



**TÜBİTAK**

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

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

**17 Aralık 2022, 09:30-13:30**

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

**SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:**

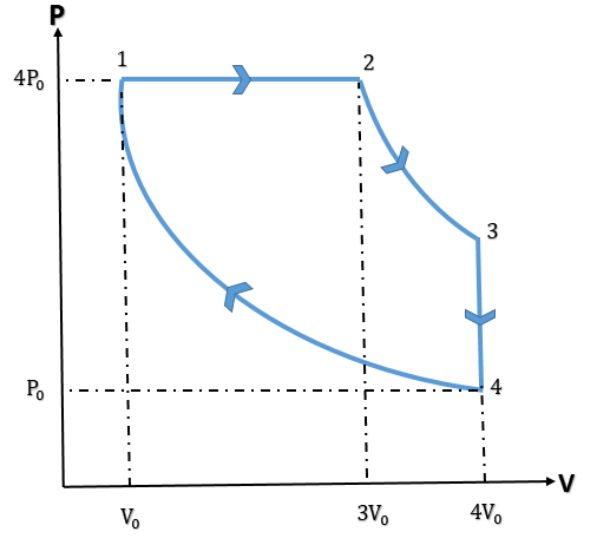
- Sınav 6 (altı) sorudan oluşmaktadır.
- Sınav süresi 4 saat (240 dk) tir.
- Sorular zorluk sırasında DEĞİLDİR. Dolayısıyla yanıtlamaya geçmeden önce bütün soruları gözden geçirmeniz önerilir.
- Sınav süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler 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 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 yazmadığımız sorular için boş bir sayfaya soru no yazılıp “**Soru Çözülmemiştir**” notu düşününüz.

**Başarılar Dileriz.**

**SORU 1: Çevrim (18 puan)**

1 mol tek atomlu bir ideal gaz yandaki şekilde gösterilen süreçlerden geçmektedir. 1-2 süreci izobarik, 3-4 süreci izokorik ve 4-1 süreci izotermaldir. 2-3 sürecinin ifadesi bilinmemektedir. Gazın bu çevrim boyunca sahip olduğu minimum sıcaklık 250 K olmaktadır. Gazın 2-3 süreci boyunca sahip olduğu molar ısı sığası sabit ve  $C = R/2$  'dir.

- 2-3 sürecinde gazın sahip olduğu sıcaklık ile basınç arasındaki ilişki nedir?
- Kapalı proses boyunca gazın sahip olduğu maksimum sıcaklık nedir?
- Kapalı çevrimin verimi nedir?
- Her bir süreçteki entropi değişimini ayrı ayrı bulunuz.

**Soru-2: Yüklü Disk (24 puan)**

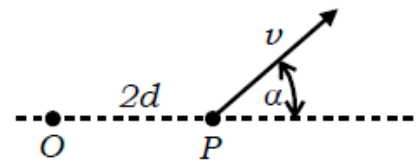
Koordinat sisteminin orijini merkezine denk gelecek şekilde  $xy$  düzlemi boyunca olan  $R$  yarıçaplı bir diskin yüzeysel yük yoğunluğu homojen olmayıp merkezden olan uzaklığa bağlı olarak  $\sigma(\vec{r}) = \alpha|\vec{r}|$  şeklindedir.

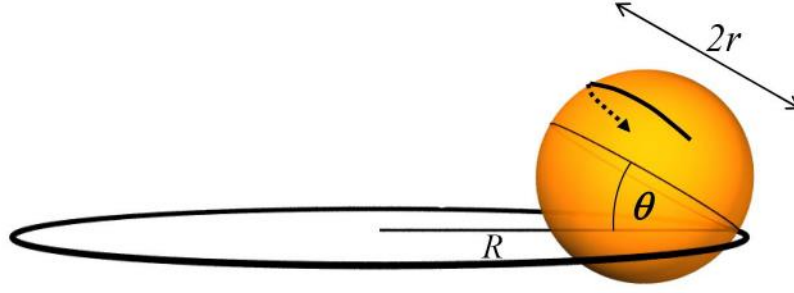
- $\vec{P} = (0,0,z)$  noktasındaki potansiyeli  $\alpha, R$  ve  $z$  cinsinden bulunuz.
- Şimdi de  $z = d$  düzlemine sonsuz bir iletken düzlem konulmaktadır. İletken düzlemin potansiyeli  $V = 0$ 'da tutulmaktadır.  $\vec{P} = (0,0,z)$  noktasındaki toplam potansiyeli  $\alpha, R, d$  ve  $z$  cinsinden bulunuz.
- Disk üzerindeki toplam yük  $Q$  ise yük yoğunluğu ifadesini  $Q$  cinsinden yazınız ve  $\vec{P}$  noktasındaki toplam potansiyeli  $R \gg z, d$  limit durumunda ve  $z/R$  'nin mantıklı bir mertebesinde bulunuz.

