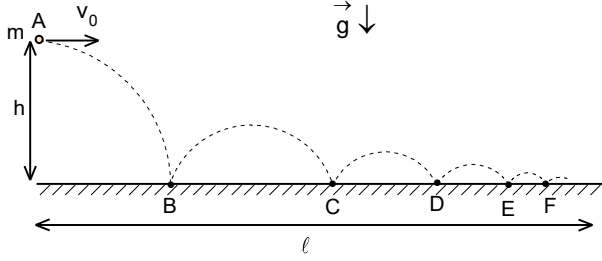


XXXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2024

1. Bir musluğun ucundan hep sabit zaman aralıklarıyla aynı boyutta su damlaları aşağı damlamaktadır. Musluktan çıkan ilk damla tam zemine çarptığı anda musluktan 6.damla çıkmaktadır. Musluk ile zemin arasındaki mesafe ℓ dir.

Buna göre ilk damla tam zemine çarptığı anda ilk 5 damlanın aldıkları yolların toplam uzunluğu kaç ℓ dir?

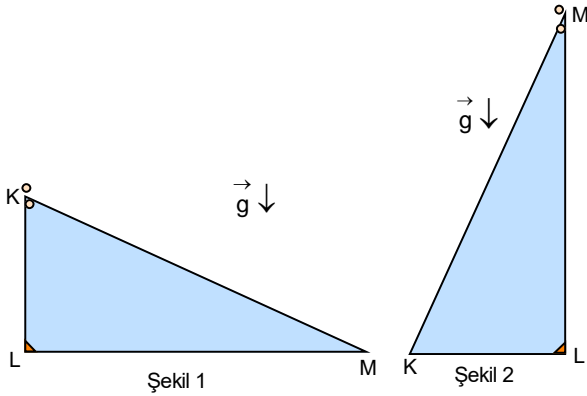
- A) $\frac{9}{5}$ B) $\frac{7}{5}$ C) $\frac{8}{5}$ D) $\frac{13}{5}$ E) $\frac{11}{5}$



2. A noktasından v_0 yatay hızıyla atılan bir top zemin ile her çarpışmasından sonra düşey hızı çarpışmadan önceki hızının n ($n < 1$) katı oluyor. Bu top bir süre sonra şekildeki gibi zıplamaz hale gelecektir ve bu süre içerisinde yatayda toplamda ℓ kadar yol alır.

ℓ mesafesinin, topun zemine sırasıyla ilk ve ikinci çarpışması arasında aldığı BC mesafesine oranı 3 ise n aşağıdakilerden hangisi olabilir? (Sürtünmeler ihmal ediliyor.)

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



3. Yatay düzlemde Şekil 1 deki gibi bulunan dik üçgen prizmanın K noktasından serbest bırakılan bir cisim KM yolunu t sürede alıyor. Aynı cisim prizmanın yan yüzeyi boyunca K noktasından bırakılıp serbest düşme yapmaktadır. Cisim eğik prizmanın tabanının L noktasında bulunan çok küçük bir engelle esnek olarak çarpıp yatay olarak hareket ederek prizmanın tabanının M noktasına toplam t süre sonra ulaşılıyor. Bundan sonra prizma L köşesinin etrafında 90° lik açığa Şekil 2 deki gibi döndürüldükten sonra cisim M noktasından tarif edilen iki farklı şekilde serbest bırakılıyor. Cismin MK boyunca hareket süresi t_1 , cismin ML ve sonra da LK boyunca hareket süresi toplam t_2 dir.

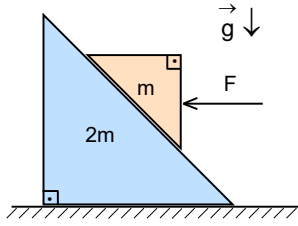
Buna göre $\frac{t_1}{t_2}$ oranı nedir? (Sürtünmeler ihmal ediliyor.)

- A) $\frac{8}{9}$ B) $\frac{9}{10}$ C) $\frac{10}{11}$ D) $\frac{11}{12}$ E) $\frac{7}{8}$

4. Kütleli 4 kg olan bir cisim yatay zemin üzerinde hareket etmektedir. Hareketsiz duran 1 kg kütleli bir cisimden tam 5 m uzaktayken 5 m/s lik bir hızla hareket eden bu 4 kg lık cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,2 dir. Bir süre sonra bu iki cisim merkezi ve esnek olarak çarpışmaktadır. Çarpışma sonrasında 1 kg lık cismin durana kadar aldığı yol 4 kg lık cismin çarpışma sonrasında durana kadar aldığı yolun 4 katıdır.

Buna göre 1 kg lık cisim ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı nedir? (Yerçekimi ivmesi veriliyor.)

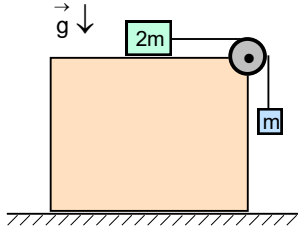
- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{12}{25}$ C) $\frac{16}{35}$ D) $\frac{16}{45}$ E) $\frac{4}{15}$



5. Sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerinde bulunan 2m kütleli ikizkenar dik üçgen prizmanın hemen üzerine m kütleli başka bir ikizkenar dik üçgen prizma şeklindeki gibi konuyor. Üstteki küçük prizmaya yatay yönde $F=3mg$ kuvveti uygulandığında m kütleli 2m kütleli prizmaya göre hareketsiz kalıyor.

Buna göre iki prizma arasındaki sürtünme kuvvetinin büyüklüğü kaç mg dir?

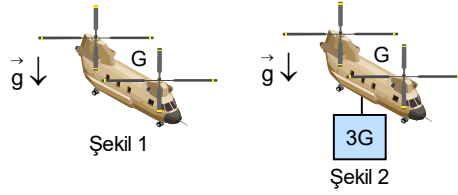
- A) $\frac{1}{4\sqrt{2}}$ B) $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ C) $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{4}$



6. Şekildeki sürtünmesiz düzende sistemdeki m ve 2m kütleli cisimler bir ip ve makara yardımıyla birbirine bağlıdır. 2m kütleli cismin altındaki masa a ivmesiyle düşey yukarıya doğru hızlanarak ivmelendiğinde ip gerilmesi T oluyor. Eğer masa yatay sol tarafa doğru aynı a ivmesiyle hızlansaydı ip gerilmesi $\frac{2T}{7}$ oluyor.

Buna göre $\frac{a}{g}$ oranı nedir?

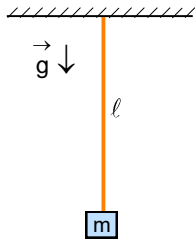
- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3



7. Havada Şekil 1 deki gibi asılı olarak duran G ağırlığındaki bir helikopterin motorunun sarf ettiği güç P dir.

Aynı helikopter Şekil 2 deki gibi 3G yük ile asılı olarak kalabilmesi için helikopterin motorunun sarf ettiği güç kaç P olmalıdır?

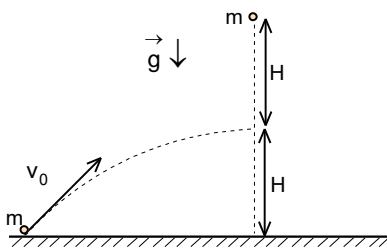
- A) 32 B) 16 C) 8 D) 4 E) 2



8. Tavana asılı ağırlığı ihmal edilen ve uzunluğu ℓ olan esnek ipin ucuna m kütleli bir cisim asıldığında ipin uzunluğu $\frac{5\ell}{4}$ oluyor. Lastiğin ucundaki bu kütleyi lastiğin toplam boyu ℓ_1 olacak şekilde aşağıya çekip serbest bırakıyoruz ve bu kütle tavana tam sıfır hızla dokunabiliyor.

