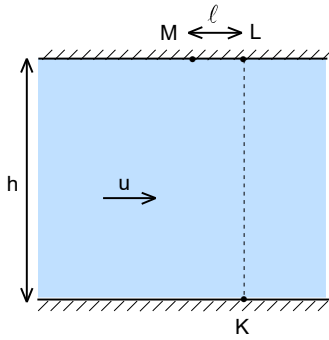


XXXIV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2026



1. Genişliği  $h$  olan bir nehirde akıntı hızı  $u$  dur. Nehrin iki kıyısında sabit  $v > u$  hızıyla yüzebilen birer yüzücü bulunmaktadır. Birinci yüzücü K noktasından tam karşısında bulunan L noktasına doğru yüzmeye başlıyor. L noktasından  $\ell = \frac{3h}{25}$  uzaklıkta M noktasına bulunan ikinci yüzücü birinci yüzücünün yüzmeye başlamasından  $\Delta t$  süre sonra kıyıya dik olarak yüzmeye başlıyor. İki yüzücü nehir içinde bir noktada karşılaşıyorlar. Bu noktanın, birinci yüzücünün yüzmeye başladığı kıyıya olan uzaklık, ikinci yüzücünün yüzmeye başladığı kıyıya olan uzaklığının dört katıdır.

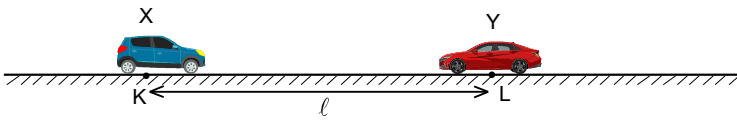
Buna göre ikinci yüzücünün  $\Delta t$  gecikme süresi nedir?

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

2. Bir triatlon sporcusu doğrusal bir parkurda sırasıyla yüzme, bisiklet ve koşu etaplarını tamamlıyor. Yüzme etabında sporcu yüzmeye durgun halden başlıyor ve sabit  $a$  ivmesiyle hızlanarak  $v$  hızına ulaşıyor. Daha sonra bu sabit hızla yüzmeye devam ediyor. Yüzme etabının toplam süresi  $6t$  oluyor. Bisiklet etabında sporcu bisiklete, yüzme etabını bitirdiği  $v$  hızıyla başlayıp sabit  $a$  ivmesiyle hızlanarak  $3v$  hızına kadar ulaşıyor. Bundan sonra sporcu bu sabit hızla hareketine devam ediyor. Bisiklet etabının toplam süresi  $5t$  oluyor. Koşu etabında sporcu koşuya  $3v$  hızıyla başlıyor ve sabit büyüklükte  $a$  ivmesiyle yavaşlayarak hızının  $v$  hızına kadar düşüyor. Daha sonra sporcu bu sabit hızla hareketine devam edip bitiş çizgisine ulaşıyor. Koşu etabının toplam süresi  $4t$  oluyor.

Sporcu toplamda  $24vt$  yol aldığına ve parkur geçişlerinde bir süre kaybı olmadığına göre yüzme, bisiklet ve koşu etaplarının uzunlukları sırasıyla nedir?

- A)  $4vt; 8vt; 12vt$       B)  $5vt; 8vt; 11vt$       C)  $5vt; 10vt; 9vt$       D)  $4vt; 9vt; 11vt$       E)  $5vt; 11vt; 8vt$



3. Yatay düzlemde aynı doğru üzerinde hareket edebilen X ve Y arabaları bulunmaktadır. X arabası K noktasında hareketsizdir. Sabit hızla hareket eden Y arabası K noktasından  $\ell$

uzaklıkta bulunan L noktasından K noktasına doğru geçtiği anda X arabası  $a$  sabit ivmesiyle Y arabasına doğru hareket etmeye başlıyor. İki araba ilk kez yan yana geldiklerinde hız büyüklükleri eşit oluyor. Bu karşılaşmadan hemen sonra X arabası o andaki hızı ile sabit hızla hareketine devam ederken Y arabası ise sürekli olarak sağa doğru bir  $a$  ivme büyüklüğüne sahip olacak şekilde hareketine devam etmektedir.

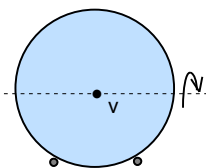
İki araba ikinci kez yan yana geldiklerinde Y arabanın hızı X arabanın hızının kaç katıdır?

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

4. Yeryüzünden  $v_0$  hızıyla eğik olarak atılan bir cismin menzili  $4\ell$  dir. Atış noktasından yatayda  $3\ell$  uzaklıkta bir düşey duvar vardır. Cisim ilk olarak bu duvara çarpıyor. Duvarla çarpışmasında cismin yatay hızın büyüklüğü  $k$  katı oluyor, düşey hız ise değişmiyor. Daha sonra cisim zemine çarpıyor. Zemin çarpışmasında düşey hızın büyüklüğü ilk düşey hızının  $k$  katı oluyor, yatay hız ise değişmiyor. Bundan sonra cisim tekrar yükseliyor ve tam atış noktasına geri dönüyor.

Buna göre  $k$  değeri nedir?

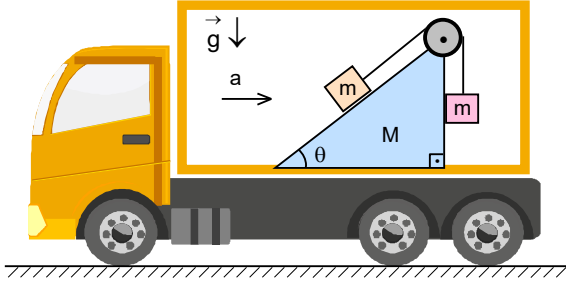
- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{2}{3}$       D)  $\frac{3}{4}$       E)  $\frac{4}{5}$



5. Yarıçapı  $r$  olan bir küre aralarındaki uzaklık kürenin yarıçapı kadar olan iki yatay ray üzerinde kaymadan dönerek sayfa düzleminin içine doğru hareket etmektedir.

Yere göre kürenin kütle merkezinin hızı  $v$  olduğuna göre küre üzerindeki bir noktanın maksimum hızı kaç  $v$  dir?

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



6. Sabit hız ile yatay düzlem üzerinde hareket eden bir kamyonun içinde eğim açısı  $\theta=37^\circ$  olan  $M$  kütleli dik üçgen şeklinde olan sürtünmesiz bir prizma, prizmanın üzerinde makaradan geçen bir sayesinde  $m$  kütleli iki cisim bulunmaktadır. Kamyon  $a$  ivmesiyle yavaşlamaya başladığında ipteki gerilme kuvveti  $T$  oluyor.

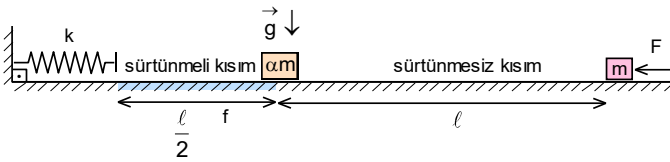
Buna göre ipteki gerilme  $T$  kuvveti nedir?

- A)  $\frac{13}{12}$       B)  $\frac{14}{13}$       C)  $\frac{15}{14}$       D)  $\frac{16}{15}$       E)  $\frac{17}{16}$

7. Basit bir sarkaç ip yatay konuma getirilip serbest bırakılıyor. Sarkacın toplam ivmesi yatay doğrultuda olduğu anda ipteki gerilme kuvveti  $F$  dir. İpin düşeyle belli açı yaptığında ipteki gerilme kuvveti  $\frac{3F}{2}$  oluyor.

Bu durumda ipin düşeyle yaptığı açı kaç derecedir?

- A)  $0^\circ$       B)  $15^\circ$       C)  $30^\circ$       D)  $37^\circ$       E)  $45^\circ$



8. Yatay düzlem üzerinde düşey düzleme tutturulan yay sabiti  $k$  olan bir yay, yayın serbest ucundan başlayan sürtünme katsayısı  $f$  ve uzunluğu  $\frac{\ell}{2}$  olan sürtünmeli bölge, bu bölgenin ucunda kütlesi  $\alpha m$  olan bir cisim ve sürtünmesiz kısmında  $\ell$  uzaklıkta

duran  $m$  kütleli bir cisim şekildeki gibi bulunmaktadır.  $m$  kütleli cisme yatay  $F$  kuvveti sadece  $\alpha m$  kütleli cisme kadar uygulanıyor. İki cisim arasında esnek olmayan çarpışma gerçekleşiyor. Birleşik cisim daha sonra sürtünmeli bölgeyi tamamen geçip, döndükten sonra iki cismin çarpışma noktasında duruyor.

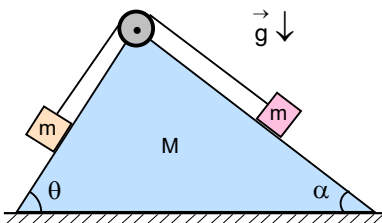
Buna göre  $\alpha$  katsayısı nedir?

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

9. Eğim açısı  $\theta$  ve kütlesi  $2m$  olan dik üçgen şeklindeki sürtünmesiz bir prizma üzerinde  $m$  kütleli noktasal bir cisim bulunmaktadır. Prizma yatay düzleme göre kayabilmektedir. Noktasal cisme eğik düzlem boyunca aşağıya doru prizmaya göre  $u$  hızı veriliyor.

Buna göre hız verildikten cismin yere göre hız büyüklüğünün prizmanın yere göre hız büyüklüğüne oranı nedir?

