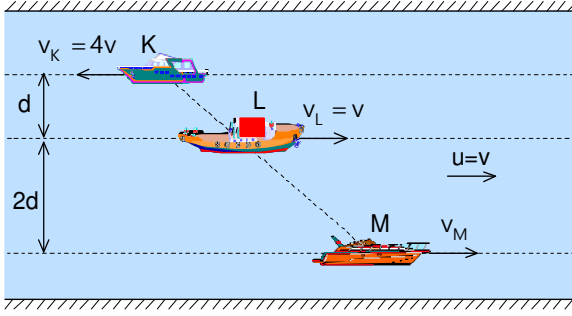
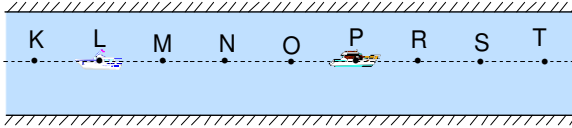


XXV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2017



1. Akıntının hızının $u=v$ olan bir nehirde birbirine paralel doğrular üzerinde K, L ve M gemileri suya göre $v_K=4v$, $v_L=v$ ve v_M hızları ile şekildeki gibi hareket etmektedir. Gemiler sürekli bir doğru üzerinde bulunmaları için M gemisinin yere göre hızı kaç v olmalıdır?

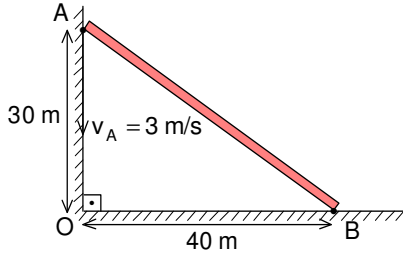
- A) 4 B) 6 C) 9
D) 11 E) 12



1. Suyu göre eşit büyüklükte hızlara sahip X ve Y kayıkları L ve P noktalarından zıt yönlerde aynı anda harekete geçiyorlar. L'den harekete geçen kayık X kayığı K noktasına geldiği anda P'den harekete geçen Y kayığı T noktasına ulaşıyor. K ve T noktalardan geri dönen kayıklar

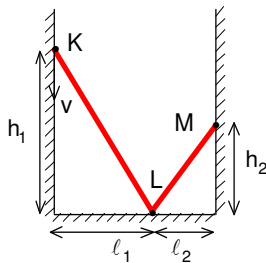
karşılaştıklarında Y kayığı hızını arttırmakta, X kayığı ise aynı hızla hareketine devam etmektedir. X kayığı T noktasına ulaştığında Y kayığı K noktasına ulaşmaktadır. Y kayığı karşılaşmadan sonra hızını kaç kat arttırmıştır?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7



2. Bir çubuk A ve B uçları ile şekildeki gibi sürtünmesiz olarak hareket etmektedir. A ucu sabit $v_A=3$ m/s hızı ile çekilmektedir. Çubuk belirtilen konumundayken B ucunun hızı kaç m/s'dir?

- A) $\frac{9}{4}$ B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{5}{3}$ D) $\frac{8}{5}$ E) 1



2. İçi boş dikdörtgen şeklindeki bir prizma içinde birbirine bağlı KL ve LM olan ve bağlanma L noktasının etrafında serbestçe dönebilen iki çubuk bulunmaktadır. KL çubuğun K ucu $h_1=5$ m yükseklikte ve sol köşeden $l_1=3$ m uzaklıkta iken hızı $v=3$ m/s'dir. Aynı anda LM çubuğun M ucu $h_2=2$ m yükseklikte ve sağa köşeden $l_2=2$ m uzaklıktadır. M ucunun hızı kaç m/s'dir?

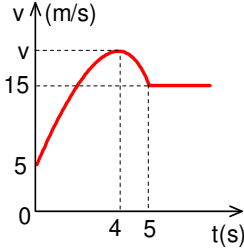
- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

3. Bir cisim sabit $v_1=v$ hızı ile x eksenine $\frac{\theta}{2}$ açısı yapacak şekilde l kadar yol almaktadır. Daha sonra aynı cisim sabit $v_2=3v$ hızı ile x eksenine $\frac{5\theta}{2}$ açısı yapacak şekilde yine l kadar yol almaktadır. Bu harekette cismin ortalama hızı nedir?

- A) $3v \cos \theta$ B) $2v \cos \theta$ C) $4v$ D) $\frac{3v \cos \theta}{2}$ E) $2v \sin \theta$

3. Bir sürücü iki şehir arasındaki yolculuk için plan yapmaktadır. Bu plana göre v_1 sabit hızıyla t_1 süre, v_2 sabit hızıyla t_2 süre hareket ederse yolculuğu tamamlayacağını öngörmektedir. Sürücü planı yaptıktan sonra birkaç tane alternatif plan yapar. Birinci alternatif plana göre v_1 hızını 10 km/h artırır, t_1 süresini 1 h artırır, v_2 hızını 40 km/h artırır, t_2 süresini 2 h azaltıp yolculuğu tamamlayacağını öngörmektedir. İkinci alternatif plana göre v_1 hızını 10 km/h azaltır, t_1 süresini 5 h artırır, v_2 hızını 20 km/h artırır, t_2 süresini 3 h azaltıp yolculuğu tamamlayacağını öngörmektedir. Üçüncü alternatif plana göre v_1 hızını 20 km/h azaltır, t_1 süresini 5 h artırır, v_2 hızını 30 km/h azaltır, t_2 süresini 1 h azaltıp yolculuğu tamamlayacağını öngörmektedir. Dördüncü alternatif plana göre v_1 hızını 20 km/h artırır, t_1 süresini 3 h artırır, v_2 hızını değiştirmeden t_2 süresini 3 h azaltıp yolculuğu tamamlayacağını öngörmektedir. İlk yolculuk plandaki ortalama hızı kaç km/h'tir?

- A) 90 B) 95 C) 100 D) 105 E) 110

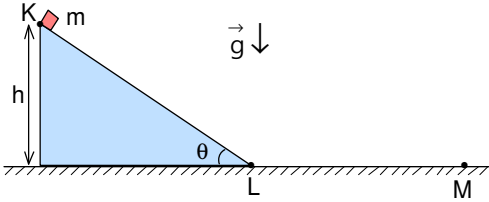


4. Bir doğruyu boyunca harekete başlayan bir cismin hız-zaman grafiği 0-4 s zaman aralığında parabol şeklindedir. Hızın maksimum değeri v olup hareketin başlamasından 4 s sonra gerçekleşmektedir. Cisim hareketin başlamasından 5 s sonra sabit 15 m/s hızı ile hareketine devam etmektedir. v hızı kaç m/s'dir?

- A) $\frac{47}{3}$ B) 16 C) 17
D) 18 E) 20

4. $v=10$ m/s sabit hızı ile hareket eden bir otobüs bir arabadan $\ell=100$ m uzakta iken araba $a=2$ m/s² ivme ile otobüsün hareket yönünde harekete başlıyor. Araba $u=16$ m/s hıza ulaştığında artık ulaştığı hız ile hareketine devam etmektedir. Hareket süresince otobüs ile araba arasındaki uzaklık minimum olmaktadır. Arabanın hareketinin başlamasından kaç saniye sonra otobüs ile araba arasındaki uzaklık minimum uzaklığının sekiz katı olur?

- A) 82 B) 88 C) 94 D) 100 E) 106

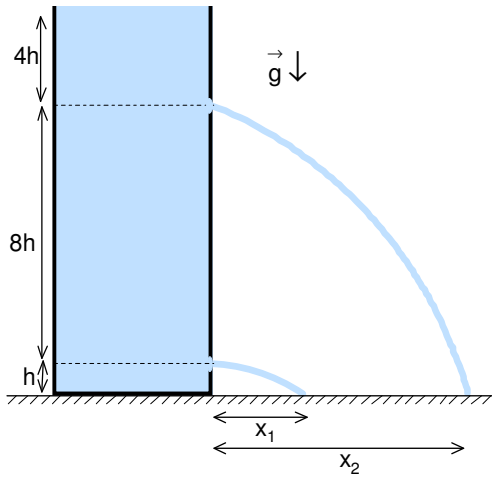


5. Eğim açısı θ sürtünmesiz olan bir eğik düzlemin h yüksekliğinde K noktasında bulunan m kütleli bir cisim serbest bırakılıyor. Cisim eğik düzleme L noktasında eklenmiş olan yatay düzlem üzerinde hareketine devam etmektedir. $IKLI=ILMI$ ise cisim ne kadar süre sonra M noktasından geçer?