Eğer bu kütleyi lastiğin toplam boyu $\frac{5\ell_1}{4}$ olacak şekilde aşağıya çekip bıraksaydık tavana hangi hızla çarpardı?

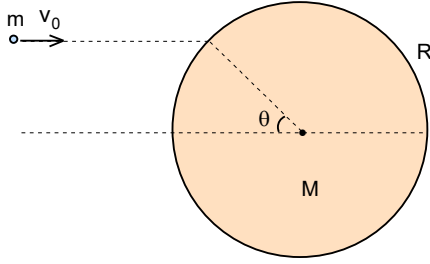
- A) $\sqrt{3\ell g}$ B) $2\sqrt{3\ell g}$ C) $2\sqrt{2\ell g}$ D) $2\sqrt{\ell g}$ E) $3\sqrt{6\ell g}$



9. Yatayla $\theta=45^\circ$ lik açı yapacak şekilde v_0 hızıyla fırlatılan m kütleli bir cisim tam maksimum yüksekliğe çıkmış iken yukarıdan düşmekte olan diğer bir m kütleli ile inelastik bir şekilde çarpışıp yapışmaktadır. Yukarıdan düşen kütle yerden 2H yükseklikten serbest bırakılmıştır.

Oluşan sistem çarpıştıktan sonra yatayda kaç H yol aldıktan sonra zemine çarparlar?

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



10. Yatay bir düzlem üzerinde hareketsiz duran $M=4m$ kütleli çok ince bir diske m kütleli başka küçük bir cisim v_0 hızıyla gelip esnek olarak çarpmaktadır. m kütleli cismin hız doğrultusu, diskin merkezinden geçen eksene paralel olup diske çarptığı noktası ise bu eksen ile $\theta=45^\circ$ lik açı yapmaktadır.

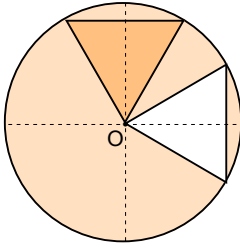
Çarpışmadan hemen sonra cismin hız büyüklüğünün diskin hız büyüklüğüne oranı nedir? (Sürtünmeler ihmal ediliyor.)

- A) $\sqrt{\frac{15}{4}}$ B) $\sqrt{\frac{11}{3}}$ C) $\sqrt{\frac{17}{2}}$ D) $\sqrt{\frac{10}{3}}$ E) $\sqrt{\frac{13}{5}}$

11. M kütleli, R yarıçaplı küresel ve homojen iki gezegen boş bir uzay bölgesinde ortak kütle merkezi etrafında dönmektedir. Gezegenlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklık $8R$ dir. Bu gezegenlerden birinin diğerine en yakın noktasından diğerine doğru m kütleli bir uydu fırlatılacaktır. Bu uydunun diğer gezegene ulaşabilmesi için fırlatılması gereken minimum hız büyüklüğü v_0 dir. Uygu gönderilirken yanlışlıkla $2v_0$ hızıyla fırlatılıyor.

Buna göre uydunun diğer gezegene çarpma hızı nedir? (Evrensel çekim sabiti γ olarak veriliyor.)

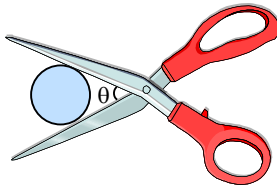
- A) $6\sqrt{\frac{\gamma M}{7R}}$ B) $3\sqrt{\frac{\gamma M}{7R}}$ C) $6\sqrt{\frac{\gamma M}{8R}}$ D) $3\sqrt{\frac{\gamma M}{8R}}$ E) $\sqrt{\frac{\gamma M}{8R}}$



12. R yarıçaplı daireden bir köşesi O merkezinde diğer köşeleri dairenin kenarı üzerinde olacak şekilde bir eşkenar üçgen levha kesilip ilk konumuna göre 90° lik açıya şekildeki gibi döndürülerek daire üzerine yapıştırılıyor.

Bu işlem sonrasında kütle merkezi kaç R yer değiştirir? ($\pi=3$)

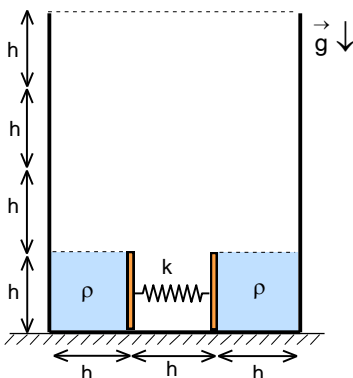
- A) $\sqrt{\frac{74-\sqrt{3}}{36}}$ B) $\sqrt{\frac{34-\sqrt{3}}{72}}$ C) $\sqrt{\frac{126+\sqrt{3}}{34}}$ D) $\frac{\sqrt{3}}{8}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{12}$



13. Yer çekimsiz bir ortamda bir makasın kolları arasında küçük bir küresel top konuluyor. Makasın menteşeli olan noktasına çok yakın konulan bu topu makasla kesmeye çalışırken topun kaymaya başladığı ve menteşe noktasından uzaklaştığı fark ediliyor. Bir noktaya kadar kayan bu top makasın kolları arasındaki açı θ olduğu anda duruyor.

Topun makasın kolları ile olan kinetik ve statik sürtünme katsayıları eşit ve iki kol için de aynı olduğuna göre bu sürtünme katsayısının değeri nedir?

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



14. Aşağıdaki şekilde $3h$ ve $4h$ uzunluğundaki boyutları görünen kabın diğer boyutu ise h uzunluğundadır. Bu kabın içerisine sürtünmesiz olarak hareket edebilen iki piston yerleştiriliyor ve pistonlar arasında yay sabitli k olan bir yay şekildeki gibi yerleştiriliyor. Pistonların sağ ve sollarında özkütlesi ρ ve yüksekliği h olan sıvılar bulunmaktadır. Bu durumda pistonlar dengededir. Pistonlar arasına 7 tane daha ilkiyle özdeş yay birbirlerine paralel şekilde bağlandığında pistonlar arasındaki mesafe $2h$ oluyor.

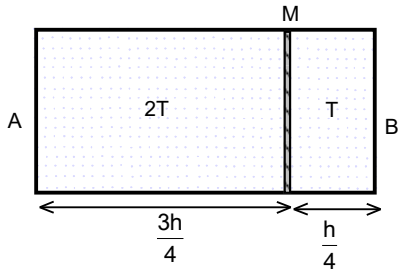
Buna göre yayın uzamamış boyu kaç h tır?

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

15. m kütleli -20°C sıcaklığındaki bir buz kütlesi içinde 2m kütleli 60°C sıcaklığında su bulunan bir kaba atılıyor ve ısı dengeye ulaşması bekleniyor. Aynı zamanda 2m kütleli -10°C sıcaklığındaki başka bir buz kütlesi ise içinde 4m kütleli 50°C sıcaklığında su bulunan başka bir kaba atılıyor ve ısı dengeye ulaşması bekleniyor. Bu iki kaptaki tüm sıvılar daha büyük başka bir kaba aktarılıp ısı dengeye ulaşması bekleniyor.

Son durumda denge sıcaklığı kaç $^{\circ}\text{C}$ olur?

