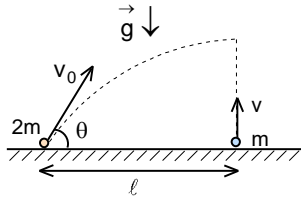


7. Kütleleri m ve $2m$ olan iki cisim yay sabiti k olan bir yay ile birbirlerine bağlı olup sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde durgun halde durmaktadır. Yay eksenini boyunca v hızı ile hareket eden m kütleli bir cisim $2m$ kütleli cisim ile esnek çarpışma gerçekleştirdiğinde yayın maksimum sıkışma miktarı x_1 , eğer çarpışıp yapışırsa yayın maksimum sıkışma miktarı x_2 oluyor.

Buna göre, $\frac{x_1}{x_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{8\sqrt{5}}{3}$ B) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ C) $\frac{2\sqrt{5}}{3}$ D) $\frac{4\sqrt{2}}{3}$ E) $\frac{4\sqrt{3}}{5}$



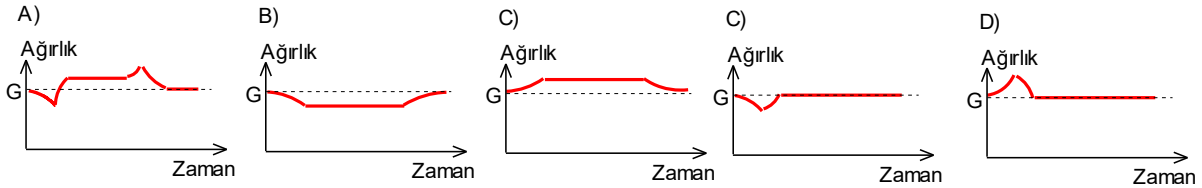
8. $2m$ kütleli top yatayla $\theta=45^\circ$ yapacak şekilde fırlatılıyor. Aynı anda $l=45$ m uzaklıktaki başka m kütleli bir top düşey doğrultuda yukarı doğru v hızı ile fırlatılıyor. Bu cisim ve top maksimum yüksekliklerinde iken çarpışıp yapışıyor.

Buna göre, yapışan cisimlerin düştükleri noktanın $2m$ kütleli cismin atıldığı noktaya olan uzaklığı kaç metredir?

- A) 60 B) 75 C) 90 D) 120 E) 135

9. Ağırlığı G olan bir kum saati üst kısmı tam dolu iken bir tartının üzerine konuluyor.

Kumlar akmaya başladığı andan itibaren son kum tanesi alt hazneye düşene kadar tartıda okunan değer zaman karşı grafiği yaklaşık hangisi gibi olur? (Grafik ölçekli değildir ve eğriler sadece olayın karakteristiğini yansıtacak şekilde çizilmiştir.)



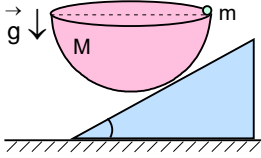
10. M kütleli gezegenin etrafında çembersel yörüngede v hızı ile dolanmakta olan m kütleli bir uydunun hızının değiştirilmesine karar veriliyor. Uydunun hızının yönü değiştirilmeden sadece büyüklüğü değiştirilecektir. Bu işlem sırasında uydunun hareketinin yörüngesi aşağıdaki şekilde belirlenmektedir.

$$\varepsilon = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{\gamma^2 M^2 m^3}} \text{ olmak üzere yörünge } \begin{cases} 0 \leq \varepsilon < 1 \text{ ise elips} \\ \varepsilon = 0 \text{ ise daire} \\ \varepsilon = 1 \text{ ise parabol} \\ \varepsilon > 1 \text{ ise hiperbol} \end{cases} \text{ olur.}$$

Burada E sistemin enerjisi olup, $L = |\vec{L}| = m(\vec{r} \times \vec{v})$ açısal momentumu, ε elipsin eliptik eksantrisitesi olarak bilinir.

Buna göre, uydunun hızı $\frac{v}{2}$, $v\sqrt{2}$, $2v$ hızlarına geçtiğinde uydunun yörüngeleri sırası ile ne olur?

- A) elips, parabol, parabol
B) parabol, elips, hiperbol
C) hiperbol, parabol, hiperbol
D) elips, parabol, hiperbol
E) elips, hiperbol, hiperbol



11. M kütleli yarımküre şekildedeki gibi bir eğik düzlemin üzerine yerleştirilmiştir. Yarımkürenin düz yüzeyinin yere paralel kalabilmesi için kenarına noktasal bir m kütlesi yapıştırılmıştır.

Sistem bu şekilde dengede olduğuna göre küre ile eğik düzlem arasındaki statik sürtünme katsayısının sınır değeri nedir?

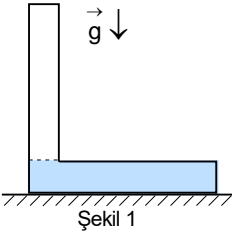
A) $\frac{m}{\sqrt{M(M+m)}}$

B) $\frac{m}{\sqrt{M(M+2m)}}$

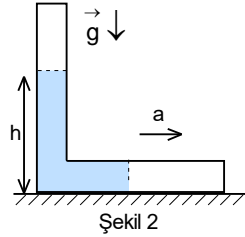
C) $\frac{2m}{\sqrt{M(M+m)}}$

D) $\frac{2m}{\sqrt{M(2M+m)}}$

E) $\frac{m}{\sqrt{2M(M+m)}}$



Şekil 1



Şekil 2

12. L şeklindeki ince bir borunun yatay kısmının uzunluğu H olup sıvı ile doludur. Boruya sağa doğru a ivmesi verildiğinde sıvı şekildedeki gibi dikey kısımda h kadar yükselmektedir.