- A) $\frac{3}{2\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}$ B) $\frac{3}{\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}$ C) $\frac{2}{3\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}$ D) $\frac{3\sin\theta}{2}\sqrt{\frac{h}{2g}}$ E) $\frac{2\sin\theta}{3}\sqrt{\frac{h}{2g}}$

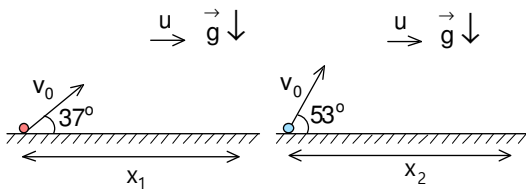
6. H yüksekliğinden düşen iki esnek toplardan birisi her sıçrayışta yüksekliğinin belli bir değeri kadar çıkabiliyor - $\frac{H_{n+1}}{H_n} = \xi < 1$. Diğer cisim ise her sıçrayışta belli bir değeri kadar daha az hızı ile yukarı sıçrayabiliyor - $\frac{v_{n+1}}{v_n} = \xi < 1$. Her bir cisim durana kadar ne kadar yol alır? Her cismin hareket süresi nedir?

	x_1	t_1	x_2	t_2
A)	$\frac{(1+\xi^2)H}{1-\xi^2}$	$\frac{1+\sqrt{\xi}}{1-\sqrt{\xi}} \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{(1+\xi)H}{1-\xi}$	$\frac{1+\xi}{1-\xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
B)	$\frac{(1+\xi)H}{1-\xi}$	$\frac{1+\xi}{1-\xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{(1+\xi^2)H}{1-\xi^2}$	$\frac{1+\xi^2}{1-\xi^2} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
C)	$\frac{2(1+\xi)H}{1-\xi}$	$\frac{1+\sqrt{\xi}}{2(1-\sqrt{\xi})} \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{(1+\xi^2)H}{2(1-\xi^2)}$	$\frac{2(1+\xi)}{1-\xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
D)	$\frac{(1+\xi)H}{1-\xi}$	$\frac{1+\sqrt{\xi}}{1-\sqrt{\xi}} \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{(1+\xi^2)H}{1-\xi^2}$	$\frac{1+\xi}{1-\xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$
E)	$\frac{(1-\xi)H}{1+\xi}$	$\frac{1-\sqrt{\xi}}{1+\sqrt{\xi}} \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{(1-\xi^2)H}{1+\xi^2}$	$\frac{1-\xi}{1+\xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$



7. Şekildeki kaptta belirtilen yüksekliklerde iki delik açılıyor. Deliklerden akan suların yere düşene kadar yatay yönde aldıkları yollar x_1 ve x_2 ise $\frac{x_1}{x_2}$ oranı kaçtır?

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

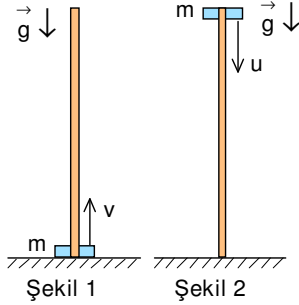


7. İki cisim yeryüzünden ilk v_0 hızı ve yatayla 37° ve 53° açıları ile atılıyor. Bu cisimlere u hızı kazandıran yatay bir rüzgar şekildeki gibi esmektedir. Rüzgarın etkisi ile cisimlerin menzilleri x_1 ve x_2 oluyor. $\frac{x_1}{x_2} = \frac{15}{16}$ olarak veriliyor. Rüzgar ters yönde esseydi cisimlerin menzilleri l_1 ve l_2 aralarındaki $\frac{l_1}{l_2}$ oranı ne kadar olurdu?

- A) $\frac{10}{9}$ B) $\frac{9}{8}$ C) $\frac{8}{7}$ D) $\frac{7}{6}$ E) $\frac{6}{5}$

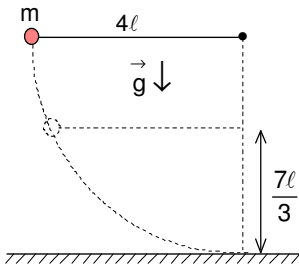
8. Düşey yukarı doğru 30 m/s hız ile atılan bir cisim, atıldığı noktaya 10 m/s hız ile düşüyor. Direniş kuvveti sabit olduğuna göre cismin çıktığı maksimum yükseklik kaç metredir?

- A) 20 B) 25 C) 32,5 D) 35 E) 40



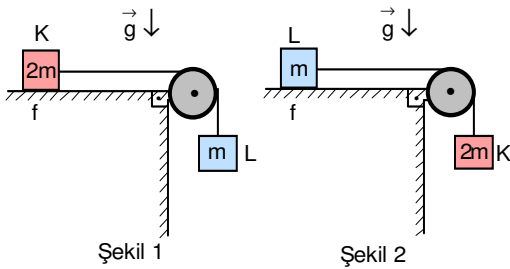
8. m kütleli bir cisim, ortasından delik açılarak şekildeki gibi yatay zeminde bulunan bir çubuğa geçiriliyor. Çubuk ile bu cisim arasında sürtünme vardır. Cisme Şekil 1'deki gibi düşey yukarı doğru v ilk hız veriliyor. Cisim çubuğun en üst noktaya kadar çıkıp geri dönmektedir. Cisim zemine ilk hızının yarısı kadar hız ile geri dönüyor. Cisme Şekil 2'deki gibi çubuğun en üst noktasından düşey aşağıya u hız veriyor. Cisim ile zemin arasında esnek çarpışma gerçekleşiyor. Cismin çubuğun tekrar en üst noktaya gelebilmesi için u hızı minimum kaç v olmalıdır?

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



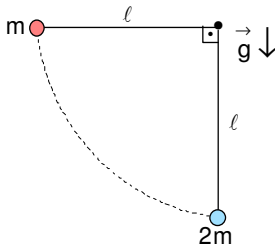
9. Uzunluğu 4ℓ olan bir sarkaç neredeyse zemine temas edecek şekilde asılıdır. m kütleli sarkaç ip ile birlikte yatay konumuna getirilip serbest bırakılıyor. Cisim yerden $\frac{7\ell}{3}$ yükseklikte iken ipteki gerilme kaç mg olur?

- A) 1 B) $\frac{5}{4}$ C) 2 D) 3 E) $\frac{7}{2}$



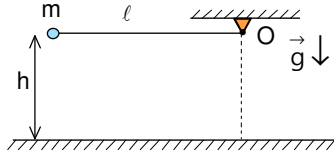
9. Aynı maddeden yapılmış K ve L cisimleri m ve 2m kütlelidir. Şekil 1'de sistem serbest bırakıldıktan t süre sonra cisimler arasındaki ip kopuyor ve K cismi toplam x kadar yol alıyor duruyor. Şekil 2'de cisimlerin yeri değiştiriliyor ve serbest bırakılıyor. Aynı şekilde, sistem harekete başladıktan t süre sonra iki cisim arasındaki ip kopuyor. Bu durumda, L cismi toplam 6x kadar yol alıyor duruyor. Buna göre, cisimler ile yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,5



10. Kütleleri m ve 2m olan iki noktasal cisim aynı noktadan uzunluğu ℓ olan iki ipe asılıdır. m kütleli cisminin bağlı olduğu ip yatay konumuna getirilip serbest bırakılıyor. Cisimler en alt noktada esnek ve merkezi olarak çarpışıyor. Esnek çarpışmadan sonra sarkaçların düşeyle yapacakları maksimum açılarının kosinüs değerlerinin oranını bulunuz.

- A) $\frac{5}{8}$ B) $\frac{5}{9}$ C) $\frac{8}{9}$ D) 1 E) $\frac{3}{2}$

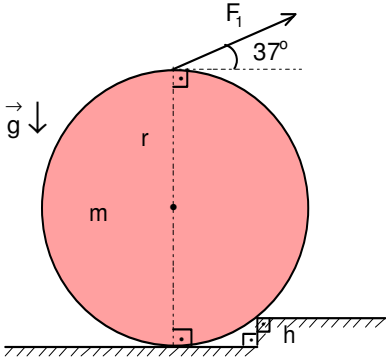


10. Uzunluğu ℓ olan basit bir sarkaç yatay düzlemde yüksekliği $h = \frac{\ell}{2}$ olan O noktası etrafında serbestçe dönebilmektedir. Sarkacın ip yatay konumuna getirilip sarkaç serbest bırakılıyor. Sarkaç ile yatay düzlem arasında esnek çarpışma gerçekleştiğine göre sarkacın çıktığı yükseklik kaç ℓ 'dir?

