

XXXIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2025

1. A cismi H yüksekliğinden serbest bırakılmaktadır. A cismi bırakıldıktan t süre sonra ise bir B cismi, A cisminin düşmesi beklenen noktadan dikey yukarıya doğru v_0 hızıyla fırlatılmaktadır. A ve B cisminin havada çarpıştıkları andaki hızları sırasıyla $2v_0$ ve 0 dır.

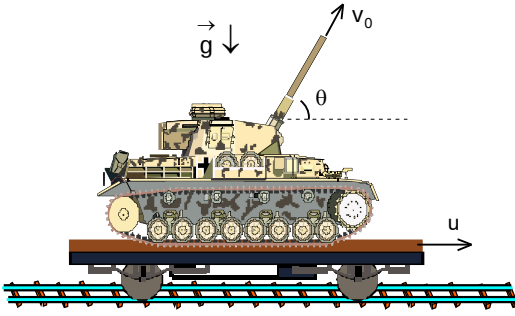
Buna göre H nedir?

- A) $\frac{3v_0^2}{2g}$ B) $\frac{2v_0^2}{g}$ C) $\frac{5v_0^2}{2g}$ D) $\frac{3v_0^2}{g}$ E) $\frac{7v_0^2}{2g}$

2. Eğim açısı $\theta=30^\circ$ olan bir eğik düzlemin tepe noktasından bir cisim eğik düzleme dik olarak fırlatılıyor. Cisim hem yerçekimi etkisi hem de eğik düzlemin eğik yüzeyi boyunca yukarı doğru esen ve cisimlere $\frac{g}{4}$ büyüklüğünde bir ivme uygulayan bir rüzgarın etkisiyle hareket etmektedir. Cisim atıldıktan sonra tam olarak eğik düzlemin en alt noktasına çarpmaktadır.

Buna göre cismin yere çarptığı andaki hızının büyüklüğü ilk hız büyüklüğünün kaç katıdır?

- A) $\sqrt{\frac{5}{3}}$ B) $\sqrt{\frac{8}{3}}$ C) $\sqrt{\frac{7}{3}}$ D) $\sqrt{\frac{4}{3}}$ E) 3



3. Bir tankın namlusu yatayla $\theta=60^\circ$ açı yapacak şekildedir. Tankın namlusundan çıkan mermilerin hızı $v_0=300$ m/s dir. Tank raylar üzerinde hareket eden çok büyük kütleli vagon üzerinde bulunmaktadır. Top mermisinin menzilini artırmak için vagon $u=30$ m/s hızı ile hareket ettiriliyor.

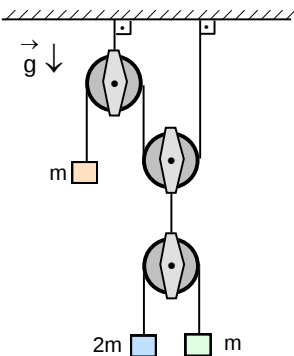
Buna göre vagon hareket ederken atılan merminin menzili, vagon durgun iken atılan merminin menziline göre yaklaşık olarak yüzde kaç artmıştır? (Vagonun geri tepmesi ihmal ediliyor.)

- A) 15 B) 20 C) 25 D) 30 E) 35

4. Kütleleri m olan bir asansör, h yüksekliğinde hareketsiz dururken halatı kopuyor. Acil fren mekanizması ise t sürelik bir gecikmeden sonra devreye girmekte ve devrede olduğu süre boyunca asansöre $\frac{4mg}{3}$ değerinde sürtünme kuvveti uygulamaktadır.

Buna göre asansörün yere çarpmaması için gecikme süresi t nin maksimum değeri ne olmalıdır?

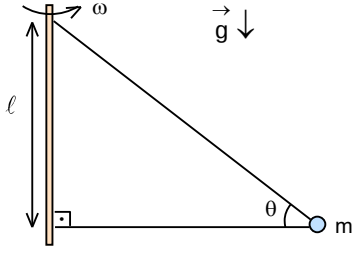
- A) $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ B) $\sqrt{\frac{2h}{3g}}$ C) $\sqrt{\frac{3h}{4g}}$ D) $\sqrt{\frac{6h}{5g}}$ E) $\sqrt{\frac{7h}{6g}}$



5. Kütleleri m, m ve 2m üç cisim ile kütleleri ihmal edilen ikisi hareketli ve birisi hareketsiz olan sistem şekildeki gibidir.

Sistem serbest bırakıldığında 2m kütleli cismin ivmesinin büyüklüğü kaç g dir?

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{4}{9}$ D) $\frac{4}{7}$ E) $\frac{2}{7}$



6. Düşey konumunda bulunan bir çubuğa birbirinden ℓ uzaklıkta bağlı iki ipin diğer uçları m kütleli noktasal bir cisme bağlıdır. Çubuk kendi ekseninde belirli ω açısal hızıyla döndürüldüğünde şekilde görüldüğü gibi alt ip yatay konuma gelip diğer ip ile yatayla $\theta=37^\circ$ lik açı yapmaktadır. Sistem bu şekilde dönerek dengede kalmaktayken iki ip gerilmesi de birbirine eşittir.

Buna göre ω açısal hızı nedir?

- A) $\sqrt{\frac{10g}{3\ell}}$ B) $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ C) $\sqrt{\frac{8g}{5\ell}}$ D) $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ E) $\sqrt{\frac{2g}{\ell}}$

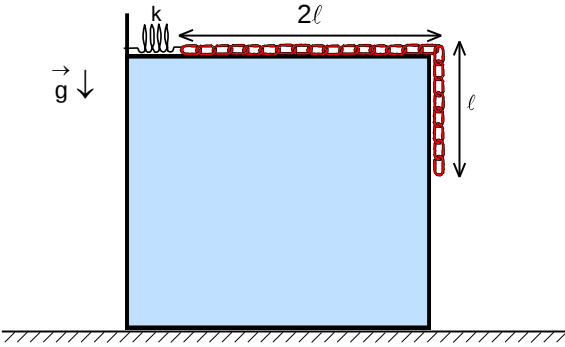
7. Ay yüzeyindeki kraterler, yüzeye çarpan meteorlar sebebiyle oluşmaktadır. Bu kraterlerin boyutuna dair yapılan araştırmalar, krater çapının yaklaşık olarak aşağıdaki kriterlere bağlı olduğunu göstermektedir.

$$D = k E^a \rho^b g^c$$

Burada D ifadesi kraterin çapını, E ifadesi meteorun çarpma anındaki kinetik enerjisini, ρ ifadesi meteorun çarptığı noktadaki ayın özkütlesi ve g ayın yüzeyindeki çekim ivmesini temsil etmektedir. k ise birimsiz bir sabittir. Bu soruda katsayının sayısal değeri 1 olarak alınabilir.

