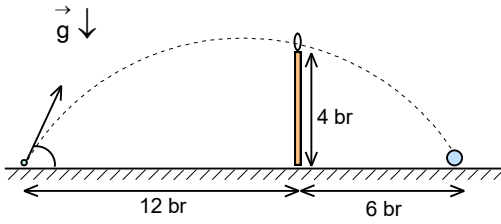


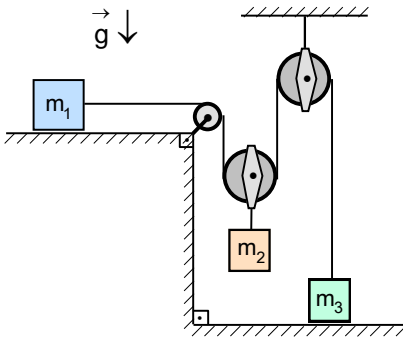
XXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2014



1. Bilgisayar ile yapılan eğik atış simülasyonlarda çekim ivmesi  $g=4 \text{ br/s}^2$  olup hava direnci ihmal edilmektedir. Simülasyonda yatay zemin üzerinde bulunan bir cisimden 12 br uzaklıkta yüksekliği 4 br olan bir duvar, duvarın üzerinde bir küçük bir halka ve duvardan 6 br uzaklıkta zemin üzerinde bir hedefin vurulması istenilmektedir. Cisim ile eğik belli açı ve belirli bir hız ile eğik atış yapıldığında cisim halkadan geçip hedefe isabet etmektedir.

Buna göre cismin yatay zemine ile atıldığı açı ve hızı nedir?

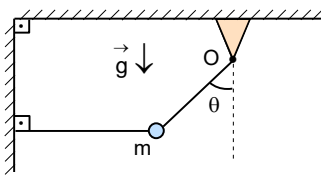
- A)  $30^\circ$ ; 6 br/s      B)  $30^\circ$ ; 8 br/s      C)  $45^\circ$ ;  $6\sqrt{2}$  br/s      D)  $45^\circ$ ;  $4\sqrt{2}$  br/s      E)  $60^\circ$ ;  $6\sqrt{2}$  br/s



2. Kütleleri  $m_1=6 \text{ kg}$ ,  $m_2=1 \text{ kg}$  ve  $m_3=0,5 \text{ kg}$  olan cisimlerden, ağırlıksız ile sürtünmesiz iper ve makaralardan şekildeki gibi oluşan sistemde  $m_1$  kütleli cisim yatay ve sürtünmesiz masa üzerinde,  $m_3$  kütleli cisim ise zemin üzerindedir.

Sistem serbest bırakılırsa ipteki gerilme kuvveti kaç N dur?

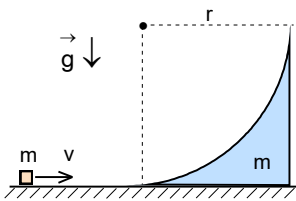
- A) 0      B) 4,2      C) 4,8      D) 5,4      E) 2,7



3. Basit bir sarkaç kütlesi ihmal edilebilir bir ip ile tavana asılı olup yatay konumunda bulunan kütlesi ihmal edilebilir bir ip ile denge konumundan  $\theta$  açısı kadar saptırılıyor.

Yatay ip kesildikten sonra sarkacın hareketi sırasında oluşacak maksimum gerilme kuvveti kesilmeden önceki ip gerilme kuvvetinin kaç katıdır?

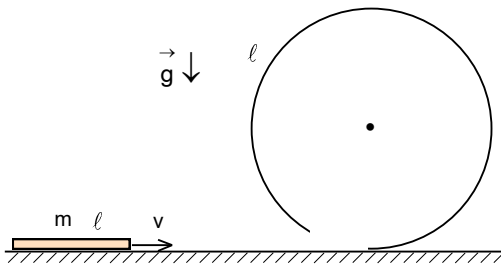
- A)  $\cos\theta$       B)  $2\sin\theta$       C)  $\cos^2\theta$       D)  $\cos\theta(3-2\cos\theta)$       E)  $\cos\theta(2-\cos\theta)$



4. Yatay ve sürtünmesiz masa üzerinde kütleleri m olan küçük bir cisim ve bir takoz bulunmaktadır. Takozun kesti kenarı r olan bir kareden çıkarılan yarıçapı olan çeyrek daireden kalan şekil gibidir. Cisme takozu doğru  $v=4\sqrt{gr}$  hız veriliyor.

Buna göre cismin hareketi boyunca çıkabileceği yükseklik nedir?

- A)  $\frac{r}{2}$       B) r      C) 2r      D) 4r      E) 8r

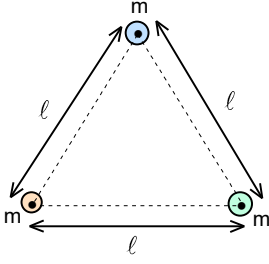


5. Kütleli m ve uzunluğu  $l$  homojen ve katı olan bir çubuk yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde hareket etmektedir. Çubuk yarıçapı  $l$  çembersel bir yol üzerinde şekildeki gibi hareketine devam etmektedir.

Çubuğun düşmeden çembersel yoldan geçebilmesi için çubuğun minimum hızı ve nedir? Çubuğun kütle merkezine göre

eylemsizlik  $J_0 = \frac{m\ell^2}{12}$  olarak veriliyor.

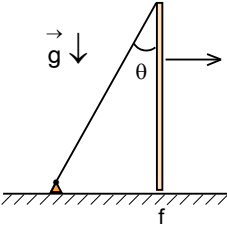
- A)  $\sqrt{2 + \frac{3\sqrt{3}}{2}}\sqrt{\ell g}$       B)  $\sqrt{2 + \frac{\sqrt{3}}{4}}\sqrt{\ell g}$       C)  $\sqrt{4 + \frac{3\sqrt{3}}{2}}\sqrt{\ell g}$       D)  $\sqrt{2 + \frac{14\sqrt{3}}{9}}\sqrt{\ell g}$       E)  $\sqrt{3 + \frac{2\sqrt{3}}{2}}\sqrt{\ell g}$



6. İki den fazla yıldızın oluşturduğu sistemlere Kempler rozeti adı verilir. Kütleleri m olan üç yıldız oluşturdukları sistemin ortak kütle merkezi etrafında bir eşkenar üçgenin köşelerinde kalacak şekilde dönmektedir. Yıldızların merkezleri arasındaki uzaklıklar  $l$  dir.

**Bu yıldız sisteminin dolanım periyodu nedir?** (Evrensel çekim sabiti  $\gamma$  olarak veriliyor.)

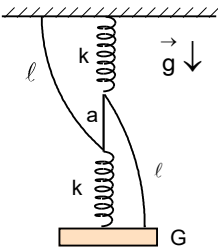
- A)  $4\pi\sqrt{\frac{l^3}{\gamma M}}$     B)  $\frac{2\pi}{9}\sqrt{\frac{l^3}{\gamma M}}$     C)  $\frac{2\pi}{3\sqrt[4]{3}}\sqrt{\frac{l^3}{\gamma M}}$     D)  $2\pi\sqrt{\frac{l^3}{\gamma M}}$     E)  $\frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{l^3}{\gamma M}}$



7. Yatay ve sürtülmeli masa üzerinde dikey konumunda bulunan ve ağırlığı ihmal edilebilen bir çubuk bulunmaktadır. Çubuk ile düzlem arasındaki sürtünme katsayısı f dir. Çubuk üst noktasından tuturulmuş ve çubuk ile  $\theta$  açısı yapan gerilmiş bir ip ile çubuğa tek bir noktasından uygulanan yatay bir kuvvet ile kaydırılarak devrilebilir.