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{4}{9}$ C) $\frac{5}{12}$ D) $\frac{1}{6}$ E) $\frac{3}{8}$

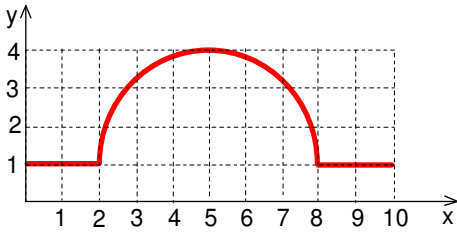
11. Kütleleri m ve m_2 olan iki parçacık v_1 ve αv_2 ($\alpha > 0$) hızları ile hareket etmekte olup kinetik enerjileri eşittir. İki parçacık merkezi ve esnek olarak çarpışmaktadır. m_1 kütleli parçacık çarpışmadan sonra durduğuna göre $\frac{v_1}{v_2}$ ve $\frac{m_1}{m_2}$ oranları nedir?

- | | $\frac{v_1}{v_2}$ | $\frac{m_1}{m_2}$ |
|-----|-------------------|-------------------|
| A) | $\sqrt{2} - 1$ | $3 - 2\sqrt{2}$ |
| B) | $\sqrt{2} + 1$ | $3 - 2\sqrt{2}$ |
| +C) | $\sqrt{2}$ | $3 + 2\sqrt{2}$ |
| D) | $\sqrt{2} - 1$ | $3 + 2\sqrt{2}$ |
| E) | 1 | 1 |



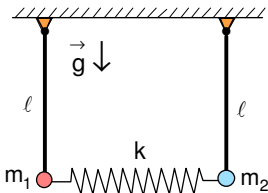
12. Kütleli m ve yarıçapı r olan bir küreyi yüksekliği $h = \frac{r}{5}$ yatay basamaktan çıkarmak için şekildeki gibi yatayla 37° lik açı yapan kuvvet uygulanıyor. Bu durumda bu kuvvetinin minimum değeri F_1 dir? Aynı küreyi bu basamaktan çıkarmak için uygulanan en küçük kuvvet F_2 ise $\frac{F_1}{F_2}$ oranı nedir?

- A) 6 B) 8 C) 10 D) 12 E) 14



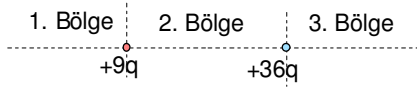
13. Homojen düzgün bir tel, şekildeki gibi bükülmüştür. Bu telin kütle merkezinin koordinatları arasındaki fark kaç birimdir?

- A) $\frac{31}{13}$ B) $\frac{34}{13}$ C) $\frac{35}{13}$ D) 3 E) $\frac{47}{13}$



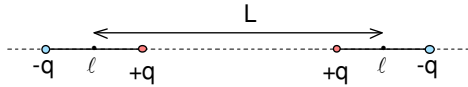
14. Kütleleri m_1 ve m_2 olan noktasal cisimler uzunluğu ℓ olan ağırlıksız çubukların uçlarında bulunmaktadır. Cisimler yay sabiti k olan kütleli yay ile birbirine şekildeki gibi tutturulmuştur. Sistemin yapacağı küçük titreşimlerin titreşim açısal frekansının en yüksek değeri nedir?

- A) $\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ B) $\sqrt{\frac{k}{m_1} + \frac{k}{m_2}}$ C) $\sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$ D) $\sqrt{\frac{g}{\ell} + \frac{k}{m_1} + \frac{k}{m_2}}$ E) $\sqrt{\frac{2g}{\ell} + \frac{k}{m_1 + m_2}}$



15. Yükları +9 ve +36q noktasal olan yükler buldukları doğruyu üç bölgeye ayırmaktadır. Üçüncü bir yük sistemi dengeleyecek şekilde yerleştirilirse bu üçüncü yükün yeri, büyüklüğü ve işareti nedir?

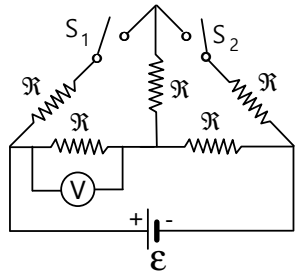
	Bölge	Büyüklüğü	İşareti
A)	1. Bölge	4q	+
B)	2. Bölge	4q	-
+C)	1. Bölge	12q	+
D)	3. Bölge	12	-
E)	2. Bölge	4q	+



16. Bir dipol, birbirlerinden l kadar uzunlukta +q ve -q gibi iki noktasal yükün oluşturduğu bir sistemdir ve $p=q\ell$ çarpımına da dipol momentini denir. Böyle iki dipol şekilde

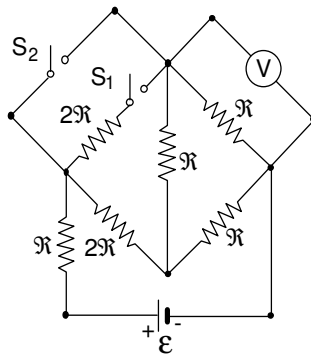
gösterildiği gibi merkezleri birbirinden L kadar uzaklıkta bir doğru boyunca yerleştirilmiştir. İki dipol arasında etki eden kuvvet nedir?

- A) $\frac{2p^2(3L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2}$ B) $\frac{2p^2(L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (3L^2 - \ell^2)^2}$ C) $\frac{2p^2(2L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2}$
- D) $\frac{p^2(3L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2}$ E) $\frac{p^2(L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (3L^2 - \ell^2)^2}$



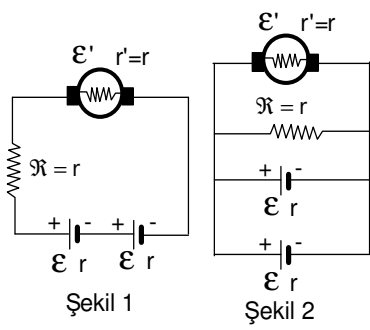
17. Özdeş R dirençlerinden oluşan bir devrede S_1 anahtarı kapalı, S_2 anahtarı açık ise voltmetre U değerini göstermektedir. S_1 anahtarı açık S_2 anahtarı kapalı ise voltmetre kaç U gösterir?

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



17. Şekilde verilen devrede dirençlerin değerleri R ve $2R$ olan altı rezistans e.m.k.'sı ϵ ideal bir üretece bağlıdır. S_1 ve S_2 anahtarı açık iken V voltmetrenin ölçtüğü potansiyel fark U_1 , S_1 ve S_2 anahtarı kapalı iken V voltmetrenin ölçtüğü potansiyel fark U_2 ise $\frac{U_1}{U_2}$ oranı nedir?

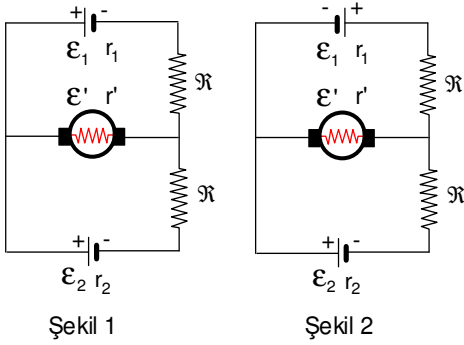
- A) $\frac{11}{75}$ B) $\frac{16}{45}$ C) $\frac{14}{35}$
- D) $\frac{13}{55}$ E) $\frac{18}{65}$



18. E.m.k.'ları ϵ ve iç dirençleri r olan iki üreteç ile $R=r$ direnci ve zıt e.m.k.'sı ϵ' ve iç direnci $r'=r$ olan bir elektrik motorundan oluşan iki devre veriliyor. Elektrik motorunun verimi Şekil 1'deki gibi bağlandığında η_1 , Şekil 2'deki gibi bağlandığında η_2 olup aralarındaki oran

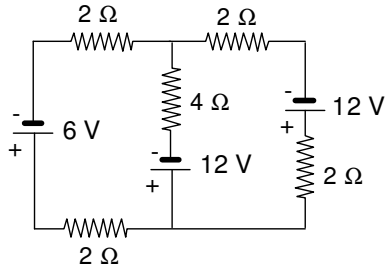
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{7}{9} \text{ dur. } \frac{\epsilon}{\epsilon'} \text{ oranı nedir?}$$

