



**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİM İNSANI DESTEKLEME DAİRE BAŞKANLIĞI**

22. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI – 2014 / BİRİNCİ AŞAMA SINAVI

A

17 Mayıs 2014, 09.30 – 13.00

ADAYIN ADI SOYADI :

T.C. KİMLİK NO :

OKULU / SINIFI :

SINAVA GİRDİĞİ İL :

SINAVLA İLGİLİ UYARILAR

• Bu sınavda toplam 25 soru olup her sorunun sadece bir doğru yanıtı vardır. ***Doğru yanıtı, cevap kâğıdındaki ilgili kutuyu tamamen karalayarak ve aynı zamanda soru kitapçığı üzerinde bir çember içine alarak, işaretleyiniz. Soru kitapçığı ve cevap kâğıdı üzerindeki doğru yanıt seçeneklerinin aynı olması gerekmektedir.***

• **Her soru eşit değerde olup, dört yanlış cevap bir doğru cevabı götürcektir.**

• Cevap kâğıdınıza size verilen soru kitapçığının türünü gösteren harfi işaretlemeyi unutmayınız

• Herhangi bir yardımcı materyal, hesap makinesi ya da müsvedde kâğıt kullanılması yasaktır. Soru kitapçığındaki boşlukları müsvedde için kullanabilirsiniz.

• Sınavda kopya çeken, çekmeye teşebbüs eden ve kopya verenlerin kimlikleri sınav tutanağına yazılacak ve bu kişilerin sınavları geçersiz sayılacaktır.

• Sınav başladıktan sonraki yarım saat içinde sınav salonundan ayrılmak yasaktır.

• Sınav süresince resimli bir kimlik belgesini masanızın üzerinde bulundurunuz.

• Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kâğıdınızı ve soru kitapçığınızı eksiksiz olarak görevlilere teslim etmeyi unutmayınız, aksi halde sınavınız geçersiz sayılacaktır.

• Sorularda bir yanlışlık olması düşük bir olasılıktır. Bu durumda size düşen, en doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği işaretlemenizdir. Böyle bir şeyin olması durumunda sınav akademik kurulu gerekeni yapacaktır. Sınava giren aday eğer bir sorunun yanlış olduğundan emin ise, sınav soruları ve cevap anahtarı TÜBİTAK'ın internet sayfasında (<http://www.tubitak.gov.tr>) yayınlandıktan sonra 5 iş günü içerisinde, kanıtları ile birlikte, itiraz için TÜBİTAK'a başvurması gerekir. Bu tarihten sonra yapılacak başvurular işleme konulmayacaktır.

• 22.Ulusal Fizik Olimpiyatı–2014 Birinci Aşama Sınavında 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.

BAŞARILAR DİLERİZ

1-Dönen Çubuk

L uzunluğunda M kütlesine sahip türdeş(homojen) ve katı(esnek olmayan) bir çubuk dairesel bir döngü yapan sürtünmesiz bir yolda v hızı ile ilerliyor. Yolun yaptığı dairesel döngünün yarıçapı da L'ye eşitse çubuğun düşmeden bu döngüden geçebilmesi için gerekli en düşük ilk hız v nedir? (Çubuğun kütle merkezine göre eylemsizlik momenti $I = \frac{ML^2}{12}$ dir, şekilde çubuğun döngüdeki bir durumu noktalı olarak çizilmiştir, yerçekimi ivmesi g dir)

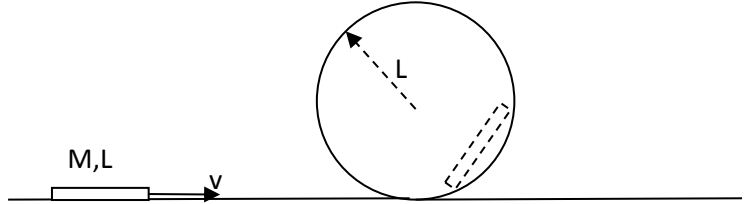
a) $\sqrt{2 + \frac{3\sqrt{3}}{2}} \sqrt{Lg}$

b) $\sqrt{2 + \frac{\sqrt{3}}{4}} \sqrt{Lg}$

c) $\sqrt{4 + \frac{3\sqrt{3}}{2}} \sqrt{Lg}$

d) $\sqrt{2 + \frac{14\sqrt{3}}{9}} \sqrt{Lg}$

e) Hiç bir hızla geçemez.

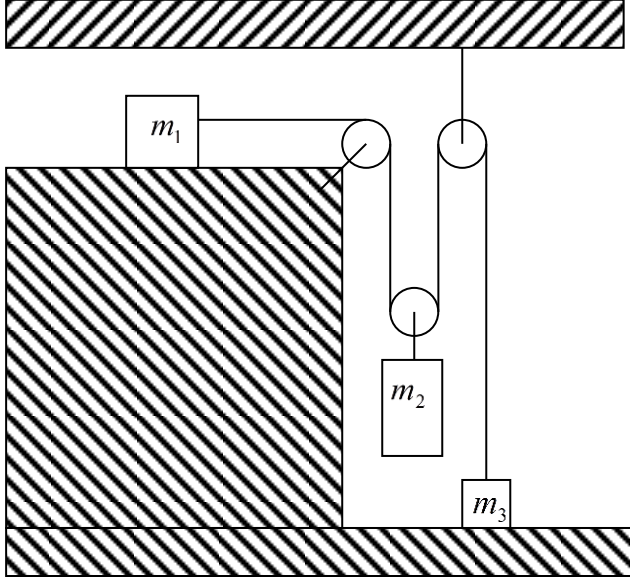


2-Makara sistemi

Şekilde görülen makara sistemi durağan durumdan bırakılıyor. Sistemde hiç bir noktada sürtünme olmadığına, ipler ve makaralar kütsüz olduğuna ve ilk anda 3. kütle yerle temas halinde olduğuna

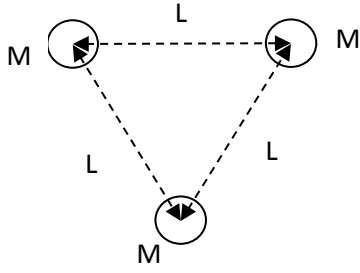
göre ipteki gerilmeyi hesaplayınız.