- A) $\frac{18}{7}$ B) $\frac{15}{4}$ C) $\frac{13}{6}$ D) $\frac{16}{5}$ E) $\frac{20}{3}$



16. Yatay konumda h uzunluğundaki ısıya yalıtılmış silindirik bir kabın içerisinde sürtünmesiz olarak hareket edebilen gaz sızdırmaz, ısıyı iletebilen M kütleli bir piston bulunmaktadır. Pistonun solunda sıcaklığı 2T olan gaz, solunda ise T sıcaklığında aynı gaz vardır. Bu durumda vardır piston şekildeki gibi kabi 3:1 oranında bölmektedir. Kabın sol yüzey A, sağ yüzey B olarak isimlendirilmiştir. Kap A yüzeyi alta gelecek şekilde düşey konumuna getirilirse piston silindirin ortasında bulunmaktadır.

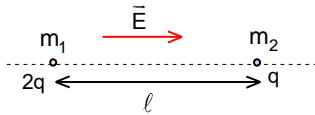
Eğer pistonun kütlesi M değil de 2M olsaydı piston tabandan kaç h yükseklikte dengelenir?

- A) $\frac{3-\sqrt{5}}{4}$ B) $\frac{4-\sqrt{15}}{4}$ C) $\frac{3-\sqrt{3}}{4}$ D) $\frac{4-\sqrt{5}}{4}$ E) $\frac{4-\sqrt{3}}{4}$

17. A noktasında sabit duran r yarıçaplı q yüklü m kütleli iletken küre ile B noktasında duran $-3q$ yüklü m kütleli r yarıçaplı iletken diğer kürenin merkezleri arasındaki mesafe 6r dir. B noktasındaki küre serbest bırakılıyor ve A noktasındaki küreye v_0 hız büyüklüğü ile esnek olarak çarpıyor.

Geri seken bu küre tekrardan merkezleri arası 6r olacak uzaklığa geldiği anda hız büyüklüğü kaç v_0 olur?

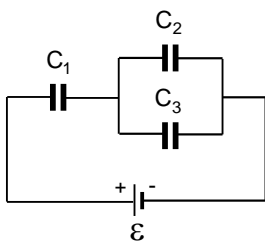
- A) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ B) $\sqrt{\frac{4}{3}}$ C) $\sqrt{\frac{5}{2}}$ D) $\sqrt{\frac{9}{5}}$ E) $\sqrt{\frac{5}{3}}$



18. x ekseninde bulunan iki noktasal yükten birisi m_1 kütleli 2q yüklü, diğeri m_2 kütleli q yüklü olup aralarındaki uzaklık l dir. İki yüklü cisim birleştiren doğru boyunca şekildeki gibi sabit E ($E > \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2}$) elektrik alanı uygulanmakta olup bu iki cisim arasındaki mesafe hep l olarak kalır.

Buna göre $\frac{m_1}{m_2}$ oranı nedir?

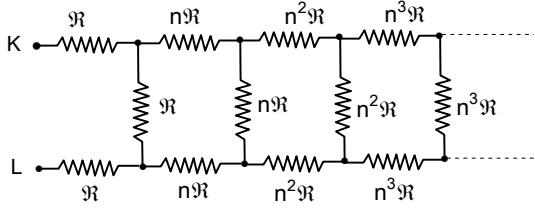
- A) $\frac{8\pi\epsilon_0 l^2 E - 2q}{4\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}$ B) $\frac{8\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}{4\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}$ C) $\frac{4\pi\epsilon_0 l^2 E - 2q}{4\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}$ D) $\frac{4\pi\epsilon_0 l^2 E - 2q}{8\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}$ E) $\frac{4\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}{8\pi\epsilon_0 l^2 E + 2q}$



19. Kapasiteleri $C_1=6\text{ F}$, $C_2=3\text{ F}$, $C_3=6\text{ F}$ olan üç kondansatör ve e.m.k. sı $\mathcal{E}=20\text{ V}$ ve iç direnci ihmal edilen olan bir üreteç şekildeki gibi bağlıdır. Kapasitesi C_2 olan kondansatör bağlı dielektrik geçirgenlik katsayısı $\epsilon=4$ olan bir dielektrik malzeme ile dolduruluyor.

Bu işlem sırasında pilin sağladığı ilave enerji kaç Joule olur?

- A) 70 B) 180 C) 240 D) 130 E) 200



20. Şekildeki elektrik devresi yarı sonsuz olup her bir bölmeden sonra gelen her bölmedeki rezistanların dirençleri n katıdır.

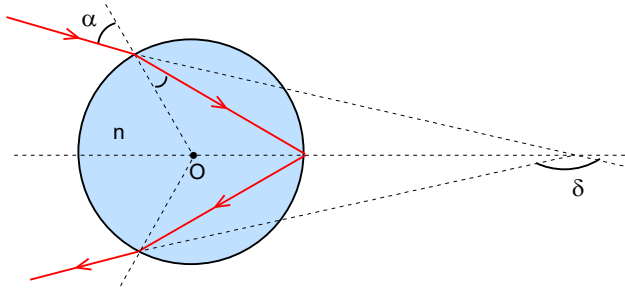
Bu şekilde sonsuza giden devrenin K ve L uçları arasındaki eşdeğer direncin $2,8R$ olması için n değeri kaç olmalıdır?

- A) $\frac{12}{5}$ B) $\frac{10}{7}$ C) $\frac{7}{5}$ D) $\frac{8}{3}$ E) $\frac{12}{7}$

21. Sadece $x>0$ ve $y>0$ bölgesinde bulunan manyetik alanın değeri $\vec{B}=B\vec{k}$ şeklindedir. m kütleli pozitif q yüklü noktasal bir cisim tam orijinden bu bölgeye giriş yapmaktadır. Cismin giriş anındaki hızı $\vec{v}=\sqrt{3}\vec{i}+\vec{j}$ şeklindedir.

Bu cismin manyetik alan içerisinde kaldığı süredeki ortalama ivmesinin büyüklüğü nedir?

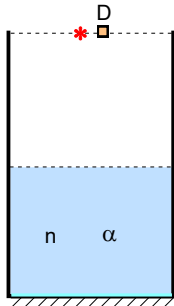
- A) $\frac{3\sqrt{3}qB}{\pi m}$ B) $\frac{6qB}{\pi m}$ C) $\frac{3qB}{\pi m}$ D) $\frac{12qB}{\pi m}$ E) $\frac{2\sqrt{3}qB}{\pi m}$



22. Hava ortamında O merkezli ve kırıcılık indisi $n=\sqrt{2}$ olan maddeden yapılmış bir küre bulunmaktadır. O merkezinden geçen bir yarıçapa göre $\alpha=45^\circ$ lik açısı ile gelen bir ışın küre içinde kırılarak ve kürenin arka yüzeyinden şekildeki gibi yansıyor ve tekrar kırılarak küreden çıkmaktadır.

Buna göre ışının geliş ve çıkış doğrultuları arasındaki sapma açısı δ nedir?

- A) 120° B) 150° C) 135° D) 115° E) 105°



23. Bir kap yarısına kadar hacimce genişleme katsayısı $\alpha=0,001\text{ K}^{-1}$ ve kırıcılık indisi $n=1,5$ olan sıvı ile doludur. Kapın üst tarafında bulunan ışık kaynağından çıkan ışık kapın tavanındaki düz aynadan yansıyor ışık kaynağı ile aynı düzeyde bulunan D detektörü tarafından t süre sonra algılanmaktadır. Daha sonra sıvının sıcaklığı 200°C artırılıyor.

