



# BİLKENT ÜNİVERSİTESİ

## FİZİK OLİMPİYATLARI

**Ad Soyad:**

**Okul:**

1	2	3	4	5	6	7	8	Toplam
/15	/13	/12	/12	/10	/13	/12	/13	/100

*“Uzman, bir alanda yapılabilecek bütün hataları yapmış olandır.”*

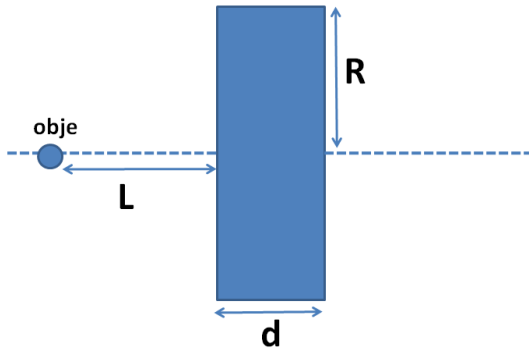
*Niels Bohr*

### **SINAV KURALLARI:**

- 1) Sınav toplam 5 sayfadan oluşmaktadır, lütfen sınava başlamadan önce sayfalarınızı kontrol ediniz.
- 2) Sınav 8 sorudan oluşmakta olup toplam 100 puan üzerinden her sorunun değeri farklıdır ve soruların puan dağılımı her soru metninin sonunda belirtilmiştir.
- 3) Sınav süresi 4 saat olup 9:30 da başlayıp 13:30 da bitecektir.
- 4) Çözümlerinizi size verilen A4 kağıtlarına her sayfada en fazla 1 soru olacak şekilde yazınız ve A4 kağıtlarının sadece tek tarafını kullanınız.
- 5) Çözüm kağıtlarınızın her sayfasının sağ üst köşesine sayfa numarası, sol üst köşesine kaçınıcı soru olduğu ve orta üst kısmına adınızı yazınız.
- 6) Yukarıdaki formatta olmayan, numaralandırılmayan kağıtlar karalama kağıdı kabul edilecek olup değerlendirmeye alınmayacaktır.
- 7) Sınavda nümerik hesaplama gerektirecek soru olmadığı için herhangi bir hesap makinesi veya türevlerinin sınava sokulması yasaktır.
- 8) Sınavda herhangi bir sorunuz olduğu zaman lütfen salon görevlisine danışınız.
- 9) Sınavın sessiz ortamını bozacak davranış ve hareketlerde bulunmaktan kaçınınız.
- 10) Lavaboya gitmek istediğinizde lütfen sessizce salon görevlisi arkadaşına bildiriniz.

SINAVDA BAŞARILAR DİLERİZ...

### 1-) Negatif Kırıcılık İndisli Ortam - 15 Puan



Yandaki şekilde görüldüğü gibi, negatif kırıcılık indisine sahip  $d$  kalınlıklı bir optik levhanın  $L$  kadar soluna bir obje konulmuştur. Levhanın kırıcılık indisi  $n < 0$  ve yarıçapı  $R \ll L$  olarak veriliyor. (Paraksiyel optik yaklaşımını kullanabilirsiniz)

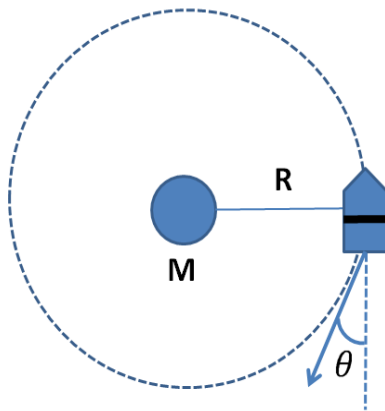
a) Objeden gelen ışınların ilk yüzeyde yapacağı kırılmayı, ışınları ve açıları çizerek gösteriniz. Işınların levhaya gelme açısı ve kırılma açısı arasındaki ilişkiyi bulunuz. (2 Puan)