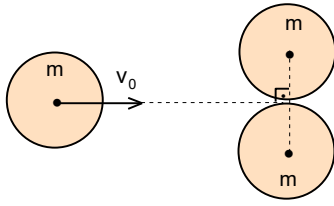
- A)  $\sqrt{1+3\tan^2\theta}$       B)  $\sqrt{4+9\tan^2\theta}$       C)  $\sqrt{4\tan^2\theta+9}$       D)  $\sqrt{4\cos^2\theta+9\sin^2\theta}$       E)  $\sqrt{4\sin^2\theta+9\cos^2\theta}$



10. Yatay düzlemde bulunan eğim açıları  $\theta=53^\circ$  ve  $\alpha=37^\circ$ , kütlesi  $M$  dik üçgen şeklindeki sürtünmesiz olan bir prizma, prizmanın yan yüzeylerinde şekildeki gibi  $m$  kütleli cisimler buluyor. Sistem serbest bırakılıyor.

Buna göre prizmanın ivmesi cisimlerin prizmaya göre ivmesine oranı nedir?

- A)  $\frac{m}{10M+5m}$       B)  $\frac{7m}{5(M+m)}$       C)  $\frac{2m}{5(M+m)}$       D)  $\frac{m}{5M+10m}$       E)  $\frac{7m}{10(M+2m)}$



11. Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan üç özdeş m kütleli diskten birisi  $v_0$  hızı ile şekildeki gibi durgun olan diğer iki diske yaklaşmaktadır. Gelen disk ile duran diskler arasında esnek çarpışma gerçekleşiyor.

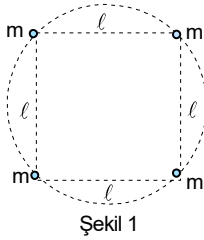
Buna göre gelen diskin çarpışmadan sonraki hızı kaç  $v_0$  dir? (Tüm sürtünmeler ihmal ediliyor.)

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

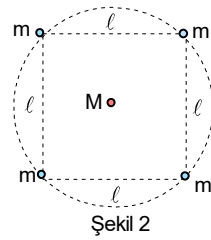
12. Sürtünmesiz yatay düzlemde duran M kütleli olan bir cisme sabit güç veren bir motor bağlıdır. Motor çalıştığı sürece cisme sürekli P gücü aktarır. Bu cisim yol üzerinde durmakta olan özdeş m kütleli küçük cisimlerle art arda tam esnek olmayan merkezi çarpışmalar gerçekleştirmektedir. Her çarpışmadan sonra cisimler yapışarak birlikte hareket etmektedir. Başlangıç anı ile birinci çarpışma arasındaki süre, birinci ve ikinci çarpışma arasındaki süreye eşittir. Birinci çarpışmadan hemen önceki hız  $v_1$ , ikinci çarpışmadan hemen önceki hız  $v_2$  olup aralarındaki oran  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{36}{25}$  tir.

Birinci çarpışmada açığa çıkan ısı  $Q_1$ , ikinci çarpışmada açığa çıkan ısı  $Q_2$  olduğuna göre  $\frac{Q_2}{Q_1}$  oranı nedir?

- A)  $\frac{49}{16}$       B)  $\frac{25}{16}$       C)  $\frac{49}{25}$       D)  $\frac{36}{25}$       E)  $\frac{54}{25}$



Şekil 1

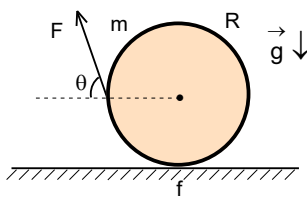


Şekil 2

13. Kenar uzunluğu  $l$  olan karenin köşelerinde Şekil 1 deki gibi bulunan m kütleli dört özdeş cisim karenin merkezi etrafında sabit açısal hızla  $T_1$  dolanım periyodu ile dönmektedir. Aynı sistem Şekil 2 karenin merkezinde bulunan M kütleli olan noktasal cisim etrafında sabit açısal hızla  $T_2$  dolanım periyodu ile dönmektedir.

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}$  olduğuna göre  $\frac{M}{m}$  oranı nedir?

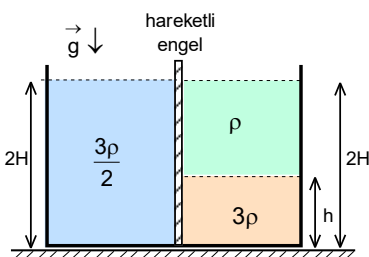
- A)  $\frac{1+\sqrt{2}}{4}$       B)  $\frac{1+\sqrt{2}}{2}$       C)  $\frac{1+3\sqrt{2}}{2}$       D)  $\frac{3+2\sqrt{2}}{2}$       E)  $\frac{1+2\sqrt{2}}{4}$



14. Kütleli m ve yarıçapı R olan bir silindir, sürtünme katsayısı f olan yatay zemin üzerinde bulunmaktadır. Silindire, merkezinden geçen yatay doğrultudaki çapın sol ucuna bağlanmış bir ip F kuvveti ile şekildeki gibi yatayla belli  $\theta$  açısı ile yapacak şekilde çekilerek silindir dengede tutulmaktadır.

Silindir kaymanın tam eşiğinde dengede olduğuna göre F kuvveti kaç mg dir?

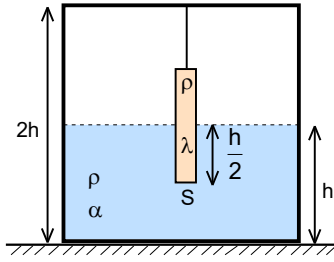
- A)  $\frac{2f}{1+f^2}$       B)  $\frac{f\sqrt{2}}{1+f^2}$       C)  $\frac{f\sqrt{2}}{1+f}$       D)  $\frac{1}{\sqrt{1+f^2}}$       E)  $\frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$



15. Dikdörtgen prizma şeklinde olan bir kaptaki hareketli be renge, engelin sol tarafında yüksekliği  $2H$  ve özkütlesi  $\frac{3\rho}{2}$  olan bir sıvı, engelin sağ tarafında ise yüksekliği  $h$  ve özkütlesi  $3\rho$  olan bir sıvı ve onun üzerinde özkütlesi  $\rho$  olan bir sıvı bulunmaktadır. Engelin sağ tarafında bulunan iki sıvının toplam yüksekliği  $2H$  tir.

Buna göre  $h$  kaç  $H$  tir?

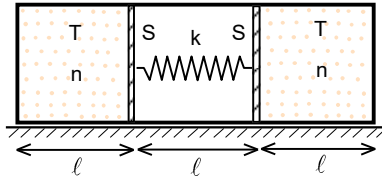
- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{2}{3}$       C)  $\frac{3}{2}$       D)  $\frac{3}{4}$       E) 1



16. Kenar uzunluğu  $2h$  olan, çok ince duvarlı küp biçiminde bir metal kap yarısına kadar özkütlesi  $\rho$  olan sıvı ile doludur. Kapın tavanının tam ortasından, ısıl genişmesi ihmal edilebilen hafif bir ip ile taban alanı  $S$  ( $S \ll h^2$ ), yüksekliği  $h$  ve özkütlesi  $\rho$  homojen olan bir silindirik sıvıda yarısı batmış olacak şekilde asılıdır. Kap ve silindirik yapıldığı metalin boyca genişleme katsayısı  $\lambda = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ , sıvının hacimsel genişleme katsayısı  $\alpha = 7 \cdot 10^{-4} \text{ C}^{-1}$  dir. Tüm sistemin sıcaklığı  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  artırılıyor. Isınma sonunda kap genişliyor, sıvı genişliyor, silindir genişliyor ve ipin boyu değişmiyor.

Buna göre ip gerilmesi ilk duruma göre yaklaşık olarak yüzde kaç değişir?

- A) 0,3                      B) 0,7                      C) 1,1                      D) 1,4                      E) 1,8



17. Kesit alanı  $S$ , toplam uzunluğu  $3l$  olan yatay bir kap, sürtünmesiz ve sızdırmaz iki ağırlıksız pistonla üç eşit bölmeye ayrılmıştır. Sol ve sağ bölmelerde ayrı ayrı  $m$  mol  $T$  sıcaklığında ideal gaz bulunmaktadır. Orta bölme ise başlangıçta boş olup iki piston arasında şekildeki gibi yay sabiti  $k$ , doğal boyu  $2l$  olan bir yay tutturulmuştur. Başlangıçta sistem dengededir. Daha sonra orta bölmeye, mol sayısı  $n_0$  ve sıcaklığı  $T$  olan ideal bir gaz yavaşça ekleniyor. Sistem denge durumuna ulaştığında yayın doğal boyuna ulaştığı gözlemleniyor. Bu durumdan sonra pistonların arasına, ilk yaya paralel olacak şekilde, yay sabiti  $k$  ve doğal uzunluğu  $\frac{l}{2}$  olan ikinci bir yay daha bağlanıyor. Ardından orta bölmedeki gazdan bir miktar yavaşça dışarı alınıyor. Son durumda, tüm bölmelerde gaz basıncının aynı olduğu gözleniyor.

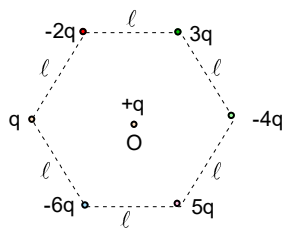
Buna göre orta bölmeden alınan gazın mol sayısı kaç  $n$  dir? (Tüm prosesler izotermaldir. Hook yasası yayın tüm uzamalar için geçerlidir.)