Kabın genişlemediğini ve sıvının kırıcılık indisinin değişmediğine göre detektörün geri algılama süresi t ye göre yüzde kaç değişir?

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

24. Odak uzaklıkları f , $2f$ ve f olan üç tane ince kenarlı yakınsak mercek vardır. f ile f mercekleri yapıştırıldığında merceklerden x uzaklıktaki cismin gerçek görüntüsünün boyu cismin 2 katıdır. $2f$ ile f birleştirildiğinde ise x uzaklıktaki bu cismin gerçek görüntüsünün boyu cismin boyunun 4 katıdır.

Buna göre $\frac{f}{f}$ oranı nedir?

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

25. Asal eksenleri çakışık olan ve odak uzaklıkları f olan iki ince mercekten yakınsak olan solda ıraksak olan sağda olacak şekilde birbirlerinden ℓ ($\ell>2f$) mesafe arayla durmaktadır. Yakınsak merceğin soluna mercekten $4f$ uzaklıkta bir cisim konulduğunda son görüntünün boyu cismin boyunun $\frac{1}{6}$ sı kadardır.

Eğer cismin yakınsak merceğe olan mesafesini yarıya düşürsek son durumda görüntünün boyu cismin boyunun kaç katı olur?

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

XXXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2024

1. E)

2. A)

3. C)

4. D)

5. D)

6. B)

7. C)

8. D)

9. B)

10. C)

11. A)

12. E)

13. E)

14. E)

15. E)

16. C)

17. B)

18. A)

19. B)

20. B)

21. B)

22. B)

23. C)

24. A)

25. C)

XXXII. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2024

1. İlk damla için;

$$\ell = \frac{g(5t)^2}{2} = \frac{25gt^2}{2}$$

yazabiliriz. Aranan yolların uzunluğu;

$$x = \frac{g(5t)^2}{2} + \frac{g(4t)^2}{2} + \frac{g(3t)^2}{2} + \frac{g(2t)^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = \frac{25gt^2}{2} + \frac{16gt^2}{2} + \frac{9gt^2}{2} + \frac{4gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = \frac{55gt^2}{2} = \frac{11}{5} \frac{25gt^2}{2} = \frac{11\ell}{5}$$

olarak bulunur.

2. A noktasında zemine düşene kadar kazandığı düşey hızı u olsun. AB noktaları arası hareket süresi;

$$t_1 = \frac{u}{g}$$

BC noktaları arası hareket süresi;

$$t_2 = \frac{2u_1}{g} = \frac{2nu}{g}$$

CD noktaları arası hareket süresi;

$$t_3 = \frac{2u_2}{g} = \frac{2nu_1}{g} = \frac{2n^2u}{g}$$

DE noktaları arası hareket süresi;

$$t_4 = \frac{2u_3}{g} = \frac{2nu_2}{g} = \frac{2n^3u}{g}$$

olur. Art arda hareket süreleri bu şekilde değişir. Top zıplamamaya başlayana kadar geçen süre;

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots = \frac{u}{g} + \frac{2nu}{g} + \frac{2n^2u}{g} + \frac{2n^3u}{g} + \dots = \frac{u}{g} + \frac{2nu}{g} (1 + n + n^2 + n^3 + \dots) = \frac{u}{g} + \frac{2nu}{g(1-n)} = \frac{u}{g} \left(1 + \frac{2n}{1-n} \right) = \frac{u(1+n)}{g(1-n)}$$

olarak bulunur. Soruda verilen orandan;

$$\frac{\ell}{BC} = \frac{t}{t_2} = 3 = \frac{\frac{u(1+n)}{g(1-n)}}{\frac{2nu}{g}} = \frac{(1+n)}{2n(1-n)}; 6n^2 - 5n + 1 = 0; n = \frac{1}{2} \text{ ya da } \frac{1}{3}$$

olarak bulunur.

3. Prizmanın M köşesindeki açı θ , prizmanın hipotenüs uzunluğu l olsun. Cismin KM boyunca hareket süresi;

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a_1}} = \sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}}$$

olur. Cismin KL boyunca hareket süresi;

$$t_{KL} = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2l \sin \theta}{g}}$$

kazandığı hız;

$$v = \sqrt{2gy} = \sqrt{2gl \sin \theta}$$

LM arası hareket süresi;

$$t_{LM} = \frac{x}{v} = \frac{l \cos \theta}{\sqrt{2gl \sin \theta}} = \sqrt{\frac{l \cos^2 \theta}{2g \sin \theta}}$$

olur. Soruda verilen zaman eşitlik şartından;

$$t = t_{KL} + t_{LM}; \sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}} = \sqrt{\frac{2l \sin \theta}{g}} + \sqrt{\frac{l \cos^2 \theta}{2g \sin \theta}}; \sqrt{\frac{2}{\sin \theta}} - \sqrt{2 \sin \theta} = \sqrt{\frac{\cos^2 \theta}{2 \sin \theta}}$$

$$\frac{2}{\sin \theta} - 4 + 2 \sin \theta = \frac{\cos^2 \theta}{2 \sin \theta}; 4 - 8 \sin \theta + 4 \sin^2 \theta = \cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta; 5 \sin^2 \theta - 8 \sin \theta + 3 = 0; \sin \theta = 0,6; \theta = 37^\circ$$

olarak bulunur. Prizma L köşesinin etrafında 90° lik açıya döndürülürse cismin KM boyunca hareket süresi;

$$t_{KM} = t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a_2}} = \sqrt{\frac{2l}{g \sin(90^\circ - \theta)}} = \sqrt{\frac{2l}{g \cos \theta}} = \sqrt{\frac{2l \sin \theta}{g \sin \theta \cos \theta}} = t \sqrt{\tan \theta} = t \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{t\sqrt{3}}{2}$$

olur. Cismin ML boyunca hareket süresi;

$$t_{ML} = \sqrt{\frac{2l \cos \theta}{g}} = \sqrt{\frac{2l \sin \theta \cos \theta}{g \sin \theta}} = t \sqrt{\sin \theta \cos \theta} = t \sqrt{\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}} = \frac{2t\sqrt{3}}{5}$$

kazandığı hız;

$$v' = gt_{ML} = \frac{2gt\sqrt{3}}{5}$$

LK arası hareket süresi;

$$t_{LK} = \frac{x'}{v'} = \frac{l \sin \theta}{\frac{2gt\sqrt{3}}{5}} = \frac{5 \sin^2 \theta}{4t\sqrt{3}} \cdot \frac{2l}{g \sin \theta} = \frac{5t \sin^2 \theta}{4\sqrt{3}} = \frac{5t}{4\sqrt{3}} \cdot \frac{9}{25} = \frac{3t\sqrt{3}}{20}$$

ML ve LK boyunca hareket süresi;

$$t_2 = t_{ML} + t_{LK} = \frac{2t\sqrt{3}}{5} + \frac{3t\sqrt{3}}{20} = \frac{11t\sqrt{3}}{20}$$

aranan oran;

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{10}{11}$$

olarak bulunur.

