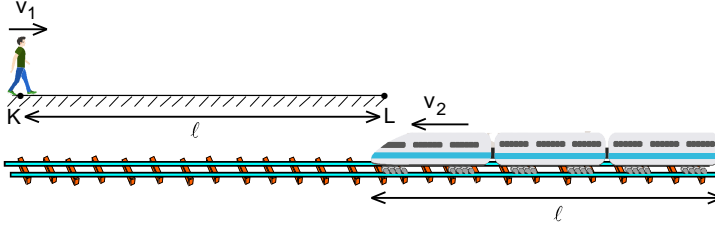


XXVII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2019



1. Metroda tren bekleyen bir öğrenci bu sırada peron boyunca yürümektedir. $l=125$ m uzunluğundaki peron ile trenin uzunluğu eşittir. Peronun iki ucuna K ve L noktaları diyelim. Öğrenci K noktasından L ye doğru sabit $v_1=50$ cm/s hızla yürüyor. Tam 80 s sonra tren L noktasından perona $v_2=36$ km/h hızla giriş yaparak

hemen sabit ivmeyle yavaşlamaya başlıyor. Öğrenci ile tren birbirlerine doğru hareket ediyor ve bir süre sonra öğrenci trenin ön ucu ile aynı hizaya geldiği anda hızını ters yöne çevirip trenle aynı yönde aynı hızla hareket ediyor. Tren yavaşlayıp tam peronun ucunda durduğu anda öğrenci de duruyor. Trendeki ilk kapının ortası trenin başından 6,25 m uzaklıkta olup, kapılar arasındaki mesafe de 6,25 m dir.

Buna göre, öğrenci durduğunda baştan kaçınıcı kapıya en yakındır?

- A) 8 B) 7 C) 6 D) 5 E) 4

2. Yatayla θ açısıyla v_0 ilk hızı ile atılan bir cismin hareketi sırasındaki maksimum kinetik enerjisinin maksimum potansiyel enerjisine oranı $\frac{4}{3}$ olup cismin menzili l dir. Aynı noktadan birisi yatayla 2θ açısı yapacak şekilde ve ilk $2v_0$ hız, ikincisi yatayla $\frac{\theta}{2}$ açısı ve ilk $\frac{v_0}{2}$ hızıyla iki noktasal cisim atılıyor.

Buna göre atılan iki cismin menzilleri arasındaki fark kaç l dir?

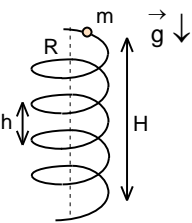
- A) $\frac{17}{4}$ B) $\frac{8}{3}$ C) $\frac{8\sqrt{3}}{7}$ D) $\frac{13\sqrt{3}}{4}$ E) $\frac{13}{4}$

3. xy düzleminde hareket eden bir cismin hızı $\vec{v} = v_0\vec{i} + \frac{v_0}{2}\vec{j}$ olduğu anda üzerine bir kuvvet uygulanmaya başlıyor. Cismin üzerindeki net kuvvet $\vec{F} = F_0\vec{i} - 2F_0\vec{j}$ olup hareketi boyunca sabit kalmaktadır. Kuvvet uygulanmaya başlandıktan t süre sonra, cismin hızının büyüklüğü $v_t = \frac{v_0\sqrt{7}}{2}$ oluyor.

Kuvvet uygulanmaya başladıktan $2t$ süre sonraki hızının büyüklüğü v_{2t} , $3t$ süre sonraki hızın büyüklüğü v_{3t}

olduğuna göre $\frac{v_{2t}}{v_{3t}}$ oranı kaçtır?

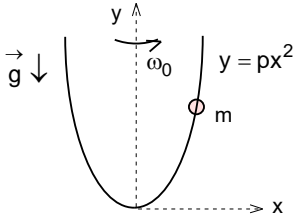
- A) $\sqrt{\frac{11}{21}}$ B) $\sqrt{\frac{13}{23}}$ C) $\sqrt{\frac{15}{26}}$ D) $\sqrt{\frac{17}{27}}$ E) $\sqrt{\frac{19}{29}}$



4. Düşey konumunda yarıçapı $R=0,4$ m olan ince bir helezonun sarımları arasındaki uzaklık $h=0,7$ m'dir. Helezon boyunca kütlesi $\frac{85}{48}$ kg olan bir boncuk sürtünmesiz olarak hareket edilmektedir. Boncuk durgun halden serbest bırakılıyor.

Buna göre boncuk düşeyde $H = \frac{30}{17}$ m yol aldığı anda boncuğun helezona uyguladığı kuvvet kaç Newtondur? ($\pi=3$)

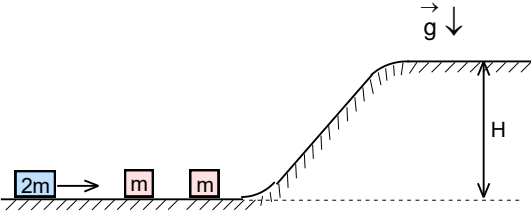
- A) 135 B) 145 C) 155 D) 165 E) 175



5. $y=px^2$ denklemi ile ifade edilen parabolik şekilli bir telin üzerine sürtünmesiz bir şekilde hareket edebilen bir boncuk takılmıştır. Tel şekildeki gibi $x=0$ noktasından geçen düşey bir eksen etrafında belirli bir sabit ω_0 açısal hızı ile dönmektedir. Bu açısal hızda boncuk hangi konumda serbest bırakılırsa bırakılırsa tele göre hareketsiz kalmaktadır.

Buna göre ω_0 açısal hızı nedir?

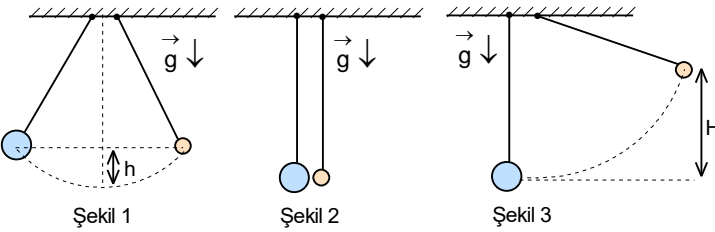
- A) $\frac{\sqrt{pg}}{2}$ B) \sqrt{pg} C) $\sqrt{\frac{pg}{2}}$ D) $2\sqrt{pg}$ E) $\sqrt{2pg}$



6. Sürtünmesiz bir ray üzerinde hareketsiz duran 2 tane m kütleli ve onlara doğru hareket etmekte olan 2m kütleli bir blok bulunmaktadır.

Sistemde oluşacak bütün çarpışmaların esnek olacağını kabul edersek 2m kütleli bloğun rayın H yüksekliğindeki yatay kısmına ulaşabilmesi için gerekli olan ilk kinetik enerjisi en az kaç mgH olmalıdır?

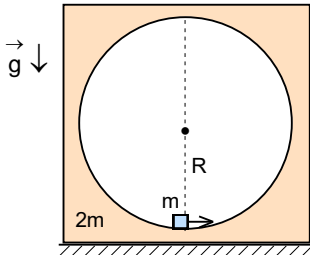
- A) 2 B) 8 C) 36 D) 54 E) 162



7. Kütleleri farklı olan iki noktasal cisim aynı uzunluktaki iplerle tavana asılarak denge konumunda Şekil 1 deki gibi h yüksekliğe çekiliyor. Aynı anda serbest bırakılan sarkaçlar arasında Şekil 2 deki merkezi ve esnek çarpışma gerçekleşiyor.

Sarkaçlardan birisi Şekil 3 teki gibi denge konumundaki noktada hareketsiz kaldığına göre diğer sarkacın çıkacağı en büyük yükseklik kaç h'dir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 7



8. Yatay sürtünmesiz düzlem üzerinde durgun 2m kütleli bir bloğun içinde R yarıçaplı silindirik bir boşlukta kütlesi m olan sürtünmesiz bir cisim bulunuyor.

