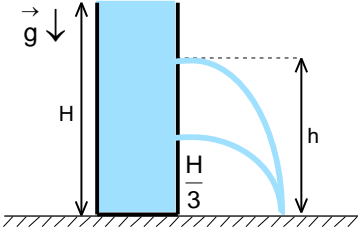


1. İlk hızları  $v_{01}$  ve  $v_{02} < v_{01}$  hızları olan iki araba doğrusal olarak hareket etmektedir. Arkadaki arabanın sürücüsü, öndeki arabaya çarpacağıını fark edip araçlar arası uzaklık  $x$  iken fren yapmakta ve a ivmesiyle yavaşlamaya başlamaktadır.

Buna göre, arabaların çarpışmaması için arkadaki arabanın yavaşlaması ivmesi  $a$  en az ne olmalıdır?

- A)  $\frac{(v_{01} - v_{02})^2}{2x}$     B)  $\frac{v_{01}^2 - v_{02}^2}{2x}$     C)  $\frac{(v_{01} - v_{02})^2}{x}$     D)  $\frac{v_{01}^2 - v_{02}^2}{x}$     E)  $\frac{2(v_{01}^2 - v_{02}^2)}{x}$

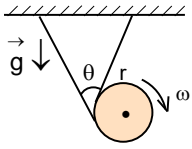


2. Derinliği  $H$  olan bir kap tamamen sıvı ile doludur. Kapın dibinden sırası ile  $\frac{H}{3}$  ve  $h$  yükseklikte iki delik açılıyor. Bu deliklerden fıskıran su fıskiyelerin menzilleri eşittir.

Buna göre,  $h$  kaç  $H$  tır?

- A)  $\frac{1}{2}$     B)  $\frac{2}{3}$     C)  $\frac{1}{3}$     D)  $\frac{2}{5}$     E)  $\frac{3}{4}$

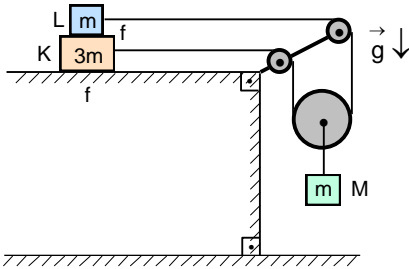
B)



3.  $r$  yarıçaplı disk sarılmış iki ip sayesinde şekildeki gibi yatay bir tavana tutturulmuştur. Disk serbest bırakıldıktan sonra harekete geçmektedir. Belli bir anda diskin açısal hızı  $\omega$ , ipler arasındaki açı  $\theta$  oluyor.

Buna göre, diskin merkezinin çizgisel hızı nedir?

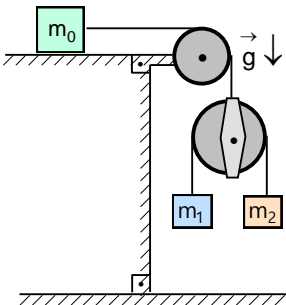
- A)  $\frac{\omega r}{1 + \cos \theta}$     B)  $\omega r$     C)  $\frac{\omega r}{2}$     D)  $\frac{\omega r}{\cos \frac{\theta}{2}}$     E)  $\frac{\omega r}{\cos \theta}$



4. Kütleleri sırasıyla  $3m$ ,  $m$ ,  $m$  olan K, L, M cisimleri ile ağırlıksız ve sürtünmesiz makaralardan oluşan şekildeki sistemde yatay mas ile K cismi ve K ile L cismi arasındaki sürtünme katsayısı  $f$  dir.

K cisminin hareketsiz kalması, M cisminin hareket etmesi için sürtünme katsayısı  $f$  nin aralığı ne olmalıdır?