4. Kütlesi 4 kg olan cisim çarpışıncaya kadar hızı;

$$v^2 = v_0^2 - 2f_1 gx = 5^2 - 2 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 5 = 5 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

olur. Çarpışmadan sonra cisimlerin hızları momentum ve enerji korunumu yasalarından;

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \Rightarrow 4v_0 = 4v_1 + v_2$$

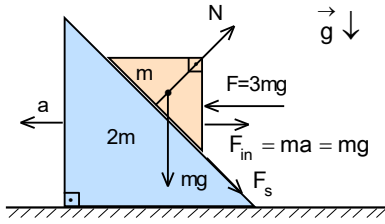
$$\frac{m_2 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \Rightarrow 4v_0^2 = 4v_1^2 + v_2^2$$

$$4v_0^2 = 4v_1^2 + (4v_0 - 4v_1)^2 \Rightarrow 5v_1^2 - 8v_0 v_1 + 3v_0^2 = 0; v_1 = 0,6v_0; v_2 = 1,6v_0$$

olur. Cisimlerin aldıkları yolların oranından;

$$4 = \frac{\frac{v_2^2}{2f_1 g}}{\frac{v_1^2}{2f_1 g}} = \frac{\frac{(1,6v_0)^2}{2f_1 g}}{\frac{(0,6v_0)^2}{2f_1 g}} = \frac{2,56}{1,8f_2}; f_2 = \frac{16}{45}$$

olarak bulunur.



5. Sistemin ivmesi;

$$F = 3mg = 3ma; a = g$$

olur. m kütleli prizma 2m kütleli prizmaya göre hareketsiz ise;

$$F - F_{in} - N \sin 45^\circ - F_s \sin 45^\circ = 0; F_{in} = ma = mg$$

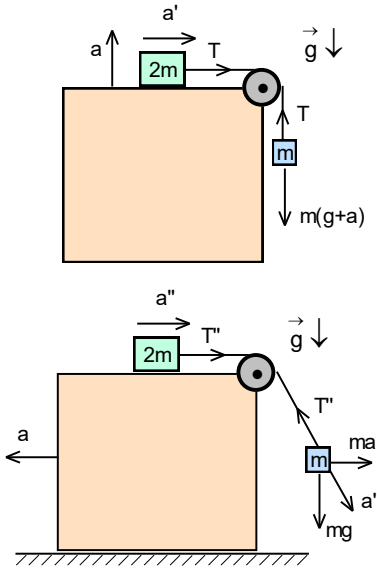
$$N \cos 45^\circ = mg + F_s \cos 45^\circ$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{N\sqrt{2}}{2} = mg + \frac{F_s\sqrt{2}}{2}$$

$$3mg - mg - mg - \frac{F_s\sqrt{2}}{2} - \frac{F_s\sqrt{2}}{2} = 0; F_s = \frac{mg}{\sqrt{2}}$$

olarak bulunur.



6. a ivmesi ile hareket eden koordinat sisteminde her cisme eylemsizlik kuvveti etki etmektedir. a' masaya göre cisimlerin ivmeleri ise her cisim için;

$$T = 2ma'$$

$$m(g+a) - T = ma'$$

yazabiliriz. Buradan;

$$m(g+a) - T = \frac{T}{2}; m(g+a) = \frac{3T}{2}; T = \frac{2m(g+a)}{3}$$

olur. İkinci durumda;

$$T'' = 2m(a'' - a)$$

$$\sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} - T'' = ma''$$

yazabiliriz. 2m kütleli cismin yere göre ivmesi a''-a dır. m kütleli cismi tutan ip düşeyden saptmaya başlar ve bu cisim yatay yönde a ivmesiyle hareket etmeye başladığında bu açı sabit kalır. Buradan;

$$\frac{T''}{2} + ma = ma''$$

$$\sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} - T'' = \frac{T''}{2} + ma; \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} - ma = \frac{3T''}{2} = \frac{3 \cdot 2T}{7} = \frac{3T}{7}$$

$$\sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} - ma = \frac{3 \cdot 2m(g+a)}{7} = \frac{2m(g+a)}{7}; \sqrt{g^2 + a^2} - a = \frac{2(g+a)}{7}; \sqrt{g^2 + a^2} = \frac{2g+9a}{7}$$

$$g^2 + a^2 = \frac{4g^2 + 36ga + 81a^2}{49}; 49g^2 + 49a^2 = 4g^2 + 36ga + 81a^2$$

$$32a^2 + 36ga - 45g^2 = 0; a = \frac{-36g + \sqrt{(36g)^2 - 4 \cdot 32 \cdot 45g^2}}{2 \cdot 32} = \frac{3g}{4}$$

olarak bulunur.

7. Helikopterler havayı aşağıya doğru püskürtmekte ve bu şekilde havada kalabilmektedir. Bu durumda μ birim zamanda aşağıya doğru iletilen hava kütlesi ifadesinden hız için;

$$mg = \frac{dp}{dt} = \mu v = \rho S v^2; \mu = \rho S v; v = \sqrt{\frac{mg}{\rho S}}$$

yazabiliriz. Bunun için gereken güç;

$$P = mgv = \sqrt{\frac{(mg)^3}{\rho S}}$$

olur. İkinci durumda sarf edilmesi güç;

$$P' = \sqrt{\frac{(4mg)^3}{\rho S}} = 8 \sqrt{\frac{(mg)^3}{\rho S}} = 8P$$

olarak bulunur.

8. Cismin denge durumu için;

$$mg = k \left(\frac{5\ell}{4} - \ell \right) = \frac{k\ell}{4}$$

cisim denge durumundan x kadar çekilip serbest bırakılırsa enerji korunumu yasası için;

$$\frac{k(\ell_1 - \ell)^2}{2} = mg\ell_1 = \frac{k\ell\ell_1}{4}$$

yazabiliriz. Buradan ipin toplam uzunluğu;

$$\ell_1^2 + 5\ell\ell_1 + 2\ell^2 = 0; \ell_1 = 2\ell$$

olarak bulunur. İp $\frac{5\ell_1}{4}$ kadar çekilirse cismin tavana çarpma hızı;

$$\frac{k \left(\frac{5\ell_1}{4} - \ell \right)^2}{2} = mg \cdot \frac{5\ell_1}{4} + \frac{mv^2}{2}; \frac{k \left(\frac{5 \cdot 2\ell}{4} - \ell \right)^2}{2} = \frac{k\ell}{4} \cdot \frac{5 \cdot 2\ell}{4} + \frac{k\ell}{4g} \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{36\ell^2}{32} = \frac{5\ell^2}{8} + \frac{\ell v^2}{8g}; \frac{16\ell}{32} = \frac{v^2}{8g}; v = 2\sqrt{\ell g}$$

olarak bulunur.

9. Yerden atın cismin yatay ve düşey hız bileşenleri ile serbest bırakılan cismin çarpışma anındaki hızları eşittir.;

$$v_{0x} = v_{0y} = \sqrt{2gH}$$

Çarpışma sonucunda sistemin yatay hızı;

$$mv_{0x} = 2mu_{0x}; u_{0x} = \frac{v_{0x}}{2} = \frac{\sqrt{2gH}}{2}$$

düşey hızı;

$$mv_{0y} = 2mu_{0y}; u_{0y} = \frac{v_{0y}}{2} = \frac{\sqrt{2gH}}{2}$$

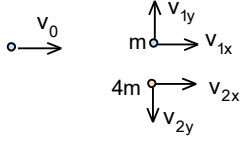
olur. Sistemin hareket süresi;

$$H = u_{0y} t + \frac{gt^2}{2}; gt^2 + \sqrt{2gH} t - 2H = 0; t = \frac{(\sqrt{5}-1)\sqrt{2gH}}{2g}$$

sistemin yatay yönde aldığı yol;

$$x = u_{0x} t = \frac{\sqrt{2gH}}{2} \frac{(\sqrt{5}-1)\sqrt{2gH}}{2g} = (\sqrt{5}-1)H$$

olarak bulunur.



