



TÜBİTAK

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

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

02 Mart 2021 Salı, 10:00-14:00

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

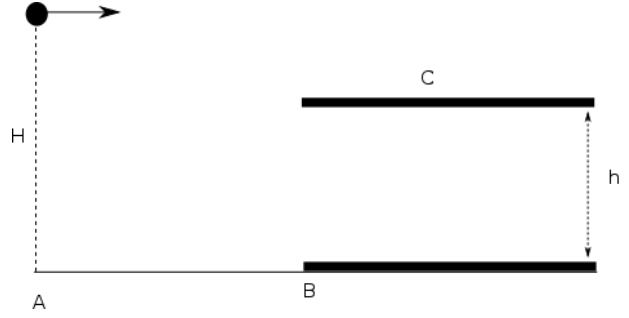
SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- 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 sınava giriş belgenizi ve 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: Zıplayan Top (12 Puan)

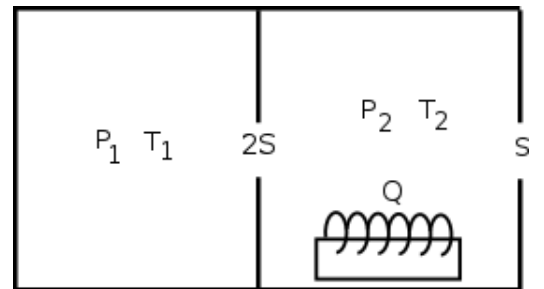
Kütlesi m yarıçapı R olan içi dolu küresel bir top H yüksekliğinden yatay olarak şekildeki gibi v_0 hızı ile $+x$ yönünde fırlatılıyor. Tavanı ve tabanı paralel ve yüksekliği $h = 0.75 H$ olan bir tünelin giriş noktasındaki B noktasına çarpıyor. Yerçekimi ivmesi düşeyde aşağı doğru ve g büyüklüğündedir. Topun fırlatıldığında dönmediğini ve yarıçapının H yüksekliğine göre çok küçük olduğunu kabul edersek ediniz. Top tünelin tabanı ile tamamen esnek bir çarpışma yapıyor. Top ile taban arasında çarpışma esnasında topun kaymasını engelleyecek büyüklükte sürtünme vardır.



- Sistemin mekanik enerjisinin korunup korunmadığını açıklayınız.
- B noktasındaki çarpışmadan hemen sonra topun hızının x ve y bileşenini ve açısal hızını hesaplayınız.
- Top B noktasından sonra C noktasında tavan ile tamamen elastik bir çarpışma yapıyor. Çarpışma esnasında top kaymıyor. C noktasının yatayda A noktasına olan uzaklığının AB mesafesine oranını bulunuz.
- C noktasındaki çarpışmadan hemen sonra topun hızının x bileşenini ve açısal hızını hesaplayınız.
- Üçüncü çarpışmanın A noktasına olan uzaklığını bulunuz.

SORU 2: Termal Denge (14 Puan)

İki eşit bölmeye ayrılmış ısıya yalıtılmış bir kap, sıcaklığı T_0 basıncı P_0 olan çok büyük bir ortamın içinde bulunmaktadır. Sağ bölmede ise gücü Q olan bir ısıtıcı bulunmaktadır. Sistemdeki ısı alışverişleri şekilde gösterilen S ve 2S alanlı iki delikten kütleleri m olan gaz taneciklerinin geçişleriyle sağlanmaktadır. Tüm sistem denge durumundayken bölmelerdeki sıcaklık ve basınç değerleri P_1, P_2, T_1 ve T_2 'yi soruda verilenler cinsinden bulunuz. 2S alanlı deliğin alanı S olsaydı cevabınız nasıl değişirdi açıklayınız.



