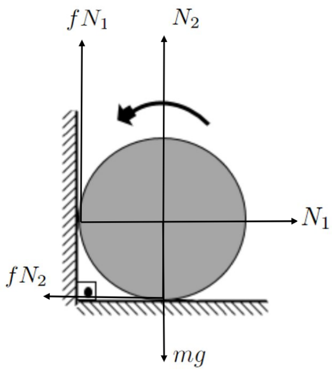
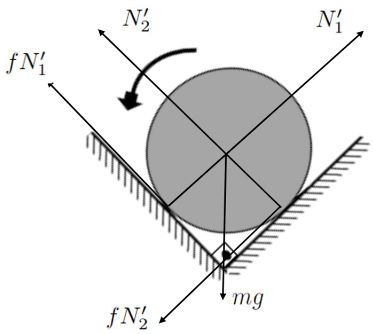
31. Ulusal Bilim Olimpiyatları Birinci Aşama Sınavı - Fizik Çözümleri

Çözümler

1. Cisme etki edecek kuvvetler, büyüklükleriyle şekilde gösterilmiştir. Cisim bu şekilde dengedeyse üzerine etki eden toplam kuvvetin sıfır olması gerekir.





İlk durum için dikey yönde

$$fN_1 + N_2 - mg = 0$$

ve yatay yönde

$$N_1 - fN_2 = 0$$

yazabiliriz. Bu iki denklemden

$$N_1 = \frac{mgf}{1+f^2}$$

ve

$$N_2 = \frac{mg}{1+f^2}$$

buluruz.

İkinci durum için duvar boyunca olan kuvvetlerin dengesinden

$$fN_1' + N_2' - mg\frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

ve zemin boyunca olan kuvvetlerin dengesinden

$$N_1' - fN_2' - mg\frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

yazabiliriz. Bu iki denklemden

$$N_1' = \frac{mg\sqrt{2}(1+f)}{2(1+f^2)}$$

ve

$$N_2' = \frac{mg\sqrt{2}(1-f)}{2(1+f^2)}$$

buluruz.

Buradan cevap

$$\frac{N_1 N_2}{N_1' N_2'} = \frac{2}{1-f^2}$$

olur.
Cevap D.

2. İpin serbest kısmının, duvara bağlı kısımla birleşene kadar, g ivmesiyle serbest düşüş hareketi yaptığını varsayabiliriz. Bu durumda hareketli kısmın hızı $v = \sqrt{2gx}$ olur. Hareketli kısmın uzunluğunun $\frac{L-x}{2}$ ve hareketsiz kısmın uzunluğunun $\frac{L+x}{2}$ olduğunu bildiğimizden, kütle merkezi hızının tanımından

$$v = \frac{\sum_i m_i v_i}{\sum_i m_i} = \frac{\frac{m}{L}\frac{L-x}{2}v + \frac{m}{L}\frac{L+x}{2}(0)}{m} = \frac{v(L-x)/2}{L} = \sqrt{\frac{gx}{2}}(1-\frac{x}{L})$$

buluruz.
Cevap D.

3. Sürtünme kuvvetinin yönü valizin banta göre olan hızının tersine doğrudur. Banta göre hızla ilgilendiğimiz için bant referans siteminde çalışmamız daha kolay olacaktır. Şimdi, bant referans sisteminde ilk anda valizin bant boyunca $-V_0$, banta dik V hızı vardır dolayısıyla hızının büyüklüğü $\tilde{V} = \sqrt{V_0^2 + V^2}$'dir. Sürtünme kuvveti bu referans sisteminde $\tilde{V}$ ile zıt yöndedir ve hep öyle kalacaktır yani artık problemimiz $\tilde{V}$ hızıyla harekete başlayan bir cismin sabit kuvvet altındaki hareketini incelemeye eşdeğer hale geldi. Artık soruyu çözebiliriz.