Bu durumda kraterin çapının formülü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\sqrt{\frac{\rho}{Eg}}$ B) $\sqrt{\frac{\rho E}{g}}$ C) $\sqrt[4]{\frac{\rho g}{E}}$ D) $\sqrt[4]{\frac{Eg}{\rho}}$ E) $\sqrt[4]{\frac{E}{\rho g}}$



8. Toplam uzunluğu 3ℓ ve kütlesi m olan bir zincir serbest uzunluğu ihmal edilecek ve yay sabiti $k = \frac{2mg}{\ell}$ olan yay şekildeki gibi bağlıdır. Zincirin 2ℓ uzunluğundaki kısmı yatay sürtünmesiz masa üzerinde tutulmaktadır. Zincir serbest bırakılıyor.

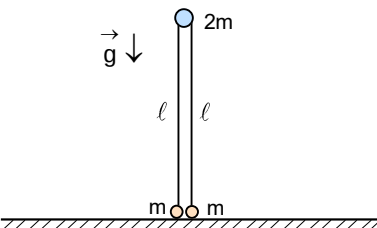
Zincirin serbest ucu x kadar daha aşağıya indiğinde zincirin hızı ne kadar olur?

- A) $\sqrt{\frac{gx(\ell-x)}{3\ell}}$ B) $\sqrt{\frac{gx(2\ell-3x)}{3\ell}}$ C) $\sqrt{\frac{gx(3\ell-2x)}{3\ell}}$ D) $\sqrt{\frac{gx(2\ell-5x)}{3\ell}}$ E) $\sqrt{\frac{gx(3\ell-5x)}{3\ell}}$

9. Yağmurlu bir havada düşen yağmur damlaları yere göre düşey doğrultuda u sabit bir hızla düşmekte olup yağmurun birim hacimdeki kütlesi ρ dur. Bu havada yatay olarak sabit v hızıyla hareket eden bir otomobilin ön camı düşey konumundadır.

Buna göre yağın yağmurun cama uyguladığı ortalama basınç nedir? (Cam ile yağmur damlalarının arasında esnek olmayan çarpışma gerçekleşiyor.)

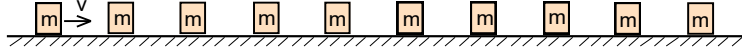
- A) $\frac{\rho v^2}{u}$ B) $\frac{\rho u^2}{v}$ C) $\rho v u$ D) ρu^2 E) ρv^2



10. $2m$ kütleli şekildeki gibi düşey konumunda birbirine paralel olan iki ağırlığı ihmal edilen uzunlukları ℓ olan iki çubuk bağlıdır. Bu iki çubuk $2m$ kütleli cismin etrafında serbestçe dönebilmektedir. Çubukların diğer uçlarına ise sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde bulunan m kütleli özdeş iki cisim bağlıdır. Bu durumda $2m$ kütleli cismin enerjisi E dir. Sistem serbest bırakılıyor.

Çubuklar yatayla θ açısı yaptıklarında $2m$ kütleli cismin enerjisi kaç E dir?

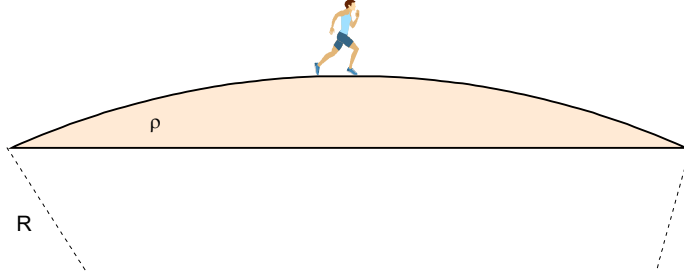
- A) $\sin\theta + \cos^2\theta$ B) $\sin^2\theta + \cos\theta$ C) $\cos\theta + \cos^2\theta$ D) $\sin^3\theta + \cos^2\theta$ E) $\sin^2\theta + \cos^3\theta$



tünmesiz yatay düzlem üzerine şekildeki gibi doğrusal olacak şekilde yerleştirilmiştir. İlk kütleye v hızı veriliyor ve sırayla tüm kütlelerle çarpışmalar gerçekleşiyor. Çarpışmaların hepsi tam inelastik olup cisimler birbirine yapışarak ilerlemektedir.

İlk cisme hız verildikten ne kadar süre sonra 10.cisim harekete geçer?

- A) $\frac{15\ell}{v}$ B) $\frac{25\ell}{v}$ C) $\frac{45\ell}{v}$ D) $\frac{55\ell}{v}$ E) $\frac{75\ell}{v}$



12. Dünya yüzeyinde bir insan ortalama 1 m yükseğe zıplayabilir.

Bu insan aynı enerjiyle, özkütlesi Dünyanın yarısı, yarıçapı da Dünyanın iki katı olan küresel bir gezegende zıplaysaydı ortalama kaç m yükseğe çıkabilirdi? (Dünyanın ortalamam özkütlesi ρ , Dünyanın yarıçapı R olarak veriliyor.)

- A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 4 E) 8

13. Uzak bir galakside yer alan A ve B isimli küresel iki gezegenin kutuplardaki yerçekimi ivmesi ile ekvatorlarındaki yerçekimi ivmelerinin oranı sırasıyla 3 ve 4 şeklindedir. Her iki gezegenin de ekvatorlarındaki bir noktanın hızı v dir.

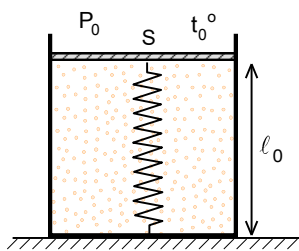
Buna göre A gezegeninden (kurtulma) kaçış hızının B gezegeninden kaçış hızına oranı nedir?

- A) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ B) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ C) $\frac{2\sqrt{2}}{9}$ D) $\frac{3\sqrt{2}}{4}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{6}$

14. Yarıçapı $R=1$ m olan yüksek bir silindirik kaba, yüksekliği $H=1$ m olacak şekilde özkütlesi $\rho_0=10$ g/cm³ olan sıvı bulunmaktadır. Bu sıvının içerisine özkütlesi $\rho=4$ g/cm³, yarıçapı $r=10$ cm ve yüksekliği $h=10$ cm olan silindirik bir cisim bırakılıyor. Bu cisim ile özdeş olan cisimler yüzen cisim üzerine üstü üste konulmaya başlıyor.

Buna göre ilk cismin üstüne en az kaç cisim konulmalı ki en alttaki cisim kabın tabanına değebilsin?