Bu cismin tam tur dönebilmesi için en alt noktada kendisine verilmesi gereken en küçük ilk hız nedir?

- A) $\sqrt{(5+\sqrt{3})gR}$ B) $\sqrt{(5-\sqrt{3})gR}$ C) $\sqrt{(1+\sqrt{2})gR}$ D) $\sqrt{5gR}$ E) $\sqrt{7gR}$

9. M kütleli, R yarıçaplı küresel ve homojen iki gezegenin merkezleri arasındaki mesafe 8R dir. Bu gezegenlerden birinin diğerine en yakın noktasından diğerine doğru m kütleli bir uydur fırlatılıyor.

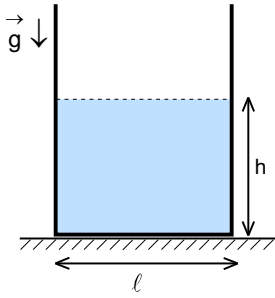
Buna göre, uydunun diğer gezegene ulaşabilmesi için fırlatılması gereken minimum hız büyüklüğü ne olmalıdır? Gezegenleri hareketsiz kabul ediniz.

- A) $\sqrt{\frac{\gamma M}{4R}}$ B) $\sqrt{\frac{\gamma M}{R}}$ C) $\sqrt{\frac{5\gamma M}{9R}}$ D) $\sqrt{\frac{9\gamma M}{7R}}$ E) $\sqrt{\frac{25\gamma M}{28R}}$

10. r yarıçaplı, $2r$ yüksekliğindeki bir silindirin hemen üstüne bu silindirin taban alanına sığabilecek en büyük yüzey alanlı bir küp yerleştiriliyor. Bu durumda ikilinin kütle merkezi ile silindirin kütle merkezi arasındaki mesafe y_1 oluyor. İkinci durumda ise bu silindirin hemen üstüne bu silindirin taban alanını içine alabilecek en küçük yüzey alanlı bir küp yerleştiriliyor. Bu durumda ikilinin kütle merkezi ile silindirin kütle merkezi arasındaki mesafe y_2 oluyor.

Buna göre $\frac{y_1}{y_2}$ oranı nedir? ($\pi=3$) (Cisimler aynı maddeden yapılmıştır.)

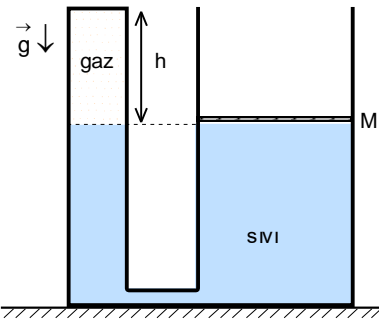
- A) $\frac{2+\sqrt{2}}{8}$ B) $\frac{2+2\sqrt{2}}{8}$ C) $\frac{1+3\sqrt{2}}{8}$ D) $\frac{1+\sqrt{2}}{8}$ E) $\frac{1+2\sqrt{2}}{8}$



11. Çok hafif plastikten yapılmış taban kenarı ℓ uzunluğunda kare prizma şeklinde bir sürahi şeklinde görüldüğü gibi h yüksekliğine kadar su dolduruluyor. Bu sürahi üzerinde kaymayacağı kadar sürtünmeli bir yüzey vasıtası ile yavaş yavaş eğiliyor.

Eğer yüzeyin yatay ile yaptığı θ açısı 30° olduğunda sürahi devriliyor ise $\frac{h}{\ell}$ oranı kaçtır? (Sürahinin ağırlığı suyun ağırlığı yanında ihmal edilebilir, suyun yüzeyi her zaman yere paralel kalacak kadar yavaş hareket ettirilmektedir.)

- A) $\frac{\sqrt{3}}{2}+1$ B) $\sqrt{3}$ C) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D) $\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{\sqrt{5}}{3}$ E) $\sqrt{3}+\frac{\sqrt{13}}{2}$



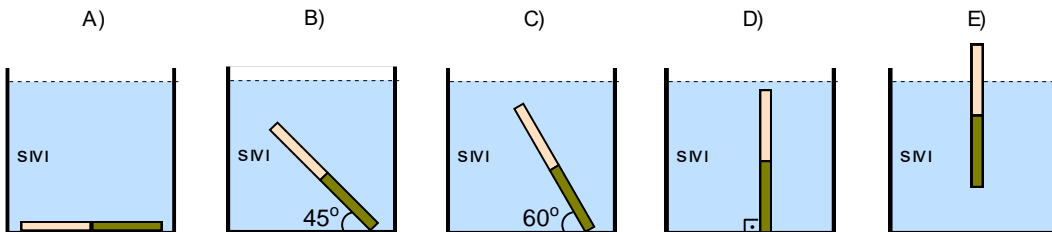
12. Havasız ortamda bulunan içi sıvı ve gaz dolu sistemin sağ tarafının kesit alanı $3S$ iken sol tarafının kesit alanı S dir. Sol tarafta gaz bulunduran sistemin sağ tarafında M kütleli sürtünmesiz olarak hareket edebilen bir piston bulunmaktadır. Bu durumda sıvı seviyeleri eşit olup sol taraftaki gaz bölümünün sıvı yüzeyinden itibaren yüksekliği h tır. Sağ taraftaki pistonun üzerine M kütleli bir cisim konuluyor ve piston $\frac{h}{12}$ kadar aşağıya inip dengeye geliyor. Bundan sonra pistonun üzerine $2M$ kütle daha konuluyor.

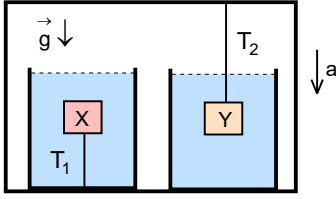
Buna göre, iki koldaki sıvı seviyeleri arasındaki fark kaç h olur? (Gazın sıcaklığını sabit kabul ediniz.)

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

13. Uzunluğun yarısı özkütlesi $\rho_t=0,8 \text{ g/cm}^3$ olan tahtadan, diğer uzunluğunun yarısı ise $\rho_m=1,4 \text{ g/cm}^3$ olan metalden yapılmış bir çubuk, boş bir kabın tabanında yatay olarak durmaktadır. Kap özkütlesi $\rho_s=1 \text{ g/cm}^3$ olan su ile tamamen dolduruluyor.

Buna göre, çubuğun denge konumu aşağıdaki hangi şıkta doğru gösterilmiştir? (Çubuk ile kap arasına sızabilecek kadar küçük boşluklar vardır.)





14. Durgun asansörün içinde iki kap içinde özdeş sıvılarda batmış olan X ve Y cisimler şekildeki gibi bulunmaktadır. Bu durumlarda iplerdeki gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 her birisi 10 N dur. Asansör aşağıya doğru $a=2 \text{ m/s}^2$ ivme ile hareket etmeye başlıyor.

Buna göre, iplerdeki gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 sırası ile kaç N dur?