   Öncelikle ilk durum için valizin ne kadar mesafe katedeceğini bulalım. Bunun için sürtünme kuvvetinin büyüklüğüne F diyelim.

$$a = F/m \implies l_1 = \frac{\tilde{V}^2}{2a} = \frac{V_0^2 + V^2}{2F/m}.$$

   Valizin hareket doğrultusuyla bantın hareket doğrultusu arasındaki açı $\theta_1 = \arctan(V/V_0)$ olduğundan

$$x = l_1 \sin\theta_1 = \frac{mV\sqrt{V_0^2 + V^2}}{2F}$$

   olur. İkinci durumda da benzer şekilde

$$l_2 = \frac{\tilde{V}'^2}{2a} = \frac{V_0^2 + 4V^2}{2F/m}.$$

$$\implies 3x = \frac{mV\sqrt{V_0^2 + 4V^2}}{F}.$$

x için elde ettiğimiz iki denklemi oranlayıp düzenlersek

$$\frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{5}{7}}$$

buluruz.
Cevap D.

4. Cisim maksimum hıza denge konumunda ulaşır. Denge konumu yayın serbest haldeki konumundan x_1 kadar uzakta bulunsun, $kx_1 = mgf_1$ olmalıdır. Enerji korunumundan

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\frac{A^2}{4} + mgf_1\frac{3A}{2} \implies x_1 = A/4.$$

Yine enerji korunumundan

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\frac{A^2}{16} + mgf_1\frac{3A}{4} + \frac{1}{2}mV_1^2.$$

$x_1'i$ yerine koyarsak

$$V_1 = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{kA^2}{m}}$$

buluruz.
İkinci durumda da yine enerji korunumu kullanarak ve denge konumunu bularak V_2'yi bulabiliriz.

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\frac{4A^2}{9} + mgf_2\frac{5A}{3},$$
$$mgf_2 = kx_2 \implies x_2 = A/6,$$
$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\frac{A^2}{36} + mgf_2\frac{5A}{6} + \frac{1}{2}mV_2^2$$
$$\implies V_2 = \frac{5}{6}\sqrt{\frac{kA^2}{m}}.$$

Buradan

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{9}{10}$$

buluruz.
Cevap B.

5. Sonsuzdan gelen ışınlar için Fermat Prensibi'ni kullanacağız. $f >> R$ koşulundan, ışınların disk içerisinde çok az kırıldıklarını anlayabiliriz. Fermat Prensibi uygulayabilmek için ışınların disk içerisinde yaklaşık olarak düz gittiğini kabul edeceğiz. İki ışın inceleyelim. 1: Diskin ekseninden R kadar uzaktan diske giren ve 2: Optik eksen üzerinden diske giren ($R = 0$).
1 için optik yol

$$\Delta_1 = n(R)H + \sqrt{f^2 + R^2} = n_0H + \alpha R^2 H + \sqrt{f^2 + R^2},$$

2 için optik yol

$$\Delta_2 = n(0)H + f = n_0H + f.$$

İki optik yolu birbirine eşitlersek

$$\alpha = \frac{1}{R^2 H}(f - \sqrt{f^2 + R^2}) \cong -\frac{1}{2fH}.$$

Cevap C.

6. Cisimler tek bir cisim gibi hareket ettiği için $F_1 = (M + m)a$ yazabiliriz. Üstteki cisim için dinamik eşitlik yazarsak $F_s = ma$ olmalıdır. Burada F_s sürtünme kuvveti olup sorudaki şart sebebiyle $mg\mu$'ye eşit olmalıdır. Buradan $a = g\mu$ buluruz.

   İkinci durumda alttaki cisim için hareket denklemi $F_2 - mg\frac{\mu}{3} = Ma$ olur. Kuvvetlerin oranlarını bildiğimizden yukarıdaki iki denklemi $\frac{m}{M}$ için çözebiliriz. Buradan $\frac{m}{M} = 3$ buluruz.
   Cevap C.