- A)  $\frac{16}{5}$                       B)  $\frac{25}{9}$                       C)  $\frac{20}{9}$                       D)  $\frac{10}{7}$                       E)  $\frac{18}{7}$

18. Isıca yalıtılmış bir kabın içinde gücü  $P$  olan bir ısıtıcı bulunmaktadır. Kabın içine sıcaklığı  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ve kütlesi  $m$  olan  $X$  ile sıcaklığı  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  ve kütlesi  $X$  katısı konulduğu anda ısıtıcı çalıştırılıyor.  $X$  sıvısının öz ısısı  $c$ ,  $X$  katısının öz ısısı  $\frac{c}{2}$ ,  $X$  katısının erime ısısı ise  $L_e = \alpha c$  şeklinde verilmektedir. Sistemin sıcaklığı  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  ye ulaştığında  $X$  katısının yarısı kadar erimekte. Sistem daha sonra bir süre  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  de kalıyor ve sıcaklığın sabit kaldığı bu süre  $t_1$  dir. Tüm  $X$  katısı eridikten sonra sıcaklık  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ye kadar artıyor. Başlangıçtan bu ana kadar geçen toplam süre  $t_2$  dir.

$\frac{t_2}{t_1} = 3$  olduğuna göre  $\alpha$  değeri nedir?

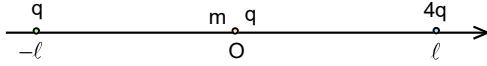
- A) 20                      B) 30                      C) 40                      D) 50                      E) 60



19. Sürtünmesiz yalıtkan düzlem üzerinde kenarı  $l$  olan bir eşkenar altıgenin köşelerinde saat yönünde sırasıyla  $+q$ ,  $-2q$ ,  $3q$ ,  $-4q$ ,  $5q$  ve  $-6q$  olan yükleri ve altıgenin merkezinde yükü  $q$  olan noktasal cisimler şekildeki gibi yerleştiriliyor.

Buna göre altıgenin merkezinde bulunan yüke etki eden kuvvet kaç  $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2}$  dir?

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



20. x ekseninde sabit tutulan yükleri  $q$  ve  $4q$  noktasal iki cisim O başlangıç noktasından sırasıyla koordinatları  $-l$  ve  $l$  olan noktalarda bulunmaktadır. Sadece x ekseninde hareket edebilen ve O noktasında bulunan kütlesi  $m$  ve yükü  $q$  olan noktasal cisim serbest bırakılıyor. Harekete geçen parçacığın hızı maksimum olduğu noktanın O noktasından uzaklığı  $x$ , hızının ilk kez sıfır olduğu nokta O noktasından uzaklığı  $y$  dir.

Buna göre  $\frac{x}{y}$  oranı nedir?

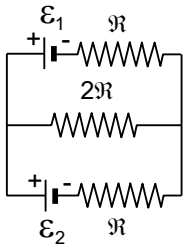
A)  $\frac{6}{17}$

B)  $\frac{4}{11}$

C)  $\frac{2}{7}$

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

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



21. İhmal edilen e.m.k ları sırasıyla  $\mathcal{E}_1=24$  V ve  $\mathcal{E}_2=12$  V olan iki üreteç ve dirençleri  $\mathcal{R}$ ,  $\mathcal{R}$  ve  $2\mathcal{R}$  olan üç rezistans şekildeki gibi bağlıdır. Üreteçlerde açığa çıkan güçler sırasıyla  $P_1$  ve  $P_2$  dir.

Buna göre  $\frac{P_1}{P_2}$  oranı nedir?

A) 2

B) 4

C) 6

D) 8

E) 12

22. Başlangıç O noktası olan xyz üç boyutlu koordinat sistemi  $x=0$  noktasından geçen yz düzlemi uzayı iki bölgeye ayırmaktadır.  $x < 0$  bölgesinde uygulanmış düzgün  $\vec{B}_1 = B\vec{k}$  manyetik alan sayfa düzleminden dışarı doğrudur. Burada  $\vec{k}$  z ekseninde boyunda dışarı doğru olan birim vektördür.  $x > 0$  bölgesinde uygulanmış düzgün  $\vec{B}_2 = 2B\vec{k}$  manyetik alan sayfa düzleminden yine dışarı doğrudur. Yükü  $q$  ve kütlesi  $m$  olan bir parçacık, xy düzleminde O noktasından  $+x$  yönünde  $60^\circ$  lik açı yapacak şekilde  $v$  hızıyla fırlatılıyor. Parçacık önce  $x > 0$  bölgesinde, sonra  $x < 0$  bölgesinde hareket ediyor ve bir süre sonra tekrar y ekseninde hareket ediyor.

Buna göre parçacığın y ekseninde tekrar kestiği noktanın O noktasına olan uzaklığı nedir?

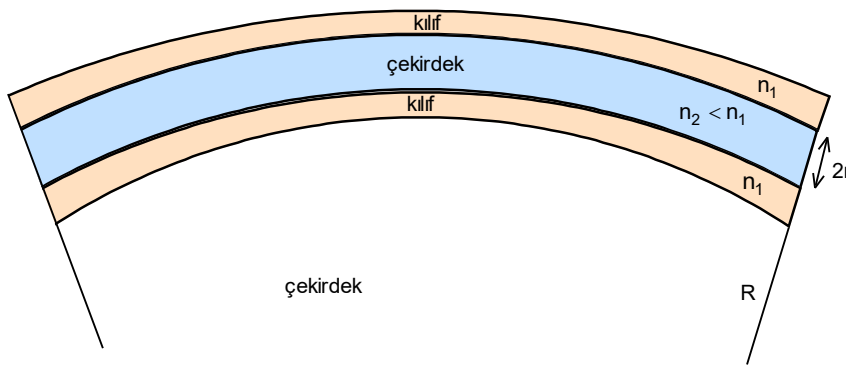
A)  $\frac{mv}{qB}$

B)  $\frac{mv}{2qB}$

C)  $\frac{3mv}{2qB}$

D)  $\frac{2mv}{qB}$

E)  $\frac{5mv}{2qB}$



23. Kırıcılık indisleri sırasıyla  $n_1$  ve  $n_2$  olan ( $n_1 > n_2$ ) çekirdek ve kılıftan oluşan ince bir optik fiber kablonun yarıçapı  $r$  dir. Fiber düzken, çekirdek içinde ilerleyen bir ışın çekirdek eksenine  $\theta$  açısı yapmaktadır ve çekirdek-kılıf sınırında tam yansıma yaparak ilerlemektedir. Şimdi fiber, büyük yarıçaplı bir çember yayı olacak şekilde bükülüyor. Fiber ekseninin eğrilik yarıçapı  $R$  ( $R \gg r$ ) dir. Bükülme nedeniyle, ışının geliş açısı  $\theta$  dan daha az olur. Yaklaşık olarak, dış taraftaki yüzey normali ile ışının yaptığı açı, düz fiber durumuna göre  $\delta \approx \frac{r}{R}$  kadar azalıyor kabul edilsin. Düz fiberde ışının çekirdek-kılıf sınırına geliş açısı ise  $\theta$  olsun.

Bunun sonucunda, bükülmüş fiberde ışığın kaçmaması için eğrilik yarıçapı  $R$  için minimum değer yaklaşık ne olmalıdır?

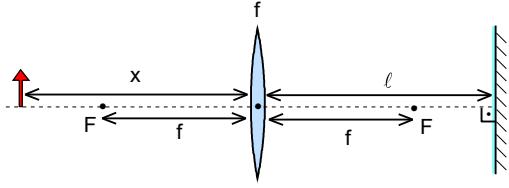
A)  $\frac{2r}{\theta - \arcsin \frac{2n_1}{n_1}}$

B)  $\frac{2r}{\theta - \arccos \frac{2n_1}{n_1}}$

C)  $\frac{2r}{\theta - 2 \arcsin \frac{n_2}{n_1}}$

D)  $\frac{r}{\theta - \arccos \frac{n_2}{n_1}}$

E)  $\frac{r}{\theta - \arcsin \frac{n_2}{n_1}}$



24. Odak uzaklığı  $f$  ince kenarlı mercekten  $x > f$  uzaklıkta bir cisim, merceğin diğer tarafında ise belli  $l$  uzaklıkta merceğin optik eksenine dik olarak düzlem bir ayna şeklindeki gibi yerleştiriliyor. Bu durumda optik sistemde oluşan gerçek görüntüsünün büyütme oranı 2 dir.

Buna göre  $l$  uzaklığı  $f$  ve  $x$  cinsinden nedir?

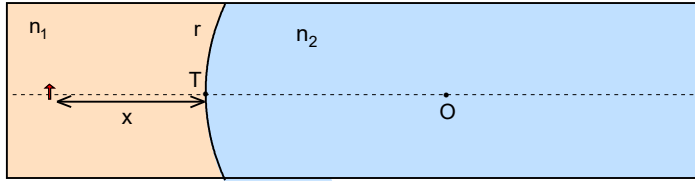
A)  $\frac{fx(3x-2f)}{2(x-f)(2x-f)}$

B)  $\frac{fx(4x-3f)}{2(x-f)(2x-f)}$

C)  $\frac{2fx}{2x-f}$

D)  $\frac{(4x-f)f}{4(x-f)}$

E)  $\frac{fx(2x-f)}{2(x-f)^2}$



25. Kırıcılık indisleri  $n_1$  ve  $n_2$  olan iki saydam ortam arasındaki sınır yarıçapı  $r$ , tepe noktası  $T$  ve geometrik merkezi  $O$  olan küresel yüzey şeklindedir. Bu yüzeyden  $x$  uzaklıkta şekildeki gibi bulunan bir cismin görüntüsü  $O$  noktasından  $r$  uzaklıkta oluşmaktadır.