- A) 2 B) 3 C) 4
D) 5 E) 6



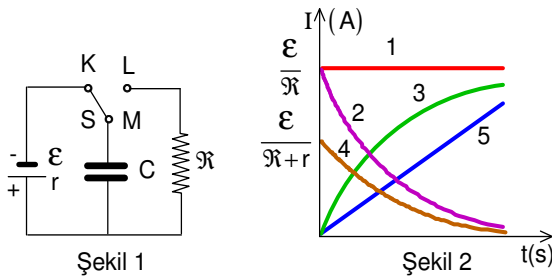
18. E.m.k.'ları $\epsilon_1=20 \text{ V}$ ve $\epsilon_2=52 \text{ V}$ ve iç dirençleri $r_1=2 \Omega$ ve $r_2=2 \Omega$ olan iki üreteç e.m.k.'sı $\epsilon'=24 \text{ V}$ ve direnci $r'=2 \Omega$ olan elektrik motoruna dirençleri $R=6 \Omega$ iki özdeş direnç sayesinde iki farklı şekilde bağlıdır. Birinci durumda elektrik motorun verimi η_1 , ikinci durumda η_2 ise $\frac{\eta_1}{\eta_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{9}{11}$ B) $\frac{20}{21}$ C) $\frac{15}{16}$ D) $\frac{6}{7}$ E) $\frac{14}{17}$



19. Şekilde verilen 4Ω 'luk dirençte açığa çıkan güç kaç Watt'tır?

- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

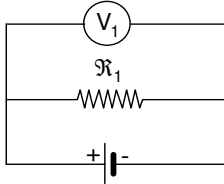


20. Kapasitesi C olan bir kondansatör e.m.k.'sı ϵ ve iç direnci r olan bir üreteç S anahtarı sayesinde KM konumunda Şekil 1'deki gibi bağlıdır. Kondansatör şarj olduktan sonra S anahtarı LM konumuna getiriliyor. Bu işlemten sonra direnci R olan rezistanstan akan akım Şekil 2'deki eğrilerden hangisi ile temsil edilebilir?

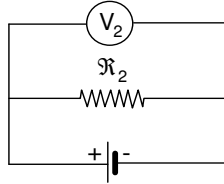
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

21. Her birinin e.m.k.'sı 2 V ve iç direnci 1Ω olan 16 adet üreticimiz var. Bu üreteçler sütun ve satır şeklinde bağlandıktan sonra 4Ω 'luk direnç seri olarak bağlanıyor. Bu dirençten geçen akımın maksimum olması için sütun ve satır sayıları ne olmalıdır?

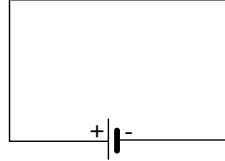
- A) 2 satır, 8 sütun B) 8 satır, 2 sütun C) 16 satır, 1 sütun
D) 1 satır, 16 sütun E) 4 satır, 4 sütun



Şekil 1.



Şekil 2.



Şekil 3.

21. Reel bir üreteç direnci \mathfrak{R}_1 olan bir rezistansa Şekil 1.'deki gibi bağlandığında V_1 voltmetresi U_1 potansiyel fark göstermektedir. Aynı üreteç direnci \mathfrak{R}_2 olan bir rezistansa Şekil 2.'deki gibi bağlandığında V_2 voltmetresi U_2 potansiyel fark göstermektedir. Üreteç Şekil 3.'teki gibi kısa devre olursa kısa devre akımı nedir?

A) $\frac{U_1 U_2 (\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2)}{(U_1 + U_2) \mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2}$

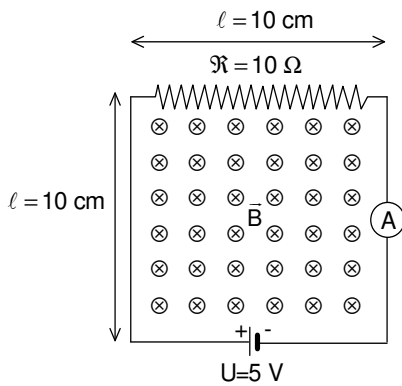
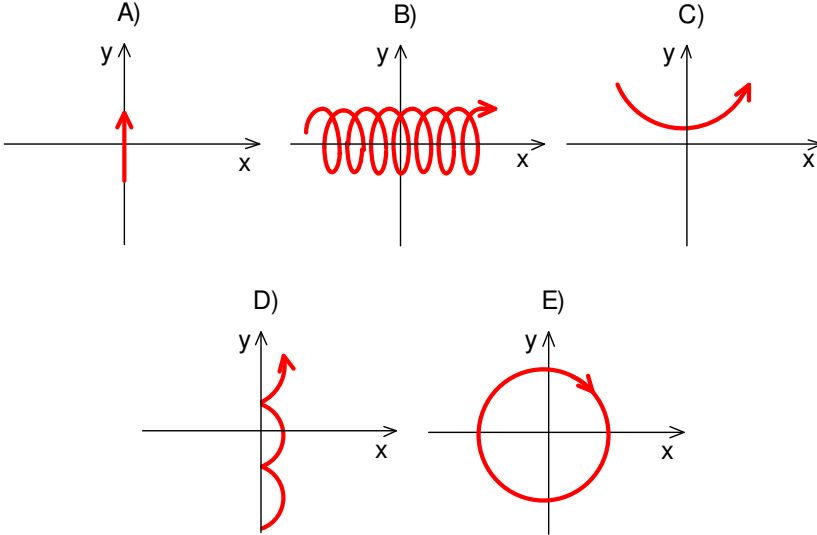
B) $\frac{(\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2) \sqrt{U_1 U_2}}{\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2}$

C) $\frac{U_1 U_2 (\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2)}{U_1 + U_2 \sqrt{\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2}}$

D) $\frac{U_1 + U_2}{\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2}$

E) $\sqrt{\frac{U_1 U_2}{\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2}}$

22. Sıfırdan farklı, +z yönünde yönelmiş bir B manyetik alan ve sıfırdan farklı +y yönünde yönelmiş düzgün bir E elektrik alan bölgesinde, xy düzleminde hareket eden pozitif yüklü bir parçacık için olası yörünge şekli hangisidir?

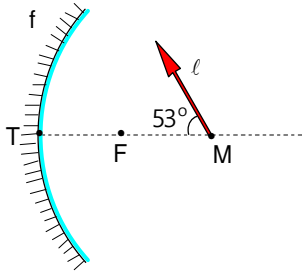


23. Şekildeki devre, sayfa düzleminin içine doğru yönlendirilmiş düzgün bir B manyetik alana konulmuştur. Manyetik alanın büyüklüğü 150 T/s oranında azalırse ampermetrenin ölçtüğü değer kaç A dir?

- A) 0,15
D) 0,65

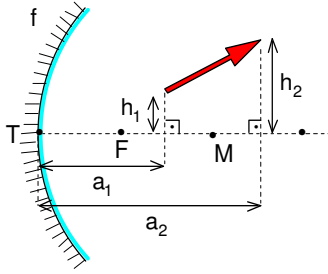
- B) 0,35
E) 0,8

- C) 0,5



24. Odak uzaklığı $f=12$ cm olan çukur bir aynanın merkezinde uzunluğu $l=15$ cm olan bir vektör optik eksenine ile 53° açı yapacak şekilde yerleştiriliyor. Vektörün görüntüsünün uzunluğu kaç cm'dir?

- A) 36 B) 48 C) 50
D) 60 E) 96



24. Odak uzaklığı f olan bir çukur aynadan belirli uzaklıkta bir ok bulunmaktadır. Okun başlangıç ve son noktaları optik eksenden h_1 ve h_2 yükseklikte, bu noktaların optik eksen üzere izdüşümleri ise aynanın tepe noktasından $a_1=1,5f$ ve $a_2=2,5f$ uzakta bulunmaktadır. Oluşan görüntü optik eksene paralel ise $\frac{h_2}{h_1}$ oranı nedir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

25. Efe kozmik bir yolculuk için Dünya'ya göre hızı $v=\frac{12c}{13}$ olan bir gemiye biner. Ayrılmadan önce, Dünya'da kalan ikiz kardeşi İlayda'ya, dış uzaya doğru 26 Dünya yılı yolculuk edeceğini ve sonra bir 26 Dünya yılı zamanda da geri döneceğini söyler. İlayda, kardeşi döndüğünde 52 yıl daha yaşlı olacağını düşünür. Efe her doğum gününde İlayda'ya bir telsiz mesajı göndereceğine söz verir. Dünya üzerindeki bir saate göre bu mesajlar İlayda'ya kaç yılda ulaşır?