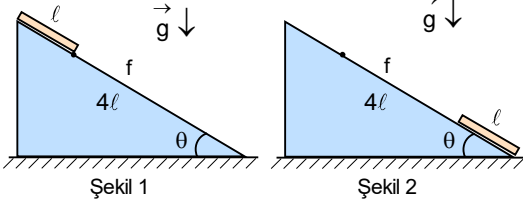
- A)  $\frac{2}{19} < f < \frac{1}{2}$     B)  $\frac{1}{7} < f < \frac{1}{2}$     C)  $\frac{1}{8} < f < \frac{1}{3}$     D)  $\frac{1}{7} < f < \frac{1}{3}$     E)  $\frac{1}{9} < f < \frac{1}{3}$



5.  $m_1$ ,  $m_2 < m_1$  ve  $m_0$  kütleli cisimlerden ve sabit ile hareketli makaralardan oluşan sürtünmesiz sistemde cisimler serbest bırakılıyor.

Buna göre,  $m_1$  kütleli cismin ivmesi nedir?

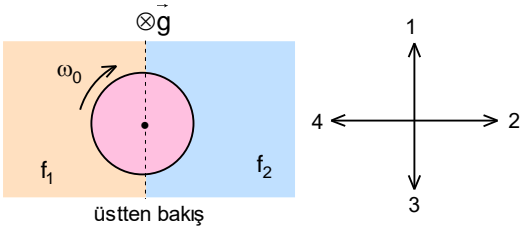
- A)  $\frac{m_0(m_1 + m_2)g}{4m_1m_2}$     B)  $\frac{[4m_1m_2 + m_0(m_1 - m_2)]g}{4m_1m_2 + m_0(m_1 + m_2)}$     C)  $\frac{m_0m_1g}{m_1m_2 + m_0(m_1 + m_2)}$   
D)  $\frac{m_0(m_1 - m_2)g}{2m_1m_2 + m_0(m_1 + m_2)}$     E)  $\frac{m_0m_1g}{4m_1m_2 + m_0(m_1 + m_2)}$



6. Eğim açısı  $\theta = \arctan \frac{5}{12}$  ve uzunluğu  $4\ell$  eğik düzlem üzerinde boyu  $\ell$  olan homojen bir çubuk Şekil 1 deki gibi bulunmaktadır. Eğik düzlemin en üst  $\ell$  uzunluğundaki kısım sürtünmesiz, diğer kısım ise sürtünelidir. Çubuk serbest bırakılıyor ve Şekil 2 deki gibi eğik düzlemin en alt noktasında duruyor.

Buna göre, çubuk ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır?

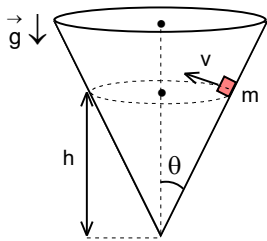
- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{2}{3}$       D)  $\frac{1}{4}$       E)  $\frac{1}{5}$



7. Yatay düzlem bir masanın yüzünün bir yarısında sürtünme katsayısı  $f_1$ , diğer yarısında ise  $f_2$  dir. Düşey eksen etrafında  $\omega_0$  açısal hızı ile dönmekte olan bir disk geometrik merkezi bu iki ayrı tip yüzeyin birleştikleri sınır çizgisi üzerinde olacak şekilde masa üzerine konulmaktadır.

Buna göre, cismin kütle merkezinin hareketi hakkında ne söylenebilir? Silindir durana kadar ne kadar yer değiştirir?

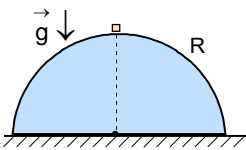
- A) 1 yönünde hareket eder.  
B) 2 yönünde hareket eder.  
C) 3 yönünde hareket eder.  
D) 4 yönünde hareket eder.  
E) Hareket etmez



8. Sürtünmesiz içi boş bir koninin tepe açısı  $\theta$  olup koninin yüksekliği düşey doğru üzerindedir. Koninin tepesinden  $h$  yükseklikte bir cisim yatay düzlemde sabit  $v$  hızı ile çembersel yörünge üzerinde hareket etmektedir.

