdan bir makine yardımı ile toplanabilecek en verimli kinetik enerjinin ne olabileceğine dair ifadeler türeteceksiniz.

Makineyi (rüzgâr türbini), diske dik bir hava akımına karşı duran S alanlı bir disk olarak modelliyoruz. Hava akışı sabit ve sıkıştırılmazdır, her yerde sabit ρ yoğunluğu vardır ve akış çizgileri diskin simetri eksenini etrafında azimutal olarak simetriklerdir. Aynı zamanda hava akışı lamine akış dediğimiz yani akışkanın katmanlarının birbirine karışmadan düzgün ve paralel bir şekilde hareket ettiği bir akıştır. Bu akış tipinde, her katman sabit bir yol izler ve komşu katmanlarla karışmaz.

Aşağıdaki şekil, diskin çevresini içeren hava akış tüpünü göstermektedir. Rüzgârın uzak baş kısmında, akış tüpünün kesit alanı $S_1 < S$ 'dir, rüzgâr hızı v_1 'dir ve hava basıncı P_0 'dir. Türbinin hemen önünde (2 nolu konum), rüzgâr hızı $v_2 = (1 - n)v_1$ 'e düşmektedir, burada $0 < n < 1$, makineyi (türbini) karakterize eden bir parametredir. Makinenin hemen arkasında (3 numaralı konum) rüzgâr hızı v_3 'tür ve basıncı P_3 'e düşmüştür. Makine çalışırken, $P_2 > P_3 > P_0$ şeklindedir. Akış tüpünün son kısmında kesit alanı $S_4 > S$ 'dir, burada rüzgâr hızı daha da yavaşlar ve v_4 'e düşer. Buradaki basınç ortam basıncına P_0 geri dönmüştür. Yukarıda tanımlanan niceliklerin bir kısmı birbirine bağlıdır. Özellikle, b şıkında göstereceğiniz gibi, makinenin gücü n 'ye bağlıdır.



- v_4/v_1 oranını bulunuz.
- Disk(türbinin) P gücünü n, S, v_1 ve ρ cinsinden hesaplayınız.
- Türbinin verimliliğini P/P_0 hesaplayınız, burada P_0 , türbin mevcut olmasaydı S alanından geçen havanın kinetik enerjisiyle orantılıdır.
- Maksimum verimliliği bulunuz.

SORU 2: Eliptik Yörünge Denklemi (15 Puan)

m kütleli bir cisim M kütleli başka bir cismin etrafında genel çekim kuvveti altında yörüngede dolanmaktadır. Yörünge eliptik olup m kütleli cisim başlangıç ($t=0$) anında $\theta = 0$ 'da ve minimum mesafede bulunmaktadır. Burada θ , m kütleli cismin yörüngedeki açısal konumudur. Eliptik yörüngenin büyük eksen yarıçapı a olup küçük eksen yarıçapı ise b'dir. Bu soruda $m \ll M$ almayınız, sistemin kütle merkezi çerçevesinde hareketini düşününüz.

a) m kütleli cismin M kütlelerinden minimum ve maksimum uzaklıkta olduğu anlardaki uzaklıklarını a ve b cinsinden bulunuz.

b) Cismin yörüngesinin denklemi aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$r = \frac{1}{\rho + \varepsilon \cdot \cos(\theta - \theta_0)}$$

Yukarıda verilen formüldeki ρ , ε ve θ_0 değerlerini G, m, M, toplam açısal momentum L ve toplam enerji E cinsinden ifade ediniz.

c) Yörüngenin eliptik veya dairesel olması için E'nin hangi şartları sağlaması gerektiğini bulunuz.

SORU 3: Halka Üstünde Titreşim (15 Puan)

Merkezi x-y-z koordinat sisteminin tam orijininde olacak ve kendisi x-y düzlemi boyunca uzanacak şekilde yerleştirilen R yarıçaplı çok ince bir halkanın kütlesi M'dir. Halkanın merkezinden geçen z ekseninde bulunan m kütleli noktasal bir cismin halka merkezinden uzaklığı ise z'dir.

a) m kütleli cisme etki eden kuvveti bulunuz.

b) Önceki şıkta bulduğunuz kuvvetin büyüklüğünün maksimum değeri nedir?

c) $z \rightarrow \infty$ iken $V \rightarrow 0$ varsayarak, m kütleli parçacığın potansiyel enerjisini z'nin bir fonksiyonu olarak bulunuz.

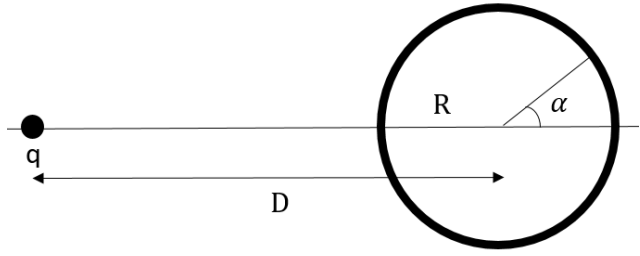
d) $z \ll R$ olduğu durumda cismin basit harmonik hareket yapacağını gösteriniz ve bu küçük titreşimlerin periyodunu bulunuz.

SORU 4: Görüntü Yükler (20 Puan)

Pozitif ve noktasal bir $+q$ elektrik yükü, nötr olan R yarıçaplı bir iletken küreden D uzaklığa yerleştirilmiştir ($R \ll D$).