SORU 3: Elastisite (20 Puan)

Elastik ve kütlesi ihmal edilebilir bir kablo yerçekimi ivmesinin büyüklüğünün g olduğu bir ortamda düşey olarak asılmaktadır. Kablonun kesit alanı A_0 , uzunluğu L_0 ve elastisite modülü E 'dir. Young modülü de denilen elastisite modülü aşağıdaki şekilde verilmektedir:

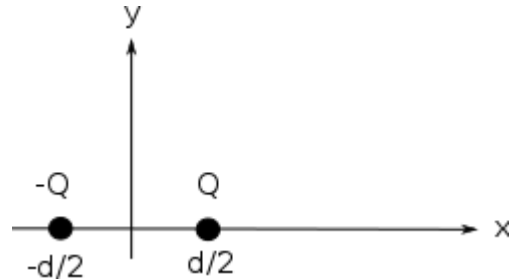
$$E = FL_0/A\Delta L$$

Kablonun küçük uzamalar (bağlı uzamasının $\varepsilon = \Delta L/L_0 < 0.01$ olduğu durumlar) için Hooke yasasına uyduğunu kabul ediniz.

- Poisson oranı μ bilindiğine göre kablonun hacmindeki değişimi A_0 , L_0 , ε ve μ cinsinden bulunuz. Poisson oranı μ , kablonun yarıçapındaki bağlı değişimin uzama miktarındaki bağlı değişime oranı olarak bilinmektedir.
- Kablonun ucuna m kütlesi asılıyor. ($m < EA_0/4\mu g$) Kütle durgun halden serbest bırakıldığında kablo deforme olmuyor. Denge durumundayken yarıçapın değişimini ihmal ediniz. Oluşan küçük salınımların periyodunu bulunuz.
- Bu salınımlar sırasında kablonun sahip olacağı en büyük hacim nedir?
- Ucunda kütle bulunan kablo yatay pozisyondayken serbest bırakılıyor (düşey ile 90° yapacak şekilde). Kablonun bu hareket boyunca deforme olmadığını kabul ediniz. Salınımları sırasında düşeyden geçtiği sıradaki uzama miktarı, statik olarak asıldığı anda sahip olduğu uzama miktarının yaklaşık kaç katıdır?

SORU 4: Elektrik Dipol (16 Puan)

Bir elektrik dipol şekilde görüldüğü gibi $+Q$ ve $-Q$ yüklerinden oluşmaktadır. Dipollerin toplam yükü sıfır olmasına rağmen belirli mesafelerde oluşturdukları elektrik alan ve kuvvetler sıfır olmamaktadır. Bu soruda basit yüklerden başlayarak farklı konfigürasyonlardaki sistemlerin oluşturdukları elektrik alan ve kuvvetler incelenecektir.



- Şekildeki dipolün pozitif x ekseninde orijinden a kadar uzaktaki bir K noktasında oluşturduğu elektrik alanı $a \gg d$ için türetiniz. Aynı şekilde pozitif y ekseninde orijinden a kadar uzaktaki bir L noktasında oluşturduğu elektrik alanı $a \gg d$ için türetiniz. Sonuçlarınızı dipol momenti cinsinden de yazınız. Bu şıkta ve sorunun geri kalanında küçük x değerleri için geçerli olan aşağıdaki yaklaşımı kullanınız.

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx$$

- İlk şıkta K noktasına bir q yükü yerleştiriliyor. q yüküne etki eden kuvveti dipol momenti cinsinden yazınız.

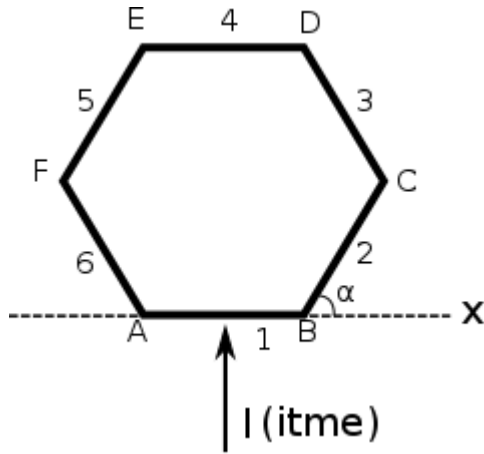
- c) İlk ışıktaki K noktasına özdeş ve ters yönlü ve aynı dipol momentine sahip bir başka dipol yerleştiriliyor (Dipollerin merkezleri arasındaki mesafe a olacak şekilde). Dipoller arasındaki etkileşim kuvvetini bulunuz.
- d) İlk ışıktaki K noktasına elektrik alan etkisi altında lineer olarak polarize olan bir dielektrik molekül yerleştirilsin. Bu dielektrik molekülün elektrik alan altında sahip olduğu indüklenmiş dipol moment şu ifade ile verilmektedir:

$$\vec{p} = \alpha \epsilon_0 \vec{E}$$

Molekül ile dipol etkileşiminden kaynaklanan kuvveti bulunuz.

- e) İlk ışıktaki K noktasına elektrik alan etkisi altında polarize olan R yarıçaplı ϵ dielektrik katsayısına sahip küresel bir dielektrik malzeme yerleştirilsin. Bu dielektrik malzemenin elektrik alan altındaki indüklenmiş dipol momentini bulunuz ve dipolle olan etkileşiminden kaynaklanan kuvveti bulunuz.

SORU 5: Altıgen Çerçeve (18 Puan)

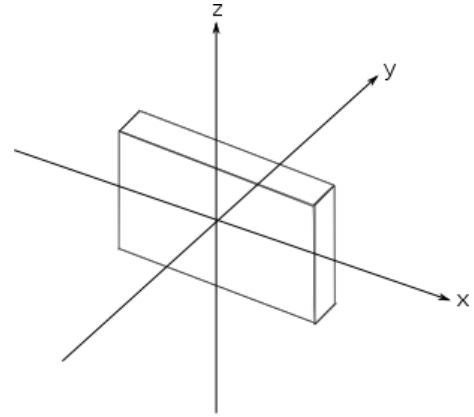


Sürtünmesiz bir yüzey üzerinde özdeş homojen çubuklardan şekildeki gibi bir düzgün altıgen oluşturulmuştur. Çubukların uzunlukları d ve kütleleri m 'dir. Çubuklar birbirlerine sürtünmesiz ve serbestçe hareket edebilen bağlantılarla tutturulmuşlardır. 1 nolu çubuğun tam ortasından bir I itmesi uygulanarak hızlanması sağlanıyor. İtmenin çubuğun tam ortasından verildiğini ve bu yüzden tüm sistemin simetrik hareket ettiğini, 1 ve 4 numaralı çubukların hep x eksenine paralel kaldığını kabul ediniz. Bu soruda $t=0$ anında ve $\alpha = 60^\circ$ iken sistemin anlık durumlarını inceleyeceğiz.

- a) 1 nolu çubuğun hızı v_1 , 4 nolu çubuğun hızı v_4 olsun. C noktasının hızının x ve y bileşenlerini v_1 ve v_4 cinsinden ifade ediniz.
- b) 2 ve 3 nolu çubukların orta noktalarının hızlarının x ve y bileşenlerini v_1 ve v_4 cinsinden ifade ediniz.
- c) $\omega = d\alpha/dt$ açısal hızını v_1 , v_4 ve d cinsinden ifade ediniz.
- d) $t = 0$ anında uygulanan I itmesi nedeni ile tüm çubukların üzerinde oluşan itmelerin bileşenlerinin yönlerini çizerek gösteriniz.
- e) 1 nolu çubuk için hareket denklemlerini yazınız.
- f) 2 nolu çubuk için hareket denklemlerini yazınız.
- g) 3 nolu çubuk için hareket denklemlerini yazınız.
- h) 4 nolu çubuk için hareket denklemlerini yazınız.

SORU 6: Hall Etkisi ve Manyetorezistans (20 Puan)

Üzerinden akım geçen bir iletken manyetik alan içerisine konulursa, yüklerin iletkenin yüzeylerinde toplanmaya başladığı ve bu nedenle bir potansiyel fark oluştuğu gözlemlenir. Bu durumda akıma ve manyetik alana dik bir şekilde elektrik alan oluşması olayına Hall etkisi denir. İletken düzgün bir elektrik alan içerisine konulduğunda içerisindeki serbest elektronlar elektrik alan etkisinde belirli bir yönde hareket etmeye başlarlar. Bu hareketleri sırasında çarpışarak yol aldıklarından çok küçük bir sürüklenme hızına sahip olurlar (yaklaşık 10^{-4} m/s). Bir elektron için iki çarpışma arasında geçen süre (iki çarpışma arasındaki ortalama serbest yol l için geçen zaman) τ olsun.