10. Çarpışmada tepki kuvveti diskin merkezinden geçtiği için disk dönmez. Bu durumda momentum ve enerji korunumu yasaları geçerlidir. Bu durumda;

$$mv_0 - mv_{1x} = N \cos \theta \cdot t; \quad mv_{1y} = N \sin \theta \cdot t$$

$$4mv_{2x} = N \cos \theta \cdot t; \quad 4mv_{2y} = N \sin \theta \cdot t$$

yazabiliriz. Buradan;

$$v_{1x} = v_0 - \frac{Nt\sqrt{2}}{2m}; \quad v_{1y} = \frac{Nt\sqrt{2}}{2m}$$

$$v_{2x} = v_{2y} = \frac{Nt\sqrt{2}}{8m}$$

elde edilir. Enerji korunumu yasasından;

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v_{1x}^2 + v_{1y}^2)}{2} + \frac{4m(v_{2x}^2 + v_{2y}^2)}{2} = \frac{m}{2} \left[\left(v_0 - \frac{Nt\sqrt{2}}{2m} \right)^2 + \left(\frac{Nt\sqrt{2}}{2m} \right)^2 \right] + \frac{4m \cdot 2}{2} \left(\frac{Nt\sqrt{2}}{8m} \right)^2$$

$$v_0^2 = v_0^2 - \frac{Ntv_0\sqrt{2}}{m} + \frac{N^2t^2}{2m^2} + \frac{N^2t^2}{2m^2} + \frac{N^2t^2}{4m^2}; \quad \frac{Ntv_0\sqrt{2}}{m} = \frac{5N^2t^2}{4m^2}; \quad Nt = \frac{4mv_0\sqrt{2}}{5}$$

olur. Buradan hız bileşenleri;

$$v_{1x} = v_0 - \frac{\sqrt{2}}{2m} \frac{4mv_0\sqrt{2}}{5} = \frac{v_0}{5}; \quad v_{1y} = \frac{\sqrt{2}}{2m} \frac{4mv_0\sqrt{2}}{5} = \frac{4v_0}{5}$$

$$v_{2x} = v_{2y} = \frac{\sqrt{2}}{8m} \frac{4mv_0\sqrt{2}}{5} = \frac{v_0}{5}$$

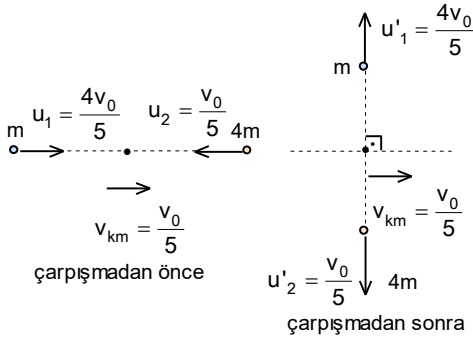
cisimlerin hız büyüklükleri;

$$v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} = \sqrt{\left(\frac{v_0}{5}\right)^2 + \left(\frac{4v_0}{5}\right)^2} = \frac{v_0\sqrt{17}}{5}; \quad v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} = \sqrt{\left(\frac{v_0}{5}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{5}\right)^2} = \frac{v_0\sqrt{2}}{5}$$

aranan oran;

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{17}{2}}$$

olarak bulunur.



Problemin çözümünü sistemin koordinat sistemine göre de çözebiliriz.

Sistemin kütle merkezinin hızı;

$$v_{km} = \frac{mv_0 + 4m \cdot 0}{m + 4m} = \frac{v_0}{5}$$

m kütleli cismin kütle merkezine göre hızı;

$$u_1 = v_0 - v_{km} = v_0 - \frac{v_0}{5} = \frac{4v_0}{5}$$

4m kütleli cismin kütle merkezine göre hızı;

$$u_2 = 0 + v_{km} = \frac{v_0}{5}$$

olur. Kütle merkezine göre esnek olarak çarpışan iki cismin

momentumları eşit büyüklükte ve zıt yöndedir. Çarpışmadan sonra iki cismin momentumları yine eşit büyüklükte ve aynı doğrultuda zıt yönlü olmalıdır.

$$u'_1 = u_1; \quad u'_2 = u_2$$

Bu durumda iki cisim çarpışmadan önceki büyüklükteki hızlarla hareketine devam etmektedir. Kütle merkezine göre m kütleli cisim 90° lik açı ile saçılıyor. Hareketsiz koordinat sisteme göre m kütleli cismin hızı;

$$v_1 = \sqrt{u_1'^2 + v_{km}^2} = \sqrt{\left(\frac{4v_0}{5}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{5}\right)^2} = \frac{v_0\sqrt{17}}{5}$$

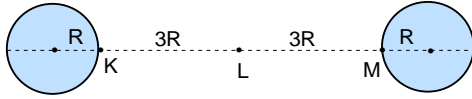
hareketsiz koordinat sisteme göre 4m kütleli cismin hızı;

$$v_2 = \sqrt{u_2'^2 + v_{km}^2} = \sqrt{\left(\frac{v_0}{5}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{5}\right)^2} = \frac{v_0\sqrt{2}}{5}$$

aranan oran;

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{17}{2}}$$

olarak bulunur. Görüldüğü gibi aynı sonuç çıkar.



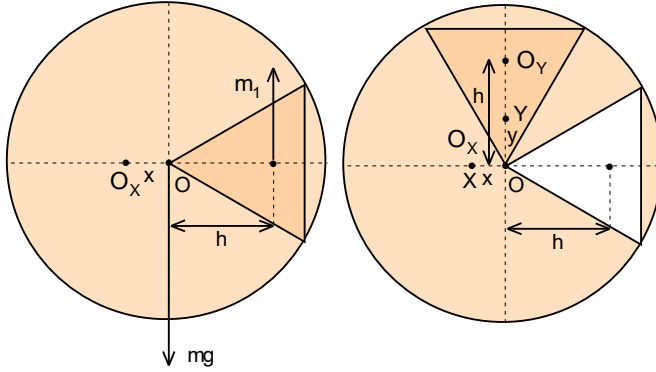
11. Minimum hız roket K noktasında fırlatılıp gezegenlerin orta L noktasına geldiğinde gerçekleşir. Bu durumda;

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{R} - \frac{\gamma Mm}{7R} = -2 \frac{\gamma Mm}{4R} \Rightarrow v_0^2 = \frac{9\gamma M}{7R}$$

yazabiliriz. Uydu minimum hızının iki katı hızla fırlatılırsa diğer gezegene çarpma hızı;

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{R} - \frac{\gamma Mm}{7R} = \frac{mu^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{R} - \frac{\gamma Mm}{7R} \Rightarrow u = 2v_0 = 6\sqrt{\frac{\gamma M}{7R}}$$

olarak bulunur.