Kuvvet noktasının düzlemden uzaklığının çubuk boyuna oranı en fazla ne kadar olabilir?

- A)  $\frac{\cos \theta}{1+f}$     B)  $\frac{\cos \theta}{2f + \cos \theta}$     C)  $\frac{\tan \theta}{f + \tan \theta}$     D)  $\cos \theta$     E) 1



8. Şekilde yatay tavana asılı üç ip, iki yay ve bir cisimden oluşan mekanik bir sistem gösterilmektedir. Cismin ağırlığı  $G=0,5$  N, yayların yay sabiti  $k=1$  N/m, yayları bir-birine bağlayan kısa ipin uzunluğu  $a=\frac{3}{8}$  m ve diğer iki ipin uzunluğu  $l=1$  olarak veriliyor.

**Yayları birbirine bağlayan ip kesildikten sonra sistem dengeye geldiğinde ne kadar yer değiştirir?** (İplerin esnemediğini ve yayların ilk uzunluğunun sıfır olduğunu kabul ediniz. )

- A) Kütle aşağı  $\frac{1}{4}$  m iner    B) Kütle  $\frac{1}{8}$  m aşağı iner    C) Kütle  $\frac{1}{8}$  yukarı çıkar  
D) Kütle olduğu yerde kalır    E) Kütle yukarı çıkarak yüzeye çarpar

9. Bir musluktan aşağı doğru akan suyun çapı gittikçe azalır.

**Musluğun ağzından  $v_0$  hız ve  $d_0$  çapı ile ayrılan suyun y mesafe aşağıdaki çapı nedir?**

- A)  $d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{\frac{1}{4}}$     B)  $d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{\frac{1}{2}}$     C)  $d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{\frac{1}{2}}$     D)  $d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)$     E)  $d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^2$

10. Su altında basınç her 10 metrede bir atmosfer artar. Kütleli 100 g ve iç hacmi ve 200 ml 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 kütlelerinin ihmal edilebilir olduğunu varsayınız. Suyun özkütlesi  $1 \text{ g/cm}^3$  olarak veriliyor.)

- 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

11. 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  $S$  ve kütlesi  $M$  olan bir asansör boşluğun dibinden  $\ell$  kadar yüksekteyken ve asansör boşluğunun her tarafındaki açık hava basıncı  $P_0$  iken ipi kopuyor ve hızla düşmeye başlıyor.

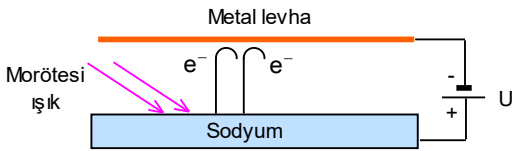
Sistemin ip kopar kopmaz devreye girdiğini ve düşme sırasında asansör boşluğunun dışarıdan ısı alıp verecek zamanı olmadığını kabul edersek hangi yükseklikte asansörün ağırlığı hava basıncı tarafından dengelenir? (Gazın adyabatik katsayısı  $\gamma$  olarak veriliyor.)

- A)  $\ell \frac{P_0 S}{Mg}$       B)  $\ell \left( \frac{P_0 S}{Mg} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$       C)  $\ell \left( \frac{P_0}{P_0 S + Mg} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$       D)  $\ell \left( \frac{Mg}{P_0 S} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$       E)  $\frac{\ell}{\gamma}$

12. 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 ve yarıçapı olan kürecikler varsayarak, basıncı ve sıcaklığı olan bir gazın içerisinde ilerleyebilecek en yüksek ses dalgası frekansı yaklaşık olarak aşağıdakilerden hangisi ile verilir?

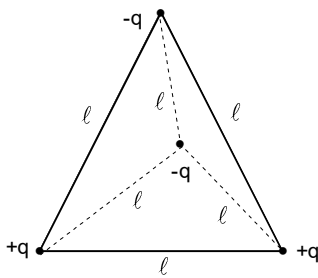
- A)  $4\pi r^2 P \sqrt{\frac{3}{mkT}}$       B)  $\frac{\pi}{r} \sqrt{\frac{2kT}{m}}$       C)  $\frac{1}{Pr^2} \sqrt{8mkT}$       D)  $\frac{P^2 r^5}{kT} \sqrt{\frac{8}{mkT}}$       E)  $\frac{4kT}{Pr^2} \sqrt{\frac{\pi kT}{m}}$



13. Morötesi ışık, bir ışık gözesinde (fotosel) kullanılan sodyum metal yüzeyinden elektronların yüksek hızlarda kopması için gerekli enerjiyi sağlayabilir. Yandaki 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  $-3,5 \text{ V}$  (sodyum yüzeyine göre) potansiyel uygulandığında en hızlı elektronlar duruyorsa, bu elektronların sodyum yüzeyinden koptuklarındaki yaklaşık hızları kaç  $\text{m/s}$  dir? (Elektron yükünün elektron kütlesine oranı  $1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$  olarak veriliyor.)

- A) 10      B)  $10^2$       C)  $10^3$       D)  $10^6$       E)  $10^8$



14. Kenarı  $\ell$  olan düzgün bir dörtyüzlünün köşelerinde iki tane  $+q$  yükü ve iki tane  $-q$  yükü şekildeki gibi konulmuştur.

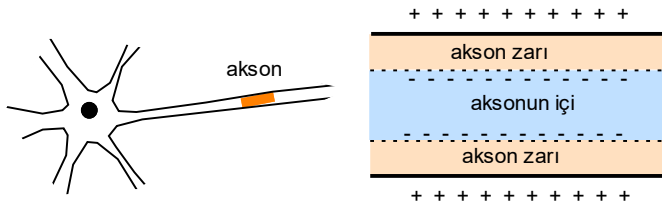
Bu dört yüke de eşit uzaklıkta olan noktada (düzgün dörtyüzlünün cisim merkezinde) elektrik alan şiddeti nedir?

- A)  $\frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$       B)  $\frac{\sqrt{3}}{16} \frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$       C)  $\frac{3}{20} \frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$   
D)  $\frac{\sqrt{6}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$       E)  $\frac{9\sqrt{3}}{16} \frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$

15. Levhalarının alanı  $S$  ve levhalar arasındaki uzaklık  $h$  paralel plakalı olan bir kondansatör e.m.k. sı  $U$  olan bir üreteç sayesinde tamamen şarj ediliyor.

Şarj edilmiş bu kondansatör üretece bağlı iken, levhaları arasındaki uzaklığı  $3h$  a çıkarmak için yapılan mekanik iş nedir?