- A) 8; 8 B) 12; 8 C) 8;12 D) 10;10 E) 12; 12

15. Sıvı içerisinde hareket eden bir cisme, sıvının viskozitesinden kaynaklanan direniş kuvveti etki eder. Sabit v hızı hareket eden yarıçapı r olan küresel bir cisme etki eden direniş kuvveti $F=6\pi\eta rv$ ile verilir. Burada η sabiti sıvının viskozite katsayısıdır. Sıvının viskozite sabitini bulabilmek için tasarlanan deneyde özkütlesi $1,5 \text{ g/cm}^3$ olan sıvının içerisinde serbest bırakılan özkütleleri 2 g/cm^3 ve $r=2 \text{ cm}$ yarıçaplı küresel cisimler bir süre sonra sabit bir hızla hareket etmektedirler. Bu sabit hız terminal ya da limit hız olarak isimlendirilir. Cisimler terminal hızla hareket etmeye başladıktan sonra, cismin gittiği mesafeye (x) karşılık gelen hareket süreleri (t) ölçülmüştür. 5 kez farklı mesafeler için yapılan bu ölçümler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ölçüm 4	Ölçüm 5
(x) (m)	22,5	48,84	69,3	71,5	90,75
(t) (s)	2,25	4,44	6,3	7,15	8,25

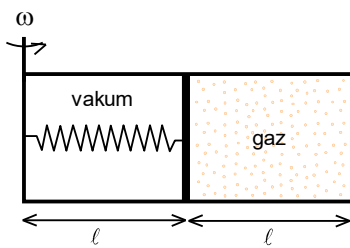
Bu ölçümleri kullanarak sıvının her ölçüm sonunda bulduğunuz η değerlerinin ortalaması kaç kg/m.s dir?

- A) 3,72 B) 3,77 C) 4,08 D) 4,28 E) 4,41

16. Düzgün silindirik bir kabın içerisinde $65 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığında su bulunmaktadır. Bu kabın tabanındaki sıvı basıncı P dir. Kabın içerisinde m kütleli $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığında buz atılıyor. Bir süre sonra T_1 denge sıcaklığına ulaşan bu kabın tabanındaki sıvı basıncı $\frac{6P}{5}$ oluyor. Eğer bu kabın içerisine m değil de $3m$ kütleli buz atılsaydı denge sıcaklığı T_2 olurdu.

Buna göre, sıcaklık T_1-T_2 farkı kaç $^\circ\text{C}$ olur? (Suyun özkütlesi sıcaklıkla değişmediğini kabul ediniz.)

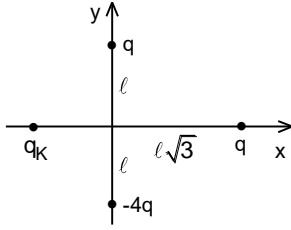
- A) 40,4 B) 31,25 C) 23,5 D) 17,5 E) 12,7



17. Uzunluğu ℓ izole edilmiş kap bir ucundan geçen düşey eksen etrafında döndürülmektedir. Kabın içinde ısıca yalıtılmış, sızdırmaz ve sürtünmesiz olarak hareket edebilen m kütleli pistonun bir tarafında gaz, bir tarafında ise serbest uzunluğu ℓ ve uçları piston ile kabın dönme eksenine geçtiği duvarına bağlı olan bir yay bulunmaktadır. Sistem ω açısal hızı ile dönerken denge durumunda piston ekseninden ℓ kadar uzaklıktadır. Sistemin açısal hızı yavaşça artırılarak 2ω yapıldığında denge durumunda piston ekseninden $\frac{3\ell}{2}$ uzaklıktadır.

Buna göre, sistemin açısal hızı yavaşça artırılarak 3ω yapılırsa denge durumunda pistonun ekseninden uzaklığı kaç ℓ olur? (Tüm süreçlerde sıcaklığın değişmediğini kabul ediniz.)

- A) $4-\sqrt{6}$ B) $2\sqrt{2}-1$ C) $\frac{1+\sqrt{6}}{2}$ D) $\frac{2\sqrt{6}-1}{2}$ E) $2\sqrt{6}-3$



18. Şekildeki sistemde $y=l$ noktasında bulunan q yüküne, $x=\sqrt{3} \ell$ noktasında bulunan q yükünün, $y=-\ell$ noktasında bulunan $-4q$ yükünün ve x ekseninde bulunan q_k yükünün uyguladığı elektrik kuvvetlerin toplamı sıfırdır.

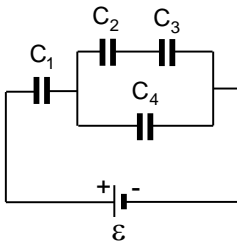
Buna göre, olduğuna göre $\frac{q_k}{q}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{\sqrt{13}}{7}$ B) $\frac{11\sqrt{13}}{7}$ C) $\frac{13\sqrt{13}}{7}$ D) $\frac{11\sqrt{13}}{49}$ E) $\frac{13\sqrt{13}}{49}$

19. Yükü $-q$ olan bir cisim etrafında yükü $2q$ ve kütlesi m olan noktasal cisim yarıçaplı r olan dairesel bir yörünge üzerinde sabit hızıyla hareket etmektedir.

Bu cismin dairesel yörüngesinin yarıçapını iki katına çıkartmak için yapılan iş kaç $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ olur?

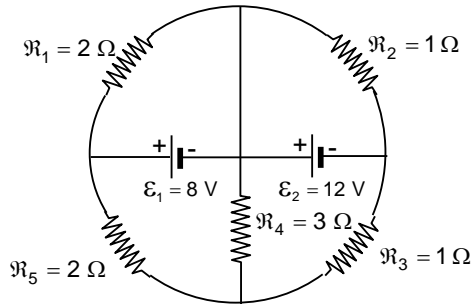
- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) 2 D) 3 E) 4



20. Kapasiteleri $C_1=0,04 \text{ F}$, $C_2=0,06 \text{ F}$, $C_3=0,12 \text{ F}$ ve $C_4=0,08 \text{ F}$ olan dört kondansatör ile e.m.k. sı $\epsilon=120 \text{ V}$ şekildeki gibi bağlıdır. C_1 kondansatörünün plakaları arasındaki mesafe yarıya indirilip C_2 kondansatörünün plakalarının arasına plakalar ile aynı alana sahip ama kalınlığı plakalar arası mesafenin $\frac{3}{4}$ ü kadar olan metal levha yerleştiriliyor.

Buna göre, yapılan iş kaç J'dür?

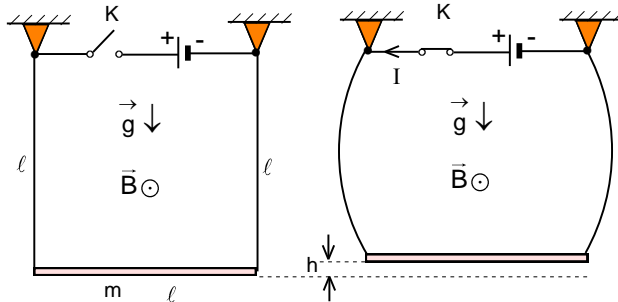
- A) 216 B) 168 C) 94 D) 72 E) 64



21. Beş rezistans ile iki üreteçle oluşan devre şekilde gibidir.

Buna göre, R_4 direncinden geçen akım kaç amperdir?

- A) $\frac{30}{11}$ B) $\frac{32}{11}$ C) $\frac{16}{11}$ D) $\frac{15}{11}$ E) $\frac{12}{11}$



22. Uzunluğu ℓ , kütlesi m olan katı metal çubuk iki ucundan uzunlukları ℓ iletken, uzamayan, ağırlıksız ve esnek tellere Şekil 1 deki gibi yatay olan B manyetik alanında asılıdır. K anahtarın kapatılmasıyla devrede I akımı akmaya başlıyor. Bu durumda teller Şekil 2 deki gibi bükülmemekte ve çubuk bir miktar yukarı kalkmaktadır.

Buna göre, çubuğun h yükselmesi nedir? (Çubuğun ağırlığı tellere etki eden manyetik kuvvetten çok büyüktür.) $\theta \ll 1$ ise $\cos\theta \approx 1$ ve $\sin\theta \approx \theta$ olur.