(Yerçekimi ivmesi $g=9.8 \text{ m/s}^2$, $m_1=2.2 \text{ kg}$, $m_2=1 \text{ kg}$, $m_3=0.5 \text{ kg}$)



- a) 0
- b) 4,9 N
- c) 4,4 N
- d) 5,4 N
- e) 2,7 N

3-Üçlü yıldız sistemi



Her biri M kütlesine sahip üç yıldız ortak kütle merkezleri etrafında dönmektedir. Her yıldızın merkezi ile diğer ikisinin merkezleri arasındaki mesafeler L dir. Bu yıldız sisteminin dönüş periyodu aşağıdaki ifadelerden hangisi ile verilir? (İkiden fazla yıldızın oluşturduğu böyle sistemlere Kempler rozeti adı verilir.)

a) $4\pi \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

b) $\frac{2\pi}{9} \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

c) $\frac{2\pi}{3^{\frac{4}{3}}} \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

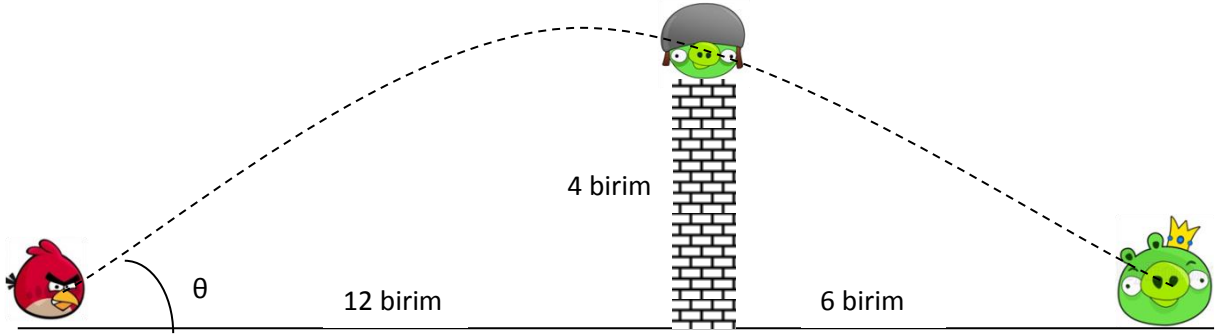
d) $2\pi \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

e) $\frac{2\pi}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

4- Kuş bakışı

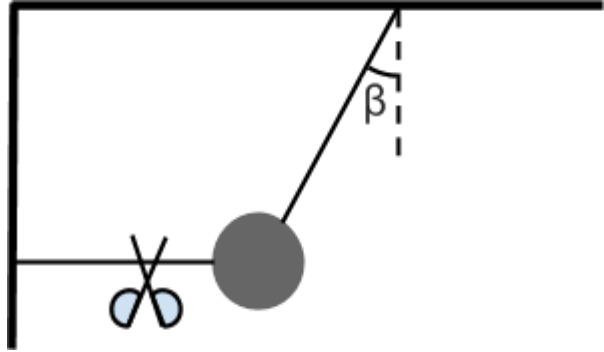
Popüler bir bilgisayar oyunu eğik atış simülasyonu üzerine kurulmuştur. Simülasyonda etkin yerçekimi ivmesi $g = 4 \text{ birim}/s^2$ dir, ve bütün hareket sürtünmesizdir. Atılan nesneyle (kuş), 12 birim uzakta ve 4 birim yüksekteki ilk hedefi (kasklı domuz) ve de toplam 18 birim uzakta yerdeki (taçlı domuz) hedefi vurmak istiyorsak kuşu hangi açıyla atmamız? (Kuş ilk hedefi vurup içinden geçerken hız kaybı yaşamamaktadır, atış hızı verilmemiştir bulunması beklenmektedir).

- a) $\tan^{-1}\left(\frac{2}{9}\right)$ b) $\frac{\pi}{6}$ c) $\frac{\pi}{4}$ d) $\frac{\pi}{3}$ e) Bu atış imkânsızdır.



5- Bağlı sarkaç

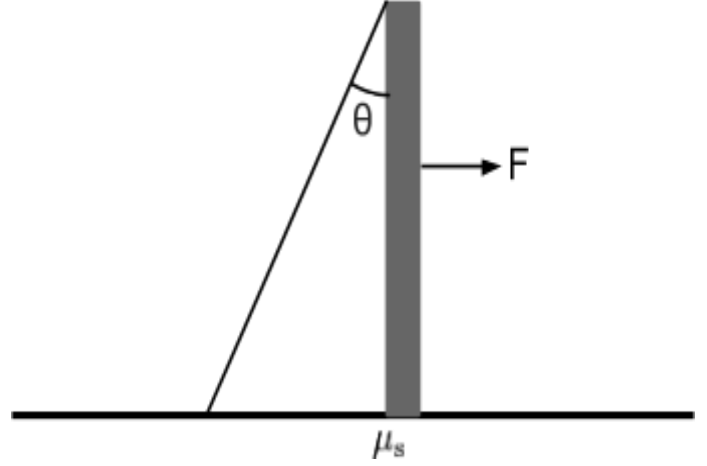
Kütlesi ihmal edilebilir bir ip ile tavana asılı bir top, şekildeki gibi yan duvara tutturulmuş ve yatay doğrultuda gerilmiş benzer bir ip ile sabitlenmiştir. Bu konumda tepe ipinin düşey doğrultu ile yaptığı açı β 'dir. Yatay ip kesildikten sonra sarkaç hareketi başlar. Tepe ipi üzerindeki salınım sırasında oluşacak maksimum gerilimin ilk durumda (yatay ip kesilmeden önce) aynı ip üzerindeki gerilime oranı nedir?