Buna göre, a ivmesi nedir?

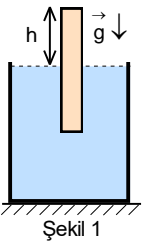
A) $\frac{g(H-h)}{H}$

B) $\frac{g(H-h)}{h}$

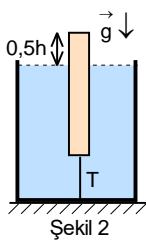
C) $\frac{gh}{H}$

D) $\frac{gh}{H-h}$

E) $\frac{gh}{H+h}$



Şekil 1



Şekil 2

13. Sıvı dolu bir kabın içerisine bırakılan silindirik bir cismin h kadarlık bir kısmı dışarıda kalmaktadır. Cisim $\frac{h}{2}$ kadarlık kısmı dışarıda kalacak şekilde kabın dibine bağlarsak ipteki gerilme kuvveti T oluyor.

Cismin $\frac{h}{3}$ kadarlık kısmı dışarıda kalacak şekilde bağlarsak ip gerilmesi kaç T olur?

A) $\frac{4}{3}$

B) $\frac{5}{3}$

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

D) 2

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

14. Özkütlesi ρ_s olan bir sıvı içerisinde ve yüzeyden H kadar derinlikte özkütlesi $\rho_c < \rho_s$ küçük olan bir küre bulunmaktadır.

Buna göre, küre serbest bırakıldığında yüzeyden ne kadar yükseğe çıkar? (Yerçekimi ivmesi g dir. Kürenin boyutlarını, sıvı ve hava ile sürtünmesini ihmal ediliyor)

A) $\frac{\rho_s H}{\rho_c}$

B) $\frac{\rho_s H}{2\rho_c}$

C) $H - \frac{\rho_c H}{\rho_s}$

D) $\frac{\rho_s H}{\rho_c} - H$

E) $\frac{\rho_c H}{2\rho_s}$

15. Isıca yalıtılmış iki kaptan birincisinde T_1 , ikincisinde ise T_2 sıcaklığında eşit miktarda su bulunmaktadır. Birinci kaptaki suyun 1/3 ü alınıp ikinci kaba aktarılıyor. Termal denge sağlandıktan sonra ikinci kaptaki suyun 1/3 ü alınıp birinci kaba aktarılıyor.

Buna göre, birinci kaptaki suyun son durumdaki sıcaklığı ne olur?

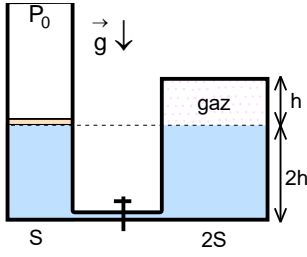
A) $\frac{3T_1 + T_2}{4}$

B) $\frac{3T_1 + 2T_2}{6}$

C) $\frac{3T_1 + 2T_2}{4}$

D) $\frac{5T_1 + T_2}{8}$

E) $\frac{7T_1 + 3T_2}{10}$



16. Şekildeki kabın $2S$ taban alanına sahip sağ tarafı kapalı, S taban alanına sahip sol tarafı açıktır. İki kısım birbirlerine hacmi ihmal edilebilecek bir boru ile bağlıdır ve boru üzerindeki M musluğu kapalıdır. Sağ tarafta $2h$ yüksekliğinde sıvı ve sıvının üst kısmında kalan h yüksekliğindeki bölgede gaz vardır. Sol tarafta yine $2h$ yüksekliğinde sağ taraftaki ile aynı sıvı ve üzerinde ağırlıksız sızdırmaz bir piston vardır. Sistemin bulunduğu ortamda açık hava basıncı P_0 dır. Musluk açılarak sistemin dengeye gelmesi bekleniyor. Denge durumunda piston h kadar yükselmiş olduğu görülüyor. Daha sonra kapalı kısımdaki gazın sıcaklığı iki katına çıkarılıyor. Sistem denge durumuna geldiğinde pistonun tekrar h kadar daha yükseldiği görülüyor. Sistem bu durumdayken pistonun üzerine M kütlesi konularak, pistonun h kadar inmesi sabit sıcaklıkta sağlanıyor.

Buna göre $\frac{P_0 S}{Mg}$ oranı kaçtır?

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

17. Kalınlıkları h eşit boyda iki metal birbirlerine yapıştırılıyorlar. Metallerden birinin boyca uzama katsayısı λ , diğer metalinki 3λ dır.

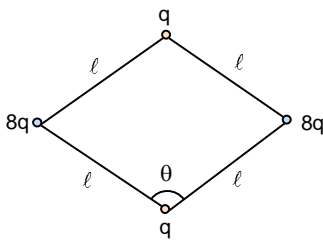
Sistemin sıcaklığı ΔT kadar arttırılırsa oluşan yayın yarıçapı nedir?