Buna göre görüntünün büyütme oranı nedir?

A)  $\frac{n_2-2n_1}{n_2}$

B)  $\frac{n_1+n_2}{n_1}$

C)  $\frac{n_1+2n_2}{2n_2}$

D)  $\frac{n_1+n_2}{2n_1}$

E)  $\frac{n_2-n_1}{n_2}$

XXXIV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2026 CEVAPLARI

1. E)

2. E)

3. C)

4. D)

5. E)

6. D)

7. C)

8. A)

9. B)

10. E)

11. D)

12. E)

13. E)

14. C)

15. E)

16. B)

17. E)

18. E)

19. B)

20. E)

21. D)

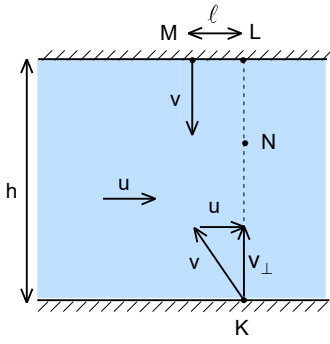
22. B)

23. E)

24. D)

25. A)

XXXIV. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2026-ÇÖZÜMLERİ



1. Birinci yüzücünün hiç sapmadan karşı kıyıya gitme hızı;

$$v_{\perp} = \sqrt{v^2 - u^2}$$

hareket süresi;

$$t = \frac{4h}{v_{\perp}} = \frac{4h}{5\sqrt{v^2 - u^2}}$$

ikinci yüzücünün kıyıya dik olarak hareket etme süresi;

$$t_2 = t - \Delta t$$

bu süre içinde dik yönde aldığı yol;

$$\frac{h}{5} = v(t - \Delta t)$$

yatay yönde aldığı yol;

$$l = \frac{3h}{25} = u(t - \Delta t)$$

ile verilir. Buradan;

$$\frac{h}{5} = \frac{v}{u} \cdot u(t - \Delta t); u = \frac{3v}{5}$$

$$t = \frac{4h}{5\sqrt{v^2 - \left(\frac{3v}{5}\right)^2}} = \frac{h}{v}; \frac{h}{5v} = t - \Delta t = \frac{h}{v} - \Delta t; \Delta t = \frac{h}{v} - \frac{h}{5v} = \frac{4h}{5v}$$

olarak bulunur.

2. Yüzme etabında sporcunun hızlanma süresi;

$$t_{1,1} = \frac{v}{a}$$

sabit hızla hareket süresi;

$$t_{1,2} = 6t - t_{1,1} = 6t - \frac{v}{a}$$

yüzme etabında alınan yol;

$$x_1 = \frac{vt_{1,1}}{2} + vt_{1,2} = \frac{v^2}{2a} + 6vt - \frac{v^2}{a} = 6vt - \frac{v^2}{2a}$$

olur. Bisiklet etabında sporcunun hızlanma süresi;

$$t_{2,1} = \frac{3v - v}{a} = \frac{2v}{a}$$

sabit hızla hareket süresi;

$$t_{2,2} = 5t - t_{2,1} = 5t - \frac{2v}{a}$$

bisiklet etabında alınan yol;

$$x_2 = \frac{(v + 3v)t_{2,1}}{2} + 3vt_{2,2} = \frac{4v^2}{a} + 15vt - \frac{6v^2}{a} = 15vt - \frac{2v^2}{a}$$

olur. Koşu etabında sporcunun yavaşlama süresi;

$$t_{3,1} = \frac{3v - v}{a} = \frac{2v}{a}$$

sabit hızla hareket süresi;

$$t_{3,2} = 4t - t_{3,1} = 4t - \frac{2v}{a}$$

koşu etabında alınan yol;

$$x_3 = \frac{(v + 3v)t_{3,1}}{2} + vt_{3,2} = \frac{4v^2}{a} + 4vt - \frac{2v^2}{a} = 4vt + \frac{2v^2}{a}$$

olur. Buradan;

$$x = x_1 + x_2 + x_3; 24vt = 6vt - \frac{v^2}{2a} + 15vt - \frac{2v^2}{a} + 4vt + \frac{2v^2}{a} = 25t - \frac{v^2}{2a}; vt = \frac{v^2}{2a}; t = \frac{v}{2a}$$

$$x_1 = 6vt - \frac{v^2}{2a} = 6vt - vt = 5vt$$

$$x_2 = 15vt - \frac{2v^2}{a} = 15vt - 2 \cdot 2vt = 11vt$$

$$x_3 = 4vt + \frac{2v^2}{a} = 4vt + 2 \cdot 2vt = 8vt$$

olarak bulunur.

3. Y arabasının hızı  $u$  olsun. X arabasının hareketin başlamasında  $t$  süre sonra aldığı yol;

$$x_1 = \frac{at^2}{2} = \frac{ut}{2}$$

ulaştığı hız;

$$v_1 = u = at$$

aldığı yol;

$$l - x_1 = ut$$

iki arabanın karşılaşınca kadar geçen süre;

$$l - \frac{ut}{2} = ut; t = \frac{2l}{3u}$$

X arabasının aldığı yol;

$$x_1 = \frac{u}{2} \cdot \frac{2l}{3u} = \frac{l}{3}$$

hızı;

$$u = \frac{2al}{3u}; u = \sqrt{\frac{2al}{3}}$$

olur. İkinci yan yana gelme noktası ile  $x=0$  noktasın arasındaki uzaklık X arabası için;

$$x = \frac{l}{3} + u\tau = \frac{l}{3} + \sqrt{\frac{2al}{3}} \cdot \tau$$

Y arabası için;

$$x = \frac{l}{3} - u\tau + \frac{a\tau^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{l}{3} - \sqrt{\frac{2al}{3}} \cdot \tau + \frac{a\tau^2}{2} = \frac{l}{3} + \sqrt{\frac{2al}{3}} \cdot \tau; \frac{a\tau^2}{2} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2al}{3}} \cdot \tau; \tau = 4 \sqrt{\frac{2l}{3a}}$$

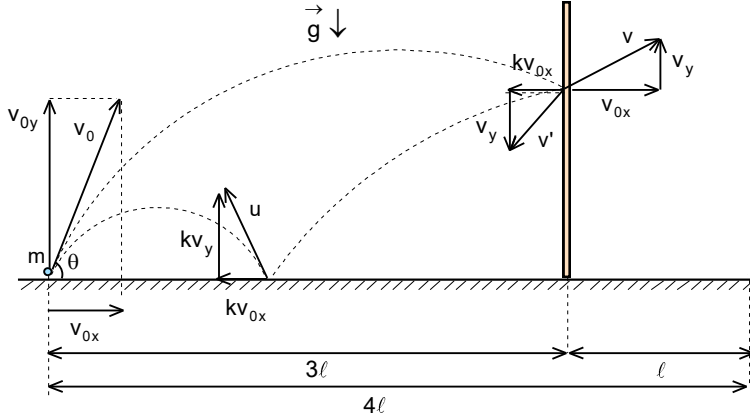
Y arabasının hızı;

$$v_Y = -u + a\tau = -\sqrt{\frac{2al}{3}} + 4a \sqrt{\frac{2l}{3a}} = 3\sqrt{\frac{2al}{3}}$$

aranan oran;

$$\frac{v_Y}{u} = 3$$

olarak bulunur.



$$x_2 = kv_{0x} t_2 = kv_{0x} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4l}{v_{0x}} = kl$$

olur. Cisim yatay düzleme çarpana kadar ilk düşey hızına ulaşıyor. Cisim yatay duvardan sektikten sonra geçen süre için;

$$\tau = \frac{2kv_{0y}}{g} = kt = \frac{k4l}{v_{0x}}$$

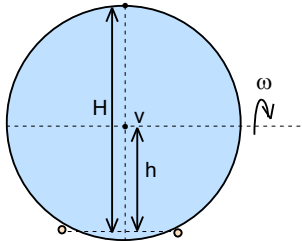
bu süre içinde yatay yönde alınan yol için;

$$3l - x_2 = kv_{0x} \tau$$

yazabiliriz. Buradan;

$$3l - kl = kv_{0x} \tau = kv_{0x} \cdot \frac{k4l}{v_{0x}} = 4k^2 l; 4k^2 + k - 3 = 0; k = \frac{-1 + \sqrt{1 - 4 \cdot 4 \cdot (-3)}}{2 \cdot 4} = \frac{3}{4}$$

olarak bulunur.



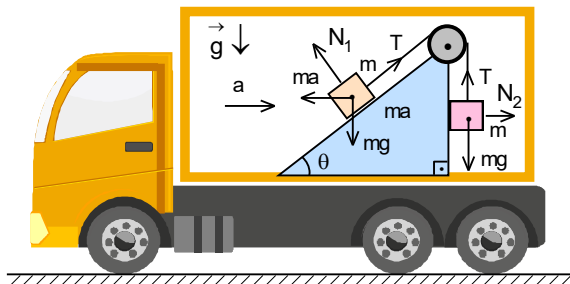
5. Kürenin merkezinin ifadesinden kürenin açısal hızı;

$$v = \omega h = \omega r \sin 60^\circ = \frac{\omega r \sqrt{3}}{2}; \omega = \frac{2v}{r\sqrt{3}}$$

küre üzerindeki maksimum hız;

$$v = \omega H = \omega (r + r \sin 60^\circ) = \frac{2v}{r\sqrt{3}} \left( r + \frac{r\sqrt{3}}{2} \right) = \frac{(3 + 2\sqrt{3})v}{3}$$

olarak bulunur.



arasındaki temasın kesilme şartı;

$$m \cdot 2a \sin 37^\circ = mg \cos 37^\circ; 2a \cdot 0,6 = g \cdot 0,8; a = \frac{2g}{3}$$

olur. Buradan ipteki gerilme kuvveti;

$$T = \frac{2m \left( 2g + \frac{2g}{3} \right)}{5} = \frac{16mg}{15}$$

olarak bulunur.

