

XXVIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2020

1. Yüksek bir binanın tepesinden birbirlerine zıt yönde  $v_1$  ve  $v_2$  yatay hızları ile cisimler fırlatılıyor. Bir süre sonra bu iki cismin hız vektörleri arasındaki açı  $90^\circ$ , tam bu andaki hız büyüklüklerinin oranı  $\frac{v'_1}{v'_2} = \sqrt{3}$  oluyor.

Buna göre,  $\frac{v_1}{v_2}$  oranı kaçtır?

A) 2

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

C) 3

D) 4

E) 5

2. Eğim açısı  $\theta$  olan bir eğik düzlemin en alt noktasından yukarıya doğru bir cisim  $v$  hızı ile fırlatıldığında, cisim  $\ell$  kadar yol alıp duruyor. Aynı cisim aynı  $v$  hızıyla eğik düzlemin en üst noktasından aşağı doğru atıldığında  $5\ell$  kadar yol alıp duruyor.

Cisim ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı  $f=2$  olduğuna göre eğik düzlemin eğim açısı  $\theta$  kaç derecedir?

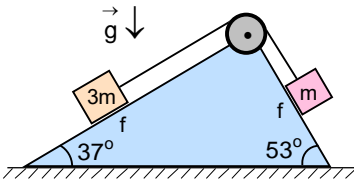
A)  $30^\circ$

B)  $37^\circ$

C)  $45^\circ$

D)  $53^\circ$

E)  $60^\circ$



3. Şekildeki dik üçgen prizmanın yüzeylerinde bulunan 3m ve m kütleli cisimler ile yüzeyler arasındaki sürtünme katsayısı  $f$  dir. 3m kütleli cisme eğik düzlem boyunca aşağıya doğru  $v$  hızı kadar verildiğinde cisimler  $\ell$  kadar yol alıp duruyor. m kütleli cisme eğik düzlem boyunca aşağıya doğru  $2v$  hızı kadar verildiğinde cisimler yine  $\ell$  kadar yol alıp duruyor.

Buna göre, cisimler ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır? (Makaraların kütlesi ihmal ediliyor.)

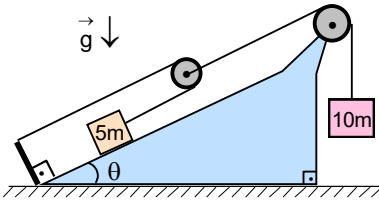
A)  $\frac{2}{3}$

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

C)  $\frac{3}{8}$

D)  $\frac{4}{7}$

E)  $\frac{5}{9}$



4. Eğim açısı  $\theta=37^\circ$  olan bir eğik düzlemin üzerinde kütsüz makaralar ve 10m ve 5m kütleli cisimler ile kurulmuş bir sistem bulunuyor. 5m kütleli cisim ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı  $f=0,25$  tir. Sistem serbest bırakılıyor.

Buna göre, 6 saniye sonra 10 m kütleli cismin hızının büyüklüğü kaç m/s dir?

A) 2

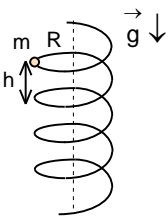
B) 3

C) 4

D) 6

E) 8

C)



5. Düşey konumunda yarıçapı  $R = \frac{\sqrt{5}}{2}$  m olan ince bir helezona, kütlesi 10 g bir boncuk takılmıştır. Boncuğun üzerindeki delik tam olarak helezonun kalınlığındadır ve helezon ile boncuk arasındaki sürtünme ihmal ediliyor. Boncuk durgun halden serbest bırakılıyor.

Buna göre, boncuk tam bir tur atıp düşeyde  $h=2$  m yol aldığı anda boncuğun helezona uyguladığı kuvvet kaç Newton'dur?

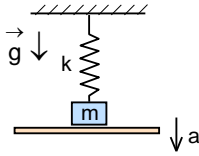
A)  $\frac{33\sqrt{5}}{98}$

B)  $\frac{15\sqrt{5}}{98}$

C)  $\frac{33\sqrt{5}}{490}$

D)  $\frac{15\sqrt{5}}{490}$

E)  $\frac{37\sqrt{5}}{710}$



6. m kütleli cisim bir tahta parçası ile alttan desteklenmiştir. Yay sabiti k olan uzamamış haldeki kütsüz yay ile şekildeki gibi tavana tutturulmuştur. Tahta destek aşağı doğru a ivmesi ile hareket ettiriliyor. Tahtanın ivmesi  $2g$  ise yayın maksimum uzaması  $x$  kadar oluyor.

**Tahtanın ivmesi  $0,5g$  olsaydı yayın maksimum uzaması kaç  $x$  olur?**

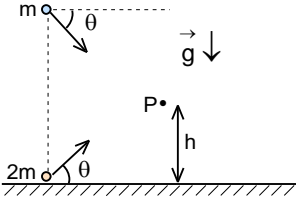
A)  $\frac{1}{4}$

B)  $\frac{2+\sqrt{3}}{4}$

C)  $\frac{1+\sqrt{3}}{4}$

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

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



7. m ve 2m kütleli noktasal cisimler şekildeki gibi yatayla  $\theta$  yapacak şekilde eşit büyüklükteki hızlarla fırlatılıyor. Cisimler havada h yüksekliğindeki P noktasında çarpışıp yapışıyorlar.

**h yüksekliği 2m kütleli cismin maksimum yüksekliğinin yarısı olduğuna göre, çarpışmadan sonra birlikte hareket eden cisimler P noktasından itibaren maksimum kaç h yükselir?**

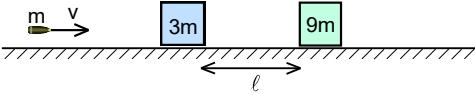
A)  $\frac{13-8\sqrt{2}}{4}$

B)  $\frac{8-3\sqrt{2}}{4}$

C)  $\frac{9-4\sqrt{2}}{3}$

D)  $\frac{17-12\sqrt{2}}{9}$

E)  $\frac{15-8\sqrt{2}}{9}$



8. m kütleli v hızına sahip bir mermi durgun haldeki 3m kütleli cismi delip geçmekte ve sonra durgun haldeki 9m kütleli cisme saplanmaktadır. Başta aralarında  $l$  mesafe bulunan iki cisim daha sonra en sağdaki cisimden  $8l$  kadar uzakta çarpışmaktadır.

**Buna göre, mermi 3m kütleli cismi delip geçerken kaybolan enerji ilk enerjinin ne kadardır?**

A)  $\frac{8}{21}$

B)  $\frac{5}{12}$

C)  $\frac{5}{11}$

D)  $\frac{10}{21}$

E)  $\frac{3}{8}$



9. Kütleleri 2m ve 3m olan iki cisim yay sabiti k olan bir yay ile birbirlerine bağlı olup sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde durgun halde durmaktadır. Yayın eksenini boyunca v hızı ile hareket eden m kütleli bir cisim ile 2m kütleli cisim arasında esnek çarpışma gerçekleştiriliyor. Bu durumda yayın maksimum sıkışma miktarı x kadar oluyor.