- A) $\frac{h}{2} \left(\frac{1+2\lambda\Delta T}{\lambda\Delta T} \right)$ B) $2h \left(\frac{1+\lambda\Delta T}{\lambda\Delta T} \right)$ C) $\frac{h}{2} \left(\frac{1+4\lambda\Delta T}{\lambda\Delta T} \right)$ D) $\frac{h}{4} \left(\frac{1+2\lambda\Delta T}{\lambda\Delta T} \right)$ E) $\frac{h}{4} \left(\frac{1+2\lambda\Delta T}{2\lambda\Delta T} \right)$

18. A noktasında sabit $q_1 = q$ yüklü m kütleli iletken küre bulunmaktadır. Bu küreden d kadar uzaklığa $q_2 = -3q$ yüklü, m kütleli özdeş bir başka iletken küre yerleştiriliyor. Sürtünmesiz sistemde q_2 serbest bırakıldığında q_1 yüküne v_0 hızı ile esnek olarak çarpıyor.

Buna göre, q_2 yükü q_1 yükünden d uzaklaştığında hızı ne olur? (Kürelerin yarıçapı r olup $r \ll d$ dir.)

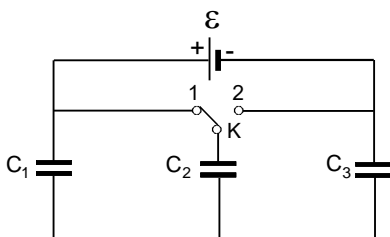
- A) $\sqrt{\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 m r}}$ B) $\sqrt{\frac{3q^2}{2\pi\epsilon_0 m r}}$ C) $\sqrt{\frac{3q^2}{\pi\epsilon_0 m r}}$ D) $\sqrt{\frac{q^2}{3\pi\epsilon_0 m r}}$ E) $\sqrt{\frac{q^2}{\pi\epsilon_0 m r}}$



19. Yatay ve yalıtkan bir zemin üzerinde 4 tane yüklü cisim birbirlerine ipler ile bağlıdır.

Sistem şekildeki gibi dengede olduğuna göre θ açısı nedir? (İplerin uzunlukları eşit ve l dır.)

- A) $2 \arctan(2)$ B) $2 \arctan(4)$ C) $2 \arctan(\sqrt{2})$ D) $2 \arctan(2\sqrt{2})$ E) $2 \arctan(4\sqrt{2})$



20. Kapasiteleri $C_1 = C_2 = 2 \mu F$, $C_3 = 4 \mu F$ olan üç kondansatör, e.m.k. sı $\epsilon = 60$ V olan bir üreteç ve K anahtarı şekildeki gibi bağlıdır. Anahtar 1. konumundan 2. konumuna getiriliyor.

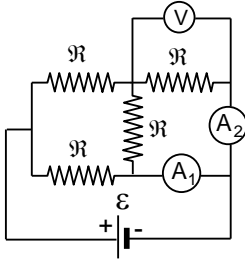
Buna göre, üretecin sağladığı enerji değişimi miktarı ne kadardır?

- A) $1800 \mu J$ B) $900 \mu J$ C) $3600 \mu J$ D) $5400 \mu J$ E) 0

21. Öz direnci ρ olan maddeden yapılmış düz bir çubuğun iki ucu arasında U potansiyel farkı uygulandığında çubuğun üzerinden geçen elektronların toplam momentumu p oluyor.

Buna göre, çubuğun kesit alanı nedir? (Akım birim zamanda kesit alanından geçen yük miktarıdır. Şıklarda m elektron kütlesi, e bir elektron yüküdür.)

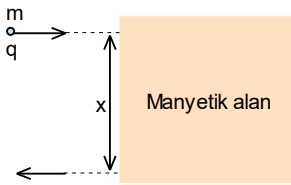
- A) $\frac{ep\rho}{mU}$ B) $\frac{ep}{mU\rho}$ C) $\frac{mp}{eU\rho}$ D) $\frac{U\rho}{emp}$ E) Verilenler ile cevap bulunamaz.



22. Direnci $R=4 \Omega$ olan dört tane rezistans, ideal voltmetre, ideal ampermetre ve iç direnci ihmal edilen bir üreteç şeklindeki gibi bağlıdır.

Voltmetre 12 V gösteriyorsa üretecin e.m.k. sı \mathcal{E} kaç voltur?

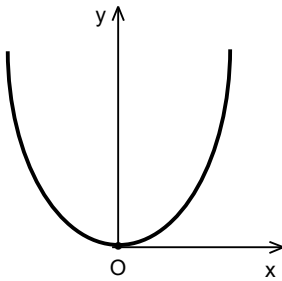
- A) 36 B) 24 C) 48 D) 30 E) 16



23. Belirli bir elektrik potansiyel altında hızlandırılan parçacıkların sabit bir manyetik alan içine girdiklerinde izledikleri yolu inceleyerek kütleleri ile ilgili bilgi edinebiliriz. Kütleleri m ve yükü q olan noktasal bir cisim manyetik alana girdiği noktadan x kadar uzaktan çıkıyor. Kütleleri $m+\Delta m$, yükü q olan noktasal bir cisim $x+\Delta x$ kadar uzaktan çıkıyor.