- A)  $\frac{4\epsilon_0 S U^2}{3h}$       B)  $\frac{3\epsilon_0 S U^2}{h}$       C) 0      D)  $\frac{\epsilon_0 S U^2}{3h}$       E)  $\frac{2\epsilon_0 S U^2}{3h}$

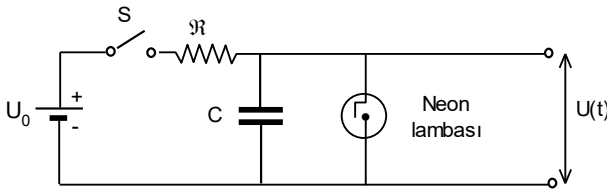


16. Bir sinir hücresinin zarı yaklaşık 7,5 nm kalınlığında olup, yüklü iyonların kontrollü bir şekilde içeri ve dışarı yönde geçişine izin vermektedir. Aksonlar sinir hücreleri arasında elektriksel sinyallerin iletiği uzantılardır. Artı ve eksi yükler akson zarından geçerek farklı yüklerin aksonun içinde ve dışında eşit yük yoğunluklarında olacak şekilde bir denge oluşur. İnce akson zarı paralel levha kondansatör gibi modellenebilir.

Akson zarındaki organik malzemeler zarın bağıl dielektrik geçirgenlik katsayısının 10 olmasını sağlar. Aksonun zarın içinde organik olmayan maddelerin bağıl dielektrik geçirgenlik katsayısı bir olarak kabul edilebilir.

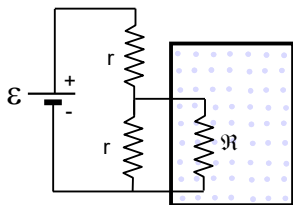
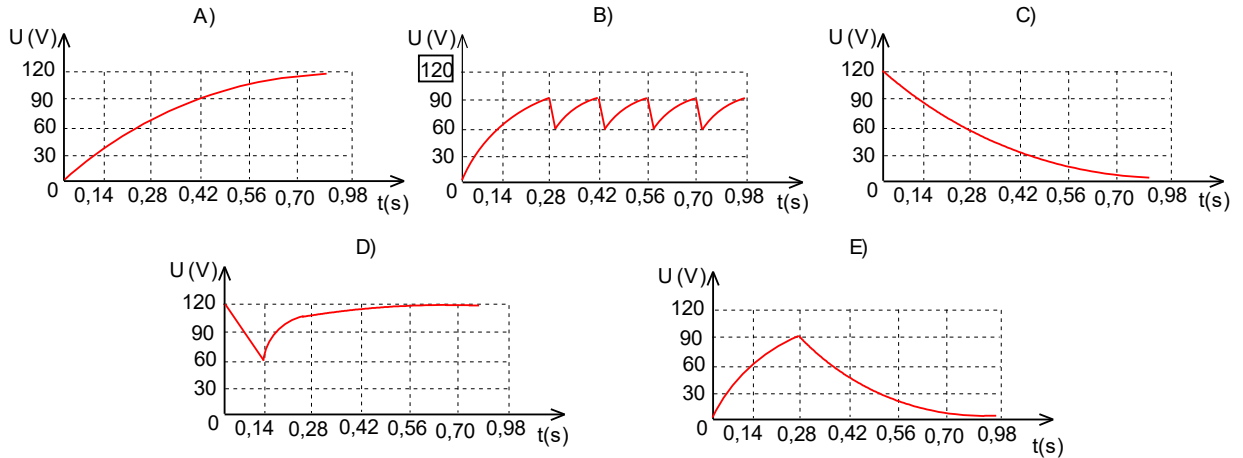
Eğer aksonun içi ve dışı arasındaki voltaj farkı 75 mV ise, akson zarı üzerindeki elektrik alan yaklaşık olarak hangi mertebededir?

- A)  $(10^2 \div 10^3)$  N/C    B)  $(10^3 \div 10^4)$  N/C    C)  $(10^4 \div 10^5)$  N/C    D)  $(10^5 \div 10^6)$  N/C    E)  $(10^6 \div 10^7)$  N/C



17. Şekilde gösterilen devrede Neon lambası uçlarındaki voltaj 90 V oluncaya kadar üzerinden hiç akım geçirmezken, bu değer üstünde direnci tamamen sıfırlanmaktadır. Voltaj 60 V altına düştüğünde ise direnci çok büyük olup, hemen hemen üzerinden hiç akım geçirmemektedir. Devredeki

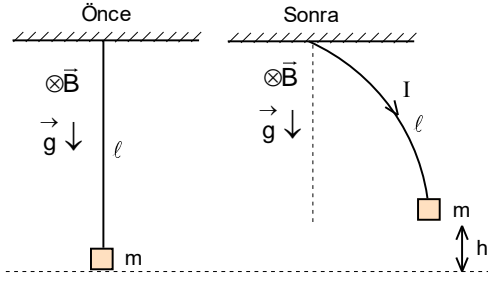
S anahtarı  $t_0=0$  anında kapatıldıktan sonra, devre çıkışından alınacak çıktı sinyalini  $U(t)$  en iyi gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir? (Üretecin e.m.k. sı  $U_0=120$  V, rezistansın direnci  $R=50$  k $\Omega$ , kondansatörün kapasitesi  $C=4$   $\mu$ F olarak veriliyor.)



18. Şekildeki gibi, bir direnç üzerinden akım geçirerek kapalı bir hazne içerisindeki gazı ısıtmak istiyoruz. Isıtıcımızın hazneye mümkün olduğu kadar sabit oranda ısı vermesini istiyoruz. Rezistansın direnci  $R$ , ısıtıcı çalışırken  $\Delta R \ll R$  kadar değişebileceğini göz önünde bulundurarak, ısıtıcının sürekli sabit güçte ısı üretmesini sağlamak için dirençleri  $r$  olan iki rezistans kullanarak yandaki devreyi tasarlıyoruz.

Isıtıcı direnci çok az değişse dahi iletilen gücün değişmemesini sağlayacak  $r$  direnç değeri kaç  $R$  dir?

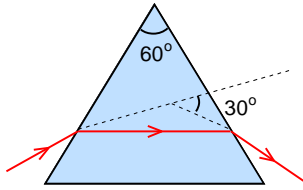
- A)  $\frac{1}{2}$     B)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$     C) 1    D)  $\sqrt{2}$     E) 2



19. Kütleli  $m$  olan bir avize uzunluğu  $\ell$  olan iletken, bükülebilen ancak esnemeyen ve kütesiz bir tel ile tavana asılı olup yatay tavana paralel ve homojen olan  $B$  manyetik indüksiyon alanı içinde bulunmaktadır. Tavandan avizeye doğru telden  $I$  akmaya başlarsa, avize ilk konumuna göre  $h$  kadar yükselir.

Buna göre,  $h$  yüksekliği nedir?

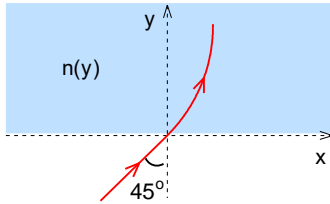
- A)  $\frac{\ell^2 IB}{mg}$       B)  $\ell \cos\left(\frac{\ell IB}{mg}\right)$       C)  $\sqrt{\ell^2 - \left(\frac{mg}{IB}\right)^2}$       D)  $\ell$ , avize tavana çarpar      E)  $\ell - \frac{mg}{IB} \sin \frac{\ell IB}{mg}$



20. Hava ortamında bulunan ve kırıcılık indisi  $n$  olan maddeden yapılmış eşkenar üçgen şeklindeki prizmaya gönderilen ışık ışınının sapma açısı  $30^\circ$  dir.