**Eğer m ve 2m kütleli cisimler arasında esnek olmayan çarpışma gerçekleşseydi, yayın maksimum sıkışma miktarı kaç x olurdu?**

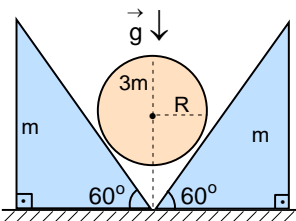
A)  $\frac{\sqrt{5}}{4}$

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

C)  $\frac{\sqrt{5}}{8}$

D)  $\frac{\sqrt{5}}{16}$

E) Hiçbiri



10. Kütleleri m taban açısı  $60^\circ$  olan iki sürtünmesiz dik üçgen prizma yatay düzlem üzerinde bulunmaktadır. İki prizma ile temas eden 3m kütleli ve R yarıçaplı bir küre serbest bırakılıyor.

**Buna göre, kürenin merkezi yatay düzlemde  $\frac{3R}{2}$  yükseklikte iken kürenin hızının büyüklüğü nedir?**

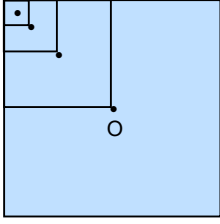
A)  $\sqrt{\frac{2gR}{3}}$

B)  $\sqrt{\frac{gR}{3}}$

C)  $\sqrt{\frac{9gR}{17}}$

D)  $\sqrt{\frac{gR}{2}}$

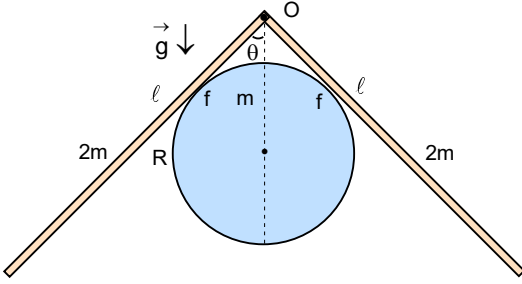
E) Hiçbiri



11. Kenar uzunluğu  $\ell$  olan çok ince homojen bir kare levhanın merkezi O noktasıdır. Aynı levhadan yapılmış kenar uzunluğu yarısı olan levha sol üst köşeye yerleştiriliyor. Her seferinde kenar uzunluğu bir öncekinin yarısı ve aynı levhadan yapılmış kare levhalar bu şekilde sonsuz kez yerleştiriliyor.

Buna göre, oluşan şeklin kütle merkezi O noktasından kaç  $\ell$  uzaktadır?

- A)  $\frac{\sqrt{2}}{7}$       B)  $\frac{\sqrt{2}}{14}$       C)  $\frac{\sqrt{2}}{3}$       D)  $\frac{\sqrt{2}}{6}$       E)  $\frac{2\sqrt{2}}{7}$



12. Kütleleri  $2m$  ve uzunlukları  $\ell = 4R$  olan iki levha bir uçlarından serbestçe dönebilecekleri şekilde menteşelidir. Bu levhalar arasında kütle  $m$  ve yarıçapı  $R$  olan sabit bir küre üzerine konulduğunda tepe açısı şekildedeki gibi  $2\theta$  olacak şekilde dengede durmaktadır. Bu durumda levha ile küre arasında sürtünme yoktur. Şimdi de levhalar menteşelendiği noktadan asıldığını ve kürenin serbest kaldığı durumu ele alalım.

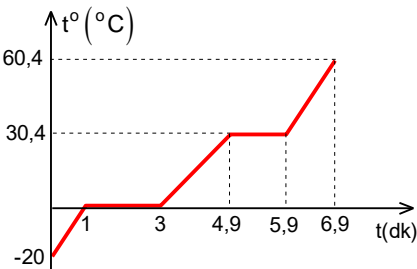
Bu durumda şeklin ve açının aynı kalması şartıyla kürenin düşmemesi için levhalar ile küre arasındaki sürtünme katsayısı en az kaç olmalıdır?

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

13. Yerçekimi dalgası uzayda görünmeyen ama ışık hızı ile hareket eden bir dalgadır. Bu dalgalar yolları üzerindeki herhangi bir şeyi sıkıştırır ve gerer. Yerçekimi dalgasına neden olan olaylarından biri birbirlerinin etrafında dönen iki büyük yıldız sistemidir. Merkezleri arasında  $r$  mesafe bulunan  $R$  yarıçaplı  $M$  kütleli ve  $3R$  yarıçaplı  $3M$  kütleli iki büyük yıldız sisteminin kütle merkezi etrafında çembersel bir yörüngede dolandıklarını varsayalım.  $M$  değeri yıldızların yerçekimi dalgası oluşturabilecek kadar büyüktür ve bu durumda yıldızlar yerçekimi dalgası oluşturarak enerji kaybederler. Bunun sonucu olarak birbirlerine doğru yavaşça yaklaşmaya başlarlar.

Buna göre yıldızların merkezleri arası mesafe  $4R$  ye düştüğünde yerçekimi dalgasına dönüşen enerji miktarı nedir? ( $r \gg R$  dir)

- A)  $\frac{\gamma M^2}{4r}$       B)  $\frac{\gamma M^2}{2R}$       C)  $\frac{3\gamma M^2}{2r}$       D)  $\frac{\gamma M^2}{3R}$       E)  $\frac{3\gamma M^2}{8R}$

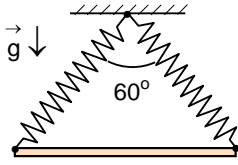


14. Bir kabın içerisindeki  $m$  kütleli buz ile  $2m$  kütleli bir katı cisim vardır. Bu cisim katı haldeki öz ısısı  $c_k$ , sıvı haldeki öz ısısı  $c_s$  ve erime ısısı  $\lambda$  dir.  $-20$  °C sıcaklığında dengedeki bu buz ve cisim gücü sabit  $P$  olan bir ısıtıcı ile ısıtılmaktadır. Karışımın sıcaklık zaman grafiği şekildedeki gibidir.

Buna göre,  $\frac{c_k}{c_s}$  ve  $\lambda$  değeri sırası ile nedir?

( $c_{buz} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $c_{su} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_{buz} = 80 \text{ cal/g}$ )

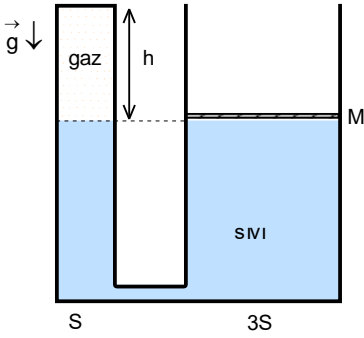
- A)  $\frac{c_k}{c_s} = 4$ ;  $\lambda = 15 \text{ cal/g}$       B)  $\frac{c_k}{c_s} = 4,5$ ;  $\lambda = 15 \text{ cal/g}$       C)  $\frac{c_k}{c_s} = 4,5$ ;  $\lambda = 20 \text{ cal/g}$   
D)  $\frac{c_k}{c_s} = 4$ ;  $\lambda = 30 \text{ cal/g}$       E)  $\frac{c_k}{c_s} = 4,5$ ;  $\lambda = 30 \text{ cal/g}$



15. Aynı noktadan tavana asılmış, uzamamış boyları  $\frac{\ell}{2}$ , yay sabitleri k olan özdeş iki yay şekilde görüldüğü gibi  $\ell$  boyunda bir çubuğun iki ucuna bağlıdır. Bu çubuk yatay olarak dengede dururken, iki yay arasındaki açı  $\theta=60^\circ$ 'dir. Boyca genleşme katsayısı  $10^{-4} \text{ K}^{-1}$  olan çubuğun sıcaklığını  $50^\circ\text{C}$  artırıyoruz.