4. Cismin yatayla atıldığı açı  $\theta$ , ilk hızı  $v_0$ , hız bileşenleri  $v_{0x}$  ve  $v_{0y}$  olsun. Bu durumda duvara çarpışma olmasaydı hareket süresi;

$$t = \frac{4l}{v_{0x}} = \frac{2v_{0y}}{g}$$

duvara kadar olan hareket süresi;

$$t_1 = \frac{3t}{4}$$

geriye kalan süre;

$$t_2 = t - t_1 = t - \frac{3t}{4} = \frac{t}{4}$$

bu süre içinde yatay yönde alınan yol;

6. Cisimlerin prizmaya göre ivmeleri  $a$  olsun. Eğik düzlem üzerindeki cisim için;

$$mg \sin 37^\circ + m a \cos 37^\circ - T = ma'$$

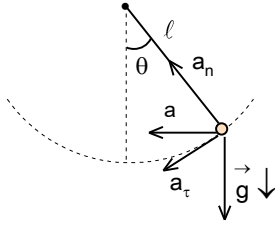
$$T - mg = ma'$$

yazabiliriz. Buradan;

$$0,6mg + 0,8ma - T = T - mg; 2T = 0,8ma + 1,6mg;$$

$$T = 0,8mg + 0,4ma = \frac{2m(2g + a)}{5}$$

olur. Kamyon  $2a$  ivmesiyle yavaşlarsa cisim ile eğik düzlem



7. Hız için;

$$v^2 = 2gh = 2g\ell \cos\theta$$

merkezcil ivme için;

$$a_n = \frac{v^2}{\ell} = 2g \cos\theta$$

teğetsel ivme için;

$$a_t = g \sin\theta$$

olarak yazılabilir. Toplam ivme yatay yönde olduğundan;

$$a_n \cos\theta = a_t \sin\theta$$

yazabiliriz. Buradan;=

$$2g \cos^2 \theta = g \sin^2 \theta; \tan\theta = \sqrt{2}; \cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2 \theta}} = \frac{1}{\sqrt{1+(\sqrt{2})^2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

ipteki gerilme kuvveti;

$$F - mg \cos\theta = \frac{mv^2}{\ell} = 2mg \cos\theta; F = 3mg \cos\theta = mg \sqrt{3}$$

yeni gerilme kuvveti ifadesinden aranan açı;

$$F' = 3mg \cos\alpha = \frac{3F}{2} = \frac{3mg\sqrt{3}}{2}; \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}; \alpha = 30^\circ$$

olarak bulunur.

8. m kütleli cisim çarpışma noktasına kadar kazandığı hızı;

$$F\ell = \frac{mv_0^2}{2}; v_0 = \sqrt{\frac{2F\ell}{m}}$$

bileşik sistemin kazandığı hız;

$$mv_0 = (m + \alpha m)v; v = \frac{v_0}{1 + \alpha}$$

bileşik sistemin kinetik enerjisi;

$$E_{ks} = \frac{m(1 + \alpha)}{2} \left( \frac{v_0}{1 + \alpha} \right)^2 = \frac{mv_0^2}{2(1 + \alpha)} = \frac{F\ell}{1 + \alpha}$$

sürtünmeye karşı yapılan iş;

$$W = f(m + \alpha m)g = fm(+\alpha)g$$

aranan katsayısı;

$$fm(+\alpha)g = \frac{F\ell}{1 + \alpha}; \alpha = \sqrt{\frac{F}{fmg}} - 1$$

olarak bulunur.

9. Momentum korunumu yasası için;

$$2mv + m(v - u \cos \theta) = 0$$

yazabiliriz. Burada v prizmanın hızıdır. Buradan prizmanın hızı;

$$v = \frac{u \cos \theta}{3}$$

cismin yere göre hızı;

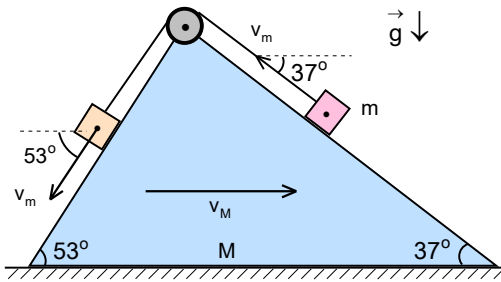
$$u_y = \sqrt{(v - u \cos \theta)^2 + (u \sin \theta)^2} = \sqrt{\left(\frac{u \cos \theta}{3} - u \cos \theta\right)^2 + (u \sin \theta)^2} = \sqrt{\frac{4u^2 \cos^2 \theta}{9} + u^2 \sin^2 \theta} =$$

$$\frac{u \cos \theta}{3} \sqrt{4 + 9 \tan^2 \theta}$$

aranan oran;

$$\frac{v}{v_y} = \sqrt{4 + 9 \tan^2 \theta}$$

olarak bulunur.



10. Belli bir anda prizmanın hızı  $v_M$ , cisimlerin prizmaya göre  $v_m$  hızı ile hareket ettiğini kabul edelim. Bu durumda momentum korunumu yasası için;

$$Mv_M + m(v_M - v_m \cos 53^\circ) + m(v_M - v_m \cos 37^\circ)$$

yazabiliriz. Buradan bu hızlar arasındaki ilişki;

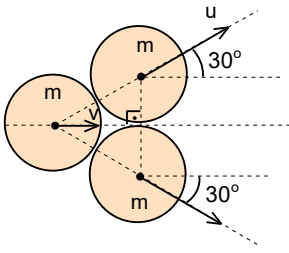
$$(M+2m)v_M = mv_m \cdot 0,8 + mv_m \cdot 0,6 = 1,4mv_m = \frac{7mv_m}{10}$$

$$\frac{v_M}{v_m} = \frac{7m}{10(M+2m)}$$

olur. Aynı bağlantı ivmeler için de geçerlidir.

$$\frac{a_M}{a_m} = \frac{7m}{10(M+2m)}$$

olarak bulunur.



11. Çarpışmada momentum ve enerji korunumu yasaları geçerlidir. Çarpışmadaki simetriyi de göz önünde bulundurursak;

$$mv_0 = mv + 2m u \cos 30^\circ$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + 2 \cdot \frac{mu^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$v_0 = v + u\sqrt{3}; u = \frac{v_0 - v}{\sqrt{3}}$$

$$v_0^2 = v^2 + 2 \cdot \left(\frac{v_0 - v}{\sqrt{3}}\right)^2 = v^2 + 2 \cdot \frac{2(v_0^2 - 2v_0v + v^2)}{3}; 5v_0^2 + 4v_0v - v^2 = 0; v = \frac{-4v_0 + \sqrt{(4v_0)^2 + 4 \cdot 5v_0^2}}{2 \cdot 5} = \frac{v_0}{5}$$

olarak bulunur.

12. Çarpışmalar arası geçen süreler t olsun. İlk çarpışma gerçekleşene kadar M kütleli cismin kazandığı kinetik enerji;

$$Pt = \frac{Mv_1^2}{2}$$

ile verilir. Çarpışmadan sonra oluşan sistemin hızı;

$$Mv_1 = (M+m)u_1; u_1 = \frac{Mv_1}{M+m}$$

açığa çıkan ısı;

$$Q_1 = \frac{Mv_1^2}{2} - \frac{(M+m)u_1^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} - \frac{(M+m)}{2} \left( \frac{Mv_1}{M+m} \right)^2 = \frac{Mv_1^2}{2} - \frac{M^2v_1^2}{2(M+m)} = \frac{Mv_1^2}{2} \left( 1 - \frac{M}{M+m} \right) = \frac{Mmv_1^2}{2(M+m)}$$

olur. Motor bir sonraki çarpışmaya kadar kazandırdığı kinetik enerji;

$$Pt = \frac{(M+m)v_2^2}{2} - \frac{(M+m)u_1^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan oluşan sistemin ikinci çarpışmadan önceki hızı;

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \frac{(M+m)v_2^2}{2} - \frac{(M+m)}{2} \left( \frac{Mv_1}{M+m} \right)^2 = \frac{(M+m)v_2^2}{2} - \frac{M^2v_1^2}{2(M+m)}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} \left( 1 + \frac{M}{M+m} \right) = \frac{M(2M+m)v_2^2}{2(M+m)} = \frac{(M+m)v_2^2}{2}; v_2 = \frac{M(2M+m)v_1}{(M+m)^2}$$

verilen hız oranından M kütleli cismin m kütlesi cinsinden;