Buna göre, $\frac{\Delta m/m}{\Delta x/x}$ oranı kaçtır? ($\Delta m \ll m$ kabul ediliyor.)

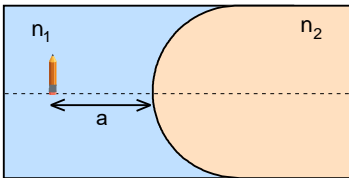
- A) 1 B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 4 E) 2



24. Yüzeyinin denklemi $y = \frac{x^2}{16}$ olan iç bükümlü bir aynaya y eksenine paralel olarak ışık demeti düşmektedir.

Buna göre, ışınların odaklandığı f uzaklığı kaç birimdir?

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



25. Kırıcılık indisleri $n_1=1,5$ ve $n_2=2$ olan iki ortam birbirine eğrilik yarıçapı R olan yüzeyle temas etmektedir. Bir cisim kırıcılık indisi n_1 olan ortamda ayırma yüzeyinden $a=10$ cm uzaklıkta bulunmaktadır. Bu cismin görüntüsü cismin boyuna eşit ve ters olarak oluşuyor.

Buna göre, ortamları ayıran yüzeyin eğrilik yarıçapı kaç cm dir?

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

XXIX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2021

1. C)

2. E)

3. B)

4. B)

5. B)

6. C)

7. D)

8. B)

9. A)

10. D)

11. B)

12. D)

13. A)

14. D)

15. E)

16. A)

17. A)

18. E)

19. B)

20. A)

21. A)

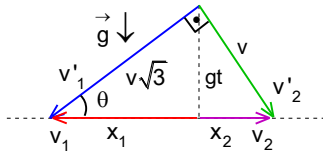
22. A)

23. E)

24. C)

25. D)

XXIX. ULUSAL FİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2021



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

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

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

aranan oran;

$$\frac{x_1}{t} = v\sqrt{3} \cdot \cos 30^\circ = \frac{3v}{2}; \frac{x_2}{t} = v \sin 30^\circ = \frac{v}{2}$$

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

olarak bulunur.

2. Eğik atışta yükseklik ve menzil;

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{gT^2}{32}$$

$$\ell = v_0 \cos \theta \cdot \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

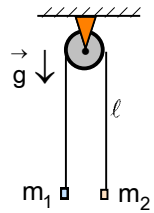
ile verilir. Sorudaki bilgiden;

$$h = \frac{\ell}{2} \Rightarrow \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}; \tan \theta = 2$$

$$\frac{\ell}{2} = H \tan \theta = 2H; H = \frac{\ell}{4} = \frac{h}{2}$$

$$H+h = \frac{3h}{2} = \frac{3gT^2}{64}$$

olarak bulunur.



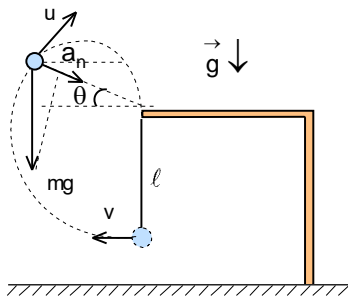
3. Enerji korunumu yasası için;

$$-2 \cdot \frac{m}{2} \cdot g \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\ell}{2} - \frac{m_1 g \ell}{2} - \frac{m_2 g \ell}{2} = \frac{(m+m_1+m_2)v^2}{2} - \frac{mg\ell}{2} - m_2 g \ell$$

yazabiliriz. Buradan hız;

$$v = \sqrt{\frac{2g\ell}{m+m_1+m_2} \left(\frac{m}{4} + \frac{m_2 - m_1}{2} \right)} \Rightarrow \sqrt{\frac{210 \cdot 2\ell}{0,8+1+1,2} \left(\frac{0,8}{4} + \frac{1,2-1}{2} \right)} = 2 \text{ m/s}$$

olarak bulunur.



4. İp yatayla θ açısı yapana kadar ip gergindir. Bundan sonra cisim eğik atış yaptığını kabul edebiliriz. Eğik atışa başladığı noktadaki hız u olsun. Bu durumda cismin hızını enerji korunumu yasası için;

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mg\ell(1+\sin\theta)$$

ve dairesel yörüngeyi terk etme koşulu için;

$$mgsin\theta = \frac{mu^2}{\ell}$$

olarak yazılabilir. Eğik atışın ilk hızının bileşenleri için;

$$u_x = u \sin \theta; u_y = u \cos \theta$$

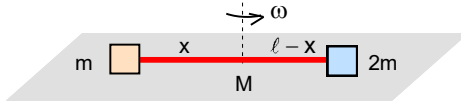
hareket yasaları için;

$$\ell \cos \theta = u_x t; y = \ell \sin \theta + u_y t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

yazabiliriz. Buradan;

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

olarak bulunur.