**Çubuğun yatay ve düz kaldığını kabul ederek, yeni denge durumunda  $\theta$  açısı yaklaşık olarak kaç derece değişir?**

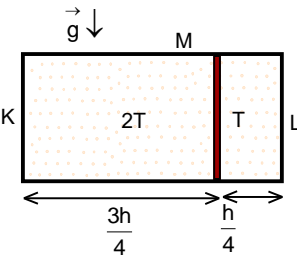
- A) 0,1                      B) 0,3                      C) 0,5                      D) 0,7                      E) 0,9



16. 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'dir. 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.)**

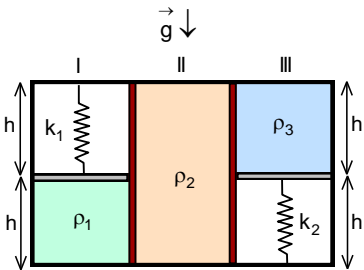
- A)  $\frac{5-\sqrt{7}}{3}$                       B)  $\frac{4+\sqrt{6}}{3}$                       C)  $\frac{4-\sqrt{3}}{2}$                       D)  $\frac{5-2\sqrt{3}}{3}$                       E) Hiçbiri



17. h uzunluğundaki düzgün silindirik kap yatay konumda durmaktadır. Kapın içerisinde sürtünmesiz olarak hareket edebilen gaz sızdırmaz, ısıya yalıtılmış M kütleli bir piston bulunmaktadır. Piston bu durumda silindiri 1:3 oranında bölmektedir. Sol yüzeyi K, sağ yüzeyi L olarak isimlendirilmiştir. Bu silindir K yüzeyi alta gelecek şekilde düşey konumuna getirilirse, piston silindiri tam iki eşit parçaya bölmektedir.

**Silindir L yüzeyi alta gelecek şekilde düşey konumuna getirilirse, piston tabandan kaç h yükseklikte dengede kalır? (Bölmelerdeki sıcaklıklar sabittir.)**

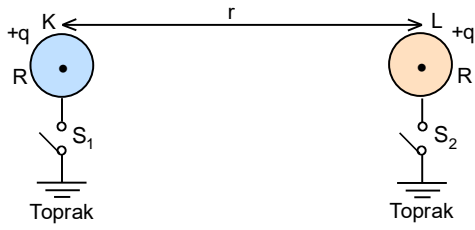
- A)  $1-\frac{\sqrt{3}}{2}$                       B)  $\frac{1}{8}$                       C)  $1-\frac{\sqrt{2}}{4}$                       D)  $\frac{3}{13}$                       E)  $2-\frac{\sqrt{6}}{2}$



18. Ağırlıksız ve sadece yatayda hareket edebilen ara pistonlarla üç eşit bölmeye ayrılmış şekildeki kabın birinci bölmenin yarısında özkütlesi  $\rho_1=\rho$ , ikinci bölmede özkütlesi  $\rho_2=2\rho$  ve üçüncü bölmenin yarısında özkütlesi  $\rho_3=3\rho$  olan sıvılar şekildeki gibi bulunuyor. Birinci bölmede ilk uzunluğu  $\ell_1$  ve yay sabiti  $k_1=k$  olan bir yay sıkışmış bir halde ağırlıksız bir pistonu, üçüncü bölmede ilk uzunluğu  $\ell_2$  ve yay sabiti  $k_2=2k$  olan bir yay sıkışmış halde ağırlıksız birer pistonu tutturulmuş olarak bulunmaktadır. Üçüncü bölmenin tavanında basınç hissedilmekte, fakat ikinci bölmede hissedilmemektedir.

**$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{7}{6}$  olduğuna göre,  $\ell_1$  kaç h tır?**

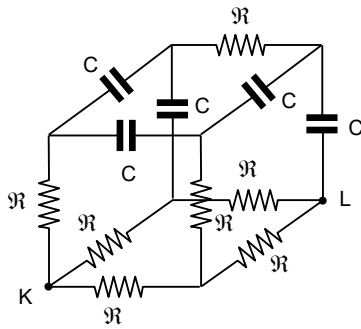
- A)  $\frac{7}{2}$                       B)  $\frac{9}{5}$                       C) 2                      D) 3                      E)  $\frac{11}{5}$



19. R yarıçaplı ve +q yüklü küçük K ve L metal küreleri aralarındaki uzaklık  $r \gg R$  olacak şekilde sabit tutuluyor. Önce  $S_1$  anahtarı kısa bir süre için kapatılıp açılıyor. Sonra  $S_2$  anahtarı kısa bir süre için kapatılıp açılıyor.

Buna göre, kürelerin son yükleri nedir?

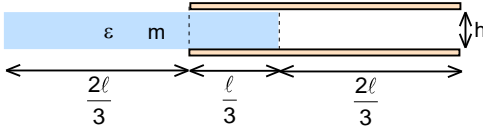
- A)  $q_K = -\frac{qr}{R}$ ;  $q_L = \frac{qr^2}{R^2}$       B)  $q_K = -\frac{qr}{R}$ ;  $q_L = \frac{qR^2}{r^2}$       C)  $q_K = -\frac{qR^2}{r^2}$ ;  $q_L = \frac{qR}{r}$   
 D)  $q_K = -\frac{qR^2}{r^2}$ ;  $q_L = \frac{qR^2}{r^2}$       E)  $q_K = -\frac{qR}{r}$ ;  $q_L = \frac{qR^2}{r^2}$



20. Her birinin direnci  $\mathcal{R}$  olan özdeş rezistans ile her birinin kapasitesi C olan özdeş kondansatörler şekildeki gibi bağlıdır. K ve L noktaları arasında U potansiyel farkı uygulanıyor.

Sistem kararlı durumda iken L noktasına bağlı kondansatörde depolanan yük nedir?

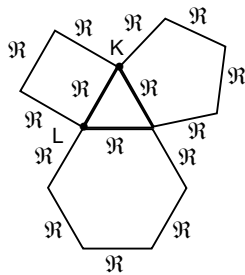
- A)  $\frac{2CU}{3}$       B) CU      C) 2CU      D)  $\frac{CU}{3}$       E)  $\frac{CU}{2}$



21. Paralel plakalı bir kondansatörün levhaları birbirinden h uzaklıkta ve kenarları  $\ell$  olan kare şeklindeki iki metal plakadan oluşmaktadır. Bu kondansatörü q yüküne kadar yüklemek için yapılan iş  $W$  oluyor. Plakalar arasında aynı geometrik boyutlara sahip m kütleli ve bağlı dielektrik geçirgenlik katsayısı  $\epsilon=4$  sürtünmesiz olan dielektrik bir levha şekildeki gibi yerleştiriliyor.

Buna göre, dielektrik levha serbest bırakılırsa ulaşacağı maksimum hız nedir?

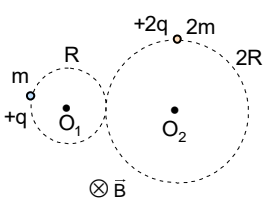
- A)  $\sqrt{\frac{W}{3m}}$       B)  $\sqrt{\frac{W}{m}}$       C)  $\sqrt{\frac{2W}{m}}$       D)  $\sqrt{\frac{W}{2m}}$       E)  $\sqrt{\frac{2W}{3m}}$



22. Her bir direnci  $\mathcal{R}$  olan rezistanslarla şekildeki eşkenar üçgen, kare ve eşkenar beşgen ile altıgen oluşturuluyor.