Buna göre, cismin hızı nedir?

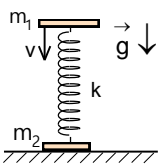
- A)  $\sqrt{gh}$       B)  $\sqrt{2gh}$       C)  $2\sqrt{gh}$       D)  $\sqrt{gh} \cos \theta$       E)  $\sqrt{2gh} \tan \theta$



9. Yarıçapı  $R$  sürtünmesiz bir yarımkürenin tepesinde küçük bir cisim bulunuyor. Cisim harekete geçip küreden belli noktada ayrılmaktadır.

Cismin küreden ayrıldığı noktanın yerden yüksekliği kaç  $R$  dir?

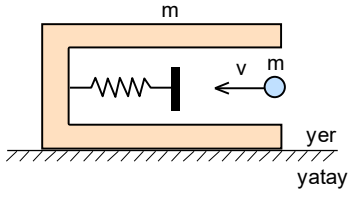
- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{2}{3}$       C)  $\frac{1}{3}$       D)  $\frac{2}{5}$       E)  $\frac{3}{4}$



10. Kütleleri  $m_1$  ve  $m_2$  olan çok ince olan iki plaka ve düşey konumdaki yay sabiti  $k$  olan yay şekildeki gibi dengededir.  $m_1$  kütleli plakaya düşey aşağı yönde  $v$  hız veriliyor.

Buna göre,  $m_2$  kütleli plaka ile yatay düzlem arasındaki temasın kesilmesi için  $v$  hızının minimum değeri ne olmalıdır?

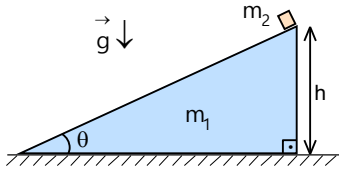
- A)  $\frac{(m_1 + m_2)g}{\sqrt{2km_1}}$       B)  $\frac{(m_1 + m_2)g}{\sqrt{km_1}}$       C)  $\frac{2(m_1 + m_2)g}{\sqrt{km_1}}$       D)  $\frac{(m_1 + m_2)g}{\sqrt{km_2}}$       E)  $\frac{(m_1 + m_2)g}{\sqrt{2km_2}}$



11. Sürtünmesiz yatay düzlemde durgun haldeki kütlesi  $m=8$  kg olan bir bloğa esnek yay sabiti  $k=100$  m/N bir yay tutturulmuştur. Bloğa kütlesi  $m=8$  kg olan bir cisim tam yayın doğrultusunda  $v=5$  m/s hızıyla gelip yaya kenetleniyor.

Buna göre, yay en fazla kaç cm sıkışır?

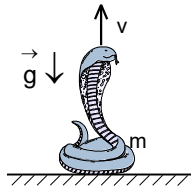
- A) 50      B) 10      C) 20      D) 40      E) 100



12. Sürtünmesiz ve yatay düzlem üzerinde yüksekliği  $h$  sürtünmesiz  $m_1$  kütleli bir prizma, prizmanın üzerinde noktasal  $m_2$  kütleli bir cisim şekildeki gibi bulunmaktadır.

Buna göre, cisim prizmanın en alt noktasına geldiğinde cismin hızı nedir?

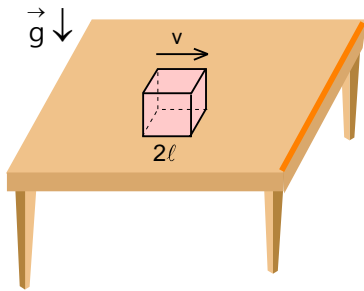
- A)  $\sqrt{\frac{2(m_1+m_2)gh}{m_1+m_2\sin^2\theta}}$       B)  $\sqrt{\frac{m_2^2gh\cos^2\theta}{m_1+m_2\sin^2\theta}}$       C)  $\sqrt{\frac{2[(m_1+m_2)^2\sin^2\theta+m_2^2\cos^2\theta]gh}{(m_1+m_2)(m_1+m_2\sin^2\theta)}}$   
 D)  $\sqrt{\frac{2m_2^2gh\cos^2\theta}{m_1+m_2}}$       E)  $\sqrt{\frac{2m_2^2gh\sin^2\theta}{(m_1+m_2)(m_1+m_2\sin^2\theta)}}$