- a) $\cos(\beta)$
- b) $2\sin(\beta)$
- c) $\cos^2(\beta)$
- d) $3\cos(\beta) - 2\cos^2(\beta)$
- e) $2[\cos(\beta) - \cos^2(\beta)]$

6- Direği devirmek

Bir direk, şekilde gösterildiği gibi, statik sürtünme katsayısı μ_s olan bir yüzey üzerinde dik olarak durmaktadır. Tepe noktası, direğe göre θ açısıyla gerilmiş bir ip ile yüzeye bağlanmıştır. Direk, tek bir noktasından uygulanan şekildeki gibi yatay bir kuvvet ile kaydırılarak devrilebiliyor. Kuvvet noktasının düzlemden uzaklığının direk boyuna oranı en fazla ne kadar olabilir?



- a) $\cos(\theta) / (1 + \mu_s)$
- b) $\cos(\theta) / (\cos(\theta) + 2\mu_s)$
- c) $\tan(\theta) / (\tan(\theta) + \mu_s)$
- d) $\cos(\theta)$
- e) 1

7- Fırlatma rampası

Bir masa üzerinde M kütleli bir blok ve yine M kütleli, R yarıçaplı çeyrek daire şeklinde bir fırlatma rampası vardır. Blok ve rampa masa üzerinde sürtünmesizce kayabilmektedir. Yerçekimi ivmesi g olarak verilmiştir. İlk anda blok rampaya doğru $v = 4\sqrt{gR}$ hızı ile atılıyor. Blok hareketi boyunca en fazla hangi yüksekliğe ulaşır?

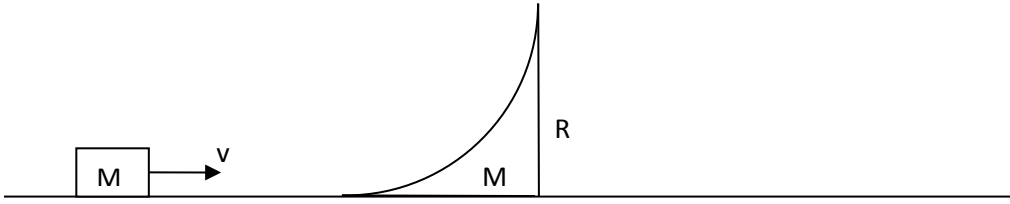
a) R/4

b) R

c) 2R

d) 4R

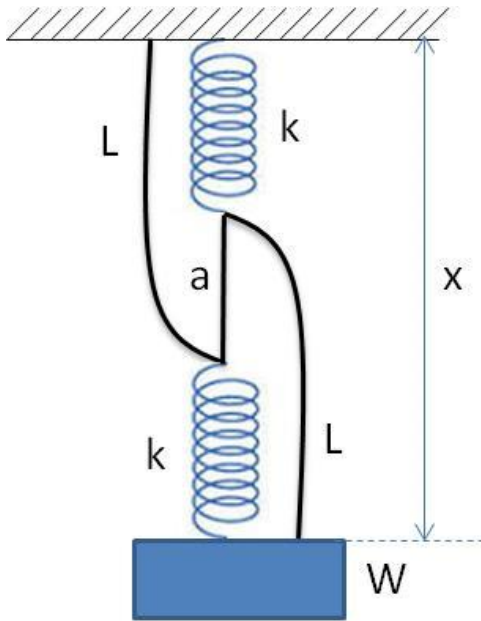
e) 8R



8- İpler ve yaylar

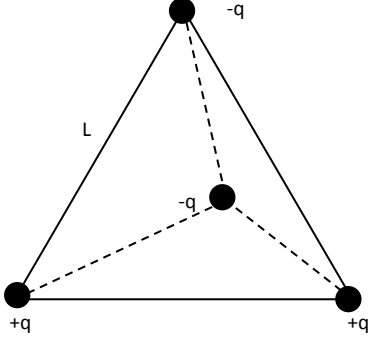
Şekilde 3 ip, 2 yay ve bir kütleden oluşan mekanik bir sistem gösterilmektedir. Kütlenin ağırlığı $W=0.5$ N, yayların yay sabiti $k=1$ N/m, yayları birbirine bağlayan kısa ipin uzunluğu $a=3/8$ m ve diğer ipler $L=1$ m uzunluğundadır. Bu sistem şekildeki gibi bağlandığında kütlenin sabit yüzeyden olan uzaklığı $x=11/8$ m dir. Yayları birbirine bağlayan ip kesildikten sonra sistem dengeye geldiğinde, kütlenin yüzeyden olan uzaklığı ne olur? (İplerin esnemediğini ve yayların ilk uzunluğunun sıfır olduğunu kabul ediniz.)