Buna göre, K ve L noktaları arasındaki eşdeğer diren kaç  $\mathcal{R}$  dir?

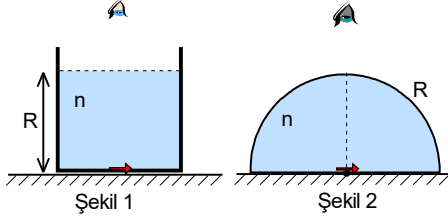
- A)  $\frac{111}{227}$       B)  $\frac{49}{111}$       C)  $\frac{147}{286}$       D)  $\frac{73}{168}$       E) Hiçbiri



23. Sabit ve homojen manyetik  $\vec{B}$  alanında yükleri +q, 2+q ve kütleleri m, 2m olan iki yüklü parçacık yarıçapları R, 2R olan dairesel yörüngeler üzerinde hareket etmektedir. Belli bir anda iki parçacık yörüngelerin temas noktasında esnek olmayan çarpışma gerçekleşiyor.

Buna göre, oluşan parçacığın yörüngesinin yeni yarıçapı kaç R olur?

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



24. R yüksekliğine kadar  $n=3$  kırıcılık indisli sıvı ile dolu kabın dibindeki cisim, nerdeyse tam tepeden bakan göze göre belli derinlikte gözüküyor.  $n$  kırıcılık indisine sahip  $R$  yarıçaplı yarı kürenin merkezindeki cisim ise yukarıdan bakan kişiye göre farklı bir derinlikte görünüyor.

Buna göre cisimlerin algılanan derinliklerin farkı nedir?

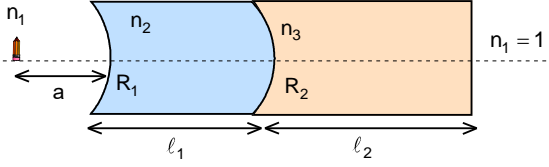
A) 0

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

C)  $\frac{R}{3}$

D)  $2R$

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



25. Kırıcılık indisi  $n_1=1$  olan hava ortamında bulunan kırıcılık indisleri sırasıyla  $n_2=2$  ve  $n_3=1,5$  olan iki ortamın küresel yüzeylerin eğrilik yarıçapları  $R_1=R_2=R$ , ikinci ortamın diğer yüzeyi düzlemseldir. Ortamların yüzeyler arasındaki mesafeler  $l_1=20$  cm ve  $l_2=30$  dir.

Birinci ortamın ara yüzeyden 10 cm solda bulunan bir cismin bu sistemdeki son görüntüsü cisme göre nerede ve nasıl oluşur?

A) 60 cm solunda, sanal

B) 120 cm sağında, gerçek

C) 60 cm solunda, gerçek

D) Cisim ile aynı hizada, sanal

E) Hiçbiri

D)

XXVIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2020

1. C)

2. D)

3. E)

4. C)

5. B)

6. B)

7. D)

8. B)

9. A)

10. A)

11. B)

12. A)

13. E)

14. C)

15. B)

16. A)

17. A)

18. D)

19. E)

20. E)

21. D)

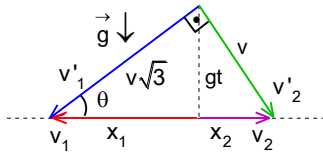
22. C)

23. B)

24. E)

25. D)

XXVIII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2020



1. Her cisim yatay yönde ve aşağıya doğru hareket etmektedir. Şeklin geometrisinden;

$$v'_1 = v\sqrt{3}; v' = v$$

$$\tan \theta = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

aranan oran;

$$v_1 = v\sqrt{3} \cdot \cos 30^\circ = \frac{3v}{2}; v_2 = v \sin 30^\circ = \frac{v}{2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 3$$

olarak bulunur.

2. İlk durumda alınan yol için;

$$\ell = \frac{v^2}{2a_1}; a_1 = g(\sin \theta + f \cos \theta) = g(\sin \theta + 2 \cos \theta)$$

ikinci durumda alınan yol için;

$$5\ell = \frac{v^2}{2a_2}; a_2 = g(f \cos \theta - \sin \theta) = g(2 \cos \theta - \sin \theta)$$

yazabiliriz. Buradan;

$$5 = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sin \theta + 2 \cos \theta}{2 \cos \theta - \sin \theta} \Rightarrow \tan \theta = \frac{4}{3}; \theta = 53^\circ$$

olarak bulunur.

3. Birinci durumda;

$$\frac{4mv^2}{2} + 3mg\ell \sin 37^\circ = mg\ell \sin 53^\circ + 3fmg\ell \cos 37^\circ + fmg\ell \cos 53^\circ$$

$$\frac{4mv^2}{2} + 3mg\ell \cdot 0,6 = mg\ell \cdot 0,8 + 3fmg\ell \cdot 0,8 + fmg\ell \cdot 0,6 \Rightarrow \frac{4mv^2}{2} = 3fmg\ell - mg\ell$$

ikinci durumda;

$$\frac{4m(2v)^2}{2} + mg\ell \sin 53^\circ = 3mg\ell \sin 53^\circ + 3fmg\ell \cos 37^\circ + fmg\ell \cos 53^\circ$$

$$\frac{4m(2v)^2}{2} + mg\ell \cdot 0,8 = 3mg\ell \cdot 0,8 + 3fmg\ell \cdot 0,8 + fmg\ell \cdot 0,6 \Rightarrow \frac{16mv^2}{2} = mg\ell + 3fmg\ell$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{1}{4} = \frac{3f - 1}{3f + 1}; f = \frac{5}{9}$$

olarak bulunur.

4. Hareket yasaları için;

$$10mg - 2T = 10ma_1; T - 5mg \sin 37^\circ - f \cdot 5mg \cos 37^\circ = 5ma_2$$

kinematik bağıntı için;

$$2T \cdot x_1 = T \cdot x_2; 2a_1 = a_2$$

yazabiliriz. Buradan 10m kütleli cismin ivmesi;

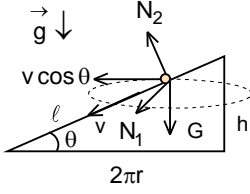
$$2T - 10mg \cdot 0,6 - 2 \cdot 0,25 \cdot 5mg = 10m \cdot 2a_1; 10m \cdot 10 - 6m \cdot 10 - 2,5m \cdot 10 = 30ma_1; a_1 = \frac{2}{3}$$

cismin kazandığı hız;

$$v = a_1 t = \frac{2}{3} \cdot 6 = 4 \text{ m/s}^2$$

olarak bulunur.





5. Cismin hareketini eğim açısı  $\theta$  eğik düzlem üzerindeki hareket ile modellenilebilir.

$$\sin\theta = \frac{h}{\sqrt{(2\pi R)^2 + h^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(2.3 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 + 2^2}} = \frac{2}{7}$$

$$\cos\theta = \frac{2\pi R}{\sqrt{(2\pi R)^2 + h^2}} = \frac{2.3 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}}{\sqrt{\left(2.3 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 + 0.7^2}} = \frac{3\sqrt{5}}{7}$$

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;

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

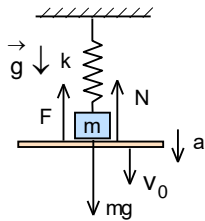
olur. Tepki kuvveti spiralin eğik yüzeyinde ve bu yüzeye dik olan ve dairesel hareketinden kaynaklanan tepki kuvvetlerin vektörel toplamına eşittir. Buradan tepki kuvveti;

$$N_1 = \frac{m(v \cos \theta)^2}{R} = \frac{2mgh \cos^2 \theta}{R} = \frac{2.10 \cdot 10^{-3} \cdot 10.2}{\frac{\sqrt{5}}{2}} \cdot \frac{45}{49} = \frac{36\sqrt{5}}{49.5}$$

$$N_2 = mg \cos \theta = \frac{3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \sqrt{5}}{7} = \frac{3\sqrt{5}}{70}$$

$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{\left(\frac{36\sqrt{5}}{49.5}\right)^2 + \left(\frac{3\sqrt{5}}{70}\right)^2} = \frac{15\sqrt{5}}{98}$$

olarak bulunur.