13. Boyu  $\ell$  ve kütlesi  $m$  olan bir yılan bulunduğu yatay düzlem üzerinde sabit  $v$  büyüklükte hızıyla düşey yukarıya doğru yükselmeye başlıyor.

Buna göre, yatay düzleme etki eden kuvvet nedir? (Yılan homojen olarak kabul edilebilir.)

- A)  $mg - \frac{mv^2}{\ell}$       B)  $mg + \frac{mv^2}{\ell}$       C)  $mg + \frac{2mv^2}{\ell}$       D)  $2mg + \frac{mv^2}{\ell}$       E)  $\frac{mv^2}{\ell}$

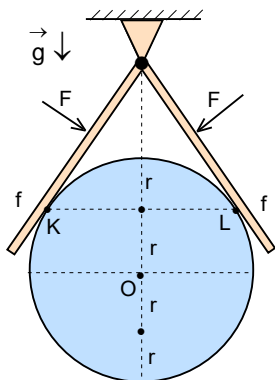


14. Sürtünmesiz yatay masa üzerinde kenar uzunluğu  $2\ell$  homojen olan küp  $v$  hızıyla hareket etmektedir. Küp masanın ucuna geldiğinde masanın hafifçe yüksek ve küpün kenarına paralel olan engele çarpmaktadır.

Buna göre, küpün masadan devrilmesi için hızı ne kadar olmalıdır?

(Küpün bir yüzeye dik ve kütle merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momenti  $J = \frac{ma^2}{6}$  olarak verilmektedir. Burada  $a$  küpün kenarıdır.)

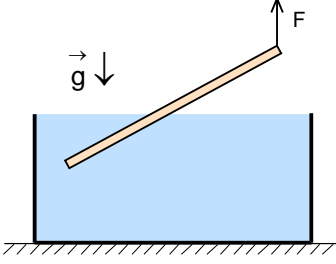
- A)  $\sqrt{\frac{6g\ell(\sqrt{2}-1)}{5}}$       B)  $\sqrt{\frac{8g\ell(\sqrt{2}-1)}{3}}$       C)  $\sqrt{4g\ell(\sqrt{2}-1)}$       D)  $\sqrt{\frac{8g\ell(\sqrt{2}-1)}{5}}$       E)  $\sqrt{\frac{6g\ell(\sqrt{3}-1)}{5}}$



15. Ağırlicsız iki özdeş çubuk arasında yarıçapı  $2r$  olan bir küre bulunuyor. Çubuklar ile küre arasındaki sürtünme katsayısı  $f = \frac{\sqrt{3}}{2}$  olarak veriliyor. Çubuklar K ve L noktalarında küre ile temas halindedir. Çubukların dönme noktası ile küreye temas noktaları arasındaki orta noktaya çubuklara dik olacak şekilde  $F$  kuvveti uygulanıyor.

Sistem dengede olduğuna göre, uygulanan  $F$  kuvveti kürenin ağırlığının kaç katıdır?

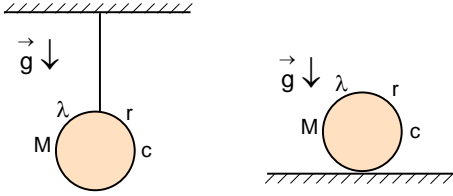
- A) 1      B)  $\frac{3}{2}$       C) 2      D)  $\frac{5}{2}$       E) 3



16. Sıvı ile dolu kaptaki homojen olan çubuk, bir kısmı sıvıya batmış halde ucuna uygulanan düşey yukarı yönde F kuvveti sayesinde şekildeki gibi dengededir. Çubuğun yapıldığı maddenin özkütlesi sıvınıninkinin  $\frac{3}{4}$  ü kadardır.