7. Çarpışma sonrası ikinci şekildeki konumda, ipe bağlı cisimlerin $\vec{V}$ yönündeki hızları V_x, buna dik yöndeki hızları ise V_y (iki cisim için de bu hızın yönü birbirlerine doğru) olsun. Ayrıca bu durumda ortadaki cismin hızı da V_0 olsun. Enerji korunumundan

$$V^2 = 2(V_x^2 + V_y^2) + V_0^2$$

   yazabiliriz. Sisteme dışarıdan bir kuvvet etki etmeyeceğinden (ipteki kuvvet iç kuvvettir) sistemde momentum korunur. Yani

$$V = V_0 + 2V_x$$

   yazabiliriz. Bunun dışında ipin uzamaması için ipin her noktasındaki hız aynı olmalıdır. Ortadaki cisim için incelersek ipin hızı $V_0\frac{\sqrt{2}}{2}$'dir. Diğer cisimler için bakarsak ipin hızı $(V_x + V_y)\frac{\sqrt{2}}{2}$'dir. Bu iki hız eşit olmalıdır, dolayısıyla

$$V_x + V_y = V_0.$$

   Elde ettiğimiz bu üç denklemden $V_x = \frac{2\pm1}{6}V$ kökleri gelir. Burada küçük olan kökü seçmeliyiz, diğer kök sorudaki ikinci şeklin $\vec{V}$'ye dik doğrultuya göre simetriği durumunda geçerlidir fakat fiziksel olarak anlamlı değildir çünkü ipe bağlı cisimler ortadaki cismi geçtiklerinde ortadaki cismin iple bağlantısı kesilir ve V_x'i bulmak için yazdığımız ipin kopmama şartından gelen denklemi yazamayız. Yani $V_x = V/6$ olmalıdır. Buradan $V_y = V/2$ bulunur. Sonuç olarak cisimlerin hızları

$$V_c = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \frac{\sqrt{5}}{3\sqrt{2}}V$$

   olur.
   Cevap B.

8. R_2'den akan akım $I_2 = 12A$'dir ve saat yönündedir. R_4'ten akan akımın yukarıya doğru olduğunu, R_1, R_3 ve R_5'ten akan akımların saat yönünde aktığını varsayalım ve R_i'den akan akımı I_i şeklinde gösterelim ($i = 1, 2, 3, 4, 5$). $8V$'luk pil üzerinden akan akımı da I' ile gösterelim. Şimdi Kirchoff yasalarını her ilmek için yazalım.

   Sol üstteki ilmek için:

$$2I_1 + 2I' = 8,$$

sol alttaki ilmek için:

$$2I' - 2I_5 + 3I_4 = 8,$$

sağ alttaki ilmek için:

$$-I_3 - 3I_4 = 12.$$

Sistemin ortasına giren akımlarla çıkan akımların eşit olması gerektiğinden

$$I' = 24 - I_1 - I_3 + I_4,$$

sistemin alt noktası için

$$I_3 = I_4 + I_5.$$

Beş denklem elde ettik ve beş bilinmeyenimiz var dolayısıyla denklem sistemimiz çözülebilir. İşlemler yapılırsa

$$I_4 = -32/15$$

bulunur, büyüklüğü sorulduğundan cevap 32/15'tir.
Cevap C.

9. Eklenen sıvının sıcaklığı T_0, karışımın son durumdaki sıcaklığı T' olsun. Enerji korunumundan

$$cVd(T - T') = \frac{3cVd}{10}(T' - T_0)$$

yazabiliriz, burada c sıvıların öz ısıdır. Sıvı seviyesinin değişmemesi için sistemdeki hacim değişikliği $-V/10$ olmalıdır. Yani

$$\Delta V = \alpha V(T' - T) + \frac{2\alpha V}{10}(T' - T_0) = -\frac{V}{10}.$$

Bu iki denklemden

$$T - T_0 = \frac{13}{10\alpha}$$

buluruz.
Cevap A.

10. $\alpha = ke^{\beta}\varepsilon_0^{\theta}h^{\gamma}c^{\eta}$ olsun. Burada k bir sabittir. $[e] = A{\cdot}s$, $[\varepsilon_0] = \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^3}$, $[h] = \frac{kg \cdot m^2}{s}$ ve $[c] = \frac{m}{s}$'dir. Hepsi çarpılıp her birimin üssü sıfıra eşitlenirse

$$\beta + 2\theta = 0,$$

$$\beta + 4\theta - \gamma - \eta = 0,$$

$$-\theta + \gamma = 0.$$

Dört bilinmeyen üç denklemimiz var dolayısıyla hiçbir katsayı kesin olarak bilenemez, sadece oranları bilinebilir.

$$\beta : \theta : \gamma : \eta = 2 : -1 : -1 : -1$$

olur. Bu şartı sağlayan tek şık A şıkkdır.
Cevap A.