b) Levhanın kalınlığının  $d > |n|L$  durumunda objenin görüntüsü oluşur mu? Eğer oluşuyorsa oluşan görüntünün/görüntülerin yerlerini hesaplayınız (levhanın sol yüzeyini uzaklık belirtmek için referans kullanınız) ve optik özelliklerini (gerçek-sanal, düz-ters) bulunuz. (Işınları çizerek gösteriniz) (4 Puan)

c) Levhanın kalınlığının  $d < |n|L$  olması durumunda oluşacak görüntünün/görüntülerin optik özelliklerini (gerçek-sanal, düz-ters) ve objeden ne kadar uzakta oluştuğunu hesaplayınız. (Işınları çizerek gösteriniz) (5 Puan)

d) Levhanın kalınlığının  $d < |n|L$  olması durumunda noktasal bir objenin görüntüsü mükemmel noktasal değildir; görüntüde bir miktar bozulma oluşur. Bu bozulma optik eksen boyunca görüntünün saçılma uzunluğu olarak tanımlanabilir. Bahsedilen optik bozulma miktarını bulunuz. ( $R \ll L$ ) (4 Puan)

### 2-) Gezegenden Kurtulmaya Çalışan Uzay Aracı - 13 Puan



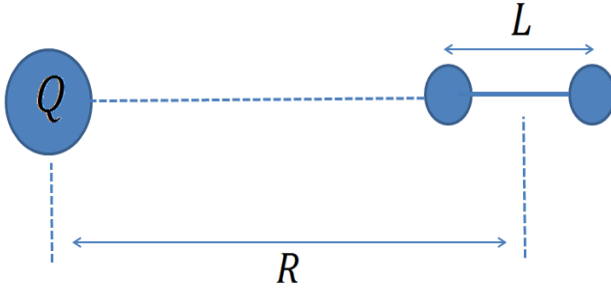
Şekildeki uzay aracı  $M$  kütleli gezegen etrafında  $R$  yarıçapında dairesel hareket yapmaktadır. Uzay aracı gezegenden kurtulmak için toplam kütesinin yarısı kadar olan modülü geriye doğru yerden bakan bir gözlemciye göre düşeyle  $\theta$  açısıyla fırlatıyor.

a) Uzay aracının modülü fırlatmadan önce dairesel yörüngedeki hızını bulunuz. (2 Puan)

b) Uzay aracı gezegenin çekiminden kurtulmak için modülü fırlatırken minimum enerji harcamak istiyor. Minimum enerji harcaması için  $\theta$  açısı ne olmalıdır? (6 Puan)

c) Kurtulmak için aracın harcayacağı minimum enerjii bulunuz. (5 Puan)

### 3-) Uzaktaki Yükten Etkilenen Metal Küreler - 12 Puan



Şekildeki gibi  $Q$  yükü, birbirine  $L$  uzunluklu ince bir iletken telle bağlı olan iki küçük metal küreden  $R$  uzaklığa yerleştirilmiştir. Küçük kürelerin yarıçapları  $r$  olmak üzere  $R \gg L \gg r$  olarak veriliyor. Başta küçük metal küre sisteminin net yükü sıfırdır.

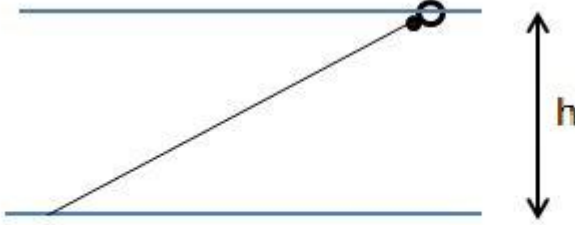
a) Uzaktaki  $Q$  yükünün etkisiyle küçük metal kürelerde dengede bulunacak yük miktarını bulunuz. (7 Puan)

b) Metal çifti sistemine etkiyen net kuvveti bulunuz. (5 Puan)

a) Uzaktaki  $Q$  yükünün etkisiyle küçük metal kürelerde yükler indükleneyecektir. Herbir metal