Buna göre, çubuğun sıvının dışında kalan kısmının uzunluğu, çubuğun tüm uzunluğuna oranı kaçtır?

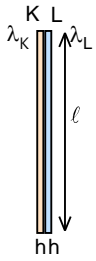
- A)  $\frac{1}{4}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{1}{2}$       D)  $\frac{2}{3}$       E)  $\frac{3}{4}$



17. Kütleleri M ve yarıçapları r olan iki özdeş kürelerin yapıldıkları madde- nin boyca genişleme katsayısı  $\lambda$ , öz ısı c olarak veriliyor. Kürelerden birisi ısıya yalıtılan bir ipe asılı, diğeri ise ısıya yalıtılan yatay düzlem üzerinde bulunmaktadır.

Buna göre, kürelere eşit miktarda ısı verilirse iki kürenin sıcaklık farkı ne kadar olur? (Genleşme katsayısı çok küçük değerdedir.)

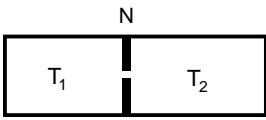
- A)  $\frac{Q\lambda rg}{2Mc^2}$       B)  $\frac{2Q\lambda rg}{Mc^2}$       C)  $\frac{2Q\lambda rg}{3Mc^2}$       D)  $\frac{Q\lambda rg}{Mc^2}$       E)  $\frac{3Q\lambda rg}{2Mc^2}$



18. Kalınlıkları h ve boyları  $\ell_0$  olan K ve L metal levhaları birbirlerine perçinleniyor. Metallerin boyca genişleme katsayıları sırasıyla  $\lambda_K$  ve  $\lambda_L > \lambda_K$  dir.

Sistemin sıcaklığı  $\Delta T$  kadar artırılırsa oluşan yayın merkezi açısı nedir? (Metallerin kalınlıkları boylarından çok küçüktür.)

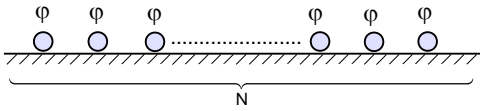
- A)  $\frac{\ell_0}{h}$       B)  $\frac{h}{\ell_0}$       C)  $\frac{\ell_0(\lambda_L - \lambda_K)\Delta T}{h}$       D)  $\frac{\ell_0\Delta T}{h}$       E)  $\frac{\ell_0\Delta T}{h(\lambda_L - \lambda_K)}$



19. İki bölmeli kapalı bir kabın içinde toplam N sayıda molekül bulunmakta olup gaz seyrek gazdır. Seyrek gazda bir molekülün iki çarpışma arasında aldığı yol kabın boyutları mertebesinde dir. Sol bölmedeki sıcaklık  $T_1$ , sağ bölmedeki sıcaklık  $T_2$  dir.

Sol bölmedeki basınç  $P_1$ , sağ bölmedeki sıcaklık  $P_2$  olduğuna göre,  $\frac{P_1}{P_2}$  oranı nedir?

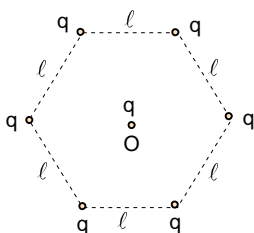
- A)  $\frac{T_1 - T_2}{T_1 + T_2}$       B)  $\frac{T_2}{T_1}$       C)  $\frac{T_1}{T_2}$       D)  $\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$       E)  $\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$



20. Yalıtılan düzlemde her birisi  $\phi$  potansiyele kadar yüklü olan N tane cıva damlası bulunuyor.

Bu damlalar birleşip büyük bir damla oluşturulursa, oluşan damlanın potansiyeli kaç  $\phi$  olur?