11. $qvB = \frac{mv^2}{R} \implies T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$. İlk çarpışmaya kadar çeyrek periyot, diğer çarpışmalar arası ise yarm periyot süre geçeceğinden

$$t = \frac{\pi m}{qB}(\frac{1}{2} + 2 + 4 + 8 + 16) = \frac{61\pi m}{2qB}$$

olur.
Cevap B.

12. Üstteki şeklin bir kenarının uzunluğu $2l$ ve düşeyle yaptığı açı θ olsun. Aşağı yöne y, sağa yöne x diyelim. A noktasının konumu $(2l\cos\theta, 2l\sin\theta)$ ve B noktasının konumu $(5l\cos\theta, l\sin\theta)$'dır. Konumun zamana görevi hızı verir dolayısıyla

$$\vec{v}_A\Big|_{\theta=45^\circ} = (l\dot{\theta}_s\sqrt{2}, -l\dot{\theta}_s\sqrt{2}),$$

$$\vec{v}_B\Big|_{\theta=45^\circ} = (l\dot{\theta}_s\sqrt{2}/2, -5l\dot{\theta}_s\sqrt{2}/2)$$

olur. Burada $\dot{\theta}_s$, θ'nın zamana göre türevininn $\theta = 45^\circ$ açısındaki değeridir. Buradan

$$\frac{v_B}{v_A} = \frac{\sqrt{13}}{2}$$

olur.
Cevap C.

13. Minimum fırlatma hızını elde edebilmek için fırlatılan cismin hızının iki gezegen arasındaki denge noktasında sıfır olması gerekir. Bu sayede birinci gezegenin çekim alanından kurtulan cisim ikinci gezegen tarafından çekilir, bu sınır durumudur. Bu denge noktası birinci gezegenin merkezinden x kadar uzakta ise

$$\frac{GM_1}{x^2} = \frac{GM_2}{(d-x)^2} \implies x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}}.$$

Enerji korunumundan

$$\frac{1}{2}mV_1^2 - \frac{GM_1 m}{R_1} - \frac{GM_2 m}{d-R_1} = -\frac{GM_1 m}{x} - \frac{GM_2 m}{d-x}$$

$$\implies V_1 = \sqrt{2\left(\frac{GM_1}{R_1} + \frac{GM_2}{d-R_1} - \frac{GM_1}{d}\left(1+\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}\right)^2\right)}.$$

Benzer şekilde enerji koruyarak V_2'yi de bulabiliriz:

$$\frac{1}{2}mV_1^2 - \frac{GM_1 m}{R_1} - \frac{GM_2 m}{d-R_1} = -\frac{GM_1 m}{d-R_2} - \frac{GM_2 m}{R_2} + \frac{1}{2}mV_2^2$$

$$\implies V_2 = \sqrt{2\left(\frac{GM_1}{d-R_2} + \frac{GM_2}{R_2} - \frac{GM_1}{d}\left(1+\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}\right)^2\right)}.$$

Buradan

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{R_1} + \frac{M_2}{d-R_1} - \frac{M_1}{d}\left(1+\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}\right)^2}{\frac{M_1}{d-R_2} + \frac{M_2}{R_2} - \frac{M_1}{d}\left(1+\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}\right)^2}}$$

buluruz ki bu cevap şıklarda yoktur yani cevap hiçbiridir.
Cevap E.

14. Denge durumunda

$$\alpha\pi R^2 V^2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$$

olur. Burada R damlanın yarıçapı, ρ damlanın yoğunluğu ve α orantı sabitidir.
Hacmi dört katına çıkarılırsa yarıçapı $R' = R2^{2/3}$ olur. Dolayısıyla

$$\alpha\pi R'^2 V'^2 = \frac{4}{3}\pi R'^3 \rho g$$

$$\Longrightarrow V' = 2^{1/3} V$$

olur.
Cevap D.

