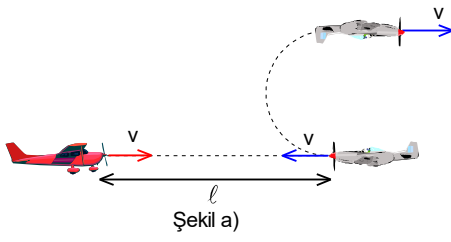
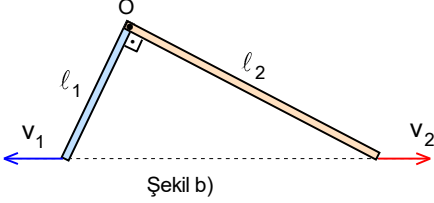


EYLÜL KAMPI SINAVI-2003



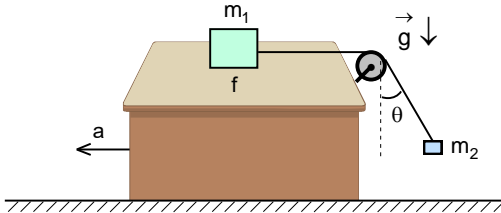
1. a) İki uçak aynı hızda olacak şekilde birbirilerine doğru Şekil a) daki gibi  $v$  hızıyla yaklaşmaktadır. İki uçak aralarındaki uzaklık  $l$  iken uçaklardan birisi  $v$  hızı ile bir yarım çember çizdikten sonra ilk hareket yönüne zıt yönde uçmaya devam ediyor. Bu uçak tam yarı çemberi tamamladığı anda iki uçak arasındaki uzaklık yine  $l$  oluyor.

**Bu hareketi sağlayabilecek merkezci ivme nedir?**



b) Uzunlukları  $l_1$  ve  $l_2$  çubuklar ortak O noktalarının etrafında Şekil b) deki gibi serbest dönebiliyorlar. Diğer uçlardan iki çubuk bir doğru boyunca zıt yönde sabit  $v_1$  ve  $v_2$  hızı ile çekiliyorlar.

**İki çubuk arasındaki açı  $90^\circ$  olduğunda ortak O noktanın ivmesi nedir?**



2.  $m_1$  kütleli cismin üzerinde durduğu yatay masa  $a$  ivmesi ile sola doğru giderken makaradan geçen ip ucundaki  $m_2$  kütleli cismi ile birlikte düşeyle  $\theta$  açısı yapmaktadır.  $m_1$  ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı  $f$  dir.

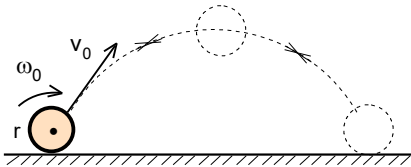
**Buna göre ipteki gerilme kuvveti nedir?**

3. Bir kamyonun içinde kütlesi  $m_1 = 100$  kg olan bir konteynır kamyonun ön tarafında bulunuyor. Konteynır ile kamyonun zemini arasındaki sürtünme ihmal edilebilir. Kamyon  $a = 2$  m/s<sup>2</sup> ivmesi ile harekete geçince konteynır geri kaymaya başlıyor. Bunu fark eden  $m_2 = 50$  kg kütleli bir insan konteynıra dayanıyor. İnsanın ayak kabalı ile kamyonun zemini arasındaki sürtünme katsayısı  $f = 0,5$ , insan ile kamyonun arkası arasındaki uzaklık  $l = 6$  m olarak veriliyor.

**Kamyon kaç metre yol alınca insan kamyonun düşer? Bu süre içinde sürtünme kuvveti insan üzerinde yaptığı iş nedir?**

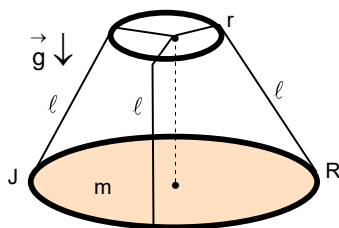
4. Toplam kütlesi (yakıt+roket)  $m_0$  olan bir roket yeryüzünden düşey yukarı yönde ateşleniyor. Yakıt gazları roketi göre  $u$  hızı ile çıkmakta ve yakıt sarfından ötürü toplam yakıt kütlesi  $m(t) = m_0 - \alpha t$  bağlantısına göre azalmaktadır. Burada  $\alpha$  sabittir.