- A) $\frac{\ell}{3} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)$ B) $\frac{\ell}{6} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^2$ C) $\frac{3\ell}{8} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^3$ D) $\frac{\ell}{24} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^4$ E) $\frac{\ell}{12} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^5$

23. Yarıçapı r olan bir küre tamamı kırılma indisi n olan bir sıvı ile dolu kabın içerisinde bulunmaktadır. Sıvı yüksekliği kürenin çapı kadardır (kürenin tamamı içine alacak şekilde). Kürenin merkezinden geçen doğru üzerinde ve düşeyde küre yüzeyinin en üst noktasından r kadar yükseklikte noktasal bir ışık kaynağı hava ortamında bulunmaktadır.

Kürenin tabanında oluşan gölgenin alanı $2\pi r^2$ olduğuna göre n kaçtır?

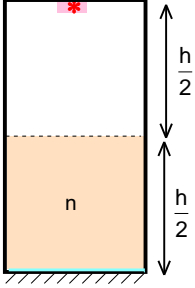
A) $\sqrt{2}$

B) $\sqrt{5}$

C) $\sqrt{3}$

D) $\sqrt{7}$

E) $\sqrt{8}$



24. İçi boş metal silindir şeklinde olan kabın yarısı kırıcılık indisi 1,5 sıvıyla doludur. Kabın tavanındaki dedektör tabandaki aynaya ışık yollayıp geri algılama süresini t olarak ölçüyor. Daha sonra sistemin sıcaklığı $200\text{ }^\circ\text{C}$ artırılıyor. Sıvının hacimce genleşme katsayısı $10^{-4}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, kabın yapıldığı maddenin boyca genleşme katsayısı $5 \cdot 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, sıvının ilk kırıcılık indisi 1,5 olarak veriliyor. Sıvıların sıcaklığı artırıldığında kırıcılık indisi $1\text{ }^\circ\text{C}$ başına 0,0005 kadar azalmaktadır.

Buna göre dedektörün algılama süresi t ye göre yüzde kaç değişmiştir?

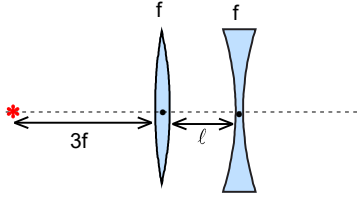
A) 1

B) 2,1

C) 3,2

D) 4,4

E) Hiçbiri



25. Optik eksenleri çakışık, odak uzaklıkları eşit ve f olan ince kenarlı ile kalın kenarlı mercekler arasındaki uzaklık l dir. Soldaki mercekten $3f$ uzaklıktaki noktasal bir cisminin sistemdeki görüntüsü sonsuzda oluşmaktadır. Merceklerin odak uzaklıkları $2f$, aralarındaki uzaklık $10l$ yapılıyor. Noktasal cisimi yakınsak merceğin yine $3f$ soluna konuluyor.

uzaklıktadır?

A) 3

B) $\frac{5}{2}$

C) 2

D) 1

E) $\frac{1}{2}$

Buna göre cismin sistemdeki son görüntüsü kalın kenarlı mercekten kaç f

XXVII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2019

1. C)

2. A)

3. B)

4. B)

5. E)

6. E)

7. C)

8. E)

9. D)

10. E)

11. D)

12. A)

13. D)

14. A)

15. D)

16. B)

17. E)

18. E)

19. A)

20. B)

21. C)

22. B)

23. C)

24. C)

25. C)

XXVII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2019

1. Trenin durma süresi;

$$\ell=125=\frac{v_2 t}{2}=\frac{10t}{2}=5t \Rightarrow t=25 \text{ s}$$

trenin ivmesi;

$$a=\frac{v_2}{t}=\frac{10}{25}=0,4 \text{ m/s}^2$$

öğrencinin aldığı yol;

$$x=v_1 t_1=0,5 \cdot 80=40 \text{ m}$$

olur. Tren L noktasından giriş yaptığıında L noktası ile öğrenci arasındaki uzaklık için;

$$\ell-40=125-40=v_1 t_2+v_2 t_2-\frac{at_2^2}{2}; 85=0,5t_2+10t_2-\frac{0,4t_2^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan trenin ile öğrencinin karşılaşma süresi;

$$0,4t_2^2-21t_2+170; t_2=10 \text{ s}$$

öğrencinin K noktasından olan uzaklığı;

$$y=x+0,5t_2=40+0,5 \cdot 10=45 \text{ m}$$

olur. Bundan sonra trenin hareket süresi;

$$t_3=25-10=15 \text{ s}$$

bu süre sonunda öğrencinin K noktasına olan uzaklığı;

$$z=y-0,5t_3=45-0,5 \cdot 15=37,5 \text{ m}$$

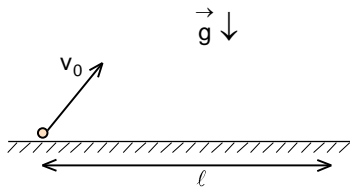
öğrencinin ilk ön kapıdan olan uzaklığı;

$$s=z-6,25=37,5-6,25=31,25$$

öğrencinin bulunduğu kapı numarası;

$$N-1=\frac{s}{6,25}=\frac{31,25}{6,25}=5; N=6$$

olarak bulunur.



2. Cismin yatay ve düşey hızları;

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

$$mgH=\frac{mv_{0y}^2}{2}=\frac{mv_0^2 \sin^2 \theta}{2}$$

$$\frac{mgH}{\frac{mv_0^2}{2}}=\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{v_0^2}=\frac{3}{4} \Rightarrow \sin \theta=\frac{\sqrt{3}}{2}; \theta=60^\circ$$

cismin hareket süresi;

$$t=\frac{2v_{0y}}{g}$$

cismin menziline hız;

$$\ell=v_{0x} t=\frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}=\frac{2v_0^2 \sin 60^\circ \cos 60^\circ}{g}=\frac{v_0^2 \sqrt{3}}{2g}$$

aranan uzaklık;

$$\ell_1=\frac{2v_0^2 \sin 2 \cdot 60^\circ \cos 2 \cdot 60^\circ}{g}=\frac{4v_0^2 \sqrt{3}}{2g}=-4\ell$$

$$\ell_2=\frac{2\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 \sin \frac{60^\circ}{2} \cos \frac{60^\circ}{2}}{g}=\frac{1}{4} \frac{v_0^2 \sqrt{3}}{2g}=\frac{\ell}{4}$$

$$x=|\ell_1|+\ell_2=4\ell+\frac{\ell}{4}=\frac{17\ell}{4}$$

3. Cismin ivmesi;

$$a = \frac{F_0}{m}$$

olur. Cismin hız bileşenleri için;

$$v_x = v_0 + at; v_y = \frac{v_0}{2} - 2at$$

hızın t süre sonra hızın büyüklüğü için;

$$v_t = \frac{v_0 \sqrt{7}}{2} = \sqrt{(v_0 + at)^2 + \left(\frac{v_0}{2} - 2at\right)^2}$$

yazabiliriz. Buradan;

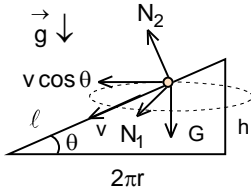
$$\frac{7v_0^2}{4} = v_0^2 + 2v_0at + a^2t^2 + \frac{v_0^2}{4} - 2v_0at + 4a^2t^2 \Rightarrow at = \frac{v_0}{\sqrt{10}}$$

$$v_{2t} = \sqrt{(v_0 + a \cdot 2t)^2 + \left(\frac{v_0}{2} - 2a \cdot 2t\right)^2} = \sqrt{v_0^2 + 4a^2t^2 + \frac{v_0^2}{4} + 16a^2t^2} = \frac{v_0 \sqrt{13}}{2}$$

$$v_{3t} = \sqrt{(v_0 + a \cdot 3t)^2 + \left(\frac{v_0}{2} - 2a \cdot 3t\right)^2} = \sqrt{v_0^2 + 9a^2t^2 + \frac{v_0^2}{4} + 36a^2t^2} = \frac{v_0 \sqrt{23}}{2}$$

$$\frac{v_{2t}}{v_{3t}} = \sqrt{\frac{13}{23}}$$

olarak bulunur.