15. Yerçekimini eğik düzlem boyunca (x ekseni olsun) ve eğik düzleme dik (y ekseni olsun) doğrultulara göre bileşenlerini alalım. Bu durumda $g_x = g\sin\theta$ ve $g_y = g\cos\theta$ olur. Hareket süresi

$$t = \frac{2V_0}{g_y} = \frac{2V_0}{g\cos\theta}$$

olur ve eğik düzleme çarptığı hızın y bileşeni V_0'dır. Bu süre zarfında x yönünde

$$V_x = g_x t = 2V_0\tan\theta$$

hızı kazanır. Dolayısıyla çarpma hızı

$$\sqrt{V_0^2 + V_x^2} = V_0\sqrt{1+4\tan^2\theta}$$

olur.
Cevap A.

16. Sistemi iki parçaya ayırıp inceleyelim: sol çubuk ve sağ çubuk. Sol çubuğa zeminden yukarı yönde N_1 tepki kuvveti, menteşelerden dolayı sola doğru N_x ve yukarı doğru N_y kuvveti etki etsin. Bu durumda kuvvet dengesinden

$$N_x = T$$

ve

$$N_1 + N_y = 3mg$$

yazabiliriz. Çubuğun ortasına göre tork alıp sıfıra eşitlersek

$$T\cos\alpha + N_x\cos\alpha + N_y\sin\alpha = N_1\sin\alpha$$

yazabiliriz. Sağ çubuğa da zeminden yukarı doğru N_2 tepki kuvveti ve menteşelerden kaynaklı sağa doğru N_x ve aşağı doğru N_y kuvveti etki eder. Yine kuvvet dengesinden

$$mg + N_y = N_2$$

ve torktan

$$N_y \sin\alpha + N_2 \sin\alpha = N_x \cos\alpha + T\cos\alpha$$

yazabiliriz. Bu denklemleri T için çözersek

$$T = mg\tan\alpha$$

buluruz.

Şimdi adamın merdivenin tepesine çıktığı durumu ele alalım. Bu durumda menteşelerden iki çubuğa da aşağı doğru $2mg/2 = mg$ kuvveti etki eder. Bu sefer sadece sağdaki çubuğu incelememiz yeterli olur. Çubuğa zeminden N' tepki kuvveti ve menteşeden yatay olarak N'_x ve biraz önce bahsettiğimiz aşağı doğru mg kuvveti etki edecektir. Çubuğun ağırlığıyla beraber kuvvet dengesi eşitliklerimiz

$$N'_x = T'$$

ve

$$N' = mg + mg = 2mg$$

olur. Burada T' ipteki gerilmedir. Tork dengesi için

$$N'_x \cos\alpha + T'\cos\alpha = N'\sin\alpha + mg\sin\alpha$$

yazabiliriz. Bu denklemlerden

$$T' = \frac{3}{2}mg\tan\alpha = \frac{3}{2}T$$

buluruz.
Cevap E.

17. Plakalar arasındaki elektrik alan $E = \frac{\varepsilon}{H}$ olduğundan cismin ivmesi $a = \frac{q\varepsilon}{mH}$ olur. $t = L/v$ sürede cisim bu ivmeyle $H/3$ kadar hareket etmişse

$$\frac{H}{3} = \frac{1}{2}\frac{q\varepsilon}{mH}\frac{L^2}{v^2}$$

yazabiliriz. Eğer pil potansiyeli yarıya düşürülüp hız iki katına çıkarılırsa

$$\Delta H = \frac{1}{8}\frac{1}{2}\frac{q\varepsilon}{mH}\frac{L^2}{v^2} = \frac{H}{24}$$

olur.
Cevap E.