- A) 20 B) 24 C) 26 D) 28 E) 52

XXV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2017

1. Gemilerin sürekli bir doğru üzerinde bulunmaları için gereken şartı ikinci gemiyi referans alarak bulabiliriz. Bu gemiye göre birinci geminin hızı

$$(v_K - v) + (v_L + v) = 4v + v = 5v$$

üçüncü geminin hızı

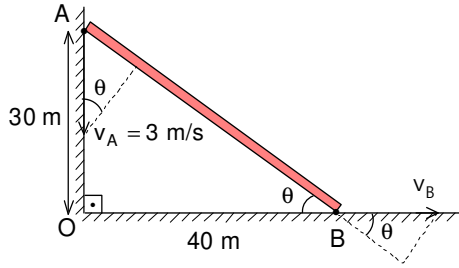
$$(v_M + v) - (v_L + v) = v_M + 2v - v = v_M - v$$

olur. Gemilerin sürekli bir doğru üzerinde bulunmaları için gereken şartı

$$\frac{5v}{d} = \frac{v_M - v}{2d}; v_M = 11v$$

olarak bulunur.

1. C



2. Çubuğun uzamama şartından

$$v_A \sin \theta = v_B \cos \theta; v_B = v_A \tan \theta = 3 \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{4}$$

olarak bulunur.

2. C)

3. Cismin ortalama vektörel hızı

$$\vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\vec{\ell}_1 + \vec{\ell}_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{\vec{v}_1 \frac{\ell}{v_1} + \vec{v}_2 \frac{\ell}{v_2}}{\frac{\ell}{v_1} + \frac{\ell}{v_2}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}$$

olarak yazılabilir. Bu hızın x ve y bileşenleri

$$v_{\text{ortx}} = \frac{\frac{v_1 \cos \frac{\theta}{2}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} + \frac{v_2 \cos \frac{5\theta}{2}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} \left(\cos \frac{\theta}{2} + \cos \frac{5\theta}{2} \right) = \frac{3v}{4} \left(\cos \frac{\theta}{2} + \cos \frac{5\theta}{2} \right) =$$

$$v_{\text{orty}} = \frac{\frac{v_1 \sin \frac{\theta}{2}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} + \frac{v_2 \sin \frac{5\theta}{2}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} \left(\sin \frac{\theta}{2} + \sin \frac{5\theta}{2} \right) = \frac{3v}{4} \left(\sin \frac{\theta}{2} + \sin \frac{5\theta}{2} \right)$$

olur. Ortalama hızın mutlak değeri

$$\begin{aligned} v_{\text{ort}} &= \sqrt{v_{\text{ortx}}^2 + v_{\text{orty}}^2} = \frac{3v}{4} \sqrt{\left(\sin \frac{\theta}{2} + \sin \frac{5\theta}{2} \right)^2 + \left(\cos \frac{\theta}{2} + \cos \frac{5\theta}{2} \right)^2} = \\ &= \frac{3v}{4} \sqrt{\sin^2 \frac{\theta}{2} + 2 \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{5\theta}{2} + \sin^2 \frac{5\theta}{2} + \cos^2 \frac{\theta}{2} + 2 \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{5\theta}{2} + \cos^2 \frac{5\theta}{2}} = \\ &= \frac{3v}{4} \sqrt{2 + 2 \left(\cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{5\theta}{2} + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{5\theta}{2} \right)} = \frac{3v}{4} \sqrt{2 + 2 \cos \left(\frac{5\theta}{2} - \frac{\theta}{2} \right)} = \\ &= \frac{3v}{4} \sqrt{2 + 2 \cos 2\theta} = \frac{3v}{4} \sqrt{2 + 4 \cos^2 \theta - 2} = \frac{3v \cos \theta}{2} \end{aligned}$$

olarak bulunur.

3. B)

4. Parabol denklemleri

$$v=at^2+bt+5; 15=a.3^2+3b+5; 15=a.5^2+5b+5$$

olarak yazılabilir. Maksimum hızı bulmak için parabolün özelliklerinden ya da türev alarak bulabiliriz.

$$0=2at+b; 0=2a.4+b$$

Buradan

$$b= -8a; 10=25a-40a; a= -\frac{2}{3}; b=\frac{16}{3}$$

olarak bulunur. Aranan hız

$$v= -\frac{2}{3}.4^2+\frac{16}{3}.4+5=\frac{47}{3}$$

olarak bu

4.C)

5. Cismin ivmesi

$$a=g\sin\theta$$

cismin aldığı yollar

$$x=IKLI=ILMI=\frac{h}{\sin\theta}$$

cismin eğik düzlem boyunca hareket süresi

$$t_1=\sqrt{\frac{2x}{a}}=\sqrt{\frac{2h}{g\sin^2\theta}}=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

cismin kazandığı maksimum hız

$$v=at_1=\sqrt{2gh}$$

cismin yatay düzlemde hareket süresi

$$t_2=\frac{x}{v}=\frac{h}{\sqrt{2gh}\sin\theta}=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}$$

toplam süre

$$t=t_1+t_2=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}+\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}=\frac{3}{\sin\theta}\sqrt{\frac{h}{2g}}$$

olarak bulunur.

6. Birinci durumda cismin aldığı yol

$$x_1 = H_{11} + 2H_{12} + 2H_{13} + 2H_{14} + \dots = H + 2\xi H + 2\xi^2 H + 2\xi^3 H + \dots = H + 2\xi H (1 + \xi + \xi^2 + \dots) =$$

$$= H + 2\xi H \frac{1}{1 - \xi} = \frac{(1 + \xi)H}{1 - \xi}$$

hareket süresi

$$t_{11} = \sqrt{\frac{2H}{g}}; \frac{t_{12}}{t_{11}} = \sqrt{\xi}; \frac{t_{13}}{t_{12}} = (\sqrt{\xi})^2; \frac{t_{14}}{t_{13}} = (\sqrt{\xi})^3; \dots$$

$$t_1 = t_{11} + 2t_{12} + 2t_{13} + 2t_{14} + \dots = t_{11} + 2\sqrt{\xi} t_{11} + 2(\sqrt{\xi})^2 t_{11} + 2(\sqrt{\xi})^3 t_{11} + \dots =$$

$$= t_{11} + 2\sqrt{\xi} t_{11} \left[1 + \sqrt{\xi} + (\sqrt{\xi})^2 + (\sqrt{\xi})^3 + \dots \right] = t_{11} + 2\sqrt{\xi} t_{11} \frac{1}{1 - \sqrt{\xi}} = \frac{1 + \sqrt{\xi}}{1 - \sqrt{\xi}} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

olarak bulunur. İkinci durumda cismin sektigi hızlar

$$v_1 = \sqrt{2gH_1}; v_2 = \sqrt{2gH_2} = \xi v_1 = \xi \sqrt{2gH_1}; H_2 = \xi^2 H_1 = \xi^2 H$$

çıktığı yükseklikler

$$H_{22} = \xi^2 H; H_{23} = \xi^2 H_{22} = \xi^4 H; H_{24} = \xi^2 H_{23} = \xi^6 H \dots$$

cismin aldığı yol

$$x_2 = H + 2H_{22} + 2H_{23} + 2H_{24} + \dots = H + 2\xi^2 H + 2\xi^4 H + 2\xi^6 H + \dots = H + 2\xi^2 H (1 + \xi^2 + \xi^4 + \dots) =$$

$$= H + 2\xi^2 H \frac{1}{1 - \xi^2} = \frac{(1 + \xi^2)H}{1 - \xi^2}$$

hareket süreleri

$$t_{21} = \sqrt{\frac{2H}{g}}; \frac{t_{22}}{t_{21}} = \xi; \frac{t_{23}}{t_{22}} = \xi^2; \frac{t_{24}}{t_{23}} = \xi^3; \dots$$

toplam süre

$$t_2 = t_{21} + 2t_{22} + 2t_{23} + 2t_{24} + \dots = t_{21} + 2\xi t_{21} + 2\xi^2 t_{21} + 2\xi^3 t_{21} + \dots = t_{21} + 2\xi t_{21} (1 + \xi + \xi^2 + \dots) =$$

$$= t_{21} + 2\xi t_{21} \frac{1}{1 - \xi} = \frac{1 + \xi}{1 - \xi} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

olarak bulunur.