4. Cismin hareketini eğim açısı θ ;

$$\sin\theta = \frac{h}{\sqrt{(2\pi r)^2 + h^2}} = \frac{0,7}{\sqrt{(2 \cdot 3 \cdot 0,4)^2 + 0,7^2}} = \frac{7}{25}$$

$$\cos\theta = \frac{2\pi r}{\sqrt{(2\pi r)^2 + h^2}} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,4}{\sqrt{(2 \cdot 3 \cdot 0,4)^2 + 0,7^2}} = \frac{24}{25}$$

olan eğik düzlem üzerinde ve aynı zamanda $v \cos\theta$ hızı ile yarıçapı r olan bir daire üzerinde hareketin süperpozisyonu olarak kabul edilebilir. Cisim sabit ivme ile hareket etmektedir. Cisim H kadar dikey yönde indiğinde hızı;

$$v = \sqrt{2gH}$$

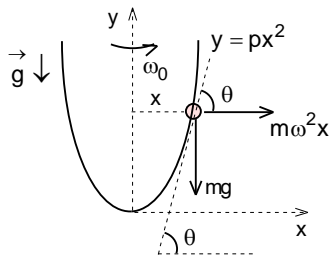
olur. Tepki kuvveti spiralin eğik yüzeyinde ve bu yüzeye dik olan ve dairesel hareketinden kaynaklanan tepki kuvvetlerin vektörel toplamına eşittir. Buradan tepki kuvveti;

$$N_1 = \frac{m(v \cos\theta)^2}{r} = \frac{2mgH \cos^2\theta}{r} = \frac{2 \cdot \frac{85}{48} \cdot 10 \cdot \frac{30}{17} \cdot \left(\frac{24}{25}\right)^2}{0,4} = 144 \text{ N}$$

$$N_2 = mg \cos\theta = \frac{85}{48} \cdot 10 \cdot \frac{24}{25} = 17 \text{ N}$$

$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{144^2 + 17^2} = 145 \text{ N}$$

olarak bulunur.



5. Boncuğun bulunduğu noktadaki eğim için;

$$\tan\theta = \frac{dy}{dx} = 2px$$

boncuğun dengesi için;

$$mg \sin\theta = m\omega^2 x \cos\theta$$

yazabiliriz. Buradan açılal hız;

$$g \tan\theta = \omega^2 x; g \cdot 2px = \omega^2 x; \omega = \sqrt{2pg} x$$

olarak bulunur.

6. Çarpışmada momentum korunumu yasası ve enerji korunumu yasası geçerlidir. Bu durumda ilk çarpışma;

$$2mv = 2mv_1 + mv_2; v_2 = 2v - 2v_1$$

$$\frac{2mv^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan 2m ve m kütleli cisimlerin hızları;

$$2v^2 = 2v_1^2 + (2v - 2v_1)^2; 3v_1^2 - 4vv_1 + v^2 = 0; v_1 = \frac{v}{3}; v_2 = \frac{4v}{3}$$

olarak bulunur. m kütleli cisimler çarpışma sonrası hızlarını değiş tokuş eder. Buradan;

$$v'_2 = 0; v_3 = \frac{4v}{3}$$

$$v'_1 = \frac{1}{3} \frac{v}{3} = \frac{v}{9}$$

$$\frac{2mv_1'^2}{2} = 2mgH$$

$$\frac{2m \left(\frac{v}{9} \right)^2}{2} = 2mgH \Rightarrow \frac{2mv^2}{2} = 162mgH$$

olarak bulunur.

7. Enerji ve momentum korunumu yasasından;

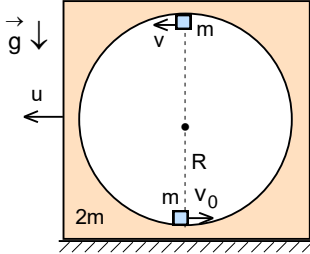
$$m_1v - m_2v = m_2v_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 1 + \frac{v_2}{v}$$

$$\left(2 + \frac{v_2}{v} \right) v^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2^2 - 2vv_2 - 2v^2 = 0; v_2 = 2v$$

$$v = \sqrt{2gh}; v_2 = \sqrt{2gh_2} = 2v$$

$$\sqrt{2gh_2} = 2\sqrt{2gh} \Rightarrow h_2 = 4h$$

olarak bulunur.



8. Cisim küresel boşluğun en üst noktadayken küpün hızı u, cismin hızı v olsun. Momentum korunumu yasası için;

$$mv_0 = 2mu + m(u - v)$$

enerji korunum yasası için;

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{2mu^2}{2} + \frac{m(u - v)^2}{2} + mg \cdot 2R$$

cisim için;

$$mg = \frac{mv^2}{R}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$u = \frac{v_0 + v}{3}$$

$$v_0^2 = 2u^2 + (u - v)^2 + 4gR = 3u^2 - 2uv + v^2 + 4gR = 3 \left(\frac{v_0 + v}{3} \right)^2 - 2v \left(\frac{v_0 + v}{3} \right) + v^2 + 4gR =$$

$$= \frac{v_0^2 + 2vv_0 + v^2 - 2vv_0 - 2v^2}{3} + v^2 + 4gR$$

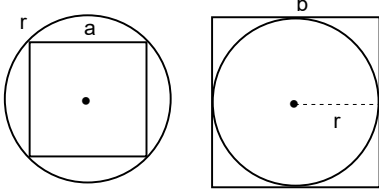
$$3v_0^2 = v_0^2 - v^2 + 3v^2 + 12gR \Rightarrow v_0^2 = v^2 + 6gR = gR + 6gR = 7gR \Rightarrow v_0 = \sqrt{7gR}$$

olarak bulunur.

9. Enerji korunumu yasasından hız;

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{R} - \frac{\gamma Mm}{7R} = -2 \cdot \frac{\gamma Mm}{4R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{9\gamma M}{7R}}$$

olarak bulunur.



10. Silindirin hacmi için;

$$V_1 = \pi r^2 \cdot 2r = 6r^3$$

silindirin tabanında yerleştirilen en büyük küpün kenarı için

$$r^2 + r^2 = (2r)^2 \Rightarrow a = r\sqrt{2}$$

bu küpün hacmi için;

$$V_2 = a^3 = 2r^3\sqrt{2}$$

silindirin tabanında yerleştirilen en büyük küpün kenarı için;

$$b=2r$$

bu küpün hacmi için;

$$V_3 = b^3 = 8r^3$$

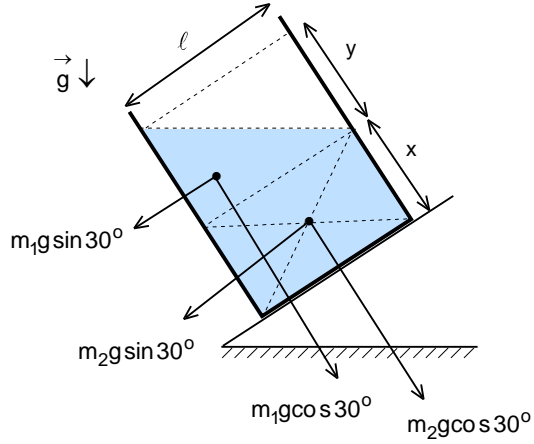
yazabiliriz. Buradan sistemlerin kütle merkezlerinin silindirin kütle merkezine olan uzaklıklar;

$$y_1 = \frac{0 \cdot V_1 + \left(r + \frac{a}{2}\right) V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\left(r + \frac{r\sqrt{2}}{2}\right) \cdot 2r^3\sqrt{2}}{6r^3 + 2r^3\sqrt{2}} = \frac{(1 + \sqrt{2})r}{3 + \sqrt{2}}; y_2 = \frac{0 \cdot V_1 + (r + b)V_3}{V_1 + V_3} = \frac{(r + r) \cdot 8r^3}{6r^3 + 8r^3} = \frac{8r}{7}$$

aranan oran;

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{\frac{(1 + \sqrt{2})r}{3 + \sqrt{2}}}{\frac{8r}{7}} = \frac{7(1 + \sqrt{2})(3 - \sqrt{2})}{(3 + \sqrt{2})(3 - \sqrt{2})} = \frac{1 + 2\sqrt{2}}{8}$$

olarak bulunur.