- A) 12 B) 25 C) 30 D) 36 E) 48



15. Yerçekimsiz bir ortamda bulunan bir kabın açık olan ucu sürtünmesiz olarak hareket edebilen bir piston ile kapalıdır. Piston ile kabın alt tabanı arasında şekildeki gib yay sabiti k olan bir yay bağlıdır. Dış ortamın sıcaklığı $t_0=27$ °C, dış ortamın basıncı P_0 ile yay sabiti arasında $P_0 S=k\ell_0$ şeklinde bir ilişki olup burada ℓ_0 değeri yayın serbest boyudur. Kaptaki gazın sıcaklığı artırılıyor ve tam t° değerine ulaştığında yayın boyu %10 artmış oluyor.

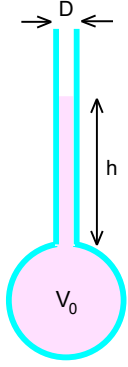
Buna göre t° sıcaklığı kaç santigrattır?

- A) 48° B) 54° C) 90° D) 75° E) 63°

16. Sabit hacimli kapalı bir kaptaki iki atomlu gaz bulunmaktadır. Bu gazın sıcaklığı belli bir seviyenin üstüne çıktığı için içindeki iki atomlu gazların bir kısmı ayrışmaya maruz kalıyor ve tek atomlu olacak şekilde ayrışıyorlar. Bu kabın içindeki gazın ısı kapasitesi, sıcaklık yükseldikten sonra %12 kadar artmaktadır.

Buna göre kaptaki gaz kütlesinin ne kadarlık bir kısmı ayrışmaya uğramıştır?

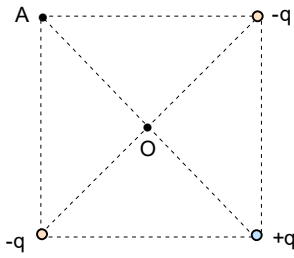
- A) %40 B) %50 C) %60 D) %70 E) %80



17. Cıvalı bir termometre, iç hacmi $V_0 = 200 \text{ mm}^3$ olan küçük küresel cam hazneye bağlı, iç çapı $D=0,2$ mm olan uzun, silindirik cam bir tüpten oluşmaktadır. Başlangıçta $t_0 = 0^\circ \text{C}$ sıcaklığında cıva yalnızca alttaki küresel hazneyi tam doldurmakta ama tüpe taşmamaktadır.

Camın ısı genleşmesi ihmal edilerek kalibre edilen bu termometre $t=10^\circ \text{C}$ sıcaklığında kullanıldığında, camın da genleştiği gerçeği göz önüne alındığında, ölçüm sonucu yaklaşık yüzde kaç sapmış olur? (Cıvanın hacimsel genleşme katsayısı $\alpha=1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$, camın boyca genleşme katsayısı $\lambda=3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$ olarak veriliyor.)

- A) %2 B) %5 C) %8 D) %11 E) %15



18. Yalıtkan yatay düzlem üzerine şekildeki gibi bir karenin 3 köşesine iki tane $-q$ ve bir tane de q yükü bulunmaktadır. Bu yükler hareketsiz olarak tutulmaktadır. Karenin boş olan köşesi A noktasına sonsuzdan bir $+q$ yükünü getirmek için yapılan iş W_1 dir. Karenin merkezi olan O noktasına sonsuzdan bir $+q$ yükünü getirmek için yapılan iş W_2 dir.

Buna göre $\frac{W_1}{W_2}$ oranı nedir?

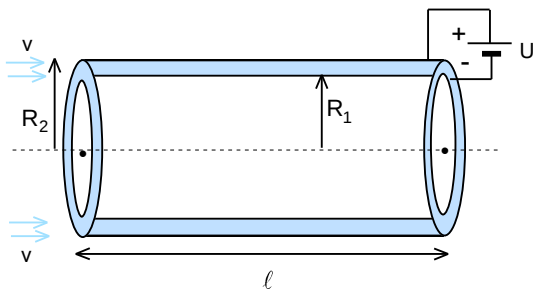
- A) $\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1}$ B) $\frac{2\sqrt{2}-1}{2}$ C) $\frac{2\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}+1}$ D) $\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}-1}$ E) $\frac{4\sqrt{2}-1}{2}$



19. Yarıçapları sırasıyla R ve r olan iki iletken küresel kabuk uzunluğu küresel kabukların yarıçapından çok büyük olan ince bir iletken tel aracılığıyla birbirine bağlıdır. İkinci küre, kendisiyle ortak merkezli bir iletken kabuk ile çevrelenmiştir. Bu kabuk, ikinci kürenin yüzeyinden şekildeki gibi $d \ll r$ uzaklıkta olup topraklanmıştır. R ve r yarıçaplı olan bu iki iletken küresel kabuğa toplam Q kadar serbest yük veriliyor. Belli süre sonra sistem dengeye ulaşmaktadır.

Buna göre R yarıçaplı kürenin yükünün r yarıçaplı kürenin yüküne oranı nedir?

- A) $\frac{Rd}{r^2}$ B) $\frac{rd}{R^2}$ C) $\frac{R^2}{rd}$ D) $\frac{R}{r}$ E) $\frac{R}{d}$



20. Uzunlukları ℓ ve simetri eksenleri çakışık olan iki iletken silindirik kabuktan içtekini yarıçapı R_1 olup dıştakinin yarıçapı ise R_2 dir. Bu iki kabuğun arasında yarıçaplarına kıyasla şekildeki gibi çok çok küçük bir mesafe vardır. Aradaki bu boşluktan ise v hızı ile sıvı giriş yapmakta ve aynı hızla çıkmaktadır. Bu iki silindir arasına bir pil bağlanarak U potansiyel farkı uygulanmaktadır.

Giriş yapan sıvının sıcaklığı çıkışta ne kadar değişir? (Sıvının özkütlesi d, öz direnci ρ ve öz ısısı c olarak veriliyor. Direnç

hesaplamasında integralli hesap yapmayınız, çözümü basitleştirmek adına yüzey alanı ifadesi için $\pi(R_1 + R_2)\ell$ değerini kullanınız.)

- A) $\frac{U^2 \ell}{\rho c d v (R_2^2 - R_1^2)}$ B) $\frac{U^2 \ell}{\rho c d v (R_2 - R_1)^2}$ C) $\frac{2U^2 \ell R_2}{\rho c d v (R_2 - R_1)^2}$ D) $\frac{U^2 \ell R_1}{\rho c d v (R_1 + R_2)^2}$ E) $\frac{2U^2 \ell R_1}{\rho c d v (R_1 + R_2)^2}$

21. Sigorta telerin görevi eridiklerinde devrede akan akım kesmektedir. Bir sigortada kullanılan çapı $d=0,2$ cm olan ince bir bakır tel üzerinden geçen akım $I_1=2$ A olduğunda tel erimektedir. Başka bir sigortada kullanılan aynı uzunlukta ve çapı $D=0,8$ cm olan bir bakır tel $I_2=6$ A akımda erimektedir.

Bu iki tel paralel bağlandığında, sistem hangi toplam akım değerinde eriyerek devreyi keser? (Tellerin uzunluğu tellerin yarıçapından çok büyüktür.)