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{M(2M+m)}{(M+m)^2} = \frac{36}{25}$$

$$50M^2 + 25Mm = 36M^2 + 72Mm + 36m^2; 14M^2 - 47Mm - 36m^2 = 0; M = \frac{47m + \sqrt{(47m)^2 - 4 \cdot 14 \cdot (-36m^2)}}{2 \cdot 14} = 4m$$

açığa çıkan ısı;

$$Q_1 = \frac{4m \cdot mv_1^2}{2(4m+m)} = \frac{2mv_1^2}{5}$$

olur. Tekrar m kütleli bir cisim ile çarpışma gerçekleşirse oluşan yeni sistemin hızı;

$$(M+m)v_2 = (M+2m)u_2; u_2 = \frac{(M+m)v_2}{M+2m} = \frac{M+m}{M+2m} \frac{M(2M+m)v_1}{(M+m)^2} = \frac{4m+m}{4m+2m} \frac{4m(2.4m+m)v_1}{(4m+m)^2} = \frac{6v_1}{5}$$

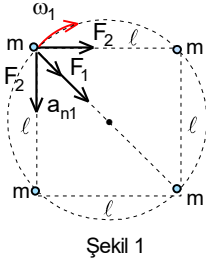
açığa çıkan ısı;

$$Q_2 = \frac{(M+m)v_2^2}{2} - \frac{(M+2m)u_2^2}{2} = \frac{(4m+m)}{2} \left( \frac{36v_1}{25} \right)^2 - \frac{(4m+2m)}{2} \left( \frac{6v_1}{5} \right)^2 = \frac{mv_1^2 (5 \cdot 36^2 - 6 \cdot 6^2 \cdot 25)}{2 \cdot 625} = \frac{108mv_1^2}{125}$$

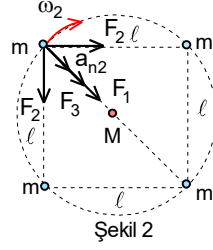
aranan oran;

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\frac{108mv_1^2}{125}}{\frac{2mv_1^2}{5}} = \frac{54}{25}$$

olarak bulunur.



Şekil 1



Şekil 2

13. Karenin kenarları boyunca bulunan cisimler arasında etki eden kuvvet için;

$$F_1 = \frac{\gamma m^2}{\ell^2}$$

köşegen boyunca bulunan cisimler arasında etki eden kuvvet için;

$$F_2 = \frac{\gamma m^2}{(\sqrt{2}\ell)^2} = \frac{\gamma m^2}{2\ell^2}$$

birinci durumda herhangi bir cisme etki eden kuvvet için;

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} + F_2 = m\omega_1^2 \cdot \frac{\ell\sqrt{2}}{2}; \frac{\gamma m^2 \sqrt{2}}{\ell^2} + \frac{\gamma m^2}{2\ell^2} = \frac{4\pi^2 m}{T_1^2} \cdot \frac{\ell\sqrt{2}}{2}$$

yazabiliriz. İkinci durumda M kütleli cisim ile herhangi m kütleli cisim arasındaki kuvvet için;

$$F_3 = \frac{\gamma Mm}{\left(\frac{\ell\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{2\gamma Mm}{\ell^2}$$

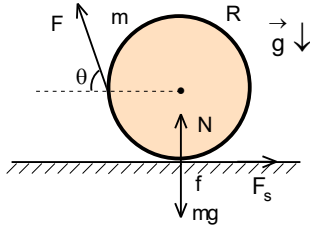
ikinci durumda herhangi bir cisme etki eden kuvvet için;

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} + F_2 + F_3 = m\omega_2^2 \cdot \frac{\ell\sqrt{2}}{2}; \frac{\gamma m^2 \sqrt{2}}{\ell^2} + \frac{\gamma m^2}{2\ell^2} + \frac{2\gamma Mm}{\ell^2} = \frac{4\pi^2 m}{T_2^2} \cdot \frac{\ell\sqrt{2}}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{2M + \frac{m}{2} + m\sqrt{2}}{\frac{m}{2} + m\sqrt{2}} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = 2; 2M + \frac{m}{2} + m\sqrt{2} = m + 2m\sqrt{2}; 2M = \frac{m}{2} + m\sqrt{2} = m(1 + 2\sqrt{2}); \frac{M}{m} = \frac{1 + 2\sqrt{2}}{4}$$

olarak bulunur.



14. Kuvvet dengesi için;

$$F \sin \theta + N = mg$$

$$F \cos \theta = F_s; F_s = fN$$

moment dengesi için;

$$F \sin \theta \cdot R = F_s \cdot R$$

yazabiliriz. Buradan;

$$F \cos \theta = F \sin \theta; \tan \theta = 1; \theta = 45^\circ$$

$$F = \frac{fmg}{\cos \theta + f \sin \theta} = \frac{fmg}{\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{f\sqrt{2}}{2}} = \frac{fmg\sqrt{2}}{1+f}$$

olarak bulunur.

15. Engelin genişliği  $\ell$  olsun. Engelin sol tarafında bulunan sıvının engeli oluşturduğu sıvı basıncı;

$$F_1 = \frac{3\rho}{2} \cdot g \cdot 2H \cdot 2Hb = 3\rho g H^2 b$$

engelin sağa tarafında bulunan sıvıların oluşturduğu sıvı basıncı;

$$F_2 = \frac{0 + \rho g(2H-h)}{2} \cdot (2H-h)b + \frac{\rho g(2H-h) + [\rho g(2H-h) + 3\rho gh]}{2} \cdot hb$$

yazabiliriz. Buradan;

$$3\rho g H^2 b = \frac{0 + \rho g(2H-h)}{2} \cdot (2H-h)b + \frac{\rho g(2H-h) + [\rho g(2H-h) + 3\rho gh]}{2} \cdot hb; 6H^2 = (2H-h)^2 + (4H+h)h$$

$$6H^2 = 4H^2 - 4Hh + h^2 + 4Hh + h^2; 2H^2 = 2h^2; h=H$$

olarak bulunur.

16. Çubuğun kütlesi;

$$m = \rho V = \rho S h$$

ilk durumda ipteki gerilme kuvveti;

$$F = mg - \rho g S \cdot \frac{h}{2} = \rho g S h - \rho g S \cdot \frac{h}{2} = \frac{\rho g S h}{2}$$

olur. Sıcaklık 10 °C artırılırsa kabın hacmi;

$$V_m = 4h^3 (1 + 3\lambda \Delta t^\circ)$$

kabın tabanın alanı;

$$S_{\text{kap}} = 4h^2 (1 + 2\lambda \Delta t^\circ)$$

sıvının yeni yüksekliği;

$$V_s = 4h^3 (1 + \alpha \Delta t^\circ)$$

sıvının yeni özkütlesi;

$$4\rho h^3 = \rho_s \cdot 4h^3 (1 + \alpha \Delta t^\circ); \rho_s = \frac{\rho}{1 + \alpha \Delta t^\circ} \approx \rho(1 - \alpha \Delta t^\circ) = \rho(1 - 7 \cdot 10^{-4} \cdot 10) = 0,993\rho$$

sıvının yeni yüksekliği;

$$h_s = \frac{V_s}{S_{\text{kap}}} = \frac{4h^3 (1 + \alpha \Delta t^\circ)}{4h^2 (1 + 2\lambda \Delta t^\circ)} \approx h(1 + \alpha \Delta t^\circ)(1 - 2\lambda \Delta t^\circ) \approx h[1 + (\alpha - 2\lambda)\Delta t^\circ] =$$
$$= h[1 + (7 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^\circ] = 1,00696h$$

sıvının yükseklik değişimi;

$$\Delta h_s = h_s - h = 1,00696h - h = 0,00696h$$

çubuğun sıvıda batan kısmının boy değişimi;

$$\Delta h_\varphi = \frac{h}{2} \cdot (1 + \lambda \Delta t^\circ) - \frac{h}{2} = \frac{h}{2} (1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^\circ) - \frac{h}{2} = 0,00001h$$

kaldırma kuvvetindeki değişim;

$$\Delta F_A = 0,993\rho g S \cdot 0,00696h + 0,993\rho g S \cdot 0,00001h = 0,01384 \cdot \frac{\rho g S h}{2} \approx \%1,4 F_A$$

olarak bulunur.

17. Yayıdaki kuvvet;

$$F=k(2\ell-\ell)=k\ell$$

sol ve sağ bölmelerdeki ilk basınçlar ifadesinden;

$$P=\frac{F}{S}=\frac{k\ell}{S}=\frac{nRT}{V}=\frac{nRT}{\ell S}; nRT=k\ell^2$$

bağıntısı elde edilir. Orta bölmeye  $n_0$  mol gaz eklenirse sol ve sağ bölmelerin uzunlukları  $\frac{\ell}{2}$  olur. Bu durumda proses izotermal olduğu için bu bölmelerde ve orta bölmelerdeki basınçlar ilk basıncın iki katı olur. Bu durumda ilave edilen mol sayısı;

$$2P=\frac{2nRT}{\ell S}=\frac{n_0RT}{2\ell S}; n_0=4n$$

olur. İkinci yay ilave edilirse bu yayın uyguladığı çekme kuvveti;

$$F_2=k\left(2\ell-\frac{\ell}{2}\right)=\frac{3k\ell}{2}$$

olur. Bu çekme kuvvetin etkisiyle iki piston yaklaşmaya başladığında ilk yay sıkışmaya başlıyor. Bir yayın sıkışma miktarı diğer yayın uzama miktarına eşit olduğunda pistonlar dengelenir. İki piston arasındaki uzaklık L olsun. Bu uzaklık;

$$k(2\ell-L)=k\left(L-\frac{\ell}{2}\right); L=\frac{5\ell}{4}$$

sol ve sağ bölmelerin yeni boyu;

$$h=\frac{3\ell-L}{2}=\frac{3\ell-\frac{5\ell}{4}}{2}=\frac{7\ell}{8}$$

olur. Sol ve orta bölmelerdeki basınçlar için;

$$\frac{nRT}{\frac{7\ell}{8}\cdot S}=\frac{n_sRT}{\frac{5\ell}{4}\cdot S}$$

yazabiliriz. Buradan orta bölmede bulunan mol sayısı;

$$n_s=\frac{10n}{7}$$

orta bölmeden alınan mol sayısı;

$$\Delta n=n_0-n_s=4n-\frac{18n}{7}$$

olarak bulunur.