7. Menzil birinci durumda

$$x_1 = v_1 t_1 = \sqrt{2g \cdot 12h} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4\sqrt{3} h$$

ikinci durumda

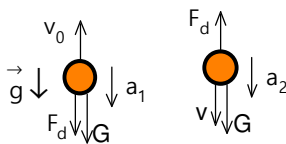
$$x_2 = v_2 t_2 = \sqrt{2g \cdot 4h} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9h}{g}} = 12h$$

aranan oran

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

olarak bulunur.

7.B)



8. Cisim yukarıya doğru hareket ederken

$$F_d + mg = ma_1$$

cisim aşağıya doğru hareket ederken

$$mg - F_d = ma_2$$

olur. İvmeler için

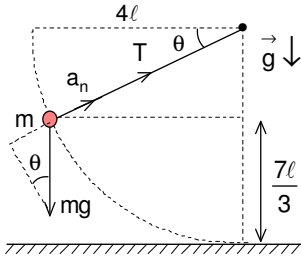
$$a_1 = \frac{v_0^2}{2H}; a_2 = \frac{v^2}{2H}$$

yazabiliriz. Dinamik denklemleri toplarsak

$$2mg = \frac{m(v_0^2 + v^2)}{2H}; H = \frac{v_0^2 + v^2}{4g} = \frac{30^2 + 10^2}{4 \cdot 10} = 25 \text{ m}$$

olarak bulunur.

8.B)



9. Sarkacın kazandığı hız enerji korunumu yasasından

$$\frac{mv^2}{2} = mg \left(4\ell - \frac{7\ell}{3} \right) = \frac{5mg\ell}{3}; v^2 = \frac{10g\ell}{3}$$

dinamik yasalardan

$$T - mg \sin \theta = \frac{mv^2}{4\ell}; \sin \theta = \frac{4\ell - \frac{7\ell}{3}}{4\ell} = \frac{5}{12}$$

yazabiliriz. Buradan

$$T = mg \cdot \frac{5}{12} + \frac{10mg\ell}{3 \cdot 4\ell} = \frac{5mg}{4}$$

olarak bulunur.

9. B)

10. Çarpışma gerçekleşene kadar m kütleli kürenin kazandığı hız

$$v = \sqrt{2g\ell}$$

olarak bulunur. Çarpışmada momentum korunumu yasası ve enerji korunumu yasası geçerlidir.

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

Buradan

$$v = 2v_2 - v_1; v^2 = v_1^2 + 2v_2^2 = 4v_2^2 - 4v_1v_2 + v_1^2; v_2 = 2v_1$$

$$v = 4v_1 - v_1 = 3v_1; v_1 = \frac{v}{3}; v_2 = \frac{2v}{3}$$

$$v_1^2 = 2g\ell(1 - \cos \theta_1); \frac{2g\ell}{9} = 2g\ell(1 - \cos \theta_1); \cos \theta_1 = \frac{8}{9}$$

$$v_2^2 = 2g\ell(1 - \cos \theta_2); \frac{4g\ell}{9} = 2g\ell(1 - \cos \theta_2); \cos \theta_2 = \frac{5}{9}; \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} = \frac{5}{8}$$

olarak bulunur.

10.E)

11. İki parçacığın kinetik enerjileri eşit olma şartından α katsayısı için

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 \alpha^2 v_2^2}{2}; \alpha = \frac{v_1}{v_2} \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

yazabiliriz. Çarpışmada momentum korunumu yasası ve enerji korunumu yasası geçerlidir.

$$m_1 v_1 \pm m_2 \alpha v_2 = m_2 u_2; \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 \alpha^2 v_2^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

Buradan

$$m_1 v_1 \pm m_2 v_2 \cdot \frac{v_1}{v_2} \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = m_1 v_1 \pm v_1 \sqrt{m_1 m_2} = v_1 (m_1 \pm \sqrt{m_1 m_2}) = m_2 u_2$$

$$\frac{2m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2}; u_2 = v_1 \sqrt{\frac{2m_1}{m_2}}$$

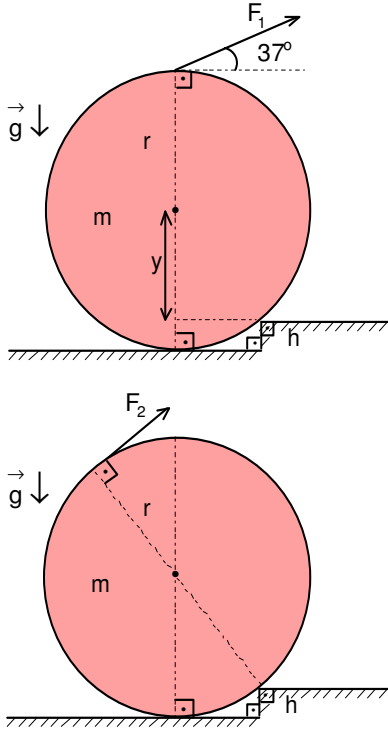
$$v_1 (m_1 \pm \sqrt{m_1 m_2}) = v_1 \sqrt{2m_1 m_2}$$

$$m_1 = \sqrt{2m_1 m_2} \mp \sqrt{m_1 m_2} = (\sqrt{2} \mp 1) \sqrt{m_1 m_2}; \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{2} \mp 1$$

$$m_1 = (\sqrt{2} \mp 1)^2 m_2 = (3 \mp \sqrt{2}) m_2$$

$$\alpha = 1 \text{ için } \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \frac{1}{\sqrt{2} \mp 1} = \sqrt{2} \pm 1$$

olarak bulunur.



12. Kuvvet bileşenleri

$$F_{1x}=F_1\cos 37^\circ=0,8F_1; F_{1y}=F_1\sin 37^\circ=0,6F_1$$

şeklin geometrisinden

$$y=r-h=r-\frac{r}{5}=\frac{4r}{5}; x=\sqrt{r^2-y^2}=\sqrt{r^2-\left(\frac{4r}{5}\right)^2}=\frac{3r}{5}$$

denge koşulundan birinci durumda minimum kuvvet

$$mg \cdot x = F_{1x} \cdot (r+y) + F_{1y} \cdot x$$

$$mg \cdot \frac{3r}{5} = 0,8F_1 \left(r + \frac{4r}{5} \right) + 0,6F_1 \cdot \frac{3r}{5} = \frac{9F_1 r}{5}; F_1 = 3mg$$

olarak bulunur. Kuvvetin en küçük değeri kol en uzun olduğu durumda gerçekleşir. Bu kolun uzunluğu $2r$ 'dir. İkinci durumda en küçük kuvvet

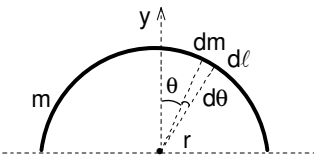
$$mg \cdot x = F_2 \cdot 2r$$

$$mg \cdot \frac{3r}{5} = F_2 \cdot 2r; F_2 = \frac{3mgr}{10}$$

aranan oran

$$\frac{F_1}{F_2} = 10$$

olarak bulunur.



13. Yarı çemberin kütlesi m olsun. Çaptan geçen doğruya göre kütle merkezinin koordinatını bulmak için uzunluğu

$$d\ell = r d\theta$$

ve kütlesi

$$dm = \mu d\ell = \frac{m d\theta}{\pi}$$

olan küçük bir parça alalım. Bu parçanın x eksenine kadar olan uzaklık

$$y = r \cos \theta$$

yarı çemberin kütle merkezinin çapa olan uzaklığı

$$y_{kmy\check{c}} = \frac{\int y dm}{\int dm} = \frac{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{\pi} r \cos \theta d\theta}{m} = \frac{r}{\pi} \cos \theta \Big|_{-\pi/2}^{\pi/2} = \frac{2r}{\pi}$$

olarak bulunur. Burada $r=3$ br ise $y_{km}=2$ br olur. Aranan fark

$$y_{km} = \frac{2 \cdot 2 + \pi \cdot 3 \cdot (y_{kmy\check{c}} + 1)}{2 \cdot 2 + \pi \cdot 3} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 3 \cdot (2 + 1)}{2 \cdot 2 + 3 \cdot 3} = \frac{31}{13}$$

$$x_{km} - y_{km} = 5 - \frac{31}{13} = \frac{34}{13}$$

olarak bulunur.