- a) kütle olduğu yerde kalır, $x=11/8$ m
- b) kütle aşağı iner, $x=17/8$ m
- c) kütle yukarı çıkar, $x=10/8$ m
- d) kütle aşağı iner, $x= 12/8$ m
- e) kütle yukarı çıkarak yüzeye çarpar, $x=0$ m



9- Düzgün dörtyüklü

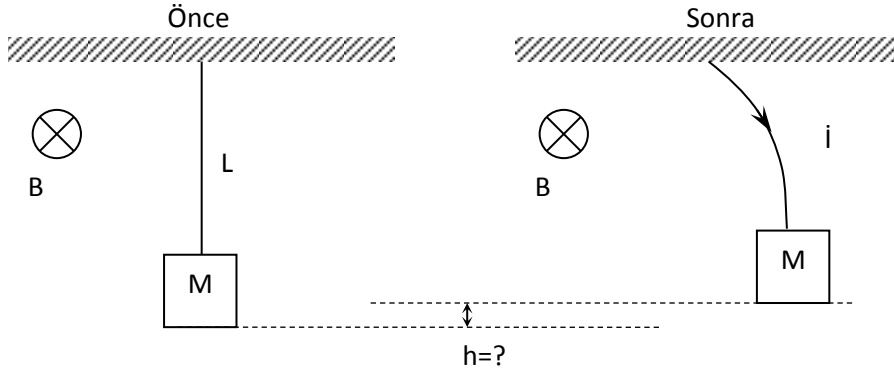
İki tane $+q$ yükü ve iki tane $-q$ yükü her birinin diğerlerine olan uzaklığı L olacak şekilde bir düzgün dörtyüzlünün köşelerine konulmuştur. Bu dört yüke de eşit uzaklıkta olan noktada (düzgün dörtyüzlünün cisim merkezinde) elektrik alan şiddeti nedir?



- a) $\frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
b) $\frac{\sqrt{3}}{16} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
c) $\frac{3}{20} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
d) $\frac{\sqrt{6}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 L^2}$
e) 0

10- Hareketli avize

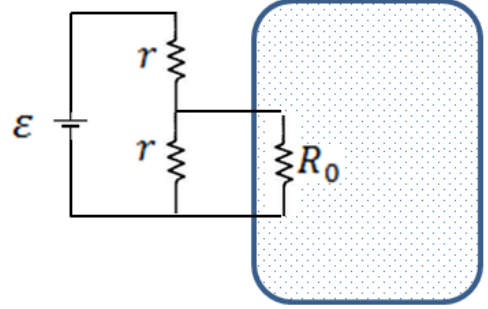
M kütleli bir avize **L** uzunluğunda, iletken, bükülebilen ancak esnemeyen ve kütsüz bir tel ile tavana asılmıştır. Tavana paralel ve homojen bir **B** manyetik alanı uygulanmaktadır, yerçekimi ivmesi **g** dir. Eğer tavandan avizeye doğru bir **i** akımı telden akmaya başlarsa, avize ilk pozisyonuna göre ne kadar yükselir?



- a) $\frac{L^2 i B}{Mg}$ b) $L \cos\left(\frac{L i B}{Mg}\right)$ c) $\sqrt{L^2 - \left(\frac{Mg}{iB}\right)^2}$ d) L, avize tavana çarpar e) $L - \frac{Mg}{iB} \sin\left(\frac{L i B}{Mg}\right)$

11- Elektrikli ısıtıcı

Şekildeki gibi, bir direnç üzerinden akım geçirerek kapalı bir hazne içerisindeki gazı ısıtmak istiyoruz. Isıtıcımızın hazneye mümkün olduğu kadar sabit oranda ısı vermesini istiyoruz. Rezistör direnci $R = R_0$, ısıtıcı çalışırken, $\Delta R \ll R_0$ miktarında değişebileceğini göz önünde bulundurarak, ısıtıcının sürekli sabit güçte ısı üretmesini sağlamak için, iki adet r direnci kullanarak aşağıdaki devreyi tasarlıyoruz. Isıtıcı direnci hafifçe değişse dahi iletilen gücün değişmemesini sağlayacak r direnç değerini bulunuz.

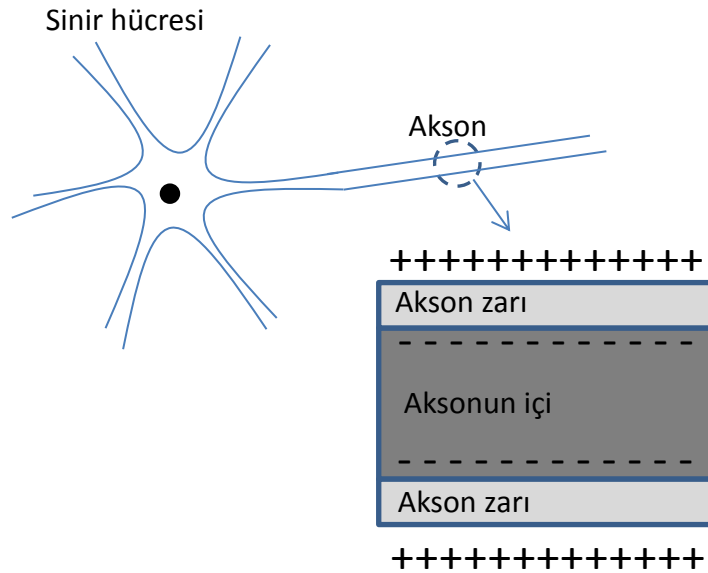


- a) $R_0/2$
- b) $R_0\sqrt{2}/2$
- c) R_0
- d) $\sqrt{2}R_0$
- e) $2R_0$

12- Sinir hücresi

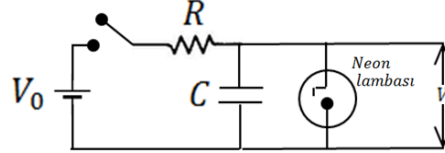
Bir sinir hücresinin zarı yaklaşık 7.5 nm kalınlığında olup, yüklü iyonların kontrollü bir şekilde içeri ve dışarı yönde geçişine izin vermektedir. Aksonlar sinir hücreleri arasında elektriksel sinyallerin iletildiği uzantılardır. Artı ve eksi yükler akson zarından geçerek farklı yüklerin aksonun içinde ve dışında eşit yük yoğunluklarında olacak şekilde bir denge oluşur. İnce akson zarı paralel levha kapasitörü gibi modellenenebilir. Akson zarındaki organik malzemeler zarın dielektrik sabinin 10 olmasını sağlar. Eğer aksonun içi ve dışı arasındaki voltaj farkı 75 mV ise, akson zarı üzerindeki elektrik alanı yaklaşık hangi mertebededir?