Buna göre ışının prizmayı simetrik bir şekilde terk etmesi için  $n$  ne kadar olmalıdır?

- A)  $\sqrt{2}$       B)  $\sqrt{3}$       C)  $2\sqrt{2}$       D)  $2\sqrt{3}$       E)  $\frac{2}{\sqrt{3}}$



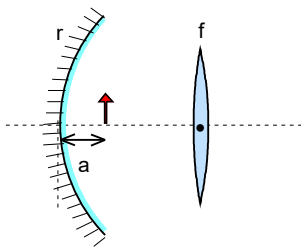
21. Optik bir malzemenin kırıcılık indisinin yüzeyden olan uzaklıkla değiştiği bilinmektedir. Bu malzemeye boşluktan normal ile  $45^\circ$  derece açı yapacak şekilde bir ışın gönderiliyor. Işının düştüğü nokta x-y dik koordinat sisteminin başlangıç noktası olarak kabul ediliyor. Bu koordinat sisteme göre ışının takip ettiği yörünge

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

denklemleri ile ifade edilmektedir. Burada  $\alpha = \sqrt{3}$ ,  $\beta = 0,5 \text{ cm}^{-1}$  birer sabittir.

Buna göre maddenin tam yüzeyindeki ve 1 cm derinliğindeki kırıcılık indisleri nelerdir?

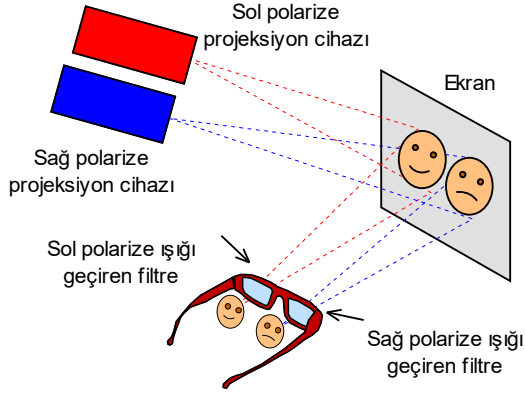
- |    | Yüzeyde $n$           | 1 cm derinlikte $n$   |
|----|-----------------------|-----------------------|
| A) | $\sqrt{3}$            | $\sqrt{5} - \sqrt{3}$ |
| B) | $\sqrt{2}$            | $\sqrt{5}$            |
| C) | $\sqrt{5} - \sqrt{3}$ | $\sqrt{3}$            |
| D) | $\sqrt{2}$            | $\sqrt{3}$            |
| E) | $\sqrt{2}$            | 2                     |



22. Optik eksenleri çakışık eğrilik yarıçapı  $r=4$  cm olan çukur bir ayna ile bu aynanın geometrik merkezinde yerleştirilen ve odak uzaklığı  $f=1$  cm ince kenarlı olan bir mercek ile oluşan bir optik sistem veriliyor. Ayna ile mercek arasında ve aynadan  $a=1$  cm uzaklıkta tabanın optik eksen üzerinde ve optik eksene dik olacak şekilde bir cisim bulunuyor. Bu cismin iki görüntüsü vardır. Bunlardan birisi doğrudan mercekte oluşurken diğeri ise aynadan yansıyan görüntüsü oluşturmaktadır.

Buna göre, mercekte oluşan iki görüntünün boyları oranı kaçtır?

- A)  $\frac{3}{2}$       B)  $\frac{4}{3}$       C)  $\frac{5}{4}$       D)  $\frac{6}{5}$       E)  $\frac{7}{6}$



23. Üç boyutlu sinemalarda kullanılan teknolojilerden bir tanesi, ışığın dairesel polarizasyonunu kullanarak, sağ ve sol gözümüzün farklı açılardan çekilmiş iki farklı resmi görmesini sağlar. Beynimiz bu resimleri birleştirerek üç 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 üç boyutlu bir film izlerken ara verildi ve tuvalete gittiniz.

**Gözlüğü takarak tuvalettaki 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.

24. 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  $f$  frekansını ölçerler. Yansıyan mikrodalganın frekansını kullanarak aracın  $v$  hızı belirlenir. Doppler prensibine göre, radardan  $v$  hızıyla uzaklaşan bir araçtan yansıyan mikrodalganın frekansı  $f=f_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$  şeklinde yazabiliriz. Burada  $c=300\ 000$  km/s ışık hızıdır.

**Aracın hızını 1 km/saat doğrulukla ile ölçebilmek için frekans ölçümündeki hassasiyet  $\frac{\Delta f}{f}$  en az ne kadar olmalıdır?**

- A)  $10^{-3}$
- B)  $10^{-5}$
- C)  $10^{-7}$
- D)  $10^{-9}$
- E)  $10^{-11}$

25. Evrenle ilgili temel bir büyüklük  $\sqrt{\frac{\gamma h}{c^5}}$  ifadesi ile verilir. Burada  $\gamma$  evrensel yerçekimi sabiti,  $h$  Planck sabiti ve  $c$  ışık hızıdır.

**$\sqrt{\frac{\gamma h}{c^5}}$  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

XXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2014

1. B)

2. C)

3. B)

4. D)

5. D)

6. E)

7. C)

8. C)

9. A)

10. C)

11. C)

12. B)

13. D)

14. A)

15. D)

16. E)

17. B)

18. E)

19. E)

20. A)

21. D)

22. C)

23. D)

24. D)

25. B)

**XXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2014**

1. Cismin ilk hızın yatay ve dikey bileşenleri için;

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta; v_{0y} = v_0 \sin\theta$$

cismin hareket süresi için;

$$t_u = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$$

menzili için;

$$\ell = v_{0x} t_u = \frac{2v_0^2 \sin\theta \cos\theta}{g}; 18 = \frac{2v_0^2 \sin\theta \cos\theta}{4}; 36 = v_0^2 \sin\theta \cos\theta$$

cismin halkadan geçmesi için;

$$x = v_{0x} t; 12 = v_0 \cos\theta \cdot t; t = \frac{12}{v_0 \cos\theta}$$

$$y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}; 4 = v_0 \sin\theta \cdot \frac{12}{v_0 \cos\theta} - \frac{4}{2} \left( \frac{12}{v_0 \cos\theta} \right)^2 = 12 \tan\theta - 2 \frac{144}{\sin\theta \cos\theta} = 4 \tan\theta$$

yazabiliriz. Buradan  $\tan\theta=1$ ,  $\theta=45^\circ$  ve ilk hızı;

$$v_0 = \sqrt{\frac{36}{\sin 45^\circ \cos 45^\circ}} = \sqrt{\frac{36}{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}} = 6\sqrt{2}$$

olarak bulunur.