Manyetorezistans dediğimiz olay ise dış bir manyetik alan etkisindeyken bir iletkenin öz iletkenliğindeki değişimdir.

Soruyu basitleştirmek adına elektronları pozitif e yüküne sahip tanecikler olarak alınız.

- İletkenin x eksenini boyunca uzandığını ve içerisinde iletken boyunca bir E_x elektrik alanı oluşturulduğunu kabul edelim. Elektronların ortalama sürüklenme hızı v_d büyüklüğünü bulunuz. Elektron kütlesi m_e ve yükünün büyüklüğü e 'dir.
- İletken içindeki elektronun hızı $v_d = \mu_e E$ şeklinde ifade edilebilir. Burada μ_e mobilite olarak isimlendirilir. μ_e değerini m_e , e ve τ cinsinden yazınız.
- İletken içindeki elektron yoğunluğu n ise, iletkenlik katsayısı σ ile μ_e arasındaki ilişkiyi yazınız.

İletkenin z yönlü bir B_z manyetik alanı içerisine konulduğunu düşünelim. Manyetik alanın zayıf olduğunu ve bu sebeple iletken kenarında kümeleşen elektronlar nedeni ile oluşan y eksenini doğrultusundaki elektrik alanının E_x alanına göre küçük olacağını kabul edebiliriz. Bu olay yukarıda bahsettiğimiz Hall etkisidir.

- Elektron sürüklenme hızının x ve y bileşenlerini E_x , E_y , B_z ve mobilite μ_e cinsinden bulunuz.
- Bir şekilde elektronların iletkenin kenarında kümeleşmesinin engellendiğini kabul edelim. Bu durumda iletkenin iletkenliği σ azalacaktır. Bu değişim manyetorezistans olarak adlandırılır ve şu şekilde ifade edilebilir:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} \approx (\mu_e B_z)^x$$

ifade de geçen x değerini bulunuz.

Eğer yüklerin iletkenin kenarlarında kümeleşmesini engellemezsek E_y elektrik alanı çok hızlı bir şekilde denge değerine ulaşacak ve bu durumda y doğrultusunda bir akım kalmayacaktır. Bu durumu basitleştirmek için Hall etkisini karakterize edelim ve aşağıdaki şekilde ifade edelim için;

$$E_y = H \mu_e B_z E_x$$

eşitliği yazılabilir. Burada H , Hall sabitidir.

- f) H sabitini bulunuz.
- g) Hall etkisi ile oluşan E_y elektrik alanının, dış manyetik alan nedeni ile oluşabilecek iletkenlikteki değişimini engellediğini gösteriniz.

Gerçek hayattaki duruma daha uygun bir model olarak, iletken içerisinde farklı mobilitelere sahip iki farklı cins elektron bulunduğunu kabul edelim. İki cins elektronun birim hacimdeki sayıları eşit ve n , mobiliteleri μ ve 2μ olsun.

- h) Bu model için iletkenlik σ değerini bulunuz (manyetik alanın olmadığı durumda).
- i) İletkenin içinde E_x elektrik alanının oluşturulduğunu ve B_z manyetik alanı içine yerleştirildiğini kabul edelim. Oluşacak olan E_y elektrik alanını ve H sabitini bulunuz.
- j) Bu model için iletkenlikteki bağıl değişim,

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} \approx A(\mu_e B_z)^x$$

ile ifade edilebilir. Buradaki x değeri daha önce e şikkında bulduğunuz x değeri ile aynıdır. A sabitini bulunuz.

- k) Her iki cins elektron için, elektronların sürüklenme hızlarının x eksenine ile yapacağı açığı bulunuz.