5. istem kütle merkezi etrafında dönmektedir. Sistemin kütle merkezi 2m kütleli cisimden x kadar uzaklıkta ise her cismin civarındaki kuvvetler için;

$$T_1 = m\omega^2 x; T_2 = 2m\omega^2 (\ell - x)$$

yazabiliriz. Buradan cisimlerin dönme eksenine olan uzaklıklar;

$$\frac{T_1}{x} = \frac{T_2}{2(\ell - x)} \Rightarrow x = \frac{2T_1 \ell}{2T_1 + T_2}; \ell - x = \frac{T_2 \ell}{2T_1 + T_2}$$

açısal hız;

$$T_1 = m\omega^2 \cdot \frac{2T_1 \ell}{2T_1 + T_2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2T_1 + T_2}{2m\ell}}$$

olarak bulunur. Dönme ekseninin iki tarafında bulunan halat parçalarının kütleleri;

$$M_x = \frac{Mx}{\ell}; M_{\ell-x} = \frac{M(\ell - x)}{\ell}$$

ve bu halat parçalarının kütle merkezleri dönme ekseninden $\frac{x}{2}$ ve $\frac{\ell - x}{2}$ uzaklıktadır. Her bir halat parçası için;

$$T - T_1 = \frac{Mx}{\ell} \omega^2 \frac{x}{2}; T - T_2 = \frac{M(\ell - x)}{\ell} \omega^2 \frac{\ell - x}{2}$$

yazabiliriz. Buradan

$$T_2 - T_1 = \frac{M\omega^2 [x^2 - (\ell - x)^2]}{2\ell} = \frac{M(2\ell x - \ell^2)}{2\ell} \left(\frac{2T_1 + T_2}{2m\ell} \right) = \frac{M(2T_1 + T_2)}{4m\ell} \left(\frac{4T_1 \ell}{2T_1 + T_2} - \ell \right) \Rightarrow M = \frac{4m(T_2 - T_1)}{2T_1 - T_2}$$

olarak bulunur.

6. Cismin yere çarpma hızı;

$$3mgh + 2mg(h + 2r) = \frac{5mv^2}{2} + 3mgr + 2mg \cdot 3r \Rightarrow v = \sqrt{2g(h - r)}$$

olur. Esnek çarpışmada momentum ve enerji korunumu yasaları geçerlidir.

$$3mv - 2mv = -3mv_1 + 2mv_2; \frac{5mv^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{2mv_2^2}{2}$$

Buradan cismin geri sekme hızı;

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

$$5v^2 = 3 \left(\frac{2v_2 - v}{3} \right)^2 + 2v_2^2 \Rightarrow 10v_2^2 - 4vv_2 - 14v^2 = 0; v_2 = \frac{7v}{5}$$

ve cismin çıktığı yükseklik;

$$2mg \cdot 3r + \frac{2mv_2^2}{2} = 2mgH \Rightarrow 6gr + \frac{49 \cdot 2g(h - r)}{25} = 2gH; H = \frac{49h + 26r}{25}$$

olarak bulunur.

7. Esnek çarpışmada momentum ve enerji korunumu yasaları geçerlidir.

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

Buradan 2m kütleli cismin hızı;

$$v_1 = 2v_2 - v$$

$$v^2 = (2v_2 - v)^2 + 2v_2^2 = 4v_2^2 - 4vv_2 + v^2 + 2v_2^2; v_2 = \frac{2v}{3}$$

olur. Yay sistemin yay maksimum sıkıştığında hızı;

$$2mv_2 = 3mv_{s1}; v_{s1} = \frac{2v_2}{3} = \frac{4v}{9}$$

yaydaki maksimum sıkışma miktarı;

$$\frac{2mv_2^2}{2} = \frac{3mv_{s1}^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} \Rightarrow 2m\left(\frac{2v}{3}\right)^2 = 3m\left(\frac{4v}{9}\right)^2 + kx_1^2; x_1^2 = \frac{8mv^2}{27m}$$

olarak bulunur. Esnek olmayan çarpışmada yapışan cisimlerin hızı;

$$mv = 3mv_3; v_3 = \frac{v}{3}$$

yay maksimum sıkıştığında sistemin hızı;

$$3mv_3 = 4mv_{s2}; v_{s2} = \frac{3v_3}{4} = \frac{v}{4}$$

yaydaki maksimum sıkışma miktarı;

$$\frac{3mv_3^2}{2} = \frac{4mv_{s2}^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow 3m\left(\frac{v}{3}\right)^2 = 4m\left(\frac{v}{4}\right)^2 + kx_2^2; x_2^2 = \frac{mv^2}{12m}$$

aranan oran;

$$\frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{\frac{8mv^2}{27m}}{\frac{mv^2}{12m}}} = \frac{4\sqrt{2}}{3}$$

olarak bulunur.

8. Cismin ilk hızın yatay ve düşey bileşenleri;

$$v_{0x} = v_{0y} = \frac{v_0\sqrt{2}}{2}$$

en yüksek noktaya kadar hareket süresi;

$$t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0\sqrt{2}}{2g}$$

cismin atıldığı noktaya olan uzaklıktan cismin fırlatma hızı;

$$\ell = v_{0x}t = \frac{v_0\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{v_0\sqrt{2}}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = 45 \text{ m}; v_0 = \sqrt{2g\ell} = \sqrt{2 \cdot 20 \cdot 45} = 30 \text{ m/s}$$

çarpışma noktasındaki yatay hız;

$$2mv_{0x} = 3mu_x \Rightarrow u_x = \frac{2v_{0x}}{3} = \frac{v_0\sqrt{2}}{3}$$

çarpışmadan sonra yatay yönde alınan yol;

$$x = u_x t = \frac{v_0\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{v_0\sqrt{2}}{2g} = \frac{v_0^2}{3g} = \frac{900}{3 \cdot 10} = 30 \text{ m}$$

arana uzaklık;

$$\ell + x = 45 + 30 = 75 \text{ m}$$

olarak bulunur.