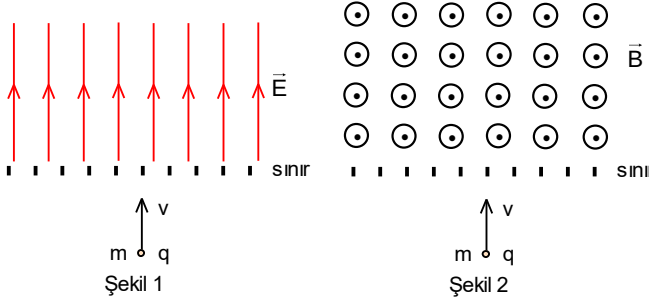
A) 6,5

B) 7

C) 7,5

D) 8

E) 10



22. m kütleli q yüklü bir elektron v hızı ile sınır olan belirtilen bir düzleme dik olarak gelmektedir. Şekil 1 de sınırın hemen üstünde dikey yukarı yönlendirilmiş bir E elektrik alan, Şekil 2 de ise sınırın üstünde sayfadan dışarı doğru bir B manyetik alanı bulunmaktadır.

İlk durumda elektronun sınırdan uzaklaşabileceği maksimum mesafenin ikinci durumda sınır-dan uzaklaşacağı maksimum mesafeye oranı nedir?

A) $\frac{E}{2vB}$

B) $\frac{2E}{vB}$

C) $\frac{vB}{2E}$

D) $\frac{vB}{E}$

E) $\frac{2vB}{E}$

23. Odak uzaklığı f olan yakınsak ince bir merceğin sol tarafına, mercekten x ($x>f$) kadar uzağa h yüksekliğinde bir cisim konuluyor. Merceğin sağ tarafına da mercekten $2x$ kadar uzaklıkta, $2h$ yüksekliğinde başka bir cisim konuluyor.

Soldaki cismin görüntüsünün yüksekliğinin sağdaki cismin görüntüsünün yüksekliğine oranı 4 ise x kaç f tir?

A) $\frac{7}{6}$

B) $\frac{9}{8}$

C) $\frac{6}{5}$

D) $\frac{4}{3}$

E) $\frac{3}{2}$

24. Paralel bir ışık demeti hemen karşısındaki ekrana düşmekte ve ekranda oluşturduğu aydınlık bölgenin yarıçapı $r=0,1$ cm dir. Bu ışık kaynağı ile ekran arasına kırıcılık indisi $n=2$ olan bir maddeden yapılmış $R=20$ cm yarıçaplı bir küre, tam ışık demetinin merkezi ile küre merkezi aynı eksen üzerinde olacak şekilde yerleştiriliyor. Bu kürenin merkezi ile ekran arasındaki uzaklık 2 m dir.

Buna göre ekranda oluşacak aydınlık bölgenin yeni yarıçapı kaç cm dir?

A) 0,2

B) 0,4

C) 0,6

D) 0,9

E) 1,2

25. Bir noktasal ışık kaynağından $a=20$ cm uzaklıkta, çapı $d=2$ cm olan ve odak uzaklığı $f_1=5$ cm olan bir ince yakınsak mercek yerleştirilmiştir. Ayrıca, kaynaktan $b=50$ cm uzaklıkta, çapı $D=10$ cm olan ve odak uzaklığı $f_2=20$ cm olan ikinci bir yakınsak mercek bulunmaktadır. İki merceğin optik eksenleri çakışiktır ve ışık kaynağı da bu eksen üzerinde yer almaktadır.

İkinci mercekten sonra bir ekran kaç cm uzaklığa yerleştirilmelidir ki, ekrandaki ışıklı bölgenin çapı minimum olsun?

A) $\frac{260}{7}$

B) $\frac{210}{9}$

C) $\frac{340}{7}$

D) $\frac{450}{13}$

E) $\frac{511}{9}$

XXXIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2025

1. C)
2. D)
3. B)
4. B)
5. A)
6. B)
7. E)
8. D)
9. E)
10. D)
11. C)
12. B)
13. D)
14. B)
15. C)
16. C)
17. B)
18. B)
19. A)
20. B)
21. C)
22. C)
23. A)
24. D)
25. C)

XXXIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2025

1. B cismin maksimum yüksekliğe çıkma süresi;

$$\tau = \frac{v_0}{g}$$

çıktığı yükseklik;

$$y_B = \frac{v_0^2}{2g}$$

olur. A cismin hızı için;

$$2v_0 = g(t + \tau)$$

yazabiliriz. Buradan t süresi;

$$2v_0 = gt + v_0; t = \frac{v_0}{g} = \tau$$

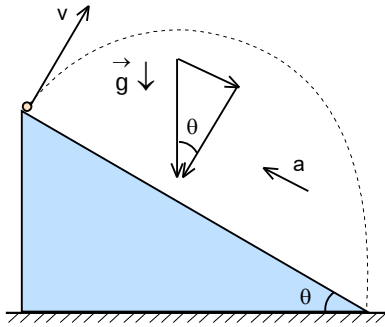
A cisminin hareket süresince düştüğü yükseklik;

$$y_A = \frac{g(2t)^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4v_0^2}{g^2} = \frac{2v_0^2}{g}$$

aranan yükseklik;

$$H = y_A + y_B = \frac{2v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{5v_0^2}{2g}$$

olarak bulunur.



2. Eğik düzleme yerçekiminin paralel olan bileşeni;

$$g_{\parallel} = g \sin 30^\circ = \frac{g}{2}$$

dik olan bileşeni;

$$g_{\perp} = g \cos 30^\circ = \frac{g\sqrt{3}}{2}$$

cismin hareket süresi;

$$t = \frac{2v}{g_{\perp}} = \frac{2v}{\frac{g\sqrt{3}}{2}} = \frac{4v}{g\sqrt{3}}$$

olur. Eğik düzlem boyunca cismin ivmesi;

$$a_{\parallel} = g_{\parallel} - a_r = \frac{g}{2} - \frac{g}{4} = \frac{g}{4}$$

eğik düzlem boyunca kazanılan hız;

$$v_{\parallel} = a_{\parallel} t = \frac{g}{4} \cdot \frac{4v}{g\sqrt{3}} = \frac{v}{\sqrt{3}}$$

yere çarpma hızı;

$$v_s = \sqrt{v_{\parallel}^2 + v_{\perp}^2} = \sqrt{\left(\frac{v}{\sqrt{3}}\right)^2 + v^2} = v\sqrt{\frac{4}{3}}$$

olarak bulunur.