14. Her cisim için

$$J_1 \alpha_1 = -m_1 g \sin \theta_1 \cdot \ell - k(x_1 - x_2) \ell; J_1 = m_1 \ell^2; x_1 = \ell \theta_1; x_2 = \ell \theta_2$$

$$J_2 \alpha_2 = -m_2 g \sin \theta_2 \cdot \ell + k(x_1 - x_2) \ell; J_2 = m_2 \ell^2;$$

yazabiliriz. Buradan

$$m_1 \ell^2 \frac{d^2 \theta_1}{dt^2} = -m_1 g \ell \theta_1 - k(\theta_1 - \theta_2) \ell^2; m_1 \ell^2 \ddot{\theta}_1 + (m_1 g \ell + k \ell^2) \theta_1 - k \ell^2 \theta_2 = 0$$

$$m_2 \ell^2 \frac{d^2 \theta_2}{dt^2} = -m_2 g \ell \theta_2 + k(\theta_1 - \theta_2) \ell^2; m_2 \ell^2 \ddot{\theta}_2 - k \ell^2 \theta_1 + (m_2 g \ell + k \ell^2) \theta_2 = 0$$

elde edilir. Bu denklemlerin çözümlerini

$$\theta_1 = \theta_{01} e^{i\omega t} ; \dot{\theta}_1 = -\omega^2 \theta_{01} e^{i\omega t}$$

$$\theta_2 = \theta_{02} e^{i\omega t} ; \dot{\theta}_2 = -\omega^2 \theta_{02} e^{i\omega t}$$

şeklinde arayabiliriz. Buradan

$$(-m_1 \ell^2 \omega^2 + m_1 g \ell + k \ell^2) \theta_{01} - k \ell^2 \theta_{02} = 0$$

$$-k \ell^2 \theta_{01} + (-m_2 \ell^2 \omega^2 + m_2 g \ell + k \ell^2) \theta_{02} = 0$$

olarak yazabiliriz. Bu sistemin çözümü ya $\theta_{01} = \theta_{02} = 0$ veya katsayılarından oluşan determinant sıfır olmalıdır. Buradan titreşim açılmal frekansları

$$(-m_1 \ell^2 \omega^2 + m_1 g \ell + k \ell^2) (-m_2 \ell^2 \omega^2 + m_2 g \ell + k \ell^2) - (k \ell^2)^2 = 0$$

denklemin kökleri gibi bulunur. Buradan sistemin titreşimin açılmal frekansları

$$\omega^4 - \left[\frac{2g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \right] \omega^2 + \left[\frac{g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \right] \frac{g}{\ell} = 0$$

$$\omega^2 = \frac{\frac{2g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \pm \sqrt{\left[\frac{2g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \right]^2 - 4 \left[\frac{g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \right] \frac{g}{\ell}}}{2} =$$

$$= \frac{\frac{2g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \pm \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \left(\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} + \frac{4g}{\ell} \right)}}{2}$$

olarak bulunur. Genel çözüm bu durumda

$$\theta = \theta_{01} e^{i\omega_1 t} \pm \theta_{02} e^{i\omega_2 t} = \theta_{01} \cos \omega_1 t \pm \theta_{02} \cos \omega_2 t$$

şeklinde yazılabilir. Verilen çözüm en genel bir çözümdür. Titreşimin maksimum açılmal frekansı birbirine dik yöndeki titreşimin süperpozisyonu olarak bulunabilir. Yay sabiti k olan bir yayın ucunda bulunan m ve m kütleli iki cismin hareketini kütle merkezine göre inceleysek

$$W = K + \Pi = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{kx^2}{2} ; x = x_1 + x_2$$

yazabiliriz. Momentumun korunumu yasasından

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$m_1 x_1 = m_2 x_2$$

yazılabilir. Buradan

$$W = K + \Pi = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1^2 v_1^2}{2m_2} + \frac{k \left(x_1 + \frac{m_1 x_1}{m_2} \right)^2}{2} = \frac{m_1 (m_1 + m_2) v_1^2}{2} + \frac{k (m_1 + m_2)^2 x_1^2}{2m_2^2}$$

olarak yazılabilir. Titreşimin açılmal frekansı

$$\omega_k = \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}}$$

olarak bulunur. Aynı sonuca dinamik yöntemi ile varabiliriz. Cisimlerden birisinin hareketi için

$$m_2 a_2 = -kx ; x = x_1 + x_2$$

kütle merkezinin korunumu yasasından

$$m_1 x_1 = m_2 x_2$$

yazılabilir. Buradan

$$m_2 a_2 = -\frac{k(m_1 + m_2) x_2}{m_1} ; x_2 + \frac{k(m_1 + m_2) x_2}{m_1 m_2} = 0$$

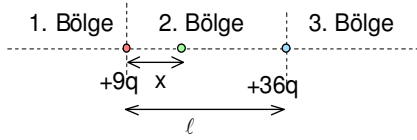
yazabiliriz. Yani aynı sonuç çıkar. Ayrıca basit sarkacın açılmal frekansı

$$\omega_g = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

ile verilir. İki titreşimin süperpozisyon sonucu titreşim frekansı

$$\omega_g = \sqrt{\omega_k^2 + \omega_g^2} = \sqrt{\frac{g}{\ell} + \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} = \sqrt{\frac{g}{\ell} + \frac{k}{m_1} + \frac{k}{m_2}}$$

olarak bulunur.



15. Sistemin dengede kalabilmesi için üçüncü yük 2. bölgede olmalıdır. İki yük arasındaki uzaklık ℓ olsun. Bu üçüncü yük sol yükten x uzaklıkta olsun. Bu uzaklık

$$\frac{9q q_3}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{36q_3 q}{4\pi\epsilon_0 (\ell - x)^2}; \frac{1}{x} = \frac{2}{\ell - x}; x = \frac{\ell}{3}$$

ve üçüncü yükün büyüklüğü

$$\frac{9q q_3}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{9q \cdot 36q}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}; \frac{q_3}{\left(\frac{\ell}{3}\right)^2} = \frac{36q}{\ell^2}; q_3 = 4q$$

olarak bulunur.

16. Sol dipolün pozitif yükünden sağ dipole etki eden kuvvet

$$F_+ = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left[\left(L - \frac{\ell}{2} \right) - \frac{\ell}{2} \right]^2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left[\left(L - \frac{\ell}{2} \right) + \frac{\ell}{2} \right]^2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (L - \ell)^2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} =$$

$$= \frac{q^2 (L^2 - L^2 + 2L\ell - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L - \ell)^2} = \frac{q^2 (2L\ell - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L - \ell)^2}$$

Sol dipolün negatif yükünden sağ dipole etki eden kuvvet

$$F_- = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left[\left(L + \frac{\ell}{2} \right) - \frac{\ell}{2} \right]^2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left[\left(L + \frac{\ell}{2} \right) + \frac{\ell}{2} \right]^2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (L + \ell)^2} =$$

$$= \frac{q^2 (L^2 + 2L\ell + \ell^2 - L^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L + \ell)^2} = \frac{q^2 (2L\ell + \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L + \ell)^2}$$

sağ dipole etki eden kuvvet

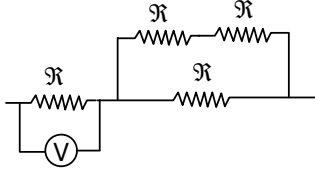
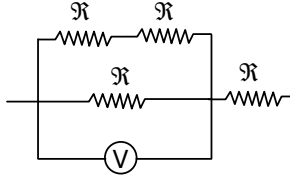
$$F = F_+ - F_- = \frac{q^2 (2L\ell - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L - \ell)^2} - \frac{q^2 (2L\ell + \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L + \ell)^2} = \frac{q^2 \left[(L + \ell)^2 (2L\ell - \ell^2) - (2L\ell + \ell^2) (L - \ell)^2 \right]}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L - \ell)^2 (L + \ell)^2} =$$

$$= \frac{q^2 \left[(L + \ell)^2 (2L\ell - \ell^2) - (2L\ell + \ell^2) (L - \ell)^2 \right]}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2} =$$

$$= \frac{q^2 \left[(2L^3\ell + 4L^2\ell^2 + 2L\ell^3 - L^2\ell^2 - 2L\ell^3 - \ell^4) - (2L^3\ell - 4L^2\ell^2 + 2L\ell^3 + L^2\ell^2 - 2L\ell^3 + \ell^4) \right]}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2} =$$

$$= \frac{2q^2\ell^2 (3L^3 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2} = \frac{2p^2 (3L^2 - \ell^2)}{4\pi\epsilon_0 L^2 (L^2 - \ell^2)^2}$$

olarak bulunur.