11. Suyun ilk andaki kesit alanı;

$$S = \ell h$$

ile verilir. Sürahi düzlem ile birlikte tarif edilen duruma getirilirse şeklin geometrisinden;

$$y = \ell \tan 30^\circ = \frac{\ell \sqrt{3}}{3}$$

aynı miktar suyun kesit alanı;

$$S = S_1 + S_2 = \frac{\ell y}{2} + \ell x = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{6} + \ell x$$

olur. Buradan;

$$\ell h = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{6} + \ell x \Rightarrow x = h - \frac{\ell \sqrt{3}}{6}$$

olarak bulunur. Eğik düzleme göre paralel yönde etki eden mo-

ment için;

$$S_1 \sin 30^\circ \left(x + \frac{y}{3} \right) = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(h - \frac{\ell \sqrt{3}}{6} + \frac{1}{3} \frac{\ell \sqrt{3}}{3} \right) = \frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{12} - \frac{\ell^3}{72}$$

$$S_2 \sin 30^\circ \cdot \frac{x}{2} = \ell x \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\ell}{4} \left(h - \frac{\ell \sqrt{3}}{6} \right)^2 = \frac{\ell h^2}{4} - \frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{12} + \frac{\ell^3}{48}$$

eğik düzleme göre dik yönde etki eden moment için;

$$S_1 \cos 30^\circ \cdot \frac{\ell}{3} = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{6} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\ell}{3} = \frac{\ell^3}{12}$$

$$S_2 \cos 30^\circ \cdot \frac{\ell}{2} = \ell x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\ell}{2} = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{4} \left(h - \frac{\ell \sqrt{3}}{6} \right)^2 = \frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{4} - \frac{\ell^3}{8}$$

denge durumu için;

$$S_1 \sin 30^\circ \left(x + \frac{y}{3} \right) + S_2 \sin 30^\circ \cdot \frac{x}{2} = S_1 \cos 30^\circ \cdot \frac{\ell}{3} + S_2 \cos 30^\circ \cdot \frac{\ell}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{12} - \frac{\ell^3}{72} + \frac{\ell h^2}{4} - \frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{12} + \frac{\ell^3}{48} = \frac{\ell^3}{12} + \frac{\ell^2 h \sqrt{3}}{4} - \frac{\ell^3}{8}$$

$$\left(\frac{h}{\ell} \right)^2 - \frac{h \sqrt{3}}{\ell} + \frac{7}{36} = 0 \Rightarrow \frac{h}{\ell} = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{5}}{3}$$

olarak bulunur.

12. İlk durumdaki basınç için;

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

ikinci durumdaki basınç için;

$$\frac{2Mg}{S} = \rho g \left(\frac{h}{12} + 3 \cdot \frac{h}{12} \right) + P_2$$

yazabiliriz. Buradan;

$$PSh = P_2 \left(h - 3 \cdot \frac{h}{12} \right) \Rightarrow P_2 = \frac{4P}{3}$$

$$\frac{2Mg}{S} = \frac{\rho gh}{3} + \frac{4}{3} \cdot \frac{Mg}{S} \Rightarrow P = \frac{Mg}{S} = \frac{\rho gh}{2}$$

elde edilir. Ek kütle konulduğunda;

$$\frac{4Mg}{S} = \rho g (H_1 + H_2) + P_3$$

yazabiliriz. Sıvı seviyeleri arasındaki ilişki;

$$H_2 = 3H_1$$

iki sıvı seviyesindeki fark;

$$H = H_1 + H_2$$

olur. Buradan;

$$H = \frac{H_2}{3} + H_2 = \frac{4H_2}{3} \Rightarrow H_2 = \frac{3H}{4}$$

sıvı basıncı;

$$PSh = P_3 (h - H_2) = P_3 \left(h - \frac{3H}{4} \right) \Rightarrow P_3 = \frac{4Ph}{4h - 3H}$$

aranan oran;

$$\frac{4Mg}{S} = \rho g H + \frac{4h}{4h - 3H} \cdot \frac{Mg}{S} \Rightarrow 4 \cdot \frac{\rho gh}{2} = \rho g H + \frac{4h}{4h - 3H} \cdot \frac{\rho gh}{2}$$

$$3H^2 - 10hH + 6h^2 = 0 \Rightarrow H = \frac{(5 - \sqrt{7})h}{3}$$

olarak bulunur.

13. Çubuğun ortalama özkütlesi suyun özkütlesinden büyüktür. Çubuk batmış olur. Cevap D) şıkkı

14. Birinci cismin ipteki gerilme kuvveti;

$$10 + m_x g = \rho g V$$

$$10 + 10m_x = 10\rho V \Rightarrow 1 = \rho V - m_x$$

$$T'_1 + m_x g - \rho(g - a)V = m_x a$$

$$T'_1 + 10m_x - \rho(10 - 2)V = 2m_x \Rightarrow T'_1 = 8 \text{ N}$$

ikinci cismin ipteki gerilme kuvveti;

$$m_y g = 10 + \rho g V$$

$$10m_y = 10 + 10\rho V \Rightarrow m_y = 1 + \rho V$$

$$m_y g - T'_2 - \rho(g - a)V = m_y a$$

$$10m_y - T'_2 - \rho(10 - 2)V = 2m_y \Rightarrow T'_2 = 8 \text{ N}$$

olarak bulunur.

15. Viskozite katsayısı için;

$$mg = \rho_s gV + 6\pi\eta rv$$

$$\rho g \frac{4\pi r^3}{3} = \rho_s g \frac{4\pi r^3}{3} + 6\pi\eta rv$$

$$\eta = \frac{2gr^2(\rho - \rho_s)}{9v} = \frac{2 \cdot 10 (2 \cdot 10^{-2}) (2 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^3)}{9v} = \frac{4}{9v}$$

yazabiliriz. Farklı ölçümlerdeki hızlar;

$$v_1 = \frac{22,5 \cdot 10^{-2}}{2,25} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow \eta_1 = \frac{4}{9 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} = 4,44 \text{ kg/m.s}$$

$$v_2 = \frac{48,84 \cdot 10^{-2}}{4,44} = 11 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow \eta_2 = \frac{4}{9 \cdot 11 \cdot 10^{-2}} = 4,04 \text{ kg/m.s}$$

$$v_3 = \frac{69,3 \cdot 10^{-2}}{6,3} = 11 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow \eta_3 = 4,44 \text{ kg/m.s}$$

$$v_4 = \frac{71,5 \cdot 10^{-2}}{7,15} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow \eta_4 = 4,44 \text{ kg/m.s}$$

$$v_5 = \frac{90,75 \cdot 10^{-2}}{8,25} = 11 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow \eta_5 = 4,04 \text{ kg/m.s}$$

viskozite katsayısının ortalama değeri;

$$\eta_{\text{ort}} = \frac{3 \cdot 4,44 + 2 \cdot 4,04}{5} = 4,28 \text{ kg/m.s}$$

olarak bulunur.