### 4-) İp Üzerinde Kayan Boncuk - 12 Puan

Aralarında  $h$  mesafesi bulunan, 2 adet sonsuz tel sabit bir şekilde yatay olarak durmaktadır.  $l$

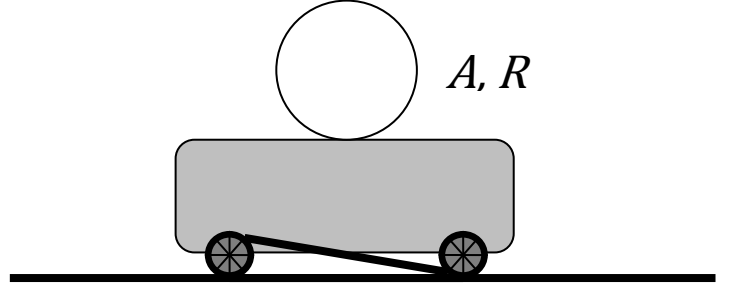
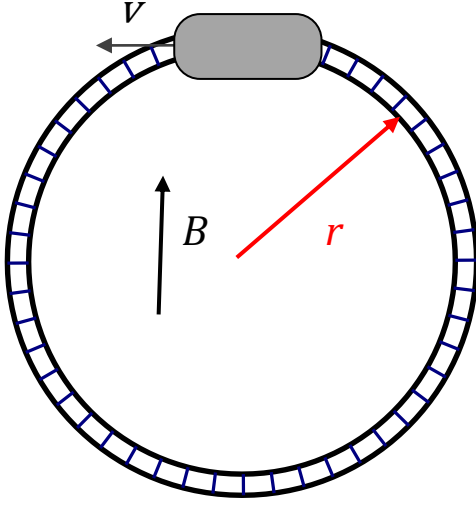


uzunluğunda kütesiz bir ipin üst ucu sürtünmesiz kayabilen bir halka ile üstteki tele geçirilmiş olup alt ucu ise alttaki tele tutturulmuştur.  $t = 0$  anında ipin üst ucuna geçirilmiş  $m$  kütleli bir boncuk serbest bırakılmaktadır.

a)  $l \gg h$  olduğu durum için boncuğun alttaki tele ulaşma süresini bulunuz. (5 Puan)

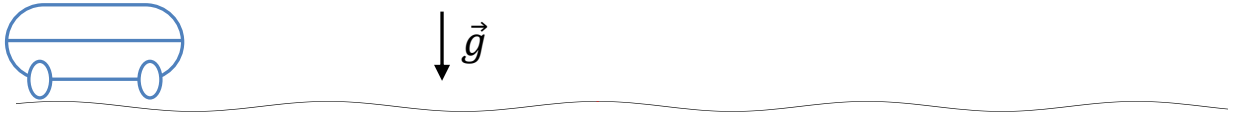
b)  $l$  ve  $h$  kıyaslanabilir olsun. İp maksimum  $T_0$  gerilmesine dayanabiliyorsa, ip koptuğu anda boncuğun hızı nedir? (7 Puan)

5-) Manyetik Alanda Dönen Tren - 10 Puan



Bir oyuncak tren vagonu ( $m$ ) üzerine alanı  $A$ , direnci  $R$  olan bir halka dik olarak yerleştirilmiştir. Vagon  $r$  yarıçaplı dairesel raylar üzerinde hareket etmektedir (vagon ile raylar arasındaki sürtünme ihmal edilebilir). Ortamda yatay  $B$  manyetik alanı olduğuna göre  $v$  hızıyla harekete başlayan vagon kaç tur sonra durur?