6.  $a > g$  ise temas anında kesilir. Bu durumda yayın maksimum uzaması enerji korunumu yasasından;

$$\frac{kx^2}{2} = mgx \Rightarrow x = \frac{2mg}{k}$$

olarak bulunur.  $a < g$  ise temas bir süre sonra kesilir. Cisme etki eden kuvvetler için;

$$mg - N - F = ma$$

yazabiliriz. Temasın kesilme anında tepki kuvveti  $N=0$ , yaydaki gerilme kuvveti;

$$kx_0 = mg - ma = mg - \frac{mg}{2} = \frac{mg}{2}$$

olur. Buradan temas kesilene kadar cismin kazandığı hız;

$$x_0 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{mg}{2k} \Rightarrow v_0^2 = \frac{mga}{k} = \frac{mg^2}{2k}$$

olur. Cismin enerjisi için;

$$E = -mgx_0 + \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = -mgx_2 + \frac{kx_2^2}{2}$$

şeklinde yazılabilir. Burada  $x_2$  yayın maksimum uzamasıdır.  $x_2$  için ikinci dereceden bir denklem elde ediliyor. Buradan bu uzama;

$$E = -mgx_0 + \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = -mgx_2 + \frac{kx_2^2}{2}$$

$$-mg \cdot \frac{mg}{2k} + \frac{k}{2} \left(\frac{mg}{2k}\right)^2 + \frac{m}{2} \cdot \frac{mg^2}{2k} = -mgx_2 + \frac{kx_2^2}{2}$$

$$kx_2^2 - 2mgx_2 + \frac{m^2g^2}{4k} = 0 \Rightarrow x_2 = \frac{mg(2 + \sqrt{3})}{2k} = \frac{x(2 + \sqrt{3})}{4}$$

olarak bulunur.

7. 2m kütleli cismin ilk düşey hızı;

$$2h = \frac{v_{0y}^2}{2g} \Rightarrow v_{0y}^2 = 4gh$$

bu cismin P noktasına kadar hareket süresi;

$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = 2\sqrt{gh}t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t^2 - 4\sqrt{\frac{h}{g}}t + \frac{2h}{g} = 0; t = (2 - \sqrt{2})\sqrt{\frac{h}{g}}$$

iki cismin P noktasındaki düşey hızları;

$$v_{1y}^2 = v_{0y}^2 - 2gh = 4gh - 2gh = 2gh \Rightarrow v_{1y} = \sqrt{2gh}$$

$$v_{2y} = v_{0y} + gt = \sqrt{4gh} + g(2 - \sqrt{2})\sqrt{\frac{h}{g}} = (4 - \sqrt{2})\sqrt{gh}$$

olur. İki cisim kenetlenirse oluşan cismin düşey hızı;

$$2mv_{1y} - mv_{2y} = 3mu_y \Rightarrow u_y = \frac{2\sqrt{2gh} - (4 - \sqrt{2})\sqrt{gh}}{3} = \frac{(3\sqrt{2} - 4)\sqrt{gh}}{3}$$

bu oluşan cismin P noktasından itibaren çıktığı yükseklik;

$$H = \frac{u_y^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left( \frac{(3\sqrt{2} - 4)\sqrt{gh}}{3} \right)^2 = \frac{(17 - 12\sqrt{2})h}{9}$$

olarak bulunur.

8. Mermi ve 3m kütleli cisim için momentum korunumu yasası;

$$mv = mv_1 + 3mv_2$$

mermi ve 9m kütleli cisim için momentum korunumu yasası;

$$mv_1 = 10mu \Rightarrow u = \frac{v_1}{10}$$

şeklinde yazılabilir. Mermi iki cisim arasındaki yolu kat ederken 3m kütleli cisim x kadar yol alsın. Bu durumda merminin ve 3m kütleli cismin hareket süreleri için;

$$t_1 = \frac{\ell}{v_1} = \frac{x}{v_2} \Rightarrow x = \frac{\ell v_2}{v_1}$$

iki cismin hareket süreleri için;

$$\frac{8\ell}{u} = \frac{8\ell + (\ell - x)}{v_2}$$

yazabiliriz. Buradan iki cismin hızları arasındaki ilişki;

$$u = \frac{8\ell v_2}{9\ell - \frac{\ell v_2}{v_1}} = \frac{8v_1 v_2}{9v_1 - v_2} = \frac{v_1}{10}; v_1 = 9v_2$$

$$v = v_1 + 3v_2 = 12v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v}{12}; v_1 = \frac{3v}{4}$$

açığa çıkan ısı;

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} - \frac{3mv_2^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{m\left(\frac{3v}{4}\right)^2}{2} - \frac{3m\left(\frac{v}{12}\right)^2}{2} = \frac{5}{12} \frac{mv^2}{2}$$

olarak bulunur.

9. m ve 2m kütleli cisimler arasındaki esnek çarpışmasındaki momentum korunumu yasası için;

$$mv = -mv_1 + 2mv_2; v_2 = \frac{v + v_1}{2}$$

enerji korunumu yasası için;

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

yazabiliriz. Buradan bu cisimlerin hızları;

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

olarak bulunur. Yaylı sistemindeki momentum korunumu yasasından yay maksimum sıkıştığı anda sistemin hızı;

$$2mv_2 = 5mv_{s1}; v_{s1} = \frac{2v_2}{5} = \frac{4v}{15}$$

olur. Enerji korunumu yasasından ilk durumda yaydaki maksimum sıkışma miktarı

$$\frac{2mv_1^2}{2} = \frac{3mv_{s1}^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2}$$

$$kx_1^2 = 2m\left(\frac{2v}{3}\right)^2 - 5m\left(\frac{4v}{15}\right)^2 = \frac{8mv^2}{15} \Rightarrow x_1 = \sqrt{\frac{8mv^2}{15k}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{15}} \sqrt{\frac{mv^2}{k}}$$

olarak bulunur. m ve 2m kütleli cisimler arasındaki esnek olmayan çarpışmasındaki momentum korunumu yasası için;

$$mv = 3mu; u = \frac{v}{3}$$

yazabiliriz. Burada u m ve 2m kütleli cisimlerin ortak hızıdır. Bu iki cismin mekanik enerjisi;

$$E_{k1} = \frac{3mu^2}{2} = \frac{3m\left(\frac{v}{3}\right)^2}{2} = \frac{mv^2}{6}$$

olur. Bundan sonra yay maksimum sıkıştığı anda sistemin hızı;

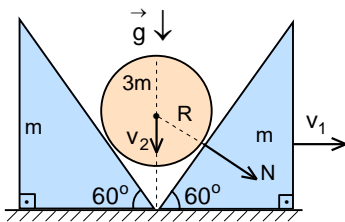
$$3mu = 6mv_{s2}; v_{s2} = \frac{v}{6}$$

olur. Buradan yaydaki maksimum sıkışma miktarı;

$$\frac{mv^2}{6} - \frac{6m v_{s2}^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow kx_2^2 = \frac{mv^2}{3} - 6m \cdot \frac{v^2}{36} = \frac{mv^2}{6} \Rightarrow x_2 = \sqrt{\frac{mv^2}{6k}} = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{\frac{mv^2}{k}}$$

$$x_2 = \frac{\sqrt{15}}{2\sqrt{2}\sqrt{6}} \left( \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{15}} \sqrt{\frac{mv^2}{k}} \right) = \frac{x\sqrt{5}}{4}$$

olarak bulunur.