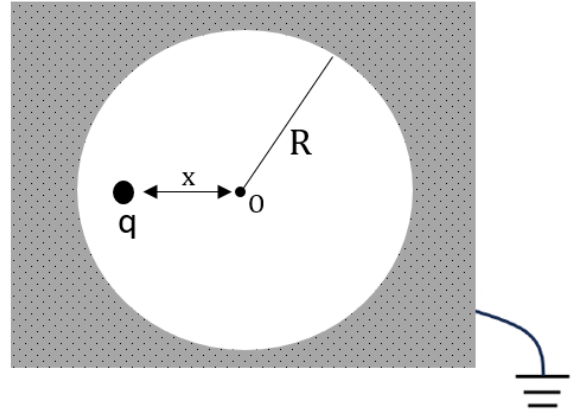
a) Kürenin indüklenen dipol momentini hesaplayınız.

b) Kürenin üzerinde indüklenen yüzey yük yoğunluğunu α açısının fonksiyonu olarak bulunuz.



c) Küreye etkiyen kuvveti bulunuz.

Şimdi m kütleli bu $+q$ yükünü bu sefer, topraklanmış sonsuz büyüklükteki bir iletkenin içerisine oyulmuş R yarıçaplı bir kürenin iç kısmına yerleştiriyoruz. Noktasal yük kürenin merkezinden x kadar uzaklıktadır. Bu soruda yer çekimini ihmal ediniz.



d) q yüküne etki eden kuvveti bulunuz.

e) Şimdi de q yükünü kürenin merkezine yerleştirip sonrasında serbest bırakıyoruz. q yükü $R/4$ kadar ilerlediğinde hızı ne olur?

SORU 5: İççe Küreler (15 Puan)

Yarıçapları R ve $2R$ olan ve sırasıyla V_0 ve $2V_0$ potansiyellerinde (sonsuzla göre) tutulan iki eşmerkezli iletken iççe geçmiş küresel kabuk düşünün. Küresel kabukların kalınlıkları ihmal edilebilir.

a) Kabuklardaki yükleri hesaplayınız.

b) Daha sonra iki kabuk bir iletken tel ile birbirine bağlanmaktadır. Kabuklardaki yeni yükleri hesaplayınız.

c) Şimdi V_0 ve $2V_0$ 'da tutulan iki kabuğun aralarında tel olmadığı ilk baştaki orijinal konfigürasyonuna geri dönelim. Kabuklardaki yükleri sabit tutarak, kabuklar arasındaki boşluğa bağlı geçirgenliği merkezden r uzaklığına göre $\epsilon(r) = \frac{2R}{r}$ olarak değişen bir dielektrik ile doldurulmaktadır. Yeni durumda R ve $2R$ 'deki potansiyelleri hesaplayınız.

SORU 6: Gazların Enerji Seviyeleri (10 Puan)

Gazlardan oluşan bir sistemde üç farklı enerji seviyesinde gazlar mevcuttur. $E_1 = 0$, $E_2 = 10E$ ve $E_3 = 100E$ enerjilerine sahip parçacıkların sayılarının toplamı N 'dir. $N \gg 1$ 'dir. Her bir enerjiye seviyesine sahip olan parçacıkların sayısı klasik Boltzman dağılımı ile değişmekte olup bir diğer tabirle direkt $e^{-E'/kT}$ ile orantılıdır.

- E_1 , E_2 ve E_3 seviyelerine sahip ortalama parçacık sayılarını N, E, k ve T cinsinden bulunuz.
- T sıcaklığındaki ortalama enerji miktarını bulunuz.
- Sıcaklığın yeterince düşük olduğu durumlarda gaz popülasyonu sanki sadece E_1 ve E_2 enerjisine sahip parçacıklardan oluşmakta gibidir. Bunu sağlayan kritik sıcaklık değerini E, k ve N cinsinden bulunuz.

SORU 7: Sıkıştırılan Gaz (10 Puan)

İçinde tek atomlu gaz bulunan bir silindirin açık olan ucu piston ile kapatılmıştır. Sürtünmesiz ve serbestçe hareket edebilen bu pistonun altında kalan gazın basıncı P_0 , hacmi V_0 ve sıcaklığı ise dış ortamla aynıdır. Piston hareket ettirilerek gaz sıkıştırılıyor ve altında kalan gazın hacmi V_0/n olunca piston duruyor. Bu olay iki farklı şekilde gerçekleştiriliyor. Bu iki durum için de işlem sırasında sistemin çevreye aktardığı ısı miktarını ayrı ayrı bulunuz. Cevaplarınızı P_0, V_0 ve n cinsinden veriniz.

- Piston yavaşça hareket ettiriliyor (kuasi-statik) ve böylece herhangi bir anda sistem kendi çevresiyle termodinamik denge durumundadır.
- Piston o kadar hızlı hareket ettirilmektedir ki sistemin içindeki gaz herhangi bir anda termal dengede kaldığı varsayılmaktadır ama sistem ile etrafı arasındaki ısı alışverişi ihmal edilmektedir. İşlem tamamlandıktan sonra kabın içerisindeki gazın sıcaklığı zamanla çevre sıcaklığı ile dengeye gelmektedir.