9. Kumlar akmaya başladığında kum saatin alt kısmın düşene kadar ağırlık azalır. Düşen kum tanecikleri alt kısmına çarpmaya başladıklarında momentum aktardıkları için ağırlık artmaya başlar. Tüm kum düştüğünde ağırlık eski değerine ulaşır. A) şıkkı

10. Çembersel yörüngedeki hız;

$$\frac{\gamma Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}}$$

bu yörüngedeki enerji;

$$\mathcal{E} = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{mv^2}{2} = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{\gamma Mm}{2r} = -\frac{\gamma Mm}{2r}$$

bu yörüngedeki açısal momentumu;

$$L = mvr \Rightarrow L^2 = m^2v^2r^2 = m^2r^2 \cdot \frac{\gamma M}{r} = \gamma Mm^2r$$

bu yörüngedeki elipsin eksantrisitesi;

$$\varepsilon = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{\gamma^2 M^2 m^3}} = \sqrt{1 + \frac{2\gamma Mm^2r}{\gamma^2 M^2 m^3} \cdot \left(-\frac{\gamma Mm}{2r}\right)} = 0$$

olarak bulunur. Uydunu hızı $\frac{v}{2}$ olursa enerjisi;

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{m\left(\frac{v}{2}\right)^2}{2} = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{\gamma Mm}{8r} = -\frac{7\gamma Mm}{8r}$$

açısal momentumu;

$$L_1 = mv_1r \Rightarrow L_1^2 = m^2\left(\frac{v}{2}\right)^2 r^2 = m^2r^2 \cdot \frac{\gamma M}{4r} = \frac{\gamma Mm^2r}{4}$$

bu yörüngedeki elipsin eksantrisitesi;

$$\varepsilon_1 = \sqrt{1 + \frac{2EL_1^2}{\gamma^2 M^2 m^3}} = \sqrt{1 + \frac{2\gamma Mm^2r}{4\gamma^2 M^2 m^3} \cdot \left(-\frac{7\gamma Mm}{8r}\right)} < 1$$

olarak bulunur. Bu yörünge elipstir. Uydunu hızı $v\sqrt{2}$ olursa enerjisi;

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{m(v\sqrt{2})^2}{2} = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{\gamma Mm}{r} = 0$$

olduğu için bu yörüngedeki elipsin eksantrisitesi;

$$\varepsilon_2 = \sqrt{1 + \frac{2.0L^2}{\gamma^2 M^2 m^3}} = 1$$

olur. Bu yörünge paraboldür. Uydunu hızı $\frac{v}{2}$ olursa enerjisi;

$$\mathcal{E}_3 = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{m(2v)^2}{2} = -\frac{\gamma Mm}{r} + \frac{2\gamma Mm}{r} = \frac{\gamma Mm}{r}$$

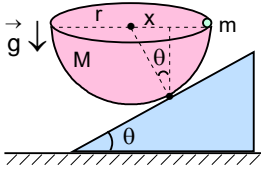
açısal momentumu;

$$L_3 = m.2vr \Rightarrow L_3^2 = L_3^2 = m^2(2v)^2 r^2 = m^2r^2 \cdot \frac{4\gamma M}{r} = 4\gamma Mm^2r$$

bu yörüngedeki elipsin eksantrisitesi;

$$\varepsilon_3 = \sqrt{1 + \frac{2EL_3^2}{\gamma^2 M^2 m^3}} = \sqrt{1 + \frac{2.4\gamma Mm^2r}{\gamma^2 M^2 m^3} \cdot \left(\frac{\gamma Mm}{r}\right)} > 1$$

olarak bulunur. Bu yörünge hiperboldür.



11. Cismin kuvvet dengesi için;
 $(M+m)g\sin\theta = f(M+m)g\cos\theta \Rightarrow f = \tan\theta M$

cismin moment dengesi için;

$$Mx = m(r-x) \Rightarrow x = \frac{mr}{M+m} = r\sin\theta; \sin\theta = \frac{m}{M+m}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\cos\theta = \sqrt{1-\sin^2\theta} = \sqrt{1-\left(\frac{m}{M+m}\right)^2} = \frac{\sqrt{M(M+2m)}}{M+m}$$

$$f = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{m}{\sqrt{M(M+2m)}}$$

olarak bulunur.

12. Sıvı dengesinden;

$$G_h = m_{H-h}a$$

$$\rho ghS = \rho(H-h)S.a \Rightarrow a = \frac{gh}{H-h}$$

olarak bulunur.