10. Cisimlerin kinematik bağıntısı için;

$$\frac{y}{x} = \tan 60^\circ \Rightarrow \frac{v_y}{v_x} = \tan 60^\circ = \sqrt{3} \Rightarrow v_x = \frac{v_y}{\sqrt{3}}$$

enerji korunumu yasası için;

$$2 \cdot \frac{mv_x^2}{2} + \frac{3mv_y^2}{2} = 3mg \left( 2R - \frac{3R}{2} \right)$$

yazabiliriz. Buradan;

$$2v_x^2 + 3v_y^2 = 3gR$$

$$2 \cdot \left( \frac{v_y}{\sqrt{3}} \right)^2 + 3v_y^2 = 3gR \Rightarrow v_y = \sqrt{\frac{9gR}{11}}$$

olarak bulunur.

11. Kütle m-S alan ile doğru orantılıdır. Bu durumda yerleştirilen kareler için;

$$S_1 = l^2; x_1 = l \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{l\sqrt{2}}{2}$$

$$S_2 = \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{l^2}{4}; x_2 = \frac{l}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{l\sqrt{2}}{4}$$

$$S_3 = \left(\frac{l}{4}\right)^2 = \frac{l^2}{16}; x_3 = \frac{l}{4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{l\sqrt{2}}{8}$$

$$S_4 = \left(\frac{l}{8}\right)^2 = \frac{l^2}{64}; x_4 = \frac{l}{8} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{l\sqrt{2}}{16}$$

yazabiliriz. Buradan sistemin kütle merkezi köşe noktasından;

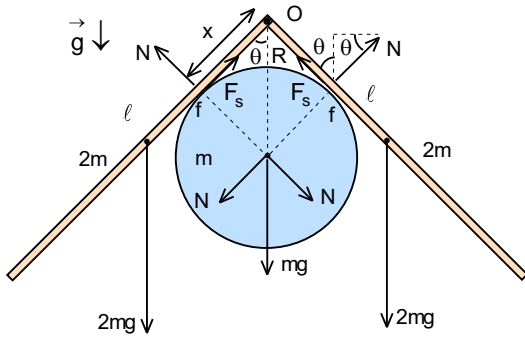
$$x_m = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{S_1x_1 + S_2x_2 + S_3x_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots} = \frac{l^2 \cdot \frac{l\sqrt{2}}{2} + \frac{l^2}{4} \cdot \frac{l\sqrt{2}}{4} + \frac{l^2}{16} \cdot \frac{l\sqrt{2}}{8} + \frac{l^2}{64} \cdot \frac{l\sqrt{2}}{16} + \dots}{l^2 + \frac{l^2}{4} + \frac{l^2}{16} + \frac{l^2}{64} + \dots}$$

$$= \frac{\frac{l^3\sqrt{2}}{2} \left(1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{8^2} + \frac{1}{8^3} + \dots\right)}{l^2 \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^3} + \dots\right)} = \frac{l\sqrt{2}}{2} \frac{1 - \frac{1}{8}}{1 - \frac{1}{4}} = \frac{3l\sqrt{2}}{7}$$

uzaklıktadır. Buradan sistemin kütle merkezi O noktasından uzaklığı;

$$z_m = \frac{l\sqrt{2}}{2} - \frac{3l\sqrt{2}}{7} = \frac{l\sqrt{2}}{14}$$

olarak bulunur.



aranan sürtünme katsayısı;

$$mg + 2N \sin \theta = 2F_s \cos \theta; F_s = fN$$

$$N = \frac{4mg \sin^2 \theta}{\cos \theta} = \frac{4mg}{\sqrt{2}} = 2mg\sqrt{2}$$

$$mg + 2 \cdot 2mg\sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 2f \cdot 2mg\sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow f = \frac{5}{4}$$

olarak bulunur.

12. Küre ile levhaların temas noktasının O noktasına olan uzaklığı;

$$\frac{x}{R} = \cot \theta \Rightarrow x = R \cot \theta$$

olur. Levhaların denge şartından levhaların düşeyle yaptıkları açı;

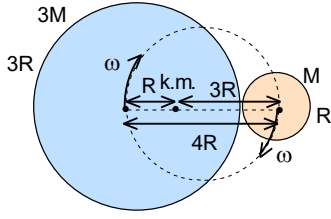
$$2mg = N \sin \theta$$

$$2mg \cdot 2R \sin \theta = N \cdot x = N \cdot R \cot \theta \Rightarrow N = \frac{4mg \sin^2 \theta}{\cos \theta}$$

$$2mg = \frac{4mg \sin^2 \theta}{\cos \theta}$$

$$1 = 2 \tan \theta \sin^2 \theta = \frac{2 \tan^3 \theta}{1 + \tan^2 \theta}$$

$$2 \tan^3 \theta - \tan^2 \theta - 1 = 0 \Rightarrow \tan \theta = 1; \theta = 45^\circ$$



13. İki yıldızın aralarındaki uzaklık  $4R$  olduğunda aralarındaki çekim potansiyel enerjisi;

$$E_p = -\frac{\gamma M \cdot 3M^2}{4R} = -\frac{3\gamma M^2}{4R}$$

ile verilir. Yıldızlar kütle merkezi etrafında dönmeye başlıyor. Bu kütle merkezi büyük yıldızın merkezinden;

$$R_{km} = \frac{3M \cdot 0 + M \cdot 4R}{3M + M} = R$$

uzaklıkta olur.  $M$  kütleli yıldızın kütle merkezinin etrafındaki dönmenin açısal hızı;

$$M\omega^2 \cdot 3R = \frac{3\gamma M^2}{(4R)^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\gamma M}{16R^3}}$$

yıldız sistemin kinetik enerjisi;

$$E_k = \frac{J_1\omega^2}{2} + \frac{J_2\omega^2}{2} = \frac{M(3R)^2\omega^2}{2} + \frac{3MR^2\omega^2}{2} = 6MR^2 \cdot \frac{\gamma M}{16R^3} = \frac{3\gamma M^2}{8R}$$

olarak bulunur. Bu durumda yerçekimi dalgası sisteme kinetik enerji kazandırıyor.

14. Buzun ısınması için;

$$m \cdot 0,5 \cdot 20 + 2mc_k \cdot 20 = P \cdot 1$$

buzun erimesi için;

$$m \cdot 80 = P \cdot 2$$

yazabiliriz. Buradan cismin katı haldeki ısı kapasitesi;

$$20m + 80mc_k = 80m; c_k = \frac{3}{4}$$

cismin sıvı haldeki ısı kapasitesi;

$$m \cdot 1 \cdot (60,4 - 30,4) + 2mc_s (60,4 - 30,4) = P \cdot 1 = 40m; c_s = \frac{1}{6}$$

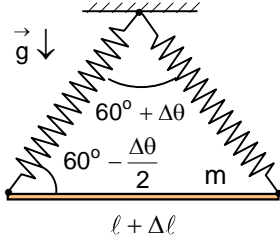
aranan oran;

$$\frac{c_k}{c_L} = \frac{9}{2} = 4,5$$

cismin erime ısısı;

$$2m\lambda = P \cdot 1 = 40m; \lambda = 20 \text{ cal/g}$$

olarak bulunur.