- A)  $\sqrt[3]{N^4}$       B)  $\sqrt[3]{N}$       C)  $\sqrt[3]{N^2}$       D)  $\sqrt{N}$       E)  $\sqrt{N^3}$



21. Yalıtılan ve sürtünmesiz bir masa üzerinde kenarı  $\ell$  olan bir eşkenar altıgenin köşelerinde ve merkezinde yükleri q olan noktasal cisimler şekildeki gibi yerleştiriliyor.

Altıgenin köşelerinden birisinde bulunan bir yüke etki eden kuvvet kaç  $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\ell^2}$  dir?

- A)  $\frac{27 + 4\sqrt{3}}{12}$       B)  $\frac{9 + 8\sqrt{3}}{12}$       C)  $\frac{5 + 16\sqrt{3}}{4}$   
D)  $\frac{3 + \sqrt{3}}{3}$       E)  $\frac{12 + 3\sqrt{3}}{4}$

22. Yüklü iki cisim arasındaki Coulomb elektriksel kuvveti  $F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}$  formülüyle verilmektedir. Burada  $q$  yük,  $\ell$  ise yüklü cisimler arası uzaklıktır. Işık hızı  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  olarak verilmektedir.

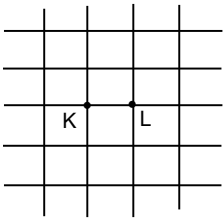
Buna göre, aşağıdaki seçeneklerden hangisinde  $\epsilon_0$  ve  $\mu_0$  sabitlerinin birimleri doğru verilmiştir?

	A)	B)	C)	D)	E)
$\mu_0$	$\frac{\text{kg}^2 \text{m}^3 \text{A}^2}{\text{s}^3}$	$\frac{\text{kg}^2 \text{A}^4}{\text{m}^3 \text{s}^2}$	$\frac{\text{kg.m}}{\text{A}^2 \text{s}^2}$	$\frac{\text{kg.m}^2}{\text{s}^2 \text{A}^2}$	$\text{kg.m.s.A}$
$\epsilon_0$	$\frac{\text{kg}^2 \text{A}^2 \text{s}^2}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}^2 \text{s}^2 \text{A}^4}$	$\frac{\text{s}^4 \text{A}^2}{\text{kg.m}^3}$	$\frac{\text{s}^4 \text{A}^2}{\text{kg.m}^4}$	$\frac{\text{s}}{\text{kg.m}^3 \text{.A}}$

23. Elektron yükünün belirlenmesi için yapılan Millikan deneyinde,  $Q$  yüküne sahip, özkütlesi  $\rho$ , yarıçapı  $r$  olan küresel bir yağ damlasının, aralarındaki uzaklık  $d$ , potansiyel farkı  $U$  olan iki yatay paralel plaka arasındaki hareketi incelenir. Önce yağ damlasının düşey düzlemde hareketsiz kalmasını sağlayacak olan  $U_0$  potansiyel farkı ölçülür. Sonra, (yağ damlasının yarıçapı doğrudan ölçülemeyecek kadar küçük olduğundan)  $r$ 'nin bulunması için bu  $U_0$  potansiyeli sıfırlanır ve damlanın aşağı doğru hızlanarak inmesi ve bir  $v_t$  terminal hızına ulaşır bu hızla hareketine devam etmesi gözlenerek  $v_t$  ölçülür. Yarıçapı  $r$  olan küresel damlanın terminal hızla hareketine neden olan kuvvet  $F = Cr v_t$  şeklinde verilmiş olup burada  $C$  bir sabittir.

Buna göre, yağ damlası üzerindeki  $Q$  yükünün; ölçülen  $U_0$ ,  $v_t$  değerleri ile  $d$ ,  $\rho$ ,  $C$  ve yerçekimi ivmesi  $g$  cinsinden ifadesi nedir? (Kaldırma kuvvetini ihmal ediniz).