12. Üçgenin yüksekliği;

$$H = R \sin 60^\circ = \frac{R\sqrt{3}}{2}$$

kütle merkezinin O noktasına olan uzaklık;

$$h = \frac{2H}{3} = \frac{R\sqrt{3}}{3}$$

dairenin alanı;

$$S = \pi R^2$$

üçgenin alanı;

$$S_1 = \frac{Rh}{2} = \frac{R^2\sqrt{3}}{4}$$

kalan kısmın alanı;

$$S_2 = \pi R^2 - S_1 = 3R^2 - \frac{R^2\sqrt{3}}{4}$$

kalan kısmın kütle merkezinin O noktasına olan uzaklığı;

$$Sx = S_1(h+x); x = \frac{S_1 h}{S - S_1} = \frac{S_1 h}{S_2} = \frac{\frac{R^2\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{R\sqrt{3}}{3}}{3R^2 - \frac{R^2\sqrt{3}}{4}}$$

kalan kısmın ve yapıştırılan üçgenin kütle merkezinin yatay koordinatı;

$$S_2(x-z) = S_1 z; z = \frac{S_2 x}{S_1 + S_2} = \frac{S_2 x}{S} = \frac{\left(3R^2 - \frac{R^2\sqrt{3}}{4}\right) \frac{3R^3}{12}}{3R^2 - \frac{R^2\sqrt{3}}{4}} = \frac{R}{12}$$

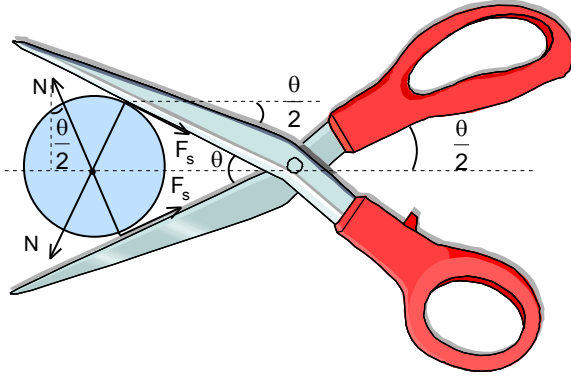
yapıştırılan üçgenin y koordinatı;

$$y = \frac{S_1 h + S_2 \cdot 0}{S_1 + S_2} = \frac{S_1 h}{S} = \frac{\frac{R^2\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{R\sqrt{3}}{3}}{3R^2} = \frac{R}{12}$$

kütle merkezinin yer değiştirmesi;

$$l = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{R\sqrt{2}}{12}$$

olarak bulunur.



13. Kayma durumunda;

$$2F_s \cos \frac{\theta}{2} - 2N \sin \frac{\theta}{2} = 0; F_s = fN$$

yazabiliriz. Buradan;

$$f = \tan \frac{\theta}{2}$$

olarak bulunur.

14. Yayın gerilmemiş haldeki uzunluğu ℓ olsun. Birinci denge durumunda;

$$k(\ell - h) = \frac{\rho g h}{2} \cdot h^2 = \frac{\rho g h^3}{2}$$

yazabiliriz. Sıvın hacmi sabit olma şartından yeni yükseklik;

$$h^3 = h \cdot \frac{h}{2} \cdot H; H = 2h$$

olur. İkinci denge durumunda;

$$8k(\ell - 2h) = \frac{\rho g H}{2} \cdot h \cdot H = 2\rho g h^3$$

yazabiliriz. Buradan yayın gerilmemiş haldeki uzunluğu;

$$4 = \frac{8(\ell - 2h)}{\ell - h}; \ell = 3h$$

olarak bulunur.

15. Birinci durumda sistemin sıcaklığı;

$$m \cdot 20 \cdot 0,5 + m \cdot 80 = 90m; 2m \cdot 60 - 90m = 3mt_1; t_1 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ikinci durumda sistemin sıcaklığı;

$$2m \cdot 10 \cdot 0,5 + 2m \cdot 80 = 170m; 4m \cdot 50 - 170m = 6mt_2; t_2 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

olur. İki su miktarları karıştırılırsa sistemin sıcaklığı;

$$t_{\text{ort}} = \frac{3mt_1 + 6mt_2}{3m + 6m} = \frac{3m \cdot 10 + 6m \cdot 5}{9m} = \frac{20}{3} \text{ } ^\circ\text{C}$$

olarak bulunur.

16. İlk durumdan bölmelerde bulunan gazların mol sayıları;

$$P_0 V_1 = n_1 R \cdot 2T; P_0 \cdot S \cdot \frac{3h}{4} = 2n_1 RT; n_1 = \frac{3P_0 S h}{8RT} = 3n$$

$$P_0 V_2 = n_2 RT; P_0 \cdot S \cdot \frac{h}{4} = n_2 RT; n_2 = \frac{P_0 S h}{4RT} = 2n$$

olur. Kap A yüzeyi üzerine düşey konuma getirilirse;

$$P_1 = P_2 + \frac{Mg}{S}$$

yazabiliriz. Piston ısı ilettiği için kaptaki yeni sıcaklık;

$$T' = \frac{n_1 \cdot 2T + n_2}{n_1 + n_2} = \frac{3n \cdot 2T + 2nT}{3n + 2n} = \frac{8T}{5}$$

her bölmedeki gazların yeni basınçları;

$$\frac{3P_0 S h}{4 \cdot 2T} = \frac{P_1 S x}{T'} = \frac{P_1 S x}{\frac{8T}{5}} \Rightarrow P_1 = \frac{3P_0 h}{5x}; \frac{P_0 S h}{4T} = \frac{P_2 S (h-x)}{T'} = \frac{P_2 S (h-x)}{\frac{8T}{5}} \Rightarrow P_2 = \frac{2P_0 h}{5(h-x)}$$

olur. Yeni denge koşulundan;

$$2P_0 = P_1 - P_2 = \frac{3P_0 h}{5x} - \frac{2P_0 h}{5(h-x)}; \frac{10}{h} = \frac{3}{x} - \frac{2}{h-x} = \frac{3h-5x}{x(h-x)}; 10x^2 - 5hx + 3h^2 = 0; x = \frac{3-\sqrt{5}}{4}$$

olarak bulunur.

17. Serbest bırakılan kürenin sabit olan küreye çarpma hızı enerji korunumu yasasından;

$$-\frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 6r} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r}; \frac{mv_0^2}{2} = \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} - \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 6r} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}; v_0 = \sqrt{\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 mr}}$$

çarpışma sonucu kürelerin yeni yükleri;

$$q' = \frac{q - 3q}{2} = -q$$

olur. Hareketli küre eski konumuna geldiğinde hızı;

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} = \frac{mv^2}{2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 6r}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 6r} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{1}{3} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{1}{3} \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4}{3} \frac{mv_0^2}{2}; v = v_0 \sqrt{\frac{4}{3}}$$

olarak bulunur.

18. İki cismin arasındaki uzaklığın değişmemesi için ikisi de aynı ivmeyle hareket etmelidir. Buradan aranan oran;

$$a = \frac{2qE - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}}{m_1} = \frac{qE + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}}{m_2}; m_1 = \frac{2qE - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}}{qE + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}} = \frac{8\pi\epsilon_0 \ell^2 E - 2q}{4\pi\epsilon_0 \ell^2 E + 2q}$$

olarak bulunur.

19. İlk durumda eşdeğer kapasite;

$$C_{23} = 3 + 6 = 9 \text{ F}$$
$$\frac{1}{C_{eş1}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} = \frac{5}{18}; C_{eş1} = \frac{18}{5} \text{ F}$$

ilk durumda depolanan enerji;

$$E_1 = \frac{C_{eş1} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{18 \cdot 20^2}{5 \cdot 2} = 720 \text{ J}$$

ikinci durumda eşdeğer kapasite;

$$C_2' = \epsilon C_2 = 4.3 = 12 \text{ F}$$
$$C_{23}' = 12 + 6 = 18 \text{ F}$$
$$\frac{1}{C_{eş2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{18} = \frac{2}{9}; C_{eş2} = \frac{9}{2} \text{ F}$$

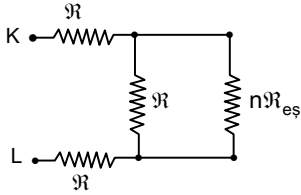
ikinci durumda depolanan enerji;

$$E_2 = \frac{C_{eş2} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{9 \cdot 20^2}{2 \cdot 2} = 900 \text{ J}$$

aranan enerji farkı;

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 900 - 720 = 180 \text{ J}$$

olarak bulunur.