2.  $m_2 = 1$  kg olan cisim harekete geçerse bu cismi tutan iki ipte gerilme kuvveti 5 N dan küçük olacağı için  $m_3 = 0,5$  kg olan cisim harekete geçmez. Bu durumda;

$$T = m_1 a_1; m_2 g - 2T = m_2 a_2$$

hareketli makara için altın kuraldan

$$Tx_1 = 2Tx_2; a_1 = 2a_2$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{T}{m_1} = 2g - \frac{4T}{m_2}; T = \frac{2g}{\frac{1}{m_1} + \frac{4}{m_2}} = \frac{2 \cdot 10}{\frac{1}{6} + \frac{4}{1}} = 4,8 \text{ N}$$

olarak bulunur.

3. Cismin kütlesi  $m$  olsun. Birinci durumda sarkacın ipteki gerilme kuvveti;

$$F_1 \cos\theta = mg; F_1 = \frac{mg}{\cos\theta}$$

olur. yatay ip kesilirse sarkaç denge konumunda geçerken kazandığı hız;

$$mg\ell(1 - \cos\theta) = \frac{mv^2}{2}; v^2 = 2g\ell(1 - \cos\theta)$$

bu durumda sarkacın ipteki gerilme kuvveti;

$$F_2 - mg = \frac{mv^2}{\ell}; F_2 = mg + 2mg(1 - \cos\theta) = mg(3 - 2\cos\theta)$$

aranan oran;

$$\frac{F_2}{F_1} = \cos\theta(3 - 2\cos\theta)$$

olarak bulunur.



4. Cisim takozun en üst noktasında dikey yukarıya doğru u hızı ile hareket ederken aynı zamanda sistem ile yatay yönde hareket etmektedir. Momentum korunumu yasasından sistemin bu andaki hızı;

$$mv=2mv_s ; v_s = \frac{v}{2}$$

olur. Enerji korunumu yasası için;

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{2mv_s^2}{2} + mgr + \frac{mu^2}{2}$$

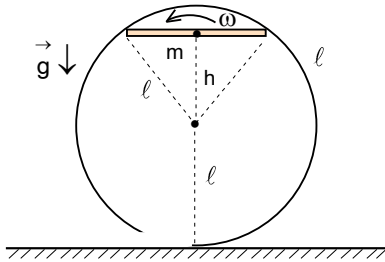
yazabiliriz. Buradan cismin düşey hızı;

$$v^2 = 2 \frac{v^2}{4} + 2gr + u^2 ; \frac{v^2}{2} - 2gr = u^2 ; 8gr - 2gr = 6gr = u^2$$

ve cismin çıktığı yükseklik;

$$h = r + \frac{u^2}{2g} = r + 3r = 4r$$

olarak bulunur.



5. Çubuğun daireysel döngünün en üst noktasına yatay konuma geldiğinde çubuğun kütle merkezi dairenin merkezinden;

$$h = l \sin 60^\circ = \frac{l\sqrt{3}}{2}$$

çubuğun dairenin geometrik merkezine göre eylemsizlik momenti;

$$J = J_0 + mh^2 = \frac{ml^2}{12} + m \left( \frac{l\sqrt{3}}{2} \right)^2 = \frac{5ml^2}{6}$$

olur. Enerji korunumu yasası için;

$$\frac{mv^2}{2} = mg(\ell+h) + \frac{J\omega^2}{2}$$

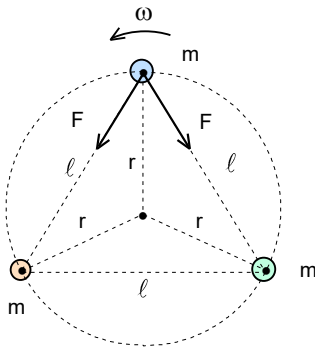
çubuğun düşmemesi için;

$$mg = m\omega^2 h$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\omega^2 = \frac{2g\sqrt{3}}{3l} ; v = \sqrt{2 + \frac{14\sqrt{3}}{9}} \sqrt{\ell g}$$

olarak bulunur.



6. Her yıldızın merkezinden üçgenin merkezine olan uzaklık için;

$$r = \frac{2h}{3} = \frac{2l \sin 60^\circ}{3} = \frac{2l \frac{\sqrt{3}}{2}}{3} = \frac{l\sqrt{3}}{3}$$

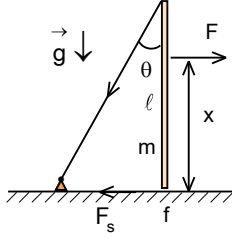
bir yıldızta etki eden net kuvvet için;

$$F_{\text{net}} = 2F \cos 30^\circ = 2 \cdot \frac{\gamma m^2}{\ell^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\gamma m^2 \sqrt{3}}{\ell^2} = m\omega^2 r$$

yazabiliriz. Buradan

$$\omega = \sqrt{\frac{3\gamma m}{\ell^3}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{\ell^3}{\gamma M}}$$

olarak bulunur.



7. Çubuğun boyu  $\ell$ , kütlesi  $m$ , ipteki gerilme kuvveti  $T$ , uygulanan yatay kuvvet  $F$ , bu kuvvetin uygulamam noktasının zeminden olan uzaklığı  $x$  olsun. Bu durumda öteleme dengesi için;

$$F = T \sin \theta + F_s$$
$$N = T \cos \theta + mg$$

dönme dengesi için;  
 $T \sin \theta \cdot \ell = F \cdot x$   
yazabiliriz. Buradan sürtünme kuvveti;

$$T = \frac{Fx}{\ell \sin \theta}; F_s = F - \frac{Fx}{\ell \sin \theta} \cdot \sin \theta = F \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right)$$

tepki kuvveti;

$$N = mg + \frac{Fx \cdot \cot \theta}{\ell}$$

maksimum sürtünme kuvveti;

$$F_{s \text{ mak}} = fN = f \left( mg + \frac{Fx \cdot \cot \theta}{\ell} \right)$$

olarak bulunur. Çubuğun dengede kalabilmesi için;

$$F_s \leq F_{s \text{ mak}}; F \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right) \leq f \left( mg + \frac{Fx \cdot \cot \theta}{\ell} \right); F \left[ 1 - \frac{x(1 + f \cot \theta)}{\ell} \right] \leq fmg$$

olmalıdır.

$$1 < \frac{x(1 + f \cot \theta)}{\ell}$$

ise kuvvet ne kadar büyük olursa olsun çubuk devrilmez. Buradan;

$$\frac{x}{\ell} = \frac{1}{1 + f \cot \theta} = \frac{\tan \theta}{f + \tan \theta}$$

olarak bulunur.

8. Birinci durumda iki yay seri bağlıdır. Her yayda uzama;

$$x = \frac{G}{k} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ m}$$

cismin tavana olan uzaklığı;

$$H = 2x + a = 2 \cdot 0,5 + \frac{3}{8} = \frac{11}{8} \text{ m}$$

olur. Kısa ip kesilirse iki yay cisme paralel bağlı olur. Bu durumda yaylardaki uzamalar;

$$y = \frac{G}{2k} = \frac{0,5}{2 \cdot 1} = 0,25 \text{ m} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

cismin tavana olan uzaklığı;

$$h = \ell + y = 1 + \frac{1}{4} = \frac{5}{4} \text{ m}$$

cismin yer değiştirmesi;

$$z = H - h = \frac{11}{8} - \frac{5}{4} = \frac{1}{8} \text{ m}$$

olarak bulunur. Cisim yukarı yönde hareket eder.