3. Top mermisinin ilk hızların bileşenleri;

$$v_{0x} = v_0 \cos 60^\circ; v_{0y} = v_0 \sin 60^\circ$$

hareket süresi;

$$t = \frac{2v_0 \sin 60^\circ}{g}$$

menzilli;

$$\ell_1 = v_{0x} t = \frac{2v_0^2 \sin 60^\circ \cos 60^\circ}{g} = \frac{2 \cdot 300^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,5}{10} = 7794,2286 \text{ m}$$

olur. Vagon hareket ederken topun menzili;

$$\ell_2 = (v_{0x} + u)t = \frac{2(v_0 \cos 60^\circ + u)v_0 \sin 60^\circ}{g} = \frac{2 \cdot (300 \cdot 0,5 + 30) \cdot 300 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = 9353,074 \text{ m}$$

menzilin bağıl artış oranı;

$$\frac{9353,074 - 7794,2286}{7794,2286} = 0,2 = \%20$$

olarak bulunur.

4. Fren sistemi çalışıncaya kada asansörün kazandığı hız;

$$v = gt$$

asansörün düştüğü mesafe;

$$y_1 = \frac{gt^2}{2}$$

olur. Fren sistem devreye girdiğinde asansörün yavaşlama ivmesi;

$$\frac{4mg}{3} - mg = ma; a = \frac{g}{3}$$

asansörün hızının sıfıra düşme süresi;

$$v = a\tau; gt = \frac{g}{3} \cdot \tau; \tau = 3t$$

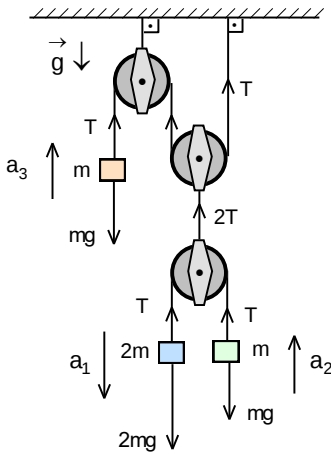
bu süre içinde asansörün aldığı yol;

$$y_2 = v\tau - \frac{a\tau^2}{2} = gt \cdot 3t - \frac{\frac{g}{3} \cdot (3t)^2}{2} = \frac{3gt^2}{2}$$

aranan süre;

$$h = y_1 + y_2 = \frac{gt^2}{2} + \frac{3gt^2}{2} = 2gt^2; t = \sqrt{\frac{h}{2g}}$$

olarak bulunur.



5. Her kütle için;

$$2mg - T = 2ma_1; T - mg = ma_2; T - mg = ma_3$$

basit makinelerle iş kazanamama ilkesi için;

$$T \cdot x_1 = T \cdot x_2 + T \cdot x_3; a_1 = a_2 + a_3$$

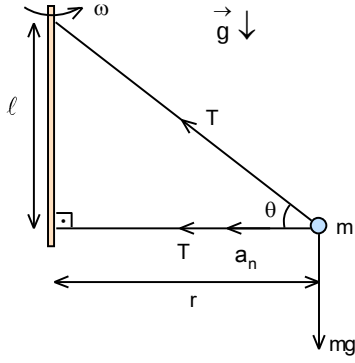
yazabiliriz. Buradan;

$$a_1 = g - \frac{T}{2m}; a_2 = \frac{T}{m} - g; a_3 = \frac{T}{m} - g$$

$$g - \frac{T}{2m} = \frac{T}{m} - g + \frac{T}{m} - g; 3g = \frac{5T}{2m}; T = \frac{6mg}{5}$$

$$a_1 = g - \frac{3g}{5} = \frac{2g}{5}$$

olarak bulunur.



6. Şeklin geometrisinden;

$$r = l \cot 37^\circ = \frac{4\ell}{3}$$

denge durumundan;

$$T + T \cos 37^\circ = m \omega^2 r$$

$$T \sin 37^\circ = mg$$

yazabiliriz. Buradan;

$$1,8T = \frac{4m\omega^2 \ell}{3}; 0,6T = mg$$

$$3 = \frac{4\omega^2 \ell}{3g}; \omega = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

olarak bulunur.

7. Birim analizinden;

$$D: m; E: J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}; \rho: \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; g: \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m = \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \right)^a \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)^b \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)^c$$

yazabiliriz. Buradan;

$$m \rightarrow 1 = 2a - 3b + c$$

$$\text{kg} \rightarrow 0 = a + b; b = -a$$

$$\text{s} \rightarrow 0 = -2a - 2c; c = -a$$

$$1 = 2a + 3a - a; a = \frac{1}{4}; b = -\frac{1}{4}; c = -\frac{1}{4}$$

olarak bulunur.

8. Enerji korunumu yasası için;

$$-\frac{mg}{3} \cdot \frac{\ell}{2} = -\frac{m(\ell+x)g}{3\ell} \cdot \frac{\ell+x}{2} + \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan aranan hız;

$$-\frac{mg\ell}{3} = -\frac{m(\ell+x)^2 g}{3\ell} + \frac{2mgx^2}{\ell} + mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{(\ell+x)^2 g}{3\ell} - \frac{2gx^2}{\ell} - \frac{g\ell}{3}} = \sqrt{\frac{g}{3\ell} [(\ell+x)^2 - 6x^2 - \ell^2]} = \sqrt{\frac{g}{3\ell} (\ell^2 + 2\ell x + x^2 - 6x^2 - \ell^2)} = \sqrt{\frac{gx(2\ell - 5x)}{3\ell}}$$

olarak bulunur.

9. Camın alanı S olsun. Damlalar düşey yönde hareket ettikleri için momentum aktarımı yatay yöndeki hareketinden kaynaklanıyor. Çok küçük Δt sürede camın çarpacağı damla kütlesi;

$$\Delta M = \rho S v \Delta t$$

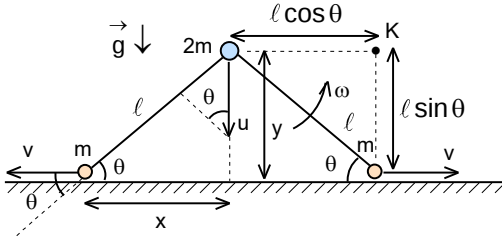
etki eden kuvvet;

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v = \rho S v^2$$

ortalama basınç;

$$P = \frac{F}{S} = \rho v^2$$

olarak bulunur.