17. Birinci ve ikinci durumda direnç için

$$\mathcal{R}' = \mathcal{R} + \mathcal{R} = 2\mathcal{R}$$

$$\frac{1}{\mathcal{R}''} = \frac{1}{\mathcal{R}'} + \frac{1}{\mathcal{R}} = \frac{3}{2\mathcal{R}}; \mathcal{R}'' = \frac{2\mathcal{R}}{3}; \mathcal{R}_{e\mathcal{S}} = \mathcal{R}'' + \mathcal{R} = \frac{5\mathcal{R}}{3}$$

bulunur. Akan akım

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{R}_{e\mathcal{S}}} = \frac{3\mathcal{E}}{5\mathcal{R}}$$

birinci durumdaki voltmetrenin gösterdiği değer

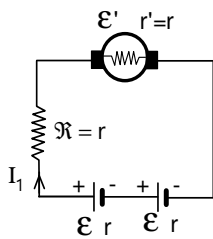
$$U = I\mathcal{R}'' = \frac{2\mathcal{E}}{5}$$

ikinci durumdaki voltmetrenin gösterdiği değer

$$U_2 = I\mathcal{R} = \frac{3\mathcal{E}}{5} = \frac{3U}{2}$$

olarak bulunur.

17.D)



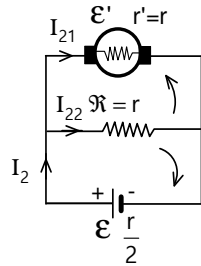
18. Birinci durumda akan akım

$$I_1 = \frac{2\mathcal{E} - \mathcal{E}'}{\mathcal{R} + r + r + r'} = \frac{2\mathcal{E} - \mathcal{E}'}{4r}$$

verim

$$\eta_1 = \frac{\mathcal{E}'}{\mathcal{E}' + I_1 r'} = \frac{4\mathcal{E}'}{2\mathcal{E} + 3\mathcal{E}'}$$

olarak bulunur. İkinci durumda devreden akan toplam akım I_2 olsun. Eşdeğer e.m.k. \mathcal{E} ve bu eşdeğer e.m.k.'nin direnci $\frac{r}{2}$ olur. Sadece elektrik motorundan geçen akımı bulmak için Kirchhoff'un ikinci kuralını uygulamalıyız.



$$I_2 = I_{21} + I_{22}$$

$$\mathcal{E} = I_2 \frac{r}{2} + I_{22} r; \mathcal{E}' = -I_{21} r + I_{22} r$$

Bu denklemlerden

$$I_{21} = \frac{2\mathcal{E} - 3\mathcal{E}'}{4r}$$

olarak bulunur. İkinci durumda verim

$$\eta_2 = \frac{\mathcal{E}'}{\mathcal{E}' + I_{21} r'} = \frac{4\mathcal{E}'}{2\mathcal{E} + \mathcal{E}'}$$

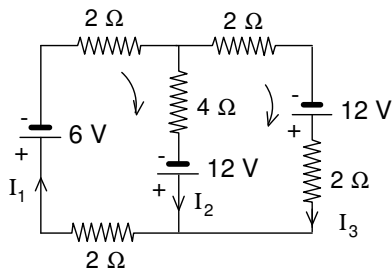
olarak bulunur. Verimlerin arasındaki oran

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{7}{9} = \frac{2\mathcal{E} + \mathcal{E}'}{2\mathcal{E} + 3\mathcal{E}'}$$

olur. Buradan

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}'} = 3$$

olarak bulunur.



19. Birinci Kirchhoff yasasından

$$I_1 = I_2 + I_3$$

ikinci Kirchhoff yasasından

$$12 - 6 = 2I_1 + 2I_1 + 4I_2$$

$$12 - 12 = 2I_3 + 2I_3 - 4I_2$$

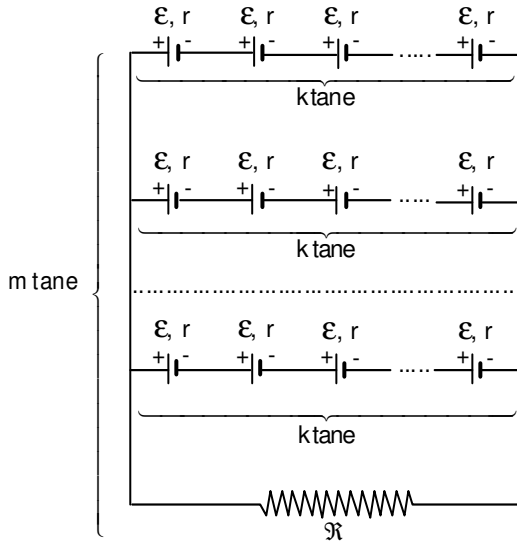
yazabiliriz. Buradan

$$I_2 = I_3; 6 = 4I_1 + 4I_2 = 4 \cdot 2I_2 + 4I_2 = 12I_2; I_2 = 0,5 \text{ A}$$

$$P = I_2^2 \mathcal{R}_4 = 0,5^2 \cdot 4 = 1 \text{ W}$$

olarak bulunur.

doğru cevap-B)



21. Verilen üreteçlerin k tanesi kadar aralarında seri olarak bağlanılabilir. Böyle m tane birbirine paralel grup oluşabilir. Buradaki şart

$$n=k.m$$

olarak yazılabilir. Seri bağlı olan üreteçlerin direnci

$$r_k=kr$$

m tane paralel grubun direnci ise

$$r_{mk}=\frac{r_k}{m}=\frac{kr}{m}$$

olur. Bu durumda akan akım için

$$I=\frac{k\epsilon}{R+r_{mk}}=\frac{k\epsilon}{R+\frac{kr}{m}}=\frac{k\epsilon}{R+\frac{k^2r}{n}}$$

yazabiliriz. Bu ifadenin k 'ya göre türev alıp sıfıra eşitlersek

$$k=\sqrt{\frac{nR}{r}}=\sqrt{\frac{16.4}{1}}=8; m=\sqrt{\frac{nr}{R}}=\sqrt{\frac{16.1}{4}}=2$$

olarak bulunur.

21.A)

22. doğru cevap-B)

23. Oluşan indükte edilmiş e.m.k.

$$\epsilon_{in}=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-S\frac{\Delta B}{\Delta t}=-l^2\frac{\Delta B}{\Delta t}=-0,1^2.150=-1,5\text{ V}$$

akan akım

$$I=\frac{\epsilon-|\epsilon_{in}|}{R}=\frac{5-1,5}{10}=0,35\text{ A}$$

olarak bulunur.

24. Vektörün ucu aynadan

$$a_1=2f-l\cos 53^\circ=2.12-15.0,6=15\text{ cm}$$

uzaklıkta ve optik ekseninden

$$h_1=l\sin 53^\circ=15.0,8=12\text{ cm}$$

yüksekliktedir. Bu vektörün ucunun görüntüsü aynadan

$$\frac{1}{a_1}+\frac{1}{b_1}=\frac{1}{f}; \frac{1}{15}+\frac{1}{b_1}=\frac{1}{12}; b_1=60\text{ cm};$$

uzaklıkta ve

$$k_1=\frac{b_1}{a_1}=\frac{h_{g1}}{h_1}; \frac{60}{15}=\frac{h_{g1}}{12}; h_{g1}=48\text{ cm}$$

yüksekliktedir. Vektörün başlangıç noktası ise aynadan

$$a_2=2f=24\text{ cm}$$

uzaklıktadır. Vektörün başlangıç noktasının aynaya olan uzaklık

$$\frac{1}{a_2}+\frac{1}{b_2}=\frac{1}{f}; \frac{1}{24}+\frac{1}{b_2}=\frac{1}{12}; b_2=24\text{ cm}$$

olur. Görüntünün optik eksen boyunca uzunluğu

$$x=b_1-b_2=60-24=36\text{ cm}$$

görüntünün optik eksene dik olan uzunluk

$$y=h_{g1}=48\text{ cm}$$

görüntünün uzunluğu

$$l'=\sqrt{x^2+y^2}=\sqrt{36^2+48^2}=60\text{ cm}$$

olarak bulunur.

24.C)

25. Hareketsiz gözlemciye göre toplam geçen süre

$$\tau = 26 + 26 + 52 \text{ yıl}$$

olur. Hareketli gözlemciye göre geçen süre

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}; 26 + 26 + 52 = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{12}{13}\right)^2}} = \frac{26\tau_0}{5}; \tau_0 = 20 \text{ yıl}$$

olarak bulunur.