9. Enerji korunumu yasasından  $y$  mesafedeki hız;

$$\frac{mv^2}{2} = mgy + \frac{mv_0^2}{2}; v = \sqrt{v_0^2 + 2gy}$$

sürekli denklemden;

$$S_0 v_0 = Sv; \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot v_0 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sqrt{v_0^2 + 2gy}; d = d_0 \left( \frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gy} \right)^{\frac{1}{4}}$$

olarak bulunur.

10. Bardak kendi boyutundan çok daha büyük derinliğe batırılırsa bardakta bulunan havanın basıncı;

$$P = P_0 + \rho gh = 1 + 2 = 3 \text{ atm}$$

bardağın içinde kalan havanın hacmi;

$$P_0 V_0 = PV; V = \frac{V_0}{3}$$

bardağa etki eden kuvvet;

$$F = mg - \rho g V = 0,1 \cdot 10 - 1000 \cdot 10 \cdot \frac{200 \cdot 10^{-6}}{3} \approx 0,33 \text{ N}$$

aşağıya doğru etki ettiği olarak bulunur.

11. Asansörün ağırlığı hava basıncı tarafından dengelendiğinde basınç;

$$P = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

olur. Adyabatik proses denkleminde;

$$PV^\gamma = \text{sabit}; P_0 (S\ell)^\gamma = \left( P_0 + \frac{Mg}{S} \right) (Sx)^\gamma; x = \ell \left( \frac{P_0}{P_0 S + Mg} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

olarak bulunur.

12. T sıcaklığında bulunan gazdaki basınç;

$$P = n_0 kT$$

moleküllerin hızları

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3kT}{2}; v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

ile verilir. Burada  $n_0$  gazın konsantrasyonudur. Moleküller arasındaki çarpışmayı tesir kesiti karakterize edilebilir. Tesir kesiti, iki taneciklerin merkezleri arasındaki uzaklık  $2r$  olduğunda, taneciklerin değme noktasından geçirilen dairenin kesit alanı olarak tanımlanabilir. Bu durumda tesit kesiti;

$$\sigma = \pi(2r)^2 = \pi d^2$$

olarak yazılabilir. Bir saniyede tanecik kat ettiği yol  $v \cdot 1$ , bu zaman içinde kaotik hareketlerde taranan hacim  $\sigma v$ , bu hacimde bulunan tanecik sayısı ya da çarpışma frekansı;

$$v = n_0 \sigma v = 4\pi r^2 P \sqrt{\frac{3}{mkT}}$$

olarak bulunur. Frekans konusunda daha gerçekçi bir değerlendirme yapmak için moleküllerin birbirlerine göre olan hareketlerini hesaba katmalıyız. Bağlı hız;

$$\vec{v}_b = \vec{v}_1 - \vec{v}_2; v_b^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos\theta$$

olarak yazılabilir. Burada  $v_1 = v_2 = v$  ve bir saniyede  $\langle \cos\theta \rangle$ 'nin ortalama değeri çarpışma sayısı çok büyük olduğundan dolayı sıfır olacağını hesaba katarsak;

$$\langle v_b^2 \rangle = 2v^2; v_b = \sqrt{2} v$$

yazabiliriz. Bununla bir saniyede gerçekleşen çarpışma sayısı;

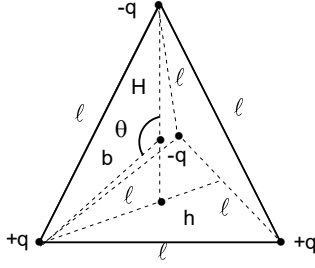
$$v = n_0 \sigma v_b = \sqrt{2} n_0 \sigma v = 4\pi r^2 P \sqrt{\frac{3}{mkT}}$$

olarak yazılabilir.

13. Enerji korunumu yasasından hız;

$$\frac{mv^2}{2} = eU; v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{2 \cdot 1,76 \cdot 10^{11} \cdot 3,5} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ m/s} \approx 10^6 \text{ m/s}$$

olarak bulunur.



14. Bir tabanın yüksekliği;

$$h = l \sin 60^\circ = \frac{l\sqrt{3}}{2}$$

köşeden tabanın geometrik merkeze olan uzaklık;

$$a = \frac{2h}{3} = \frac{2l \sin 60^\circ}{3} = \frac{2l \frac{\sqrt{3}}{2}}{3} = \frac{l\sqrt{3}}{3}$$

düzgün dörtyüzlünün yüksekliği;

$$H^2 = l^2 - a^2 = l^2 - \frac{l^2}{3} = \frac{2l^2}{3}; H = l \sqrt{\frac{2}{3}}$$

düzgün dörtyüzlünün hacmi;

$$V = \frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \cdot \frac{H}{3}$$

ile verilir. Düzgün dörtyüzlünün geometrik merkezi bulmak için tepeden z uzaklıkta kenar uzunluğu x tabana paralel olan bir eşkenar üçgen seçelim. Bu eşkenar üçgenin kenar uzunluğu;

$$\frac{x}{l} = \frac{z}{H}; x = \frac{lz}{H}$$

olur. dz kalınlıkta bir kesitin hacmi;

$$dV = \frac{x^2 \sqrt{3}}{4} dz = \frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \frac{z^2 dz}{H^2}$$

geometrik merkezin tepeden olan uzaklık;

$$b = \frac{\int_0^V z dV}{\int_0^V dV} = \frac{\int_0^H \frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \frac{z^3 dz}{H^2}}{\frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \frac{z^4}{4H^2} \Big|_0^H} = \frac{\frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \frac{z^4}{4H^2} \Big|_0^H}{\frac{l^2 \sqrt{3}}{4} \frac{H}{3}} = \frac{3H}{4} = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

geometrik merkezinde bir yükün oluşturduğu elektrik alan;

$$E_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 b^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \frac{3l^2}{8}} = \frac{2q}{3\pi\epsilon_0 l^2}$$

geometrik merkezinden iki köşeye geçirilen doğrular arasındaki açı;

$$l^2 = b^2 + b^2 - 2b^2 \cos \theta = 2b^2 (1 - \cos \theta) = 2 \cdot \frac{3l^2}{8} (1 - \cos \theta); \cos \theta = -\frac{1}{3}$$

olarak bulunur. Sorunun simetrisinden kaynaklanan bu ifadeye farklı yoldan da ulaşabiliriz. Tabanda 3 tane eşit büyüklükte yük, tepede bir yük bulunursa;

$$qb = 3q(H-b)$$

yazabiliriz. Buradan aynı sonuç çıkar. Bir tane pozitif ile bir tane negatif yükün oluşturduğu elektrik alan

$$E^2 = E_1^2 + E_1^2 - 2E_1^2 \cos \theta = 2E_1^2 \left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{8E_1^2}{3}; E_1 = \frac{2E_1 \sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{2q}{3\pi\epsilon_0 l^2} = \frac{4q\sqrt{6}}{9\pi\epsilon_0 l^2}$$

ikili yük sistemlerden oluşan elektrik alanlar birbirine diktir. Buradan;

$$E_b = E_2 \sqrt{2} = \frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 l^2}$$

olarak bulunur. Soruyu simetriye dayalı farklı yoldan da çözebiliriz. +q yüklerin bulunduğu noktalar +q ve -q yükleri konulursa -q yüklerin oluşturduğu elektrik alan sıfır olur. Bu durumda sadece +2q yüklerin oluşturduğu

$$E_2 = 2E_1 = \frac{4q}{3\pi\epsilon_0 l^2}$$

elektrik alan kalır. Bu iki yükün bileşke elektrik alanı

$$E_b^2 = E_2^2 + E_2^2 - 2E_2^2 \cos(180^\circ - \theta) = 2E_2^2 \left(1 - \frac{1}{3}\right) = \frac{4E_2^2}{3}; E_b = \frac{4E_2}{\sqrt{3}} = \frac{8\sqrt{3}}{9} \frac{q}{\pi\epsilon_0 l^2}$$

olarak bulunur.