16. Sıvı basınç değişimi;

$$\Delta P = \frac{6P}{5} - P = \frac{P}{5} = \frac{mg}{S}$$

olur. Bu basınç m kütleli buzun erimesinden kaynaklanan suyun yükselmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda;

$$m \sim \frac{P}{5}; m_s \sim P; m_s = 5m$$

yazabiliriz. Sistemin ilk durumdaki denge sıcaklığı;

$$5m(65^\circ - t_1^\circ) = 0,5 \cdot 10m + 80m + mt_1^\circ \Rightarrow 325^\circ - 5t_1^\circ = 85^\circ + t_1^\circ \Rightarrow t_1^\circ = 40^\circ \text{ C}$$

ikinci durumdaki denge sıcaklığı;

$$5m(65^\circ - t_2^\circ) = 0,5 \cdot 10 \cdot 3m + 80 \cdot 3m + 3mt_2^\circ \Rightarrow 325^\circ - 5t_2^\circ = 255^\circ + 3t_2^\circ \Rightarrow t_2^\circ = 8,75^\circ \text{ C}$$

sıcaklık farkı;

$$\Delta t^\circ = t_1^\circ - t_2^\circ = 40 - 8,75 = 31,25^\circ \text{ C}$$

olarak bulunur.

17. İlk durumda kuvvet dengesi için;

$$m\omega^2\ell = PS$$

ikinci durumda kuvvet dengesi için

$$m(2\omega)^2 \cdot \frac{3\ell}{2} = \frac{k\left(\frac{3\ell}{2} - \ell\right)}{2} + P_2S$$

yazabiliriz. Buradan ikinci durumdaki basınç;

$$P\ell S = P_2 \frac{\ell S}{2} \Rightarrow P_2 = 2P$$

yay sabiti;

$$6m\omega^2\ell = \frac{k\ell}{2} + 2PS = \frac{k\ell}{2} + 2m\omega^2\ell \Rightarrow k = 8m\omega^2\ell$$

olur. Üçüncü durumda kuvvet dengesi için;

$$m(3\omega)^2 x = k(x - \ell) + P_3S$$

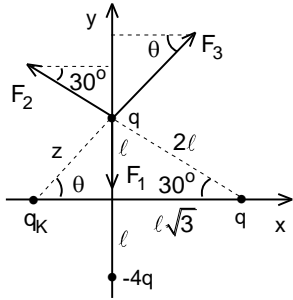
yazabiliriz. Buradan;

$$P\ell S = P_3[\ell - (x - \ell)] \Rightarrow P_3 = \frac{P\ell}{2\ell - x}$$

$$9m\omega^2 x = 8m\omega^2(x - \ell) + \frac{P\ell S}{2\ell - x} = 8m\omega^2(x - \ell) + \frac{m\omega^2\ell^2}{2\ell - x}$$

$$9x = 8x - 8\ell + \frac{\ell^2}{2\ell - x} \Rightarrow x^2 + 6\ell x - 15\ell^2 = 0; x = (2\sqrt{6} - 3)\ell$$

olarak bulunur.



18. q yükünün dengesi için;

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2\ell)^2} = \frac{q^2 \sin 30^\circ}{4\pi\epsilon_0(2\ell)^2} + \frac{qq_k \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 z^2} \Rightarrow \frac{7q}{8\ell^2} = \frac{q_k \sin \theta}{z^2}$$

$$\frac{q^2 \cos 30^\circ}{4\pi\epsilon_0(2\ell)^2} = \frac{qq_k \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 z^2} \Rightarrow \frac{q\sqrt{3}}{8\ell^2} = \frac{q_k \cos \theta}{z^2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{7}{\sqrt{3}} = \tan \theta$$

$$\sin \theta = \frac{\tan \theta}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}} = \frac{7}{\sqrt{3} \sqrt{1 + \left(\frac{7}{\sqrt{3}}\right)^2}} = \frac{7}{2\sqrt{13}}$$

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{7}{\sqrt{3}}\right)^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{13}}$$

aranan oran;

$$\frac{\sin 30^\circ}{z} = \frac{\sin \theta}{\ell} \Rightarrow z = \frac{\ell \sin 30^\circ}{\sin \theta} = \frac{\ell \cdot 2\sqrt{13}}{2.7} = \frac{\ell\sqrt{13}}{7}$$

$$\frac{7q}{8\ell^2} = \frac{q_k \cdot \frac{7}{2\sqrt{13}}}{\left(\frac{\ell\sqrt{13}}{7}\right)^2} \Rightarrow \frac{q_k}{q} = \frac{13\sqrt{13}}{49}$$

olarak bulunur.

19. İlk durumda cismin enerjisi;

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$
$$E_1 = \frac{mv^2}{r} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

ikinci durumda cismin enerjisi;

$$\frac{mu^2}{2r} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} \Rightarrow \frac{mu^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$
$$E_2 = \frac{mu^2}{2} - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

yapılan iş;

$$W = E_2 - E_1 = -\frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \left(-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

olarak bulunur.

20. İlk durumda sistemin enerjisi;

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{0,06} + \frac{1}{0,12} \Rightarrow C_{23} = 0,04 \text{ F}$$
$$C_{234} = C_{23} + C_4 = 0,04 + 0,08 = 0,12 \text{ F}$$
$$\frac{1}{C_{1234}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{0,04} + \frac{1}{0,12} \Rightarrow C_{1234} = 0,03 \text{ F}$$
$$E_1 = \frac{C_{1234} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{0,03 \cdot 120^2}{2} = 216 \text{ J}$$

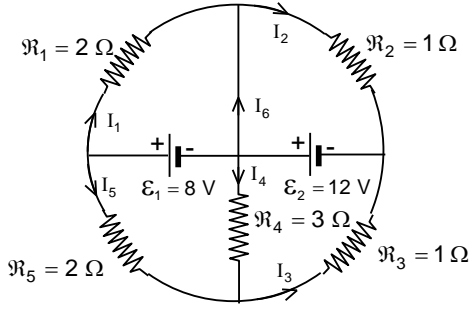
ikinci durumda sistemin enerjisi;

$$C = \frac{\epsilon_0 S_1}{h_1}$$
$$C'_1 = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{h_1}{2}} = \frac{2\epsilon_0 S_1}{h_1} = 2C_1 = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ F}$$
$$C'_2 = \frac{\epsilon_0 S_2}{\frac{h_2}{4}} = \frac{4\epsilon_0 S_2}{h_2} = 4C_2 = 4 \cdot 0,06 = 0,24 \text{ F}$$
$$\frac{1}{C'_{23}} = \frac{1}{C'_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{0,24} + \frac{1}{0,12} \Rightarrow C'_{23} = 0,08 \text{ F}$$
$$C'_{234} = C'_{23} + C_4 = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ F}$$
$$\frac{1}{C'_{1234}} = \frac{1}{C'_1} + \frac{1}{C'_{234}} = \frac{1}{0,08} + \frac{1}{0,16} \Rightarrow C'_{1234} = \frac{0,16}{3} \text{ F}$$
$$E_2 = \frac{C'_{1234} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{0,16 \cdot 120^2}{3 \cdot 2} = 384 \text{ J}$$

yapılan iş;

$$W = E_2 - E_1 = 384 - 216 = 168 \text{ J}$$

olarak bulunur.



21. Akan akımlar için;

$$I_3 = I_4 + I_5$$

$$8 = 2I_5 - 3I_4$$

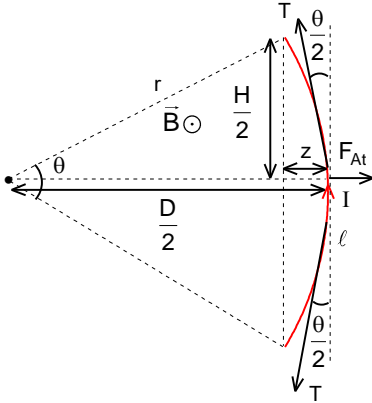
$$12 = 3I_4 + I_3 = 4I_4 + I_5$$

$$24 = 8I_4 + 2I_5$$

yazabiliriz. Buradan;

$$24 - 8 = 11I_4; I_4 = \frac{16}{11} \text{ A}$$

olarak bulunur.