13. Birinci durumdaki dengeden;

$$F_{k1} = G$$

$$\rho_s gHS = \rho_c g(H+h)S \Rightarrow \rho_c = \frac{\rho_s H}{H+h}$$

ikinci durum için

$$F_{k2} = G + T \Rightarrow \rho_s g\left(H + \frac{h}{2}\right)S = \rho_c g(H+h)S + T$$

$$\rho_s g\left(\frac{2H+h}{2}\right)S = \frac{\rho_s H}{H+h}g(H+h)S + T; T = \frac{\rho_s ghS}{2}$$

yazabiliriz. Buradan üçüncü durumda ipteki gerilme kuvveti;

$$T' = \frac{\rho_s g 2hS}{3} = \frac{4}{3} \frac{\rho_s ghS}{2} = \frac{4T}{3}$$

olarak bulunur.

14. Enerji korunumu yasasından aranan yükseklik;

$$\rho_s gVH - \rho_c gVH = \rho_c gVh \Rightarrow h = \left(\frac{\rho_s}{\rho_c} - 1\right)H$$

olarak bulunur.

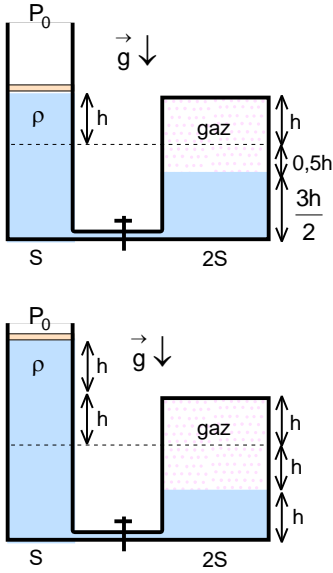
15. İlk karışımın sıcaklığı;

$$T_2' = \frac{mT_1 + 3mT_2}{m+3m} = \frac{T_1 + 3T_2}{4}$$

birinci kaptaki suyun son durumdaki sıcaklığı;

$$T_1' = \frac{2mT_1 + \frac{4m}{3}T_2'}{2m + \frac{4m}{3}} = \frac{2mT_1 + \frac{4m}{3} \frac{T_1 + 3T_2}{4}}{\frac{10m}{3}} = \frac{7T_1 + 3T_2}{10}$$

olarak bulunur.



16. İkinci durumdaki basınç ve hacim için;

$$P_2 = P_0 + \rho g \left(h + \frac{h}{2} \right); V_2 = 2S \cdot \left(h + \frac{h}{2} \right) = 3Sh$$

üçüncü durumdaki basınç ve hacim için;

$$P_3 = P_0 + \rho g (2h + h); V_3 = 2S \cdot (h + h)$$

yazabiliriz. Gaz denkleminde;

$$\frac{P_2 V_2}{T} = \frac{P_3 V_3}{2T}$$

$$\left(P_0 + \frac{3\rho gh}{2} \right) \cdot 3Sh = \frac{(P_0 + 3\rho gh) \cdot 4Sh}{2} \Rightarrow \rho gh = \frac{2P_0}{3}$$

elde edilir. Bundan sonraki proses izotermdir.

$$P_3 V_3 = P_4 V_4; V_4 = V_2 = 3Sh$$

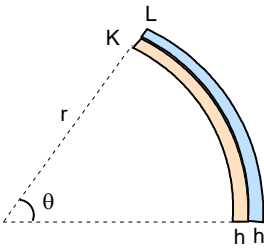
Buradan;

$$(P_0 + 3\rho gh) \cdot 4Sh = P_4 \cdot 3Sh$$

$$4 \left(P_0 + 3 \cdot \frac{2P_0}{3} \right) = 3P_4 \Rightarrow P_4 = 4P_0$$

$$P_4 = P_0 + \frac{3\rho gh}{2} + \frac{Mg}{S} = 4P_0 \Rightarrow \frac{P_0 S}{Mg} = \frac{1}{2}$$

olarak bulunur.



17. İç ve dış şeridin yarıçapları;

$$r_K = r - \frac{h}{2}; r_L = r + \frac{h}{2}$$

olarak yazılabilir. Şeritlerin uzunlukları;

$$\ell_K = \ell + \lambda \lambda_K \Delta t^\circ = \ell (1 + \lambda_K \Delta t^\circ); \Delta t^\circ = 100 - 20 = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\ell_L = \ell + \lambda \lambda_L \Delta t^\circ = \ell (1 + \lambda_L \Delta t^\circ)$$

olur. Bu uzunluklar ve yarıçaplar için;

$$\theta = \frac{\ell_K}{r_K} = \frac{\ell_L}{r_L} \Rightarrow \frac{\ell (1 + \lambda_K \Delta t^\circ)}{r - \frac{h}{2}} = \frac{\ell (1 + \lambda_L \Delta t^\circ)}{r + \frac{h}{2}} \Rightarrow \frac{1 + \lambda_K \Delta t^\circ}{r \left(1 - \frac{h}{2r} \right)} = \frac{1 + \lambda_L \Delta t^\circ}{r \left(1 + \frac{h}{2r} \right)}$$

yazabiliriz. Buradan aranan yarıçap;

$$\left(1 + \frac{h}{2r} \right) (1 + \lambda_K \Delta t^\circ) = \left(1 - \frac{h}{2r} \right) (1 + \lambda_L \Delta t^\circ) \Rightarrow 1 + \frac{h}{2r} + \lambda_K \Delta t^\circ + \frac{h \lambda_K \Delta t^\circ}{2r} = 1 - \frac{h}{2r} + \lambda_L \Delta t^\circ - \frac{h \lambda_L \Delta t^\circ}{2r}$$

$$r = \frac{h [2 + (\lambda_K + \lambda_L) \Delta t^\circ]}{2(\lambda_L - \lambda_K) \Delta t^\circ} = \frac{h [2 + (\lambda + 3\lambda) \Delta t^\circ]}{2(3\lambda - \lambda) \Delta t^\circ} = \frac{h}{2} \left(\frac{1 + 2\lambda \Delta T}{\lambda \Delta T} \right)$$

olarak bulunur.