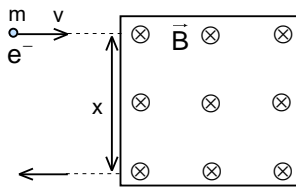
- A)  $\frac{d}{2U_0} \sqrt{\frac{C^3 v_t^3}{\rho g}}$  B)  $\frac{2U_0 d}{g} \sqrt{\frac{C v_t^3}{3\rho}}$  C)  $\frac{2d}{U_0} \sqrt{\frac{C v_t^3}{3\rho g}}$  D)  $\frac{U_0}{2\rho d} \sqrt{\frac{C^3 v_t^3}{2g}}$  E)  $\frac{8d}{U_0} \sqrt{\frac{C^3 v_t^3}{\rho g}}$



24. Kare şeklindeki tellerden oluşan ve düzlemde sonsuz bir devrenin her kare kenarının direnci  $r$  dir.

Buna göre, K ve L noktaları arasındaki eşdeğer direnci kaç  $r$  dir?

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

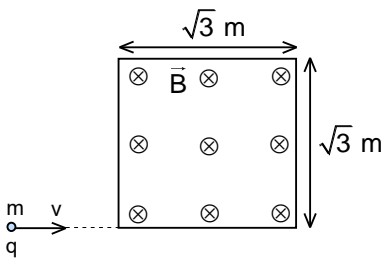


25. Şekildeki  $B=1$  T büyüklüğündeki manyetik alana  $v=2$  m/s hızıyla dik olarak bir elektron giriş yapmaktadır.

Buna göre, girdiği yer ile çıkış yeri arasındaki uzaklık  $x$  kaç metredir?

(Elektronun kütlesi  $m=9,1.10^{-31}$  kg, elektronun yükü  $e=1,6.10^{-19}$  C olarak veriliyor.)

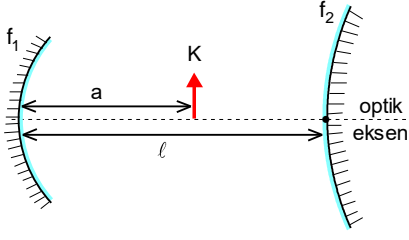
- A)  $1,125.10^{-11}$  B)  $4,5.10^{-10}$  C)  $9.10^{-11}$  D)  $9.10^{-19}$  E)  $2,25.10^{-11}$



26. Şekildeki  $B=1$  T büyüklüğündeki manyetik alana  $v=2$  m/s hızıyla dik olarak  $m=4$  kg kütleli ve  $q=2$  C yüklü noktasal bir cisim giriş yapmaktadır.

Buna göre, kaç saniye sonra manyetik alanı terk eder?

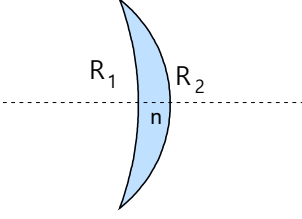
- A)  $\pi\sqrt{3}$  B)  $2\pi$  C) 2  
D)  $\frac{\sqrt{3}}{8\pi}$  E)  $\frac{2\pi}{3}$



27. Optik eksenleri çakışık ve odak uzaklıkları  $f_1 = 30$  cm olan çukur ayna ile  $f_2 = 40$  cm olan tümsek ayna birbirinden  $l=70$  cm uzaklıkta şekildeki gibi yerleştiriliyor. Çukur aynadan  $a=40$  cm uzaklıkta K cisim bulunuyor.

Önce çukur, sonra tümsek aynada yansıyan ışınlarının oluşturduğu görüntü boyu ile önce tümsek, sonra çukur aynada yansıyan ışınlarının oluşturduğu görüntünün boyu arasındaki oran nedir?