18. Isıtıcının çalışmasıyla ve X sıvısının sıcaklığı  $0^\circ\text{C}$  ye kadar düşmesiyle açığa çıkan ısı ile ilk olarak X katısının sıcaklığı  $0^\circ\text{C}$  ye kadar artar. Bundan sonra sıcaklığın sabit kalması sadece ısıtıcı katıya ısı vermesiyle açıklanabilir.

Kalan  $\frac{m}{2}$  X katısının eritmek için verilen ısı için;

$$Pt_1=\frac{mL_e}{2}=\frac{m\alpha c}{2}$$

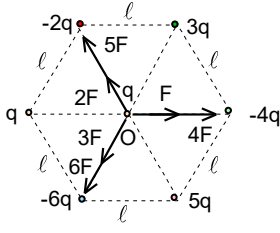
tüm ısınma süreci için;

$$Pt_2+mc\cdot 20^\circ=mc\cdot 20^\circ+m\cdot \frac{c}{2}[0-(-20^\circ)]+mc\cdot 20^\circ+mL_e$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{t_2}{t_1}=\frac{\frac{m\alpha c}{2}}{30mc+m\alpha c}=3; \frac{\alpha c}{2}=30c+\alpha c; \alpha=60c$$

olarak bulunur.



19. Şeklin geometrisinden aranan kuvvet

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2}$$

$$F_{net} = \sqrt{(9F \cos 60^\circ + 7F \cos 60^\circ - 5F)^2 + (9F \sin 60^\circ - 7F \sin 60^\circ)^2} =$$

$$= \sqrt{(16F \cdot 0,5 - 5F)^2 + \left(2F \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \sqrt{9F^2 + 3F^2} = 2\sqrt{3} F$$

olarak bulunur.

20. Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olana kadar bu cisim hızlanır. Hızın maksimum olduğu noktanın O noktasına olan uzaklık;

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

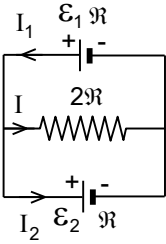
olur. Hızının sıfır olduğu noktanın O noktasına olan uzaklık;

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell} + \frac{4q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (\ell - y)} + \frac{4q^2}{4\pi\epsilon_0 (\ell + x)}; \frac{5}{\ell} = \frac{1}{\ell - y} + \frac{4}{\ell + y}; \frac{5}{\ell} = \frac{5\ell - 3y}{\ell^2 - y^2}; 5\ell^2 - 5y^2 = 5\ell^2 - 3\ell y; y = \frac{3\ell}{5}$$

aranan oran;

$$\frac{x}{y} = \frac{5}{9}$$

olarak bulunur.



21. Her kapalı devre için;

$$\mathcal{E}_1 = I_1 R + I \cdot 2R$$

$$\mathcal{E}_2 = -I_2 R + I \cdot 2R$$

rezistanstan akan akım için;

$$I = I_1 + I_2$$

yazabiliriz. Buradan;

$$24 = I_1 R + 2I_1 R - 2I_2 R = 3I_1 R - 2I_2 R$$

$$12 = -I_2 R + 2I_1 R - 2I_2 R = 2I_1 R - 3I_2 R$$

$$3I_1 R - 2I_2 R = 4I_1 R - 6I_2 R; I_1 = 4I_2$$

üreteçlerin açığa çıkardıkları güçler;

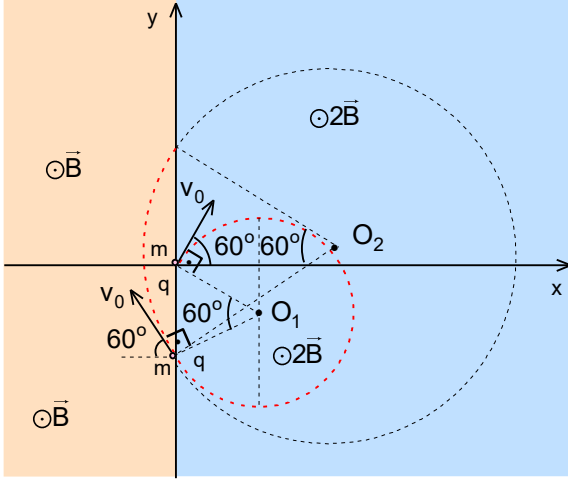
$$P_1 = \mathcal{E}_1 I_1 = 24 \cdot 4I_2 = 96I_2$$

$$P_2 = \mathcal{E}_2 I_2 = 12I_2$$

aranan oran;

$$\frac{P_1}{P_2} = 8$$

olarak bulunur.



22. B manyetik alan içinde m kütleli ve q yüklü bir parçacığı çizdiği çembersel yörüngenin yarıçapı;

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

ile verilir.  $x > 0$  bölgede çemberin yarıçapı;

$$r_1 = \frac{mv}{2qB}$$

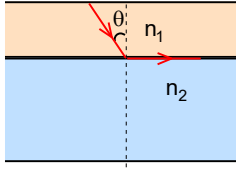
$x < 0$  bölgede çemberin yarıçapı;

$$r_2 = \frac{mv}{qB}$$

olur. Şeklin geometrisinden  $x > 0$  bölgesinden  $x < 0$  bölgesine geçiş noktası x ekseninden  $r_1$  uzaklıktadır.  $x < 0$  bölgesinden  $x > 0$  bölgesine geçiş noktası ilk geçiş noktasından  $r_2$  uzaklıktadır. Aranan uzaklık;

$$y = r_2 - r_1 = \frac{mv}{qB} - \frac{mv}{2qB} = \frac{mv}{2qB}$$

olarak bulunur.



23. Kırılma yasasından;

$$\frac{\sin\theta}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}; \sin\theta = \frac{n_2}{n_1}; \theta = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

açı değişirse;

$$\theta - \delta = \theta - \frac{r}{R} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$R = \frac{r}{\theta - \arcsin \frac{n_2}{n_1}}$$

olarak bulunur.

24. Mercekte oluşan gerçek görüntü mercekten;

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

uzaklıkta, bu görüntünün büyütme oranı;

$$k_1 = \frac{b_1}{x} = \frac{f}{x-f}$$

dır. Optik sistemde gerçek görüntü oluşabilmesi için mercekte oluşan görüntü düzlem aynanın arkasında oluşmalıdır. Düzlem aynada oluşan görüntü bu aynadan;

$$b_2 = b_1 - \ell$$

düzlem aynadaki büyütme oranı 1 dir. Bu görüntünün merceğe olan uzaklık;

$$a_3 = \ell - b_2 = \ell - (b_1 - \ell) = 2\ell - b_1 = 2\ell - \frac{fx}{x-f}$$

mercekte oluşan görüntü için;

$$\frac{1}{a_3} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f} - \frac{1}{a_3}; b_3 = \frac{a_3 f}{a_3 - f}$$

bu görüntünün büyütme oranı;

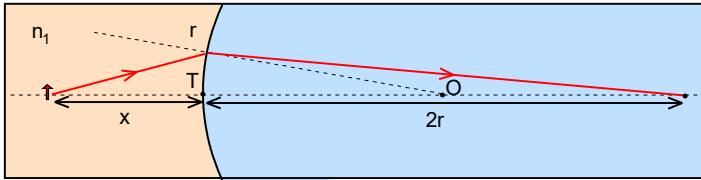
$$k_3 = \frac{b_3}{a_3} = \frac{f}{a_3 - f}$$

optik sistemdeki toplam büyütme oranı;

$$k = k_1 k_2 k_3 = \frac{f}{x-f} \cdot \frac{f}{a_3 - f} = 2; 2a_3 - 2f = \frac{f^2}{x-f}; 2a_3 = 2f + \frac{f^2}{x-f} = \frac{2fx - f^2}{x-f}$$

$$4\ell - \frac{2fx}{x-f} = \frac{2fx - f^2}{x-f}; \ell = \frac{(4x - f)f}{4(x-f)}$$

olarak bulunur.



25. Kırılma yüzeyi için;

$$\frac{n_1}{x} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

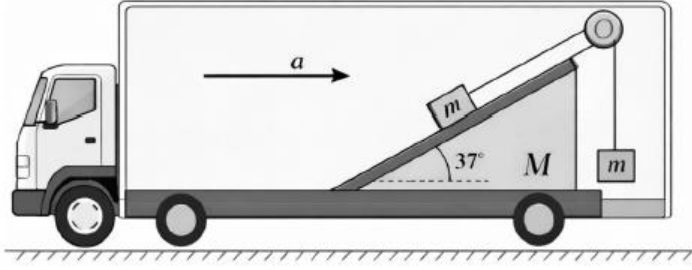
yazabiliriz. Oluşan görüntü için cismin tepe noktasından olan uzaklığı;

$$\frac{n_1}{x} + \frac{n_2}{2r} = \frac{n_2 - n_1}{r}; \frac{n_1}{x} = \frac{n_1}{x} = \frac{n_2 - n_1}{r} - \frac{n_2}{2r} = \frac{n_2 - 2n_1}{2r}; x = \frac{2n_1 r}{n_2 - 2n_1}$$

büyütme oranı;

$$k = \frac{b}{x} = \frac{2r}{\frac{1}{n_1} \frac{2n_1 r}{n_2 - 2n_1}} = \frac{n_2 - 2n_1}{n_2}$$

olarak bulunur.