10. 2m kütleli cismin ilk enerjisi;

$$E = 2mg\ell$$

olur. Çubuklar yatayla θ açısı yaptıklarında m kütleli cisimlerin hızları v, 2m kütleli cismin hızı u olsun. Çubuğun uzamama şartı şeklin geometrisinden;

$$v \cos \theta = u \sin \theta$$

ile verilir. Buradan 2m kütleli cismin hızı;

$$\tan \theta = \frac{v}{u}; v = u \tan \theta$$

$$2mg\ell = 2mg\ell \sin \theta + 2 \cdot \frac{mv^2}{2} + \frac{2mu^2}{2}; 2g\ell(1 - \sin \theta) = u^2 \tan^2 \theta + u^2 = \frac{u^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)}{\cos^2 \theta} = \frac{u^2}{\cos^2 \theta}$$

$$u^2 = 2g\ell(1 - \sin \theta) \cos^2 \theta$$

2m kütleli cismin yeni enerjisi;

$$E' = 2mg\ell \sin \theta + \frac{2mu^2}{2} = 2mg\ell \sin \theta + 2mg\ell(1 - \sin \theta) \cos^2 \theta = E \sin \theta + E(1 - \sin \theta)(1 - \sin^2 \theta) =$$

$$= E(\sin \theta + 1 - \sin \theta - \sin^2 \theta + \sin^3 \theta) = E(1 - \sin^2 \theta + \sin^3 \theta) = E(\sin^2 \theta + \cos^2 \theta - \sin^2 \theta + \sin^3 \theta) = E(\cos^2 \theta + \sin^3 \theta)$$

olarak bulunur. m kütleli bir cismin yatay yönde aldığı yol x, 2m kütleli cismin yatay düzleme olan düşey uzaklığı y olsun. Bu iki cisim arasındaki uzaklık değişmediği için;

$$x^2 + y^2 = \ell^2$$

yazabiliriz. Bu ifade zamana göre türevi;

$$2x \dot{x} + 2y \dot{y} = 0$$

olur. Buradan;

$$\frac{y}{x} = \tan \theta = - \frac{\dot{x}}{\dot{y}} = - \frac{v}{u}$$

elde edilir. “-” işareti x artarken, y nin azaldığını ifade etmektedir. Bundan sonra çözüm enerji denklemi ile aynı şekilde devam etmektedir. Çubuklardan birisinin anlık açısal hızı ω olsun. Bu durumda;

$$x = \ell \cos \theta; y = \ell \sin \theta$$

olur. K noktasına göre;

$$v = \omega y = \omega \ell \sin \theta; u = \omega x = \omega \ell \cos \theta$$

yazabiliriz. Enerji korunumu yasası için;

$$2mg\ell = 2mg\ell \sin \theta + 2 \cdot \frac{mv^2}{2} + \frac{2mu^2}{2} = 2mg\ell \sin \theta + m\omega^2 \ell^2 \sin^2 \theta + m\omega^2 \ell^2 \cos^2 \theta = 2mg\ell \sin \theta + m\omega^2 \ell^2$$

$$\omega^2 = \frac{2g(1 - \cos \theta)}{\ell}; u^2 = 2g\ell(1 - \sin \theta) \cos^2 \theta; v^2 = 2g\ell(1 - \sin \theta) \sin^2 \theta$$

olarak bulunur. Bundan sonra Bundan sonra çözüm enerji denklemi ile aynı şekilde devam etmektedir.

11. Çarpışmalar sonucunda cisimlerin art arda hızları;

$$v_1 = \frac{v}{2}; v_2 = \frac{v}{3}; v_3 = \frac{v}{4}; v_4 = \frac{v}{5}; v_5 = \frac{v}{6}; v_6 = \frac{v}{7}; v_7 = \frac{v}{8}; v_8 = \frac{v}{9}$$

aranan süre;

$$t = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 = \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v_1} + \frac{\ell}{v_2} + \frac{\ell}{v_3} + \frac{\ell}{v_4} + \frac{\ell}{v_5} + \frac{\ell}{v_6} + \frac{\ell}{v_7} + \frac{\ell}{v_8} =$$

$$= \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} + \frac{\ell}{v} = \frac{\ell}{v} + \frac{2\ell}{v} + \frac{3\ell}{v} + \frac{4\ell}{v} + \frac{5\ell}{v} + \frac{6\ell}{v} + \frac{7\ell}{v} + \frac{8\ell}{v} + \frac{9\ell}{v} = \frac{\ell}{v} \sum_{k=1}^9 k = \frac{\ell}{v} \frac{9 \cdot 10}{2} = \frac{45\ell}{v}$$

olarak bulunur.

12. Dünyadaki çekim ivmesi;

$$g = \frac{\gamma M}{R^2} = \frac{\gamma \frac{4\pi R^3 \rho}{3}}{R^2} = \frac{4\pi \gamma \rho R}{3}$$

diğer gezegendeki çekim ivmesi;

$$g' = \frac{4\pi \gamma \rho R'}{3} = \frac{4\pi \gamma \cdot 0,5 \rho \cdot 2R}{3} = g$$

olur. Her durumda atlet aynı hız ile zıpladığı için sıçrayabildiği yükseklik;

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g'} = 1 \text{ m}$$

aynı olur.

13. Kutuptaki çekim ivmesi;

$$g_k = \frac{\gamma M}{R^2}$$

ekvatordaki çekim ivmesi;

$$g_e = \frac{\gamma M}{R^2} - \omega^2 R$$

aralarındaki oran;

$$n = \frac{\frac{\gamma M}{R^2}}{\frac{\gamma M}{R^2} - \omega^2 R}$$

gezegendeki ekvatordaki bir noktanın hızı;

$$v = \omega R$$

ikinci uzay (gezegenden kaçış) hızı;

$$\frac{mv_{II}^2}{2} - \frac{\gamma M m}{R} = 0 \Rightarrow v_{II} = \sqrt{\frac{2\gamma M}{R}}$$

ile verilir. Buradan;

$$n \frac{\gamma M}{R^2} - n \omega^2 R = \frac{\gamma M}{R^2} \Rightarrow n \omega^2 R = \frac{(n-1)\gamma M}{R^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{(n-1)\gamma M}{nR^3}}$$

$$v = \sqrt{\frac{(n-1)\gamma M}{nR^3}} \cdot R = \sqrt{\frac{(n-1)\gamma M}{nR}}; \quad v \sqrt{\frac{n}{n-1}} = \sqrt{\frac{\gamma M}{R}}$$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2\gamma M}{R}} = v \sqrt{\frac{2n}{n-1}}$$

olur. Aranan oran;

$$\frac{v_{IIA}}{v_{IIB}} = \frac{v \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{3-1}}}{v \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{4-1}}} = \frac{3\sqrt{2}}{4}$$

olarak bulunur.

14. Silindirik bir cismin ağırlığı;

$$G=mg=\rho g \pi r^2 h=4000.10.3.0,1^2.0,1=120 \text{ N}$$

bu cismin hacmi;

$$V=\pi r^2 h=3.0,1^2.0,1=0,003 \text{ m}^3$$

tamamen batmış olan bir cisme etki eden kaldırma kuvveti;

$$F_A=\rho_0 g \pi r^2 h=10000.10.3.0,1^2.0,1=300 \text{ N}$$

kapta bulunan sıvının hacmi;

$$V_0=\pi R^2 h=3.1^2.1=3 \text{ m}^3 \gg V$$

olur. Cisimlerin bir kısmı sıvı yüzeyinin üzerinde oldukları ve hacimleri sıvının hacminden çok küçük oldukları için sıvının kap içindeki yükselmesi ihmal edilebilir. Bu durumda kapta sıvı içerisindeki cisim sayısı;

$$k=\frac{H}{h}=\frac{1}{0,1}=10$$

olur. Buradan aranan cisim sayısı;

$$nG=kF_A; n=\frac{10.300}{120}=25$$

olarak bulunur.