18. Mercek formülünden

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x_1}$$

$$\Longrightarrow x_1 = \frac{xf}{x-f}$$

ve benzer şekilde

$$x_2 = \frac{2xf}{2x - f}.$$

Burada x_1 ve x_2 sırasıyla kısa ve uzun cisimlerin görüntülerinin mercekten olan uzaklıklarıdır. Görüntülerinin boylarının büyüklükleri $h_1 = \frac{x_1}{x}h$ ve $h_2 = \frac{x_2}{2x}2h$ ile verilir. Bunların oranının 2/5 olduğu verilmiş. O zaman

$$\frac{2(x-f)}{2x-f} = \frac{2}{5}$$

$$\implies x = \frac{4f}{3}.$$

Şimdi mesafelerin yarıya indirildiği durumu inceleyelim. Bu durumda görüntülerin merceğe uzaklıkları

$$x_1' = \frac{xf}{x - 2f} = -2f$$

ve

$$x_2' = \frac{xf}{x - f} = 4f$$

olur. Dolayısıyla görüntüler arası mesafe $6f$'tir.
Cevap E.

19. n kırıcılık indisli maddeden yapılmış bir merceğin n' kırıcılık indisli ortam içerisindeki odak uzaklığı

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

ifadesiyle bulunabilir. Burada f merceğin odak uzaklığı, R_1 ve R_2 ise merceğin iki yüzeyinin eğrilik yarıçaplarıdır.
Sorumuz için ilk durumda değerleri yukarıdaki denklemde yerine koyarsak $f_1 = 2R$ buluruz. Ayrıca mercek formülünden

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{2R} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

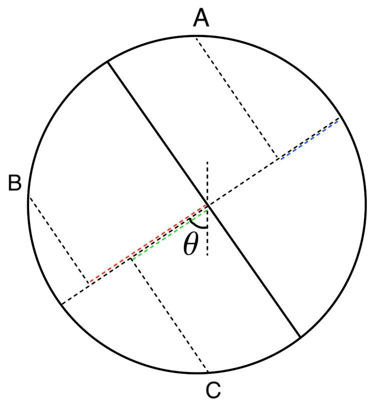
olduğunu biliyoruz. Benzer işlemleri merceği kırıcılık indisi $n = 4/3$ olan ortama batırdığımız durum için yapalım. $n = 4/3$ için merceğin odak uzaklılğı $f_2 = 4R$ olur. Yine soruda verilen değerlerle

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{4R} = \frac{1}{x} + \frac{1}{3y}$$

yazabiliriz. Bu iki denklemden $\frac{x}{y} = 3$ buluruz.
Cevap A.

20. Üstteki sıvının yoğunluğu ρ_1, alttakininki ise ρ_2 olsun. İvmeli hareket sonucu sıvı yüzeyi şekildeki gibi olacaktır. Burada $\theta = \arctan(12/5)$'tir. Ayrıca sıvı yüzeyine dik doğrultuda yerçekimi efektif olarak $g' = 26m/s^2$ değerindedir. A noktasındaki basınç şekilde mavi çizgiyle belirtilmiş olan yükseklikten kaynaklanır dolayısıyla

$$P_A = \rho_1 g' R(1 - \cos\theta) = \rho_1 g' \frac{8R}{13}.$$



Diğer noktaların basıncını bulabilmek için şekilde kırmızı ile belirtilmiş olan uzunluğun $R\sin\theta = \frac{12R}{13}$ ve yeşil ile belirtilmiş uzunluğun $R\cos\theta = \frac{5R}{13}$ olduğu bilgilerini kullanmalıyız. Buradan

$$P_B = \rho_1 g' R + \rho_2 g' \frac{12R}{13}$$

ve

$$P_C = \rho_1 g' R + \rho_2 g' \frac{5}{13}$$

olur. Soruda verilen orandan

$$\frac{P_B}{P_C} = \frac{\rho_1 + \frac{12}{13}\rho_2}{\rho_1 + \frac{5}{13}\rho_2} = 2$$

$$\implies \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{2}{13}.$$

Dolayısıyla

$$\frac{P_A}{P_C} = \frac{\frac{8}{13}\rho_1}{\rho_1 + \frac{5}{13}\rho_2} = \frac{16}{91}$$

buluruz.
Cevap B.