**Yerçekimi kuvvetinin yaklaşık  $mg$  sabit olduğunu varsayarak yeryüzüne yakın bölgelerde roketin hızı zamana**



5. Kütlesi  $m$  ve yarıçapı  $r$  olan süper bir top yatay ve sürtümsüz düzlem üzerinde hareket etmektedir. Topa belirli  $v_0$  verilmektedir. Aynı zamanda top kütle merkezinin etrafında belirli  $\omega_0$  açısal hızı ile dönmektedir.

**Süper topun yatay düzlem üzerinde ileri geri gitmesi için  $v_0$  ve  $\omega_0$  arasındaki ilişki ne olmalıdır?**

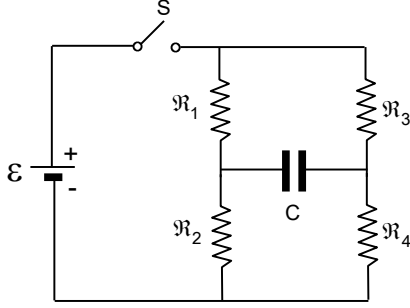


6. Kütlesi  $m$ , eylemsizlik momenti  $J$ , yarıçapı  $R$  olan bir disk, kütlesi ihmal edilebilen  $l$  uzunluktaki üç ipe simetrik olarak  $r$  yarıçaplı sabit tutturulmuş olan bir diske şekil-deki gibi bağlıdır.

**Buna göre alttaki diskin titreşim periyodu nedir?**

7. Bir kapta T sıcaklığında molekül kütlesi m olan ideal gaz bulunmaktadır. Hızları  $v \rightarrow v+dv$  aralığında bulunan moleküllerin kabin duvarına çarpmaları sonucunda oluşan dP basıncını hesaplayınız. Kaptaki gazın birim hacimdeki molekül sayısı  $n_0$  olarak veriliyor.

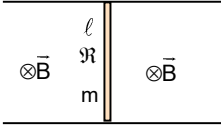
Verilmiş bir  $\Delta v$  hız aralığı değeri için  $v_0$  ne olmalıdır ki  $v_0 \rightarrow v_0 + dv$  aralığında bulunan moleküllerin oluşturduğu dP basıncı maksimum olur?



8. E.m.k. sı  $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$  ve iç direnci önemsiz olan bir sabit elektrik akımlı üretece dirençleri  $\mathcal{R}_1 = 1 \Omega$ ,  $\mathcal{R}_2 = 9 \Omega$ ,  $\mathcal{R}_3 = 10 \Omega$  ve  $\mathcal{R}_4 = 5 \Omega$  olan dört rezistans ile sığıası  $C = 1,5 \mu\text{F}$  olan kondansatör şekil-deki gibi bağlıdır. Bu  $\mathcal{R}C$  doğru akım devresinde S anahtarı  $t=0$  anında kapatılmaktadır.

a) Anahtar çok uzun bir süre kapalı tutulduğunda kondansatörde biriken yük miktarı nedir?

b) S anahtarı açıldığında kondansatördeki yük miktarının ilk değerinin yüzde beşine düşmesi için ne kadar süre geçmesi gerekir?

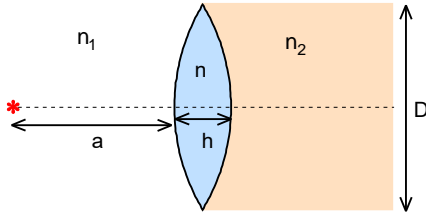


9. Kütlesi m ve direnci  $\mathcal{R}$  olan iletken bir çubuk aralarındaki mesafe  $l$  birbirine paralel ve çok uzun olan iki iletken ray üzerinde sürtünmesiz olarak şekildeki gibi hareket edebilmektedir. Sistem raylardan oluşan düzleme dik olarak uygulanan sabit ve homojen B manyetik indüksiyon alanı içine bulunmaktadır.

a) Raylar arasında sabit bir I akım kaynağı bağlanırsa çubuğun hızını ve içinde oluşan elektrik alanını zamanın fonksiyonu olarak nedir?

b) Raylar arasında sabit e.m.k.  $\mathcal{E}$  veren bir pil bağlanırsa çubuğun hızını ve içinde oluşan elektrik alanını zamanın fonksiyonu olarak nedir?

c) Bu iki durumların hangisinde çubuk sabit bir hıza ulaşabilir ve değeri nedir?