15. İlk durumda pistonun dengesi için;

$$P_1=P_0$$

gazın sıcaklığı artırılırsa pistonun dengesi için;

$$P_2=P_0+\frac{k(\ell-\ell_0)}{S}=P_0+\frac{P_0 S(1,1\ell_0-\ell_0)}{S\ell_0}=P_0+0,1P_0=1,1P_0$$

gazın iki durumu için;

$$\frac{P_1 S \ell_0}{T_0}=\frac{P_2 S.1,1\ell_0}{T}$$

yazabiliriz. Burada P_1 gazın ilk basıncı, P_2 gazın ikinci durumdaki basıncıdır. Buradan;

$$\frac{P_0}{T_0}=\frac{1,1P_0 S.1,1}{T}; T=1,21T_0=1,21(273+27)=1,21.300=363 \text{ K}=363-273=90 \text{ }^\circ\text{C}$$

olarak bulunur.

16. İlk andaki iki atomların molekül sayısı N , mol sayısı n olsun. Bu moleküllerin iç enerjisi;

$$U_1=N.\frac{5kT}{2}$$

ile verilir. İki atomlu moleküllerin N_1 ya da mola sayısı n_1 kadarı ayrışırsa gazın iç enerjisi;

$$U_2=2N_1.\frac{3kT}{2}+(N-N_1).\frac{5kT}{2}=\frac{(5N+N_1)kT}{2}$$

olur. Sabit hacimdeki molar öz ısı kapasitesinin artması aynı sıcaklıkta iç enerjisinin artması anlamına gelir. Buradan ayrılan iki atomlu moleküllerin sayısı;

$$\frac{(5N+N_1)kT}{2}=1,12.\frac{5kT}{2}; 5N+N_1=5,6N; N_1=0,6N; \frac{N_1}{N}=0,6=60\%$$

olarak bulunur.

17. Sorunu çözümünde borunun iç çapı değişmediği kabul edelim. Sıvının hacim artışı;

$$\Delta V_s = V_0 \alpha \Delta t^\circ = 200.1,8.10^{-4} .10 = 0,36 \text{ mm}^3$$

bu hacim artışına karşılık olarak gelen sıvı yükselmesi;

$$h_s = \frac{\Delta V_s}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{0,36}{\frac{3,0,2^2}{4}} = 12 \text{ mm}$$

olur. Aynı ilk hacim için camın hacim artışı

$$\Delta V_c = V_0 .3\lambda \Delta t^\circ = 200.3.3.10^{-6} .10 = 18.10^{-3} \text{ mm}^3$$

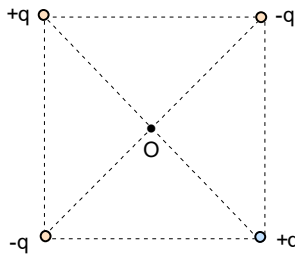
bu hacim artışına karşılık olarak gelen yükseklik artışı;

$$h_c = \frac{\Delta V_c}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{18.10^{-3}}{\frac{3,0,2^2}{4}} = 0,6 \text{ mm}$$

aranan sapma;

$$\frac{h_c}{h_s} = \frac{0,6}{12} = 0,05\%5$$

olarak bulunur.



18. Sistemin ilk potansiyel enerjisi;

$$E_{p1} = -2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l}$$

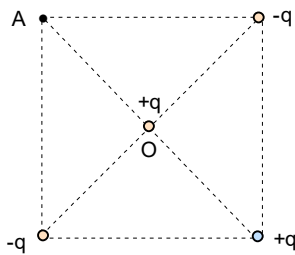
ile verilir. A noktasına +q yükü getirilirse sistemin potansiyel enerjisi;

$$E_{p2} = -4. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + 2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l}$$

bunun için yapılması gereken iş;

$$W_1 = E_{p1} - E_{p2} = -2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} + 4. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - 2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} =$$
$$= \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{q^2 (2\sqrt{2} - 1)}{4\pi\epsilon_0 l \sqrt{2}}$$

olur.



S O noktasına +q yükü getirilirse sistemin potansiyel enerjisi;

$$E_{p3} = -2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} - 2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \frac{\sqrt{2}l}{2}} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \frac{\sqrt{2}l}{2}}$$

bunun için yapılması gereken iş;

$$W_2 = E_{p1} - E_{p2} = -2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} + 2. \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}l} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l \sqrt{2}}$$

aranan oran;

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{q^2 (2\sqrt{2} - 1)}{4\pi\epsilon_0 l \sqrt{2}}}{\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l \sqrt{2}}} = \frac{2\sqrt{2} - 1}{2}$$

olarak bulunur.

19. Kabuk üzerinde bulunan yük ile r yarıçaplı küre üzerindeki yükler eşit ve zıt işaretli olmalıdır. R ve r yarıçaplı küresel kabuklar aynı potansiyel altında olmalıdır. Bu durumda;

$$\frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 (r+d)}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{q_1}{R} = q_2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+d} \right) = \frac{q_2 d}{r(r+d)} \approx \frac{q_2 d}{r^2}; \quad \frac{q_1}{q_2} = \frac{Rd}{r^2}$$

olarak bulunur.

20. İki kabuk arasında akan sıvının direnci;

$$\mathfrak{R} = \frac{\rho(R_2 - R_1)}{S} \approx \frac{\rho(R_2 - R_1)}{\pi(R_1 + R_2)\ell}$$

açığa çıkan elektriksel güç;

$$P_e = \frac{U^2}{\mathfrak{R}} = \frac{\pi U^2 (R_1 + R_2)}{\rho(R_2 - R_1)}$$

birim zamana akan sıvı kütlesi;

$$\mu = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho \pi (R_2^2 - R_1^2) v$$

sıvı tarafından absorbe edilen güç;

$$P_s = \mu c \Delta T$$

aranan sıcaklık artışı;

$$\pi \rho c v \Delta T (R_2^2 - R_1^2) = \frac{\pi U^2 (R_1 + R_2)}{\rho (R_2 - R_1)}; \quad \Delta T = \frac{U^2 \ell}{\rho c d v (R_2 - R_1)^2}$$

olarak bulunur.