6-) Koltukta Zıplayan Şoför - 13 Puan

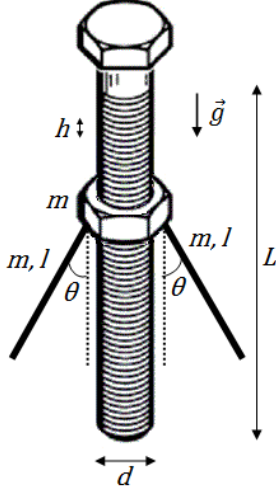


Bilkent şoförlerinden Meraklı, yaylı koltuğu üstünde seyahat ederken engebeli yollarda koltuğunun yaptığı titreşimlerin genliğinin arttığını gözlemlemiştir. Bilkent'in yollarını  $y = h \cdot \cos(kx)$  olarak modelleyebiliriz. Koltuk ve şoförün toplam kütlesi  $M$ , koltuğun yay sabiti  $K$ , yerçekimi ivmesi  $g$ 'dir. (Otobüs yatayda sabit hızla gitmektedir. Ayrıca  $h \ll 2\pi/k$  olduğunu varsayınız.)

a-) Otobüsün  $V$  hızıyla ilerlerken dikey yönde yapacağı titreşimlerin açısal frekansını bulunuz. (3 Puan)

b-) Otobüsün minimum hangi hızla gitmesi durumunda şoförün koltukla temasının kesileceğini bulunuz. (10 Puan)

7-) Somun üzerinde kayan çubuklu civata - 12 Puan

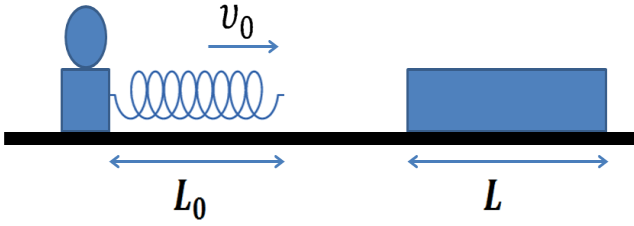


Adımı  $h$  olan  $L$  uzunluğundaki bir civata tavana tutturulmuştur. Somunun iki tarafına kütleleri somunun kütlesine eşit olan  $l$  uzunluklu çubuklar yerleştirilmiştir. ( $h \ll d \ll l \ll L$ )

a-) Çubuklar dikeyle  $\theta$  açısı yapacak şekilde açıldığında somun sisteminin eylemsizlik momentini bulunuz. (4 Puan)

b-) Civatanın en üst noktasından durgun halden ( $\theta=0$ ) harekete başlayan somunun civatayı terk ederkenki açısal hızını bulunuz. (8 Puan)

8-) Birbiri Üzerinden Kayan Bloklar - 13 Puan



Şekildeki gibi soldaki boyutu ihmal edilebilir kare blok, üstündeki ufak küreyle beraber ilk  $v_0$  hızıyla sağdaki bloğa doğru fırlatılıyor. Soldaki kare bloğa sabitlenmiş ve gerilmemiş uzunluğu  $L_0$  kütsüz olan yay iki blok arasında esnek çarpışmayı sağlamaktadır.

Sağdaki bloğun uzunluğu  $L$ , her iki bloğun kütleleri eşit  $m$  ve soldaki bloğa sabitlenmiş yayın sabiti  $k$  olarak veriliyor. (Tüm yüzeyler sürtünmesizdir)

a) Aradaki yay vasıtasıyla bloklar arasında esnek çarpışma gerçekleştikten sonra her iki bloğun hızlarını bulunuz. (2 Puan)

b) Esnek çarpışma boyunca blokların temas edip ayrılincaya kadar geçecek süreyi hesaplayınız. (4 Puan)

c) Soldaki bloğun üstündeki kürenin sağdaki bloğa geçip üzerinde kalabilmesi için soldaki sisteme verilmesi gereken ilk  $v_0$  hızının minimum ve maksimum değerleri ne olmalıdır? (Kürenin sağdaki bloğa doğru yol alırken yay üzerinde sürtünmesiz hareket edebildiğini ve yeterince sert olan yaya hiçbir etkisinin olmadığını varsayınız.) (7 Puan)