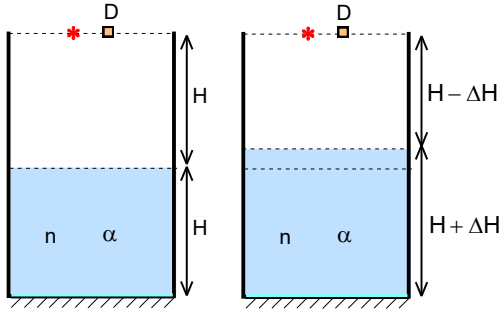
20. K ve L noktalarının arasındaki eşdeğer direnci bulmak için birinci hücreden sonraki tüm devrenin direncinin yine aynı kalmasının gerekli olduğundan faydalanabiliriz. Yani bir hücrenin ilave edilmesi devrenin direncini çok fazla değiştirmemektedir. Her bir sonraki hücrenin direnci bir öncekisine göre n katıdır. Bu durumda eşdeğer direnç;

$$R_{eş} = 2R + \frac{R \cdot nR_{eş}}{R + nR_{eş}}$$

ile verilir. Buradan;

$$2,8R = 2R + \frac{R \cdot n \cdot 2,8R}{R + n \cdot 2,8R} \Rightarrow 2,8 = 2 + \frac{2,8n}{1 + 2,8n} \Rightarrow 0,8 = \frac{2,8n}{1 + 2,8n} \Rightarrow 2 + 5,6n = 7n; n = \frac{10}{7}$$

olarak bulunur.



23. Kabin yüksekliği $2H$ olsun. İlk durumda algılama süresi;

$$t = \frac{H}{c} + \frac{H}{c} = \frac{H}{c} + \frac{nH}{c} = \frac{H(1+n)}{c} = \frac{2,5H}{c}$$

olur. Sıvının kaptaki yükselmesi;

$$\Delta V = V\alpha\Delta t^\circ \Rightarrow \Delta HS = HS\alpha\Delta t^\circ$$

$$\Delta H = H\alpha\Delta t^\circ = H \cdot 0,01 \cdot 200 = \frac{H}{5}$$

yeni algılama süresi;

$$t' = \frac{H - \Delta H}{c} + \frac{H + \Delta H}{c} = \frac{H - \frac{H}{5}}{c} + \frac{n\left(H + \frac{H}{5}\right)}{c} = \frac{4H}{5c} + \frac{1,5 \cdot 6H}{5c} = \frac{13H}{5c}$$

algılama süresinin bağıl değişim oranı;

$$\frac{t' - t}{t} = \frac{t'}{t} - 1 = \frac{13}{5,25} - 1 = 0,04 = \%4$$

olarak bulunur.

24. Yan yana bulunan iki mercekten oluşan bir optik sistemin optik kuvveti ya da odak uzaklığı;

$$D_s = D_1 + D_2 \Rightarrow \frac{1}{f_s} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_s = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$$

ile verilir. Birinci ve ikinci optik sistemlerin odak uzaklıkları;

$$f_{s1} = \frac{ff'}{f + f'}; f_{s2} = \frac{2ff'}{2f + f'}$$

olur. Bir cisimin büyütme oranı;

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{a} = \frac{a - f}{af} \Rightarrow b = \frac{af}{a - f}$$

$$k = \frac{b}{a} = \frac{f}{a - f}$$

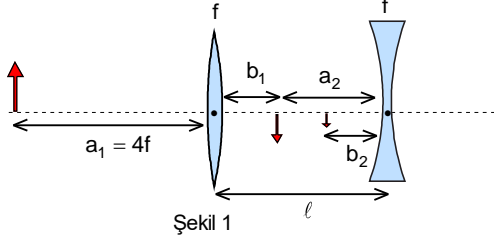
ile verilir. Soruda verile büyütme oranlarından aranan odak uzaklıkların oranı;

$$k_1 = \frac{f_{s1}}{a - f_{s1}} \Rightarrow 2 = \frac{f_{s1}}{a - f_{s1}} \Rightarrow 2a - 2f_{s1} = f_{s1} \Rightarrow 2a = 3f_{s1}$$

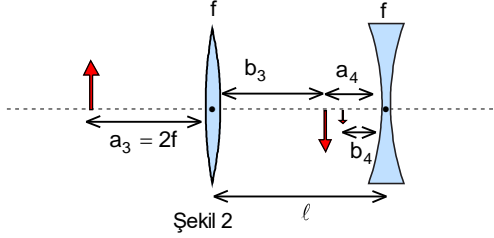
$$k_2 = \frac{f_{s2}}{a - f_{s2}} \Rightarrow 4 = \frac{f_{s2}}{a - f_{s2}} \Rightarrow 4a - 4f_{s2} = f_{s2} \Rightarrow 4a = 5f_{s2}$$

$$\frac{2}{4} = \frac{3f_{s1}}{5f_{s2}} \Rightarrow 5f_{s2} = 6f_{s1} \Rightarrow 5 \cdot \frac{2ff'}{2f + f'} = 6 \cdot \frac{ff'}{f + f'} \Rightarrow 5f + 5f' = 6f + 3f' \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{1}{2}$$

olarak bulunur.



Şekil 1



Şekil 2

25. Yakınsak mercekten görüntü uzaklığı;

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{4f} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} - \frac{1}{4f} = \frac{3}{4f}; b_1 = \frac{4f}{3}$$

bu görüntünün büyütme oranı;

$$k_1 = \frac{b_1}{a_1} = \frac{\frac{4f}{3}}{4f} = \frac{1}{3}$$

iraksak mercekteki büyütme oranı;

$$k = k_1 k_2 \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{3} \cdot k_2 \Rightarrow k_2 = \frac{1}{2}$$

yakınsak mercekten görüntünün iraksak merceğe olan uzaklığı;

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{b_2} = -\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{f} = \frac{a_2 + f}{a_2 f}; b_2 = \frac{a_2 f}{a_2 + f}$$

$$k_2 = \frac{b_2}{a_2} = \frac{f}{a_2 + f} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{f}{a_2 + f} \Rightarrow a_2 + f = 2f; a_2 = f$$

iki mercek arasındaki uzaklık;

$$l = b_1 + a_2 = \frac{4f}{3} + f = \frac{7f}{3}$$

olur. Cisim yakınsak mercekten 2f uzaklıkta ise yakınsak mercekten görüntü uzaklığı

$$\frac{1}{a_3} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2f} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f}; b_3 = 2f$$

bu görüntünün büyütme oranı;

$$k_3 = \frac{b_3}{a_3} = \frac{2f}{2f} = 1$$

bu görüntünün iraksak merceğe olan uzaklığı

$$a_4 = l - b_3 = \frac{7f}{3} - 2f = \frac{f}{3}$$

iraksak merceğe olan görüntü uzaklığı;

$$\frac{1}{a_4} - \frac{1}{b_4} = -\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{\frac{f}{3}} - \frac{1}{b_4} = -\frac{1}{f}; b_4 = \frac{f}{4}$$

iraksak mercekteki büyütme oranı;

$$k_4 = \frac{b_4}{a_4} = \frac{\frac{f}{4}}{\frac{f}{3}} = \frac{3}{4}$$

optik sistemdeki büyütme oranı;

$$k' = k_3 k_4 = 1 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

olarak bulunur.