**Not:** Sabitlenmiş prizmanın  $M$  kütlelerini vermek gereksiz. Sarkan  $m$  kütleli cisim ivmeli hareket başladığında bu şekilde dengede duramaz. Bu anlık bir durum ise prizmaya çarpar. Her ne kadar açı küçük ise ve  $T \cos \alpha \approx T$  ise bu yöntem sadece esnek olmayan çarpışma için geçerlidir. Esnek çarpışmada sarkan cisim titreşim hareketi yapar ve bu gerilme kuvveti sabit değerde olamaz.

Kamyonun içindeki gözlemciye (ivmeli referans çerçevesine) göre kamyonun içindeki tüm cisimlere sola doğru bir eylemsizlik kuvveti ( $F_{ey} = ma$ ) etki eder. Düşeyde sarkan  $m$  kütleli cisimi ele alalım. Bu cisim sola doğru olan eylemsizlik kuvveti nedeniyle düşey kalmaz.

1. Bu kütle, eğik düzlemin dik kenarına olan mesafesi eğer yeterince büyük ise bu durumda kütle, denge konumu makaranın sağından teğet geçen düşey doğrultunun sol tarafına kaymış ve eğik düzlem üzerindeki cismin de hareketine bağlı olarak denge konumunun düşey doğrultuya olan mesafesi sürekli olarak değişen bir salınım yapacaktır.

2. Eğer eğik düzlemin dik kenarına olan mesafe az ise, cisim gidip o duvara çarpar ve duvardan bir normal kuvveti ( $N$ ) etki etmeye başlar. Bu durumda 1. senaryoya bir de 2. senaryoyu dahil etmemiz gerekir.

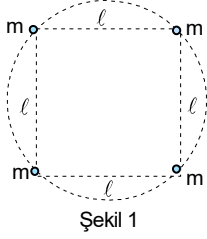
İpteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü ve yönü değişeceği için, sorunun klasik (yazarın kafasındaki) çözümü tamamen çöker.

Eğik düzlem üzerindeki  $m$  kütleli cisimi ele alalım:

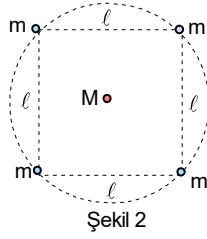
Düşeydeki cisim sağa sola salındıkça, merkezci kuvvetten ve açının sürekli değişmesinden dolayı ipteki gerilme kuvveti ( $T$ ) zamanla sürekli değişir. İp gerilmesi sabit kalmayıp salınım periyoduna bağlı olarak dalgalandığı için, eğik düzlem üzerindeki kütleyle etki eden net kuvvet de sürekli değişir. Bu durum, eğik düzlemdeki cismin ivmesinin de sürekli değişmesine (değişken ivmeli hareket yapmasına) neden olur. Eğik düzlemdeki cisim aşağı veya yukarı kaydıkça, sarkacın ip boyu sabit kalmaz; sürekli uzar veya kısalır.

Sonuç olarak karşımızda "İp boyu değişken, ivmeli referans çerçevesinde çalışan ve başka bir kütleyle bağlı bir sarkaç" problemi var. Bu sistem, analitik çözümü neredeyse imkânsız olan, diferansiyel denklemleri birbirine girmiş doğrusal olmayan ve son derece kaotik bir salınım üretir.

Peki şimdi bu soru için itiraz edenler olursa TÜBİTAK sorunun cevabını "a) Hiçbiri" olarak düzeltecek mi yoksa soruyu iptal edecek mi?



Şekil 1



Şekil 2

13. Kenar uzunluğu  $l$  olan karenin köşelerinin Şekil 1 deki gibi bulunan  $m$  kütleli dört özdeş cisim karenin merkezi etrafında sabit açısal hızla  $T_1$  dolanım periyodu ile dönmektedir. Aynı sistem Şekil 2 karenin merkezinde bulunan  $M$  kütleli olan noktasal cisim etrafında sabit sabit açısal hızla  $T_2$  dolanım periyodu ile dönmektedir.

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}$  olduğuna göre  $\frac{M}{m}$  oranı nedir?

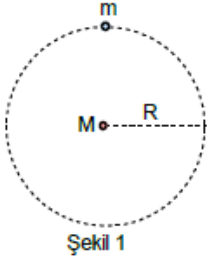
A)  $\frac{1+\sqrt{2}}{4}$

B)  $\frac{1+\sqrt{2}}{2}$

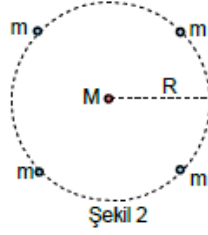
C)  $\frac{1+3\sqrt{2}}{2}$

D)  $\frac{3+2\sqrt{2}}{2}$

E)  $\frac{1+2\sqrt{2}}{4}$



Şekil 1



Şekil 2

12.  $M$  kütleli bir gezegeninin etrafında  $R$  yarıçaplı çembersel yörüngede dolanmakta olan  $m$  kütleli uydunun dolanma periyodu  $T_1$  dir. Bu gezegenin etrafına, aynı  $R$  yarıçaplı çembersel yörüngeye 4 tane  $m$  kütleli uyduları yerleştiriliyor. Aralarındaki mesafenin eşit olduğunu ve hep aynı büyüklükte kaldığını kabul ettiğimiz bu uyduların dolanma periyotları ise  $T_2$  olup  $\frac{T_1}{T_2} = 2\sqrt{2}$  olarak veriliyor.

Buna göre,  $\frac{m}{M}$  oranı nedir?

A)  $2\sqrt{2} - 1$

B)  $2(2\sqrt{2} + 1)$

C)  $2\sqrt{2} + 1$

D)  $4(2\sqrt{2} - 1)$

E)  $4(2\sqrt{2} + 1)$

**Not:** Bu soru 2022 Birinci aşama sorusu olarak sorulmuştur. Neredeyse aynı soru, çok şık olmamış.

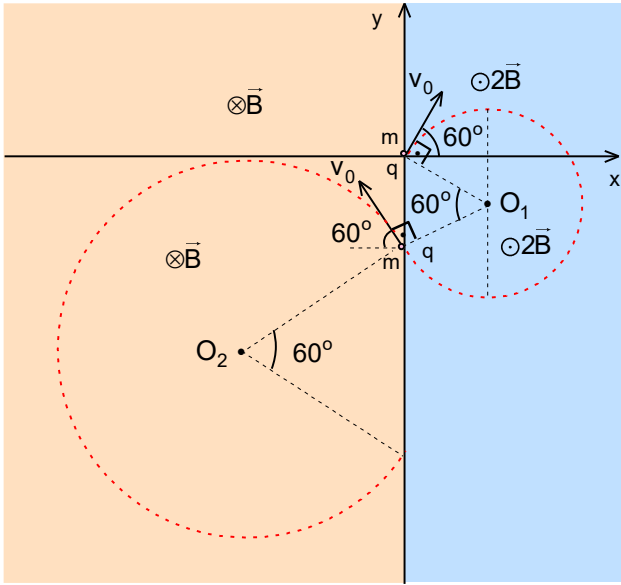
**Not:** Bu sorunun kitapçıkta verilen cevabı bulmak için  $x < 0$  bölgesindeki manyetik alanı yönü ters olarak verilmelidir.

**22.** Başlangıç O noktası olan xyz üç boyutlu koordinat sistemi  $x=0$  noktasından geçen yz düzlemi uzayı iki bölgeye ayırmaktadır.  $x < 0$  bölgesinde uygulanmış düzgün  $\vec{B}_1 = -B\vec{k}$  manyetik alan sayfa düzleminde dışarı doğrudur. Burada  $\vec{k}$  z eksenini boyuncaya dışarı doğru olan birim vektördür.  $x > 0$  bölgesinde uygulanmış düzgün  $\vec{B}_2 = 2B\vec{k}$  manyetik alan sayfa düzleminde yine dışarı doğrudur. Yükü q ve kütlesi m olan bir parçacık, xy düzleminde O noktasından +x yönü ile  $60^\circ$  lik açı yapacak şekilde v hızıyla fırlatılıyor. Parçacık önce  $x > 0$  bölgesinde, sonra  $x < 0$  bölgesinde hareket ediyor ve bir süre sonra tekrar y eksenini üzerinden geçiyor.

**Buna göre parçacığın y eksenini tekrar kestiği noktanın O noktasına olan uzaklığı nedir?**

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

C)



**22.** B manyetik alan içinde m kütleli ve q yüklü bir parçacığı çizdiği çembersel yörüngesinin yarıçapı;

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

ile verilir.  $x > 0$  bölgede çemberin yarıçapı;

$$r_1 = \frac{mv}{2qB}$$

$x < 0$  bölgede çemberin yarıçapı;

$$r_2 = \frac{mv}{qB}$$

olur. Şeklin geometrisinden  $x > 0$  bölgesinden  $x < 0$  bölgesine geçiş noktası x ekseninden  $r_1$  uzaklıktadır.  $x < 0$  bölgesinden  $x > 0$  bölgesine geçiş noktası ilk geçiş noktasından  $r_2$  uzaklıktadır. Aranan uzaklık;

$$y = r_1 + r_2 = \frac{mv}{qB} + \frac{mv}{2qB} = \frac{3mv}{2qB}$$

olarak bulunur.