- a) 1 N/C b) 10 N/C c) 100 N/C c) 10 000 N/C e) 1 000 000 N/C

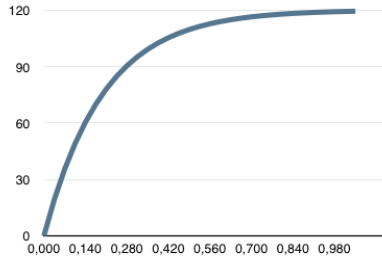


13- Neon ışıkları

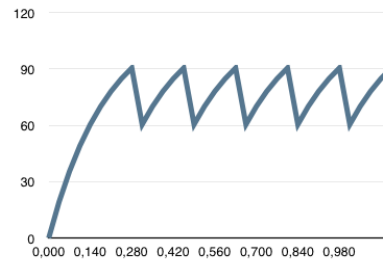
Şekilde gösterilen devrede Neon lambası uçlarındaki voltaj $90V$ oluncaya kadar üzerinden hiç akım geçirmezken, bu değerin üstünde direnci tamamen sıfırlanmaktadır. Voltaj $60V$ altına düştüğünde ise direnci çok büyük olup, hemen hemen üzerinden hiç akım geçirmemektedir. Devredeki S anahtarı $t_0=0$ anında kapatıldıktan sonra, devre çıkışından alınacak çıktı sinyalini $(V(t))$ en iyi gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir? ($V_0 = 120V, R = 50k\Omega, C = 4\mu F$) değerlerini kullanabilirsiniz.



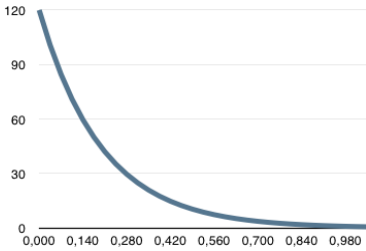
a)



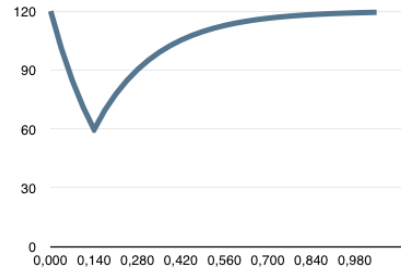
b)



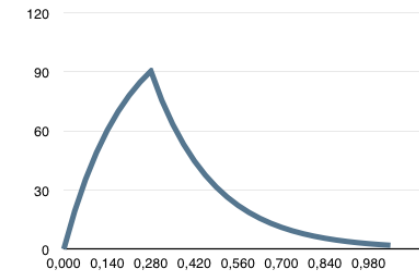
c)



d)



e)



14- Hareketli kapasitör

Levhalarının alanı A ve levhalar arasındaki mesafe d olan bir paralel plaka kapasitörü V_0 potansiyelli bir batarya kullanılarak tamamen şarj ediliyor. Şarj edilmiş bu kapasitör bataryaya bağlı iken, levhaları arasındaki mesafeyi $3d$ 'ye çıkarıyoruz. Yapılan mekanik iş ne kadardır?

- a) $-\frac{2}{3} \frac{\epsilon_0 A}{d} V_0^2$
- b) $-\frac{1}{3} \frac{\epsilon_0 A}{d} V_0^2$
- c) 0
- d) $\frac{1}{3} \frac{\epsilon_0 A}{d} V_0^2$
- e) $\frac{2}{3} \frac{\epsilon_0 A}{d} V_0^2$

15- Dikkat radar var!

Trafik polisleri araçların hızını ölçmek için mikrodalga radar sistemleri kullanırlar. Bu sistemlerin çalışma prensibi Doppler etkisine dayanmaktadır. Trafik radarları sabit frekansta (f_0) mikrodalga yayarak hareket halindeki araçlardan yansıyan mikrodalgaların frekansını (f) ölçerler. Yansıyan mikrodalganın frekansını kullanarak aracın hızını (v) belirlenir. Doppler prensibine göre, radardan v

hızıyla uzaklaşan bir araçtan yansıyan mikrodalganın frekansı $f = f_0(1 - \frac{v}{c})$ şeklinde yazabiliriz.