15. İlk ve ikinci durumda kondansatörün kapasitesi;

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{h}; C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{3h}$$

ilk durumda kondansatörün depoladığı potansiyel elektrik alan enerjisi;

$$E_{p1} = \frac{C_1 U^2}{2} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2h}$$

ikinci durumda kondansatörün depoladığı potansiyel elektrik alan enerjisi;

$$E_{p2} = \frac{C_2 U^2}{2} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{6h}$$

potansiyel elektrik alan enerjisi değişimi;

$$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{6h} - \frac{\epsilon_0 S U^2}{2h} = -\frac{\epsilon_0 S U^2}{3h}$$

olur. Yükleme süresince üretilen geçen yük;

$$\Delta q = \Delta C U = \left( \frac{\epsilon_0 S}{3h} - \frac{\epsilon_0 S}{h} \right) U = -\frac{2\epsilon_0 S U}{3h}$$

üreticinin yaptığı iş;

$$W_{ür} = \Delta q U = -\frac{2\epsilon_0 S U^2}{3h}$$

kondansatördeki elektrik alan enerjisi değişimi üreticinin ve mekanik işin toplamına eşittir. Buradan;

$$W_{mek} + W_{ür} = \Delta E_p; W_{mek} - \frac{2\epsilon_0 S U^2}{3h} = -\frac{\epsilon_0 S U^2}{3h}; W_{mek} = \frac{\epsilon_0 S U^2}{3h}$$

olarak bulunur. Soruyu farklı yoldan da çözebiliriz. Elektrik alanın basıncı ya da birim hacimdeki enerji;

$$P = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{\epsilon_0 U^2}{2x^2}$$

plakalara etki eden kuvvet;

$$F = PS = \frac{\epsilon_0 U^2 S}{2x^2}$$

yapılan iş;

$$W = \int_h^{3h} F dx = \int_h^{3h} \frac{\epsilon_0 U^2 S}{2x^2} dx = -\frac{\epsilon_0 U^2 S}{2x} \Big|_h^{3h} = -\frac{\epsilon_0 U^2 S}{2} \left( \frac{1}{3h} - \frac{1}{h} \right) = \frac{\epsilon_0 S U^2}{3h}$$

olarak bulunur.

16. Paralel plakalı kondansatörün levhaları arasındaki potansiyel fark U, levhalar arasındaki uzaklık h olsun. Plakalar arasında dielektrik madde bulunursa her ortamda elektrik alan farklı olur. Organik maddelerin kalınlığı  $h_1$ , organik maddelerin içindeki elektrik alan  $E_1$ , akson zarının organik maddeler içermeyen kısmının kalınlığı  $h-h_1$ , bu ortamdaki elektrik alan  $E_2$  olsun. İki plaka arasındaki potansiyel fark için

$$U = E_1 h_1 + E_2 (h - h_1)$$

deplasman vektörü için

$$D = \epsilon \epsilon_0 E_1 = \epsilon_0 E_2$$

yazabiliriz. Buradan

$$E_1 = \frac{U}{h_1 + \epsilon(h - h_1)}; E_2 = \frac{\epsilon U}{h_1 + \epsilon(h - h_1)}$$

olarak bulunur. Akson zarının içindeki organik maddelerin kalınlığı bilinmemektedir. Limit durumlar için organik maddelerdeki elektrik alan  $h_1 = 0$  ise

$$E_{10} = \frac{U}{\epsilon h} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{10.7 \cdot 5 \cdot 10^{-9}} = 10^6 \text{ N/C}$$

$h_1 = h$  ise

$$E_{1h} = \frac{U}{h} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{7.5 \cdot 10^{-9}} = 10^7 \text{ N/C}$$

olur.

17. B) Şıkkı-Voltaj 60 V ve 90 V arasında değişmektedir.

18. Devrenin eşdeğer direnci, devrede akan akım ve ısıtıcı rezistans üzerindeki potansiyel fark;

$$\mathfrak{R} = r + \frac{\mathfrak{R}r}{\mathfrak{R} + r} = \frac{r(2\mathfrak{R} + r)}{\mathfrak{R} + r}; I = \frac{\mathcal{E}}{\mathfrak{R}_{es}} = \frac{\mathcal{E}(\mathfrak{R} + r)}{r(2\mathfrak{R} + r)}; U_{\mathfrak{R}} = I \cdot \frac{\mathfrak{R}r}{\mathfrak{R} + r} = \frac{\mathcal{E}(\mathfrak{R} + r)}{r(2\mathfrak{R} + r)} \cdot \frac{\mathfrak{R}r}{\mathfrak{R} + r} = \frac{\mathcal{E}\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r}$$

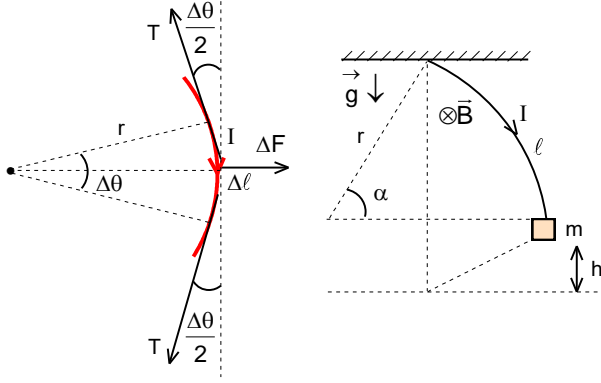
bu rezistans üzerinde açığa çıkan ısı,

$$P_{\mathfrak{R}} = \frac{U_{\mathfrak{R}}^2}{\mathfrak{R}} = \frac{\mathcal{E}^2\mathfrak{R}}{(2\mathfrak{R} + r)^2}$$

olarak bulunur. Direnç  $\Delta\mathfrak{R} \ll \mathfrak{R}$  kadar artarsa açığa ısının değişmemesi için

$$\begin{aligned} \frac{\mathfrak{R}}{(2\mathfrak{R} + r)^2} &= \frac{\mathfrak{R} + \Delta\mathfrak{R}}{[2(\mathfrak{R} + \Delta\mathfrak{R}) + r]^2} = \frac{\mathfrak{R}\left(1 + \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}}\right)}{(2\mathfrak{R} + 2\Delta\mathfrak{R} + r)^2} = \frac{\mathfrak{R}\left(1 + \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}}\right)}{(2\mathfrak{R} + r)^2 \left(1 + \frac{2\Delta\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r}\right)^2} \approx \frac{\mathfrak{R}\left(1 + \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}}\right)}{(2\mathfrak{R} + r)^2 \left(1 + \frac{4\Delta\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r}\right)} \\ &\approx \frac{\mathfrak{R}}{(2\mathfrak{R} + r)^2} \left(1 + \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}}\right) \left(1 - \frac{4\Delta\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r}\right) \approx \frac{\mathfrak{R}}{(2\mathfrak{R} + r)^2} \left(1 + \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}} - \frac{4\Delta\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r}\right) \Rightarrow \frac{\Delta\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}} = \frac{4\Delta\mathfrak{R}}{2\mathfrak{R} + r} \\ 2\mathfrak{R} + r &= 4\mathfrak{R} \Rightarrow r = 2\mathfrak{R} \end{aligned}$$

olarak bulunur.