15. Yayların ilk uzamaları;

$$x_1 = l - \frac{l}{2} = \frac{l}{2}$$

yayların yay sabitleri k ise çubuğun ağırlığı;

$$mg = 2kx_1 \cos 30^\circ = \frac{k\ell\sqrt{3}}{2}$$

ile verilir. Çubuğun uzamasından sonra yaylar arasındaki açı  $60^\circ + \Delta\theta$  olsun. Bu durumda yay ile çubuklar arasındaki açı  $60^\circ - \frac{\Delta\theta}{2}$  olur. Yayıdaki yeni uzama;

$$x_2 = \frac{\frac{l + \Delta\ell}{2}}{\cos\left(60^\circ - \frac{\Delta\theta}{2}\right)} - \frac{l}{2} = \frac{l + \Delta\ell}{2\left(\cos 60^\circ \cos \frac{\Delta\theta}{2} + \sin 60^\circ \sin \frac{\Delta\theta}{2}\right)} - \frac{l}{2} \approx \frac{l + \Delta\ell}{2\left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\Delta\theta}{2}\right)} - \frac{l}{2} \approx$$

$$\approx (l + \Delta\ell) \left(1 - \frac{\sqrt{3}\Delta\theta}{2}\right) - \frac{l}{2} = \frac{l}{2} + \Delta\ell - \frac{l\sqrt{3}\Delta\theta}{2}$$

çubuğun denge durumu;

$$mg = 2kx_2 \cos\left(30^\circ + \frac{\Delta\theta}{2}\right)$$

$$\frac{k\ell\sqrt{3}}{2} = k\left(l + 2\Delta\ell - l\sqrt{3}\Delta\theta\right)\left(\cos 30^\circ \cos \frac{\Delta\theta}{2} - \sin 30^\circ \sin \frac{\Delta\theta}{2}\right) \approx k\left(l + 2\Delta\ell - l\sqrt{3}\Delta\theta\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta\theta}{2}\right) \approx$$

$$\approx k\left(\frac{l\sqrt{3}}{2} + \Delta\ell\sqrt{3} - \frac{3l\Delta\theta}{2} - \frac{l\Delta\theta}{4}\right) = k\left(\frac{l\sqrt{3}}{2} + \Delta\ell\sqrt{3} - \frac{7l\Delta\theta}{4}\right)$$

olur. Buradan;

$$\Delta\theta = \frac{4\sqrt{3}}{7} \frac{\Delta\ell}{\ell} = \frac{4\lambda\Delta T\sqrt{3}}{7} = \frac{4 \cdot 1,73}{7} \cdot 10^{-4} \cdot 50 = 0,004948 \text{ rad} \approx 0,3^\circ$$

olarak bulunur.

16. İlk durumda gazın basıncı

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

ile verilir. Piston üzerine M kütleli cisim konulursa sağ bölme belli mesafe inerse sol bölmedeki sıvının yükselmesi bunun üç katı olur. İkinci durumda gazın basıncı;

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

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

olur. Gazı basıncı ile sıvı basıncı arasındaki ilişki için;

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

yazabiliriz. Piston üzerine daha 2M kütleli cisim konulursa pistonun ilk denge konumuna göre pistonun yer değiştirmesi  $H_1$  olursa sağ koldaki sıvı yükselmesi;

$$H_2 = 3H_1$$

sıvı seviyeleri arasındaki fark H ise sağ koldaki sıvının ilk durumuna göre yükselmesi;

$$H = H_1 + H_2 = \frac{H_2}{3} + H_2 = \frac{4H_2}{3}; H_2 = \frac{3H}{4}$$

olur. Bu durumda gaz için;

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

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

yazabiliriz. Buradan;

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

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

olarak bulunur.

17. İzotermal prosesler için  $PV = \text{sabit}$  olur. İlk durum için;

$$P_0 V_0 = P_1 \cdot 2V_0, P_1 = \frac{P_0}{2}$$

$$P_0 \cdot 3V_0 = P_2 \cdot 2V_0, P_2 = \frac{3P_0}{2}; P_2 = P_1 + \frac{Mg}{S}$$

yazabiliriz. Burada  $P_0$  gazların ilk basıncı, M ise pistonun kütesidir. Buradan;

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

olarak bulunur. İkinci durum için;

$$P_0 V_0 = P'_1 \cdot \Delta V, P'_1 = \frac{P_0 V_0}{\Delta V}$$

$$P_0 \cdot 3V_0 = P'_2 (4V_0 - \Delta V); P'_2 = \frac{3P_0 V_0}{4V_0 - \Delta V}; P'_1 = P'_2 + \frac{Mg}{S}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{P_0 V_0}{\Delta V} = \frac{3P_0 V_0}{4V_0 - \Delta V} + P_0$$

$$(\Delta V)^2 - 8V_0 \Delta V + 4V_0^2 = 0 \Rightarrow \Delta V = (4 - 2\sqrt{3})V_0 = (4 - 2\sqrt{3}) \frac{Sh}{4} = \left( 1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) Sh$$

olarak bulunur.

18. Sol bölme için;

$$F = \frac{\left( \frac{k(\ell_1 - h)}{hb} + \frac{k(\ell_1 - h)}{hb} + \rho_1 gh \right) hb}{2} = k(\ell_1 - h) + \frac{\rho gh^2 b}{2}$$

orta bölme için;

$$F = \frac{(0 + \rho_2 g \cdot 2h) \cdot 2hb}{2} = 4\rho gh^2 b$$

yazabiliriz. Buradan;

$$k(\ell_1 - h) + \frac{\rho gh^2 b}{2} = 4\rho gh^2 b \Rightarrow k(\ell_1 - h) = \frac{7\rho gh^2 b}{2}$$

elde edilir. Sağa bölme için;

$$N + \rho_2 gh^2 b = 2k(\ell_2 - h) \Rightarrow N = 2k(\ell_2 - h) - 3\rho gh^2 b$$

yazabiliriz. Burada N üst yüzeyden meydana gelen tepki kuvvetidir. Buradan;

$$F = \frac{\left( \frac{N}{hb} + \frac{N}{hb} + \rho_3 gh \right) hb}{2} = N + \frac{3\rho gh^2 b}{2} = 2k(\ell_2 - h) - \frac{3\rho gh^2 b}{2}$$

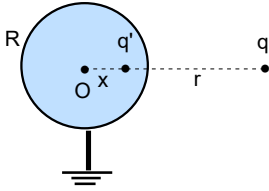
$$2k(\ell_2 - h) - \frac{3\rho gh^2 b}{2} = 4\rho gh^2 b \Rightarrow k(\ell_2 - h) = \frac{11\rho gh^2 b}{4}$$

elde edilir. Verilen orandan;

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{7}{6} \Rightarrow \ell_2 = \frac{6\ell_1}{7}$$

$$\frac{\ell_1 - h}{\frac{6\ell_1}{7} - h} = \frac{7}{2} \cdot \frac{4}{11} = \frac{14}{11} \Rightarrow \ell_1 = 3h$$

olarak bulunur.