22. Manyetik indüksiyon alanında tel bükülüyor ve eğrisel şekil alıyor. Bu durumda;

$$l = r\theta; \sin \frac{\theta}{2} = \frac{H}{r} = \frac{H}{2r} \approx \frac{\theta}{2} - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta}{2} \right)^3; H = r\theta - \frac{r\theta^3}{24}$$

yazabiliriz. Çubuğun yükselmesi;

$$h = l - H = r\theta - r\theta + \frac{r\theta^3}{24} = \frac{\ell \theta^2}{24}$$

ile verilir. İletken tellere etki eden manyetik kuvvet uzunluğu H olan doğrusal tel parçasına etki eden kuvvete eşittir. Bu kuvvet;

$$F_{At} = IBH = 2T \sin \frac{\theta}{2} = \frac{TH}{r}; T = IBr = \frac{IB\ell}{\theta}$$

ile verilir. Burada T iletken teldeki gerilme kuvvetidir.

Çubuğa etki eden kuvvet için;

$$mg + F_{Aç} = 2T \cos \frac{\theta}{2}; F_{Aç} = IB\ell$$

yazabiliriz. Buradan;

$$mg + IB\ell = \frac{2IB\ell}{\theta} = \frac{2IB\ell}{\sqrt{\frac{24h}{\ell}}} = \frac{IB\ell}{\sqrt{6h}} = IB\ell \sqrt{\frac{\ell}{6h}}$$

$$\sqrt{\frac{\ell}{6h}} = \frac{mg + IB\ell}{IB\ell}; \frac{\ell}{6h} = \left(\frac{mg + IB\ell}{IB\ell} \right)^2; h = \frac{\ell}{6} \left(\frac{IB\ell}{mg + IB\ell} \right)^2 \approx \frac{\ell}{6} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^2$$

olarak bulunur.

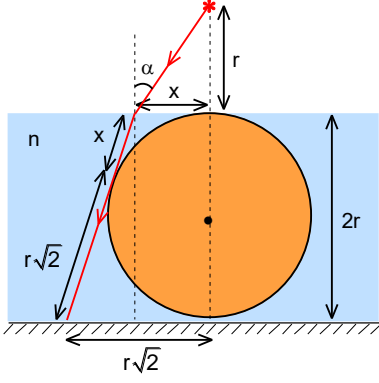
Soruyu çözerken daha baştan yaklaşım yapabiliriz. Ağırlık kuvveti manyetik kuvvetinden çok büyük ise tele etki eden manyetik kuvvet için;

$$F_A = IB\ell = IBr\theta = 2 \cdot \frac{mg}{2} \cdot \sin \frac{\theta}{2} = \frac{mg\theta}{2}; r = \frac{mg}{2IB}; \theta = \frac{2IB\ell}{mg}$$

yazabiliriz. Aranan yükselme;

$$h = l - 2r \sin \frac{\theta}{2} = l - 2r \sin \frac{\theta}{2} = l - \frac{2 \cdot mg}{2IB} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta}{2} \right)^3 \right] = l - \frac{mg}{IB} \cdot \frac{2IB\ell}{2 \cdot mg} + \frac{mg}{48IB} \left(\frac{2IB\ell}{mg} \right)^3 = \frac{\ell}{6} \left(\frac{IB\ell}{mg} \right)^2$$

olarak bulunur.



23. Kırılma yasasından;

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

şeklin geometrinden;

$$\pi R^2 = 2\pi r^2 \Rightarrow R = r\sqrt{2}$$

$$(r\sqrt{2} + x)^2 = (r\sqrt{2} - x)^2 + (2r)^2$$

$$r^2 + 2rx\sqrt{2} + x^2 = r^2 - 2rx\sqrt{2} + x^2 + 4r^2 \Rightarrow x = \frac{r\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{\frac{r\sqrt{2}}{2}}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{r\sqrt{2}}{2}\right)^2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\sin \beta = \frac{r\sqrt{2} - x}{r\sqrt{2} - x} = \frac{r - \frac{r\sqrt{2}}{2}}{r + \frac{r\sqrt{2}}{2}} = \frac{1}{3} \Rightarrow n = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}}{\frac{1}{3}} = \sqrt{3}$$

olarak bulunur.

24. İlk durumda algılama süresi;

$$t = 2\left(\frac{h}{2c} + \frac{nh}{2c}\right) = 2\left(\frac{h}{2c} + \frac{1,5h}{2c}\right) = \frac{2,5h}{c}$$

ile verilir. Metalin boy artışı;

$$V_m = Sh$$

$$\Delta V_m = 3V_m \lambda \Delta t^\circ = 3V_m \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 200 = 3Sh \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta S_m = 2S \lambda \Delta t^\circ = 2S \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 200 = 2S \cdot 10^{-2}$$

$$h'_m = \frac{V + \Delta V_m}{S + \Delta S_m} = \frac{Sh + 3Sh \cdot 10^{-2}}{S + 2S \cdot 10^{-2}} = 1,0098h$$

sıvının boy artışı;

$$V_s = \frac{Sh}{2}$$

$$\Delta V_s = V_s \beta \Delta t^\circ = V_s \cdot 10^{-4} \cdot 200 = 2V_s \cdot 10^{-2}$$

$$h'_s = \frac{V_s + \Delta V_s}{S + \Delta S_m} = \frac{\frac{Sh}{2} + 2 \cdot \frac{Sh}{2} \cdot 10^{-2}}{S + 2S \cdot 10^{-2}} = 0,5h$$

olur. Sıvının yeni kırıcılık indisi;

$$n_2 = n - 0,0005 \cdot 200 = 1,5 - 0,1 = 1,4$$

yeni algılama süresi;

$$t' = 2\left(\frac{1,0098h - 0,5h}{c} + \frac{n_2 \cdot 0,5098h}{c}\right) = 2\left(\frac{0,5098h}{c} + \frac{1,4 \cdot 0,5}{c}\right) = \frac{2,4196h}{c}$$

zaman farkı;

$$\Delta t = t - t' = \frac{2,5h}{c} - \frac{2,4196h}{c}$$

aranan zaman değişimi;

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{0,0804}{2,5} = \%3,2$$

olarak bulunur.

25. Cismin görüntüsü yakınsak mercekten;

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_{11}} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{3f} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f}; b_{11} = \frac{3f}{2}$$

uzaklıkta oluşur. Bu görüntü ıraksak mercekten;

$$a_{12} = f$$

uzaklıktadır. Bu durumda iki mercek arasındaki uzaklık;

$$b_{11} = a_{12} + \ell \Rightarrow \frac{3f}{2} = f + \ell; \ell = \frac{f}{2}$$

iki mercek arasındaki yeni uzaklık;

$$\ell_2 = 10\ell = 10 \cdot \frac{f}{2} = 5f$$

olur. Bu durumda cismin görüntüsü yakınsak mercekten;

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_{21}} = \frac{1}{2f} \Rightarrow \frac{1}{3f} + \frac{1}{b_{21}} = \frac{1}{2f}; b_{21} = 6f$$

bu görüntü ıraksak mercekten;

$$a_{22} = b_{21} - \ell_2 = 6f - 5f = f$$

uzaklıktadır. Son görüntü ıraksak mercekten;

$$\frac{1}{(-a_{22})} - \frac{1}{(-b_{22})} = -\frac{1}{2f}$$

$$\frac{1}{-f} + \frac{1}{b_{22}} = -\frac{1}{2f} \Rightarrow b_{22} = 2f$$

uzaklıkta oluşur.