Aracın hızını 1 km/saat doğrulukla ile ölçebilmek için frekans ölçümündeki hassasiyet ($\Delta f/f$) en az aşağıdakilerden hangisi olmalıdır? (Denklemdaki c ışığın hızıdır yaklaşık $3 \cdot 10^8 m/s$.)

a) 10^{-3}

b) 10^{-5}

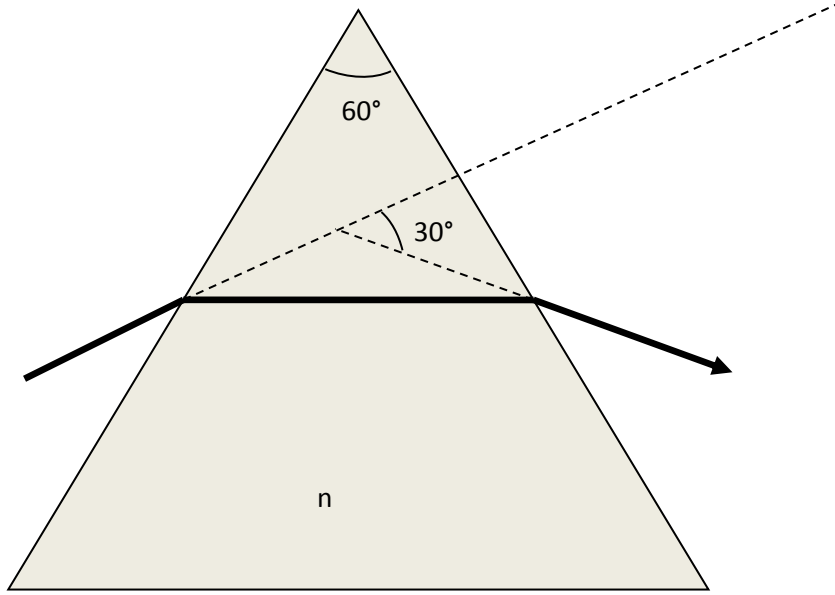
c) 10^{-7}

d) 10^{-9}

e) 10^{-11}

16- Üçgen prizma

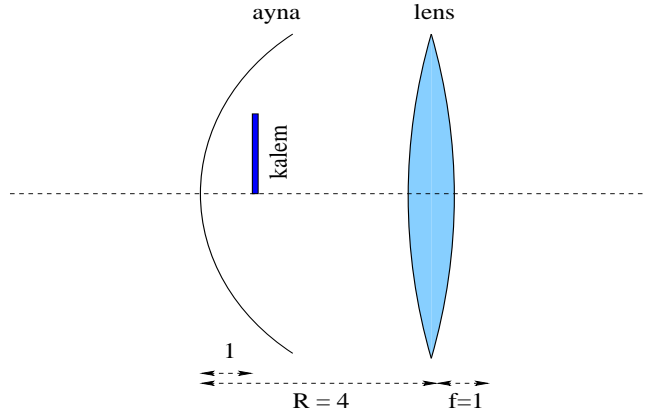
Kırılma indisi 1 olan bir ortamdan kırılma indisi n olan üçgen prizmaya gönderilen ışık ışınının sapma açısı 30° olarak verilmektedir. Işının prizmayı şekilde gösterildiği gibi simetrik bir şekilde terk etmesi için n kaç olmalıdır?



- a) $\sqrt{2}$
- b) $\sqrt{3}$
- c) $2\sqrt{2}$
- d) $2\sqrt{3}$
- e) $2/\sqrt{3}$

17- Ayna ve lens

Şekilde verilen ince merceğin odak mesafesi 1 birim olup içbükey küresel aynadan 4 birim uzaklığa aynanın eğrilik merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Merceğin sağından bakıldığında aynanın 1 birim sağındaki kalemin iki görüntüsü vardır. Bunlardan birini kalem doğrudan mercekte oluştururken diğerini kalemin aynadan yansıyan görüntüsü oluşturmaktadır. Mercekte oluşan iki görüntünün boyları oranı kaçtır?