19. Tel kütlesiz olduğu için gerilme kuvveti sabit kalır. İlk gerilme kuvveti;

$$T = mg = \text{sabit}$$

olur. Akım akmaya başladığında tel manyetik alanda çembesel bir eğri çizer. Bu tel üzerinde küçük  $\Delta\theta$  açı alırsak bu açının karşısında bulunan tel parçasının uzunluğu;

$$\Delta\ell = r\Delta\theta$$

bu tel parçasına etki eden kuvvet;

$$\Delta F = IB\Delta\ell = IB r\Delta\theta$$

olur. Bu tel parçasının dengede olması için;

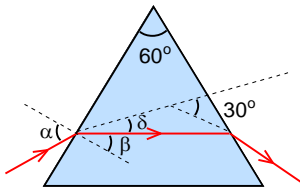
$$\Delta F = 2T \sin \frac{\Delta\theta}{2}; IB r\Delta\theta \approx T\Delta\theta = mg\Delta\theta$$

olmalıdır. Buradan telin izlediği yörüngenin yarıçapı, telin

gözlendiği açı ve avizenin yükselme miktarı;

$$r = \frac{T}{IB} = \frac{mg}{IB}; \alpha = \frac{\ell}{r} = \frac{\ell IB}{mg}; h = \ell - r \sin \alpha = \ell - \frac{mg}{IB} \sin \frac{\ell IB}{mg}$$

olarak bulunur.



20. Işının prizmayı simetrik bir şekilde terk etmesi için kırılan ışın prizmanın tabanına paralel gitmelidir. Buradan kırılma açısı  $\beta = 30^\circ$ , sapma açısı

$$2\delta = 2(\alpha - 30^\circ) = 30^\circ$$

olmalıdır. Buradan

$$\alpha = 45^\circ; n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$$

olarak bulunur.

21. Maddenin yüzeyi için;

$$y=0=\sqrt{3} \cdot x+0,5 \cdot x^2; x=0$$

madde içinde 1 cm derinlik için;

$$y=1=\sqrt{3} \cdot x+0,5 \cdot x^2; x=\sqrt{5}-\sqrt{3}$$

olarak bulunur. Eğim için;

$$\tan \theta = \frac{dy}{dx} = \alpha + 2\beta x$$

yazabiliriz.  $x=0$  için;

$$\tan \theta_0 = \sqrt{3} + 2 \cdot 0,5 \cdot 0 = \sqrt{3}$$

$x=\sqrt{5}-\sqrt{3}$  için

$$\tan \theta_1 = \sqrt{3} + 2 \cdot 0,5 \cdot (\sqrt{5}-\sqrt{3}) = \sqrt{5}$$

bu açıların bütünleme açıları;

$$\tan \beta_0 = \tan(90^\circ - \theta_0) = \cot \theta_0 = \frac{1}{\tan \theta_0} = \frac{1}{\sqrt{3}}; \sin \beta_0 = \frac{\tan \theta_0}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta_0}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}}}{\sqrt{1 + \frac{1}{3}}} = \frac{1}{2}$$

$$\tan \beta_1 = \tan(90^\circ - \theta_1) = \cot \theta_1 = \frac{1}{\tan \theta_1} = \frac{1}{\sqrt{5}}; \sin \beta_1 = \frac{\tan \theta_1}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta_1}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{5}}}{\sqrt{1 + \frac{1}{5}}} = \frac{1}{\sqrt{6}}$$

kırılma yasasından;

$$n_0 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_0} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}; n_1 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_1} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{\sqrt{6}}} = \sqrt{3}$$

olarak bulunur.

22. Çukur aynanın odak uzaklığı;

$$f_1 = 0,5r = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ cm}$$

çukur aynada oluşan görüntü aynadan;

$$\frac{1}{a_1} - \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1}; \frac{1}{1} - \frac{1}{b_1} = \frac{1}{2}; \frac{1}{b_1} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}; b_1 = 2 \text{ cm}$$

uzaklıkta oluşur. Bu görüntü mercekten;

$$a_2 = b_2 + r = 2 + 4 = 6 \text{ cm}$$

olur. Mercekte oluşan görüntü mercekten;

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2}; \frac{1}{6} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{1}; \frac{1}{b_2} = \frac{5}{6}; b_2 = \frac{6}{5} \text{ cm}$$

olur. Bu görüntünün boyu;

$$k_1 k_2 = \frac{b_1}{a_1} \cdot \frac{b_2}{a_2} = \frac{h_1}{h}; h_1 = h \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{5}{6} = \frac{2h}{3}$$

olarak bulunur. Cismin görüntüsü doğrudan mercekte oluşursa;

$$a_3 = 4 - 1 = 3 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{a_3} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f_2}; \frac{1}{3} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{1}; \frac{1}{b_3} = \frac{2}{3}; b_3 = \frac{3}{2} \text{ cm}$$

bu görüntünün boyu;

$$k_3 = \frac{b_3}{a_3} = \frac{h_2}{h}; h_2 = h \cdot \frac{3}{2} = \frac{3h}{2}$$

iki görüntünün boyları oranı;

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{5}{4}$$

olarak bulunur.

23. Aynada yansıyan polarizasyon sağ↔solu değiştiriyor. Gözden çıkan bir ışık demeti geri gelmez. Sadece kapalı göz görünür. D) Şıkkı

24. Bağlı frekans değişimi;

$$f = f_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right) = f_0 - \frac{f_0 v}{c}; f_0 - f = \frac{f_0 v}{c}; \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{v}{c} = \frac{3600}{300000} = 9,26 \cdot 10^{-6} \approx 10^{-5}$$

olarak bulunur.

25. Birim analizinden verilen temel büyüklüğün birimi;

$$F = \frac{\gamma m^2}{r^2}; N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \frac{[\gamma] \text{kg}^2}{\text{m}^2}; [\gamma] = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

$$W = hf; J = N \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = [h] \cdot \text{s}^{-1}; [h] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

$$[c] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\left[ \sqrt{\frac{\gamma h}{c^5}} \right] = \sqrt{\frac{\frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}}{\frac{\text{m}^5}{\text{s}^5}}} = \text{s}$$

olarak bulunur.  $\gamma$  evrensel yerçekimi sabiti ve  $h$  Planck sabiti çok küçük değerlerde,  $c$  ışık hızı ise çok büyük değerdedir.

Bu durumda  $\sqrt{\frac{\gamma h}{c^5}}$  ifadesi çok çok küçük sayısal değerde olmalıdır. Bu durumda cevap B şıkkı olur.