19. Küre üzerindeki potansiyel kürenin merkezinden  $r > R$  uzakta bulunan  $q$  ve kürenin merkezinden  $x < R$  uzakta bulunan  $q'$  yükün sayesinde sıfır olduğunu düşünebiliriz. Merkezden geçen eksenle göre ve kürenin üzerinde bulunan noktalar için;

$$0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(r - R)} + \frac{q_k}{4\pi\epsilon_0(R - x)}$$

$$0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(r + R)} + \frac{q_k}{4\pi\epsilon_0(r + x)}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$x = \frac{R^2}{r}; \quad q_k = -\frac{qR}{r}$$

olarak bulunur. Diğer küre için;

$$0 = \frac{q_k}{4\pi\epsilon_0(r - R)} + \frac{q_L}{4\pi\epsilon_0(R - y)}$$

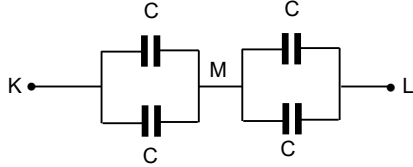
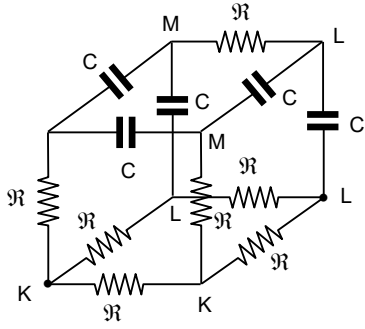
$$0 = \frac{q_k}{4\pi\epsilon_0(r + R)} + \frac{q_L}{4\pi\epsilon_0(r + y)}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$y = \frac{R^2}{r}; \quad q_L = -\frac{q_k R}{r} = \frac{qR^2}{r^2}$$

olarak bulunur.





20. Kondansatörler şekildeki gibi bağlıdır. Buradan;

$$C_1 = C_2 = 2C$$

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} = \frac{1}{C} \Rightarrow C_{eş} = C$$

$$q = CU$$

$$U_1 = U_2 = \frac{q}{C_1} = \frac{q}{2C}$$

$$q_L = CU_1 = \frac{q}{2} = \frac{CU}{2}$$

olarak bulunur.

21. Kondansatörün plakaları arasında hava bulunursa kondansatörün kapasitesi;

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \ell^2}{h}$$

kondansatörün enerjisi;

$$E_0 = W = \frac{q^2}{2C_0} = \frac{q^2 h}{2\epsilon_0 \ell^2}$$

ile verilir. Dielektrik levha şekildeki gibi yerleştirilirse kondansatörün kapasitesi;

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \ell \cdot \frac{\ell}{3}}{h} + \frac{\epsilon_0 \ell \cdot \frac{2\ell}{3}}{h} = \frac{4\epsilon_0 \ell^2}{3h} + \frac{2\epsilon_0 \ell^2}{3h} = \frac{2\epsilon_0 \ell^2}{h} = 2C_0$$

kondansatörün enerjisi;

$$E_1 = \frac{q^2}{2C_1} = \frac{q^2}{4C_0} = \frac{E_0}{2}$$

olur. Dielektrik levha serbest bırakılırsa maksimum hıza kondansatörün plakaları arasında tamamen bulunduğu anda gerçekleşir. Dielektrik levha kondansatörün plakaları arasında tamamen bulunduğu anda kondansatörün kapasitesi;

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \ell^2}{h} = \frac{4\epsilon_0 \ell^2}{h} = 4C_0$$

kondansatörün enerjisi;

$$E_2 = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{q^2}{8C_0} = \frac{E_0}{4}$$

yapılan iş;

$$W = -\Delta E = -(E_2 - E_1) = \frac{E_0}{2} - \frac{E_0}{4} = \frac{E_0}{4}$$

dielektrik levhanın kinetik enerjisine dönüşür. Buradan levhanın maksimum hızı;

$$\frac{E_0}{4} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{E_0}{2m}} = \sqrt{\frac{W}{2m}}$$

olarak bulunur.

22. Aranan eşdeğer direnç;

$$R_1 = 3R$$

$$R_2 = 5R$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R} = \frac{1}{5R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_3 = \frac{5R}{6}$$

$$R_4 = 4R$$

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_5 = \frac{4R}{5}$$

$$R_6 = R_3 + R_5 = \frac{5R}{6} + \frac{4R}{5} = \frac{49R}{30}$$

$$\frac{1}{R_{KL}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R} = \frac{1}{3R} + \frac{30}{49R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{KL} = \frac{147R}{286}$$

olarak bulunur.

23. Oluşan parçacığın yörüngesinin yeni yarıçapı;

$$qvB = \frac{mv}{R} \Rightarrow v = \frac{qBR}{m}$$

$$v_1 = \frac{qBR}{m} = v; v_2 = \frac{2qB \cdot 2R}{2m} = 2v$$

$$2mv_2 - mv_1 = 3mu$$

$$u = 2v - v = \frac{qBR}{m}$$

$$R' = \frac{3mv}{3qB} = R$$

olarak bulunur.

24. Birinci durumda görüntü düzlemsel sınırından;

$$\frac{n}{R} + \frac{1}{b_1} = \frac{1-n}{\infty} \Rightarrow \frac{3}{R} + \frac{1}{b_1} = 0; b_1 = -\frac{R}{3}$$

uzaklıktadır. İkinci durumda yarım kürenin tepe noktasından;

$$\frac{n}{R} + \frac{1}{b_2} = \frac{1-n}{-R} \Rightarrow \frac{3}{R} + \frac{1}{b_2} = \frac{1-3}{-R}; b_2 = -R$$

uzaklıktadır. Algılanan derinliklerin farkı;

$$\Delta b = |b_2| - |b_1| = R - \frac{R}{3} = \frac{2R}{3}$$

olarak bulunur.

25. Birinci kırılma yüzeyinden görüntünün oluştuğu uzaklık;

$$\frac{n_1}{a_1} + \frac{n_2}{b_1} = \frac{n_2 - n_1}{-R_1} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{2}{b_1} = \frac{2-1}{-10}; b_1 = -10 \text{ cm}$$

olur. Bu görüntü ikinci kırılma yüzeyi için bir cisim gibi davranır ve bu yüzeyden;

$$a_2 = b_1 + l_1 = 10 + 20 = 30 \text{ cm}$$

uzaklıktadır. Birinci kırılma yüzeyinden görüntünün oluştuğu uzaklık;

$$\frac{n_2}{a_2} + \frac{n_3}{b_3} = \frac{n_3 - n_2}{-R_2} \Rightarrow \frac{2}{30} + \frac{1,5}{b_2} = \frac{1,5-2}{-10}; b_2 = -60 \text{ cm}$$

olur. Bu görüntü üçüncü kırılma yüzeyi için bir cisim gibi davranır ve bu yüzeyden;

$$a_3 = b_2 + l_2 = 60 + 30 = 90 \text{ cm}$$

uzaklıktadır. Üçüncü kırılma yüzeyinden görüntünün oluştuğu uzaklık;

$$\frac{n_3}{a_3} + \frac{n_1}{b_3} = \frac{n_1 - n_3}{\infty} \Rightarrow \frac{1,5}{90} + \frac{1}{b_3} = 0; b_3 = -60 \text{ cm}$$

aranan uzaklık;

$$x = a + l_1 + l_2 - b_3 = 10 + 20 + 30 - 60 = 0$$

olarak bulunur.