21. Sigorta telinde açığa çıkan ısı gücü telin yan yüzeyinden meydana gelen ısı kayıplarını telafi etmek için ve bakırı eritmek için harcanır. Birinci telin direnci $4\mathfrak{R}$, ikinci telin direnci $\mathfrak{R}$ olsun. Bu durumda;

$$I_1^2 \cdot 4\mathfrak{R} = \alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + \beta \cdot \pi r^2 \ell$$

$$I_2^2 \mathfrak{R} = \alpha \cdot 2\pi \cdot 2r \ell \Delta T + \beta \cdot \pi (2r)^2 \ell$$

yazabiliriz. Buradan α ve β katsayıları;

$$\begin{cases} 16I_1^2 \mathfrak{R} = 4\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + 4\beta \pi r^2 \ell \\ I_2^2 \mathfrak{R} = 2\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + 4\beta \pi r^2 \ell \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} 16I_1^2 \mathfrak{R} - I_2^2 \mathfrak{R} = 2\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T \\ I_2^2 \mathfrak{R} - 8I_1^2 \mathfrak{R} = 2\beta \pi r^2 \ell \end{array} \right.$$

$$\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T = \frac{16I_1^2 \mathfrak{R} - I_2^2 \mathfrak{R}}{2} = \frac{(16 \cdot 2^2 - 6^2) \mathfrak{R}}{2} = 14\mathfrak{R}$$

$$\begin{cases} 8I_1^2 \mathfrak{R} = 2\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + 2\beta \pi r^2 \ell \\ I_2^2 \mathfrak{R} = 2\alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + 4\beta \pi r^2 \ell \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} I_2^2 \mathfrak{R} - 8I_1^2 \mathfrak{R} = 2\beta \pi r^2 \ell \\ I_2^2 \mathfrak{R} - 8I_1^2 \mathfrak{R} = 2\beta \pi r^2 \ell \end{array} \right.$$

$$\beta \pi r^2 \ell = \frac{I_2^2 \mathfrak{R} - 8I_1^2 \mathfrak{R}}{2} = \frac{(6^2 - 8 \cdot 2^2) \mathfrak{R}}{2} = 2\mathfrak{R}$$

olur. İki sigorta teli paralel olarak bağlanırsa akılar oranı 1:4 olur. Ana kolda akan akım I ise ince olan telden akan akım $\frac{I}{5}$ olur. Bu durumda aranan akım;

$$\left(\frac{I}{5} \right)^2 \cdot 4\mathfrak{R} = \alpha \cdot 2\pi r \ell \Delta T + \beta \pi r^2 \ell = 14\mathfrak{R} + 2\mathfrak{R} = 16\mathfrak{R} \Rightarrow I = 10 \text{ A}$$

olarak bulunur. Çapı büyük olan telden akan akım $\frac{4I}{5} = 8 \text{ A}$ olmalıdır. Soruda verilen bilgiden büyük çaplı telin erimesi 6

A akımda gerçekleştiği bilinmektedir. Bu durumu kullanılan model ile açıklanamaz. Kullanılan modelde sigorta telin erime kısmen de olsa akımın kesildiği hesaba katılmamaktadır. Bunu fiziksel olarak da modellemek mümkün değildir. Soruyu çözmek için direnci küçük olan büyük çaplı telden akan akım yine 6 A olmalıdır. Bu durumda küçük dirençten akan akım $6:4=1,5 \text{ A}$ olmalıdır. Devrede akan toplam akım $6+1,5=7,5 \text{ A}$ olur.

22. Birinci durumda elektronun duruncaya kadar alacağı yol;

$$\frac{mv^2}{2} = qEx; x = \frac{mv^2}{2qE}$$

olur. İkinci durumda elektronu çizdiği yörüngenin yarıçapı;

$$\frac{mv^2}{r} = qvB; r = \frac{mv}{qB}$$

aranan oran;

$$\frac{x}{r} = \frac{\frac{mv^2}{2qE}}{\frac{mv}{qB}} = \frac{vB}{E}$$

olarak bulunur.

23. Birinci görüntünün mercekten olan uzaklığı;

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{x} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} - \frac{1}{x} = \frac{x-f}{fx}; b_1 = \frac{fx}{x-f}$$

bu görüntünün büyütme oranından görüntünün yüksekliği;

$$k_1 = \frac{b_1}{x} = \frac{f}{x-f} = \frac{h_1}{h} \Rightarrow h_1 = \frac{fh}{x-f}$$

olur. İkinci görüntünün mercekten olan uzaklığı;

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2x} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{2x} = \frac{2x-f}{2fx}; b_2 = \frac{2fx}{2x-f}$$

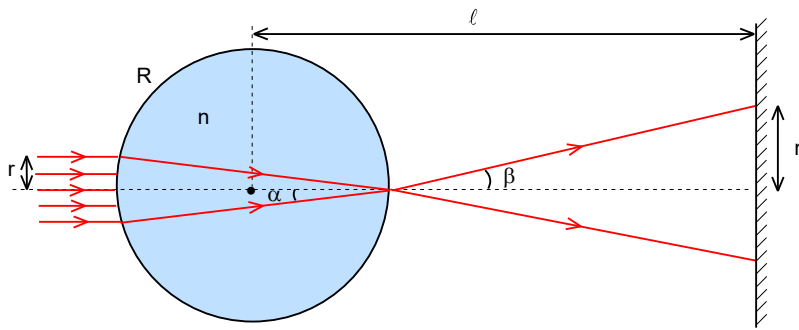
bu görüntünün büyütme oranından görüntünün yüksekliği;

$$k_2 = \frac{b_2}{2x} = \frac{f}{2x-f} = \frac{h_2}{2h} \Rightarrow h_2 = \frac{2fh}{2x-f}$$

soruda verilen oranından aranan uzaklık;

$$4 = \frac{h_1}{h_2}; 4 = \frac{\frac{fh}{x-f}}{\frac{2fh}{2x-f}} = \frac{2x-f}{2(x-f)}; x = \frac{7f}{6}$$

olarak bulunur.



odaklandığı noktaya çok küçük açıyla gelir ve kırılır. Bu durumda;

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n} \approx \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \Rightarrow \frac{\frac{r}{2R}}{\frac{r'}{\ell - R}} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{0,1}{\frac{2 \cdot 20}{r'}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r' = 0,9 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

24. Kürede kırılan ışının odaklandığı uzaklık;

$$\frac{1}{\infty} + \frac{n}{b_1} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{2}{b_1} = \frac{2-1}{20} \Rightarrow b_1 = 40 \text{ cm}$$

olur. Demetin odaklandığı nokta kürenin yüzeyi üzerindedir. Demetin yarıçapı kürenin yarıçapı kıyasla çok küçük olduğu için demeti sınırlayan ışınların

$$\frac{D}{b_3} = \frac{y}{x} \Rightarrow \frac{10}{\frac{100}{3}} = \frac{y}{x} \Rightarrow y = \frac{3x}{10}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{320 - 3x}{60} = \frac{3x}{10}; x = \frac{320}{21}$$

aranan uzaklık;

$$z = b_3 + x = \frac{100}{3} + \frac{320}{21} = \frac{1020}{21} = \frac{340}{7}$$

olarak bulunur.