18. Cismin ilk çarpışma için;

$$\frac{-3q^2}{4\pi\epsilon_0 d} = \frac{-3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} - \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 d}$$

yazabiliriz. Çarpışmadan sonra kürelerin yükleri;

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

olur. Yükler ikinci yük birinci yükten d kadar uzaklaşırsa;

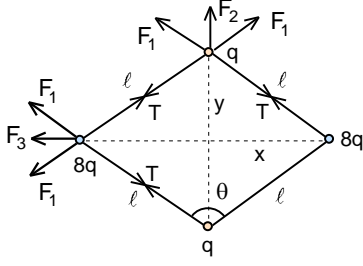
$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{(-q)^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} = \frac{(-q)^2}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{mv^2}{2}$$

yazabiliriz. Buradan aranan hız;

$$\frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} - \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} \approx \frac{4q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{q^2}{\pi\epsilon_0 m r}}$$

olarak bulunur.



19. Etki eden elektriksel kuvvetler için;

$$F_1 = \frac{q \cdot 8q}{4\pi\epsilon_0 \ell^2} = \frac{8q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2}$$

$$F_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left(2\ell \cos \frac{\theta}{2}\right)^2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 4\ell^2 \cos^2 \frac{\theta}{2}}$$

$$F_3 = \frac{(8q)^2}{4\pi\epsilon_0 \left(2\ell \sin \frac{\theta}{2}\right)^2} = \frac{64q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 4\ell^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

denge durumu için;

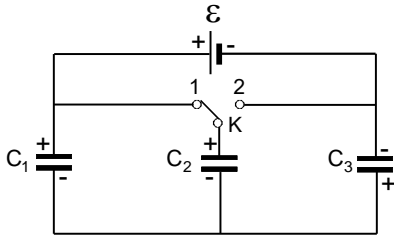
$$2F_1 \cos \frac{\theta}{2} + F_2 = 2T \cos \frac{\theta}{2}; \quad 2F_1 \sin \frac{\theta}{2} + F_3 = 2T \sin \frac{\theta}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{\sin \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} = \frac{2 \cdot \frac{8q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2} \sin \frac{\theta}{2} + \frac{64q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 4\ell^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}}{2 \cdot \frac{8q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2} \cos \frac{\theta}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 4\ell^2 \cos^2 \frac{\theta}{2}}} \Rightarrow 16 + \frac{1}{4\cos^3 \frac{\theta}{2}} = 16 + \frac{16}{\sin^3 \frac{\theta}{2}}$$

$$\frac{\sin^3 \frac{\theta}{2}}{\cos^3 \frac{\theta}{2}} = 64 \Rightarrow \tan \frac{\theta}{2} = 4; \quad \theta = 2 \arctan(4)$$

olarak bulunur.



20. Birinci durumda C_1 ve C_2 kapasiteleri kondansatörlerin eşdeğer kapasitesi;

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 2 + 2 = 4 \mu\text{F}$$

sistemin bu durumdaki eşdeğer kapasite;

$$\frac{1}{C_{123}} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_{123} = 2 \mu\text{F}$$

bu durumdaki yük;

$$q_1 = C_{123}U = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 120 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

olur. İkinci durumda C_2 ve C_3 kapasiteleri kondansatörlerin eşdeğer kapasitesi;

$$C'_{23} = C_2 + C_3 = 2 + 4 = 6 \mu\text{F}$$

sistemin bu durumdaki eşdeğer kapasite;

$$\frac{1}{C'_{123}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C'_{23}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow C'_{123} = \frac{3}{2} \mu\text{F}$$

bu durumdaki yük;

$$q_2 = C'_{123}U = \frac{3}{2} \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 90 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

olur. Üretcin sağladığı enerji değişimi;

$$\mathcal{E} = (q_1 - q_2)U = (120 \cdot 10^{-6} - 90 \cdot 10^{-6}) \cdot 60 = 1800 \cdot 10^{-6} \text{ G} = 1800 \mu\text{J}$$

olarak bulunur.

25. Büyütme oranından görüntünün ayırma yüzeyine olan uzaklık;

$$k = \frac{\frac{b}{a}}{\frac{n_2}{n_1}} = 1 \Rightarrow b = \frac{an_2}{n_1} = \frac{10 \cdot 2}{1,5} = \frac{40}{3}$$

olur. Buradan eğrilik yarıçapı;

$$\frac{n_1}{a} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{R} \Rightarrow \frac{1,5}{10} + \frac{2}{\frac{40}{3}} = \frac{2 - 1,5}{R}; R = \frac{5}{3}$$

olarak bulunur.