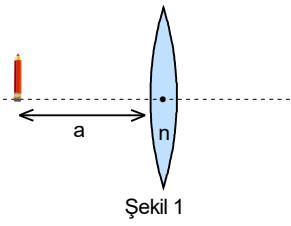
- A) 10      B) 20      C) 30      D) 40      E) 50



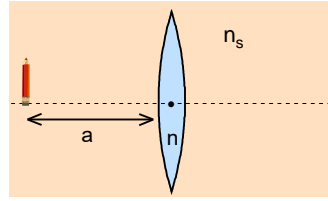
28. Yarıçapları  $R_1=2,5$  m,  $R_2=1$  m ve kırıcılık indisi  $n=\frac{8}{3}$  olan maddeden yapılmış şekildeki mercek hava ortamında bulunmaktadır.

Buna göre, merceğin türü odak uzaklığı kaç metredir?

- A) Yakınsak, 1 m      B) Iraksak 2 m      C) Iraksak 1 m      D) Yakınsak, 0,5 m      E) Iraksak 0,5 m



Şekil 1

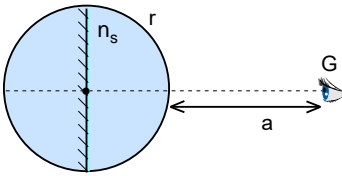


Şekil 2

29. Hava ortamında buluna Şekil 1 deki ince kenarlı yakınsak mercekten  $a=20$  cm uzaklıktaki bir cismin görüntüsü 6 cm uzaklıkta ve gerçek olarak oluşuyor. Yapılan ölçümler sonucu merceğin yapıldığı maddede ışığın hızı 0,2 olarak hareket ettiği ölçülmüştür. Burada c ışık hızıdır. Sistem kırıcılık indisi Birinci durumda ortamın kırıcılık indisi  $n_s=2$  olan sıvı ortamına konuluyor.

Buna göre, görüntü mercekten kaç cm uzaklıkta oluşur?

- A) 18      B) 16      C) 32      D) 48      E) 64



30. Yarıçapı  $r=5$  cm olan ince camlı içi boş bir küresel kabuk kırıcılık indisi  $n_s = \frac{4}{3}$  olan su ile doludur. Küre içinde dikey çap üzerinde düz bir ayna, küreden yatay çap üzerinde  $a=30$  cm uzakta bir G gözlemcisi bulunmaktadır.

Buna göre, gözlemci gözünü kendisinden kaç cm uzaklıkta görür?

- A) 17      B) 19      C) 21      D) 23      E) 25

1.  $\frac{(v_{01} - v_{02})^2}{2a}$

2.  $\frac{2H}{3}$

3.  $\frac{\omega r}{\cos \frac{\theta}{2}}$

4.  $\frac{1}{7} < f < \frac{1}{2}$

5.  $\frac{[4m_1 m_2 + m_0(m_1 - m_2)]g}{4m_1 m_2 + m_0(m_1 + m_2)}$

6.  $\frac{1}{2}$

7. C)

8.  $\sqrt{gh}$

9.  $\frac{2}{3}$

10.  $\frac{(m_1 + m_2)g}{\sqrt{km_1}}$

11. 100

12.  $\sqrt{\frac{2[(m_1 + m_2)^2 \sin^2 \theta + m_2^2 \cos^2 \theta]gh}{(m_1 + m_2)(m_1 + m_2 \sin^2 \theta)}}$

13.  $mg + \frac{mv^2}{\ell}$

14.  $\sqrt{\frac{8g\ell(\sqrt{2}-1)}{3}}$

15. 2

16.  $\frac{1}{2}$

17.  $\frac{2Q\lambda rg}{Mc^2}$

18.  $\frac{\ell_0(\lambda_L - \lambda_K)\Delta T}{h}$

19.  $\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

20.  $\sqrt[3]{N^2}$

21.  $\frac{27 + 4\sqrt{3}}{12}$

22. C)

23.  $\frac{d}{2U_0} \sqrt{\frac{C^3 v_t^3}{\rho g}}$

24.  $\frac{1}{2}$

25.  $2,25 \cdot 10^{-11}$

26.  $\frac{2\pi}{3}$

27. 40

28. 1

29. 32

30. 21