a) $3/2$

b) $4/3$

c) $5/4$

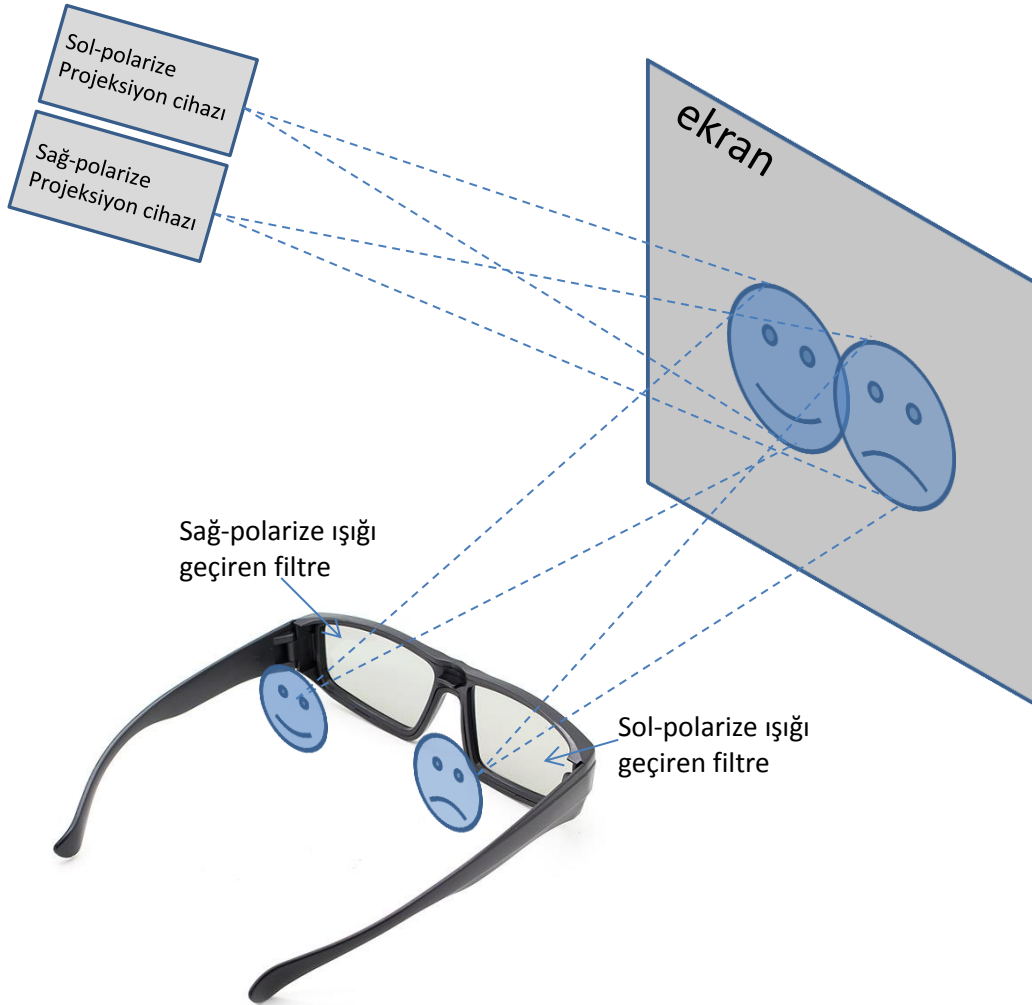
d) $6/5$

e) $7/6$

18- Stereoskopik görüntü

3-boyutlu sinamalarda kullanılan teknolojilerden bir tanesi, ışığın dairesel polarizasyonunu kullanarak, sağ ve sol gözümüzün farklı açılardan çekilmiş iki farklı resmi görmesini sağlar. Beynimiz bu resimleri birleştirerek 3-boyutlu bir görüntü oluşturur. Şekilde bu teknoloji özetlenmektedir. Dairesel polarizasyon sağ-dairesel ve sol-dairesel polarizasyon olmak üzere iki farklı şekilde polarize olabilir. Gözlükte bulunan polarize filtreler, bir gözün sağ-polarize ışığı diğer gözün sol polarize ışığı görmesini sağlar. Sinemada 3-boyutlu bir film izlerken ara verildi ve tuvalate gittiniz. Gözlüğü takarak tuvaletteki aynada kendinize bakarken, bir gözünüzü kapatırsanız hangi gözünüzü görürsünüz?

- a) İki gözü de göremeyiz.
- b) Hem kapalı hem açık gözü görürüz.
- c) Sadece açık gözü görürüz.
- d) Sadece kapalı gözü görürüz.
- e) Başımızın açısına göre hangi gözü göreceğimiz değişir.

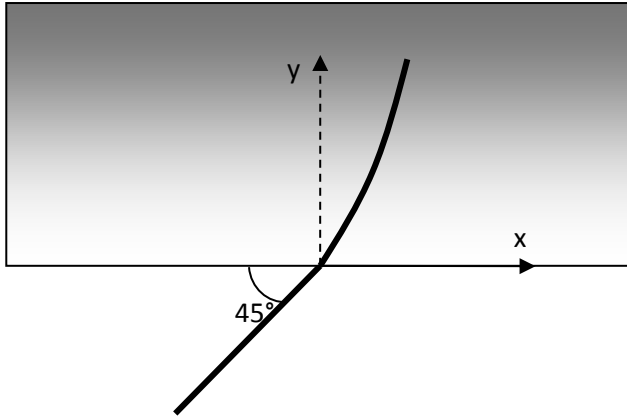


19- Optik yol

Bir malzemenin kırılma indisinin yüzeyden olan uzaklıkla değiştiği bilinmektedir. Bu malzemeye boşluktan normal ile 45 derece açı yapacak şekilde gönderilen ışık demeti

$$y(x) = \alpha x + \beta x^2$$

Şeklindeki gibi bir eğriyi takip ediyor. $\alpha = \sqrt{3}$ ve $\beta = 0.5 \text{ cm}^{-1}$ olduğuna göre maddenin tam yüzeyindeki ve 1 cm derinliğindeki kırılma indisleri nelerdir?



	Yüzeyde n	1cm derinlikte n
a)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3} - \sqrt{5}$
b)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$
c)	$\sqrt{5} - \sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
d)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$
e)	$\sqrt{2}$	Verilenlerle bulunamaz

20- Musluktan akan su

Bir musluktan aşağı doğru akan su jetinin kalınlığı gittikçe azalır. Musluğun ağzından v_0 hız ve d_0 çapı ile ayrılan su jetinin y mesafe aşağıdaki d çapını bulunuz.

a) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{1/4}$

b) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{1/2}$

c) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 - 2gy} \right)^{-1/2}$

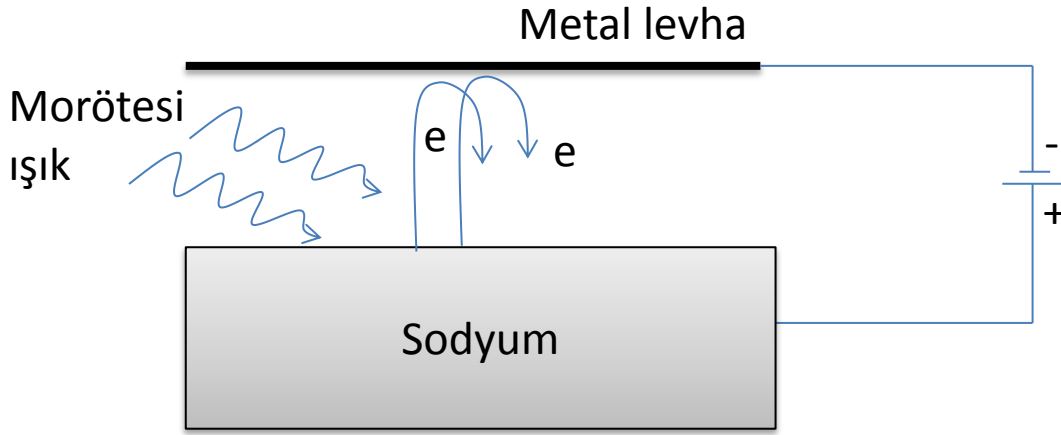
d) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)$