**Soru-3: Parçacığın Periyodu (10 puan)**

Kuvvet merkezi  $O$  olan bir noktadan  $r$  uzaklığındayken  $F = k/(2r^2)$  büyüklüğünde bir merkezi çekim kuvvetine maruz kalınan bir sistemde,  $M$  kütleli bir parçacık şekildeki  $P$  noktasından  $v = \sqrt{k/(4Md)}$  hızıyla ve  $\alpha = 60^\circ$  açıyla hareketine başlıyor. Parçacığın  $O$  noktası etrafında yaptığı hareketin periyodu nedir?

Not: Cismin sonsuzdaki potansiyel enerjisini sıfır kabul ediniz.



**Soru-4: Basketbol Topu (12 puan)**

$r$  yarıçaplı  $m$  kütleli bir basketbol topu,  $R$  yarıçaplı bir basketbol potasının çemberinin etrafında kaymadan yuvarlanmaktadır. Basketbol topu, çembere temas ettiği noktalar top üzerinde tam bir daire çizecek (yani çevresi  $2\pi r$  olan bir daire) şekilde hareket etmektedir. Aynı zamanda kütle merkezi, yukarıdan bakıldığında saat yönünün tersine  $\omega$  açısal hızına sahip bir hızla yatay bir çember üzerinde hareket etmektedir. Top üzerindeki çemberin düzlemi yatayla  $\theta$  açısı yapmaktadır. Yerçekimi ivmesi  $g$ 'dir.

- Topun merkezine göre torku hesaplayınız?
- Topun eylemsizlik sistemine göre dönme hareketini tanımlayan açısal hız vektörü  $\Omega$  'yı hesaplayınız. Cevabınızı  $\omega, r, R$  ve birim vektörler cinsinden, dışarıdaki referans sistemine göre olan hızı olarak veriniz.
- $\omega$  açısal hızının ifadesini  $r, R, g$  ve  $\theta$  cinsinden bulunuz.

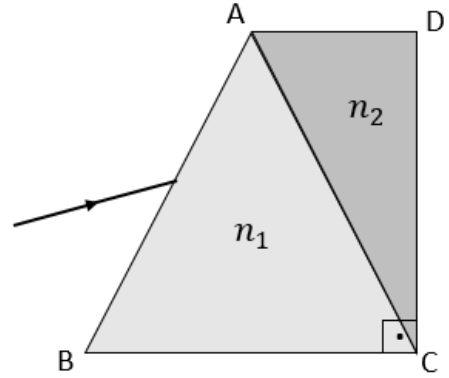
**Soru-5: Prizmalar (12 puan)**

Bir eşkenar üçgen prizma bir de dik üçgen prizma AD kenarı BC kenarına paralel olacak şekilde gibi birleştiriliyorlar. Prizmaların kırıcılık indisleri gelen ışığın dalga boyuna göre aşağıdaki şekilde değişmektedir.

$$n_1 = a_1 + \frac{b_1}{\lambda^2}$$

$$n_2 = a_2 + \frac{b_2}{\lambda^2}$$

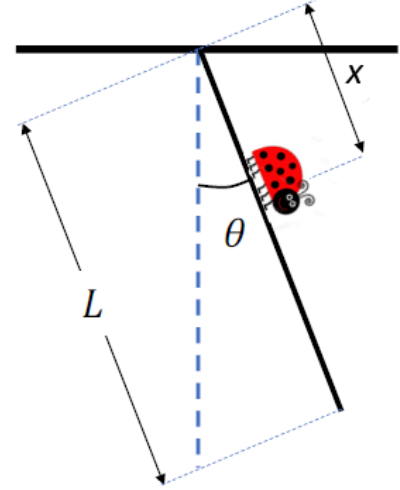
$$a_1 = 1.1 \quad b_1 = 1 \times 10^5 \text{ nm}^2 \quad a_2 = 1.3 \quad b_2 = 5 \times 10^4 \text{ nm}^2$$