21. Üst kürelerin kütleleri m olsun o zaman alttaki kürenin kütlesi $3m$ olur. Üstteki kürelere etki eden kaldırma kuvveti alttakine etki eden kuvvetin yarısıdır. Üsttekilere etki eden kaldırma kuvvetini F ile gösterelim. Alt ve üst küreleri birbirine bağlayan ipin gerilmesini T, üst küreler arasındaki tepki kuvvetini N_1 ve alt ve üst küreler arası tepki kuvvetini N_2 ile ifade edelim. Soruda $N_1 = mg\sqrt{3}$ olduğu ve üstteki küreler arası gerilmenin $2T$ olduğu verilmiş. Şimdi bu bilgileri kullanarak denge eşitlikleri yazalım. Üstteki bir küre için düşey denge:

$$F + N_2\frac{\sqrt{3}}{2} - mg - T\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,$$

yatay denge:

$$N_1 + \frac{N_2}{2} = mg\sqrt{3} + \frac{N_2}{2} = 2T + \frac{T}{2} = 0,$$

alttaki cisim için düşey denge:

$$2F + T\sqrt{3} - 3mg - N_2\sqrt{3} = 0.$$

Bu denklemlerden

$$N_2 = \frac{7mg}{8\sqrt{3}} = \frac{7}{24\sqrt{3}}(3mg)$$

buluruz. Yani tepki kuvveti alttaki kürenin ağırlığının $\frac{7}{24\sqrt{3}}$ katıdır.
Cevap E.

22. İlk enerji

$$E_1 = \frac{2kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} - \frac{2kq^2}{a\sqrt{2}}.$$

Son enerji

$$E_2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{4kq^2}{3a\sqrt{2}} - \frac{4kq^2}{a\sqrt{2}} + \frac{8kq^2}{\sqrt{10}a}.$$

Enerji korunumundan

$$v = \sqrt{\frac{2kq^2}{ma}\left(2 + \frac{5\sqrt{2}}{6} - \frac{4\sqrt{10}}{5}\right)}.$$

Cevap E.

23. Soru iptal edilmiştir.

24. Pistonun alanı A olsun. İlk durum için kuvvet dengesi yazarsak

$$k(L - 2h) + P_0 A = 2P_0 A$$
$$\implies k(L - 2h) = P_0 A$$

buluruz. ikinci durum için soldaki kabın basıncı P_1, sağdakinin basıncı ise P_2 olsun. İdeal gaz yasasından

$$P_0 2h = P_1 \frac{3h}{2} \implies P_1 = \frac{4P_0}{3}.$$

Kabın sağ tarafı için ilk durumda $2P_0 2h = nRT_0$ yazabiliriz, son durumda ise $P_2 \frac{5h}{2} = nR2T_0$ olacaktır. Burada n kabın sağ bölmesindeki mol sayısıdır. Bu iki denklemden

$$P_2 = \frac{16P_0}{5}$$

buluruz. Artık ikinci durum için denge koşulundan

$$k(L - \frac{3h}{2}) = \frac{4P_0}{3}A = \frac{16P_0}{5}A$$
$$\implies k(L - \frac{3h}{2}) = \frac{28P_0}{15}A$$

buluruz. Elde ettiğimiz ilk denklemle oranlayıp işlemleri yaparsak

$$L = \frac{67}{26}h$$

buluruz.
Cevap A.

25. Suyun kütlesi M, sıcaklığı T_0 olsun. Buzlardan birinin kütlesi ise m olsun. Kalori ve gram birimlerinde çalışacağız. İki buz atıldığı durum için enerji korunumundan

$$Mc_{su}(T_0 - 50) = 2mc_{buz}10 + 2mL + 2mc_{su}50$$

yazabiliriz, burada L buzun erime ısısıdır. Üç buz atıldığında ise

$$Mc_{su}(T_0 - 35) = 3mc_{buz}10 + 3mL + 3mc_{su}35$$

yazabiliriz. Sayısal değerleri yerlerine koyarak bu iki denklemden $M = 6m$ ve $T_0 = 95°C$ buluruz. Dört buz atıldığında denge sıcaklığı T' olsun. O zaman,

$$Mc_{su}(T - T') = 4mc_{buz}10 + 4mL + 4mc_{su}T'$$

$$\implies T' = 23°C.$$

Cevap C.