e) $d = d_0 \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^2$

21- Fotosel

Morötesi ışık, bir ışık gözesinde (fotosel) kullanılan sodyum metal yüzeyinden elektronların yüksek hızlarda kopması için gerekli enerjiyi sağlayabilir. Aşağıdaki şekil bu fiziksel olayı özetlemektedir. Sodyum yüzeyinden kopan elektronların maksimum hızını ölçmek için sodyum yüzeyinin üzerine bir metal levha yerleştirilir. Bu metal levhaya sodyum yüzeyinden kopan elektronları yavaşlatıp geri döndürmeye yetecek kadar eksi potansiyel uygulanır. Eğer, metal levhaya -3.5 V (sodyum yüzeyine göre) potansiyel uygulandığında en hızlı elektronlar duruyorsa, bu elektronların sodyum yüzeyinden koptuklarındaki yaklaşık hızları nedir? (Elektron yükünün kütesine oranı $1,76 \cdot 10^{11}\text{ C/kg}$)

- a) 10 m/s b) 10^2 m/s c) 10^3 m/s d) 10^6 m/s e) 10^9 m/s



22- Havadan sudan

Su altında basınç her 10 metrede bir atmosfer artar. 100 g kütlesi ve 200 ml iç hacimi olan bir bardak, ağzı aşağıya bakar biçimde bir göle batırılıyor. Su yüzeyinden 20 m derinlikte bardağın üzerine etki eden toplam kuvvetin yaklaşık büyüklüğü ve yönü nedir? Gölün sıcaklığını sabit, havayı ideal bir gaz, bardağın kalınlığının ve bardağa kıyasla içindeki havanın kütlesinin ihmal edilebilir olduğunu varsayınız. Suyun kütle yoğunluğunu 1 g/ml , yerçekimi ivmesini 10 m/s^2 olarak işlem yapınız.

- a) 0 N, denge durumu
- b) 0.33 N, yukarı yönde
- c) 0.33 N, aşağı yönde
- d) 0.66 N, yukarı yönde
- e) 1 N, yukarı yönde

23- Asansör için hava yastığı

Bazı asansörlerde asansörün taşıyıcı iplerinin kopmasına karşı bir güvenlik önlemi olarak asansörün altında kalan boşluğu hava sızdırmaz hale getirebilen bir acil durum sistemi bulunur. Taban alanı A ve kütlesi M olan bir asansör boşluğun dibinden L kadar yüksekteyken ve asansör boşluğunun her tarafındaki hava basıncı P iken ipi kopuyor ve hızla düşmeye başlıyor. Sistemin ip kopar kopmaz devreye girdiğini ve düşme sırasında asansör boşluğunun dışarıdan ısı alıp verecek zamanı olmadığını kabul edersek hangi yükseklikte asansörün ağırlığı hava basıncı tarafından dengelenir? (Yerçekimi ivmesi g , havanın sabit hacim ve sabit basınç ısı sığaları oranı γ olarak verilmiştir)

a) $L \frac{PA}{Mg}$

b) $L \left(\frac{PA}{Mg} \right)^{1/\gamma}$

c) $L \left(\frac{PA}{PA+Mg} \right)^{1/\gamma}$

d) $L \left(\frac{Mg}{PA} \right)^\gamma$

e) L/γ

24- Ses dalgaları

Ses dalgalarının gazların içerisinde ilerleyebilmesi, ilerleyen basınç dalgasının periyodu ile gaz moleküllerinin çarpışma aralığının aynı mertebelerde olmasına bağlıdır. Bunun sonucu olarak, gaz içerisinde ilerleyen ses dalgasının frekansı en fazla gaz moleküllerin çarpışma periyodunun tersi kadar olacaktır. Gaz moleküllerini, kütlesi m ve yarıçapı r olan kürecikler varsayarak, basıncı P ve sıcaklığı T olan bir gazın içerisinde ilerleyebilecek en yüksek ses dalgası frekansı yaklaşık olarak aşağıdakilerden hangisi ile verilir?

a) $4Pr^2 \sqrt{\frac{3}{mkT}}$

b) $\frac{\pi}{r} \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

c) $\frac{1}{Pr^2} \sqrt{8mkT}$

d) $\frac{P^2 r^5}{kT} \sqrt{\frac{8}{mkT}}$

e) $\frac{4kT}{Pr^4} \sqrt{\frac{\pi kT}{m}}$

25- Evrenle ilgili bir büyüklük

Evrenle ilgili *temel* bir büyüklük $\sqrt{\frac{G h}{c^5}}$ ifadesi ile verilir. Burada G evrensel yerçekimi sabiti, h Plank sabiti ve c ışık hızıdır. $\sqrt{\frac{G h}{c^5}}$ ile verilen büyüklük yaklaşık olarak aşağıdakilerden hangisidir? (Temel sabitlerin değerleri verilmemiştir)

- a) Evrenin yaşı, 13,8 milyar yıl.
- b) Evrende bilinen fizik yasalarının geçerli olduğu ilk zaman, $10^{-43} s$.
- c) Büyük patlamanın ardından gerçekleşen şişme çağı sonunda evrenin yarıçapı, 10^{-36} ışık yılı.
- d) Birim hacimdeki ortalama boşluk enerjisi, $10^{-42} J$.
- e) Evrenin eğrilik yarıçapı, $10^{-42} m$.