- AB yüzeyine herhangi bir doğrultuda gelen ışığın AC yüzeyinden yansımada prizmalardan geçip çıkabilmesi için gereken  $\lambda_0$  dalga boyu nedir? Bu dalga boyunda prizmaların kırıcılık indisleri ne olur?
- Aynı açıyla gelen kırmızı, mor ve  $\lambda_0$  dalga boylu ışığın prizmalardaki yollarını çiziniz.
- $\lambda_0$  dalga boylu ışığın AB'den girip DC'den çıkarken uğrayacağı minimum sapma açısı nedir?
- BC yüzeyine paralel olacak şekilde gelen ışığın DC yüzeyinden çıkarken yine paralel kalması için gereken dalga boyu nedir?

**Soru-6: Uğur Böceği (24 puan)**

$M$  kütleli  $L$  boyunda homojen sert bir çubuk bir ucundan tavana asılmıştır. Çubuğun üstünde  $M/2$  kütleli bir uğur böceği hareket etmektedir. Uğur böceği başlangıçta çubuğun menteşeli olduğu noktada durmaktadır. Bu anda çubuk küçük bir  $\theta_i$  açısına kadar açılıp serbest bırakılıyor.  $t > 0$  anından itibaren böcek çubuk üzerinde sabit  $V$  hızıyla çubuğun diğer ucuna doğru yavaşça yürümeye başlıyor. Yerçekimi ivmesini  $g$  alınız.



- Böcek çubuğun menteşeli ucundan  $x$  kadar uzaklaştığında sistemin eylemsizlik momenti ne olur?
- Böcek  $x$  uzaklığındayken çubuğun titreşim hareketinin açısal frekansı ne olur? Böceğin çok yavaş hareket ettiğini kabul ediniz.

Sorunun bu kısmından sonra böceğin hızını aşırı yavaş kabul ediniz, öyle ki çubuğun bir periyodunda  $x$  değerinin neredeyse değişmediğini ve sabit olarak kabul edilebileceğini varsayınız. Bu durumda böceğin hareketi aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilen bir basit harmonik hareket ile tanımlanabilmektedir.

$$\theta(t) = \theta_0(x) \cdot \sin \omega t$$

Burada  $\omega$  değeri b şıkında bulduğunuz ifade olup  $\theta_0(x)$  ise böcek hareket ettikçe değişen titreşim genliğidir.

Böcek  $x$  kadar uzağa ulaştıktan sonra çok küçük bir  $\Delta x$  kadar daha hareket ettiği durum için aşağıdakileri bulunuz. c,d,e,f şıklarında cevabınızı  $\Delta x$ ,  $\Delta\theta_0$  ve soruda verilen diğer parametreler cinsinden veriniz. Burada  $\Delta\theta_0$  değeri,  $\Delta x$  kadarlık değişim sırasında açısal genlikteki değişimi ifade etmektedir.

- Böceğin, böcek-çubuk sistemi üzerine yaptığı zaman ortalamalı işi  $\Delta W'$ 'yi bulunuz.
- $\omega^2$  terimindeki değişimi  $\Delta\omega^2$  'yi bulunuz.
- Tüm sistemin kinetik enerjisindeki zaman ortalamalı değişimi  $\Delta K'$ 'yi bulunuz.
- Tüm sistemin potansiyel enerjisindeki zaman ortalamalı değişimi  $\Delta U'$ 'yu bulunuz.
- $\Delta\theta_0$  ifadesini  $L$ ,  $x$ ,  $\theta_0$  ve  $\Delta x$  cinsinden bulunuz.
- Böcek çubuğun alt ucuna ulaştığında sistemin yaptığı salınım hareketini genliğini bulunuz. Cevabınızı  $\theta_0(x = 0) = \theta_i$  cinsinden veriniz.