10. Çapı  $D=4 \text{ cm}$ , kırıcılık indisi n olan bir ince merceğin kalınlığı  $h=1 \text{ cm}$ 'dir. Mercek sol tarafı kırıcılık indisi  $n_1=1$  hava, sağ tarafı kırıcılık indisi  $n_2=2$  olan bir ortamda bulunmaktadır.

Sol tarafa mercekten a uzakta konulan bir cismin gerçek görüntüsünün  $n_2=2$  olan ortamda mercekten a uzakta oluşması için merceğin kırıcılık indisi n ne kadar olmalıdır?

EYLÜL KAMPI SINAVI CEVAPLARI-2003

1. a)  $\frac{(4 + \pi^2)v^2}{2\pi l}$

b)  $\frac{(v_1 + v_2)^2 \sqrt{l_1^6 + l_2^6}}{l_1 l_2 (l_1^2 + l_2^2)}$

2.  $T = \frac{m_1 m_2 (\sqrt{g^2 + a^2} + fg - a)}{m_1 + m_2}$

3. 30 m; 7500 J

4.  $u \ln \frac{m_0}{m_0 - \alpha t} - gt$

5.  $\frac{2\omega_0 r}{5}$

6.  $2\pi \sqrt{\frac{J \sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}}{mgRr}}$

7.  $2 \sqrt{\frac{kT}{m}}$

8. a) 10,2  $\mu\text{C}$

b) 28  $\mu\text{s}$

9. a)  $\frac{IB\ell t}{m}; \frac{I\mathfrak{R}}{\ell}$

b)  $\frac{\mathcal{E}}{B\ell} \left( 1 - e^{-\frac{B^2 \ell^2 t}{m\mathfrak{R}}} \right); \frac{\mathcal{E} e^{-\frac{B^2 \ell^2 t}{m\mathfrak{R}}}}{\ell}$

c) Akım sabit ise v sürekli artar.  $\mathcal{E}$  sabit ise  $t \rightarrow \infty$  limit durumunda çubuğun hızı sabit  $\frac{\mathcal{E}}{B\ell}$

10.  $n < 3,464$

**EYLÜL KAMPI SINAVI-2003 SORULARIN ÇÖZÜMLERİ**

1. a) Yarım daire çizmek için gerekli olan süre;

$$t = \frac{\pi r}{v}$$

iki uçak arasındaki yatay uzaklık;

$$x = \ell - vt = \ell - \pi r$$

iki uçak arasındaki dikey uzaklık  $y = 2r$  iki uçak arasındaki uzaklık;

$$L = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(\ell - \pi r)^2 + 4r^2}$$

olur. Uçağın merkezci ivmesi;

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(4 + \pi^2)v^2}{2\pi\ell}$$

olarak bulunur.

b) Uç noktalarının bağıl hızı;

$$v = v_1 + v_2$$

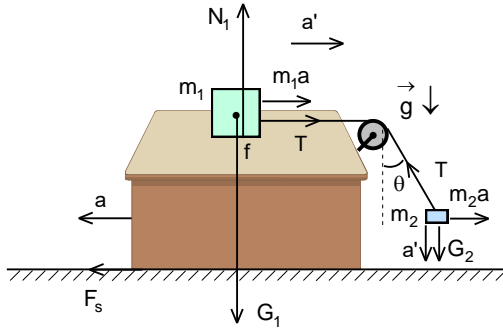
olur. İki çubuk arasındaki açı  $90^\circ$  olduğunda uç noktadan bakılırsa orta nokta dairesel hareket yapmaktadır. Orta noktanın merkezci ivmesi;

$$a_{n1} = \frac{(v \cos \theta_2)^2}{\ell_1}; \cos \theta_2 = \frac{\ell_2}{\sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2}}; a_{n2} = \frac{(v \cos \theta_1)^2}{\ell_2}; \cos \theta_1 = \frac{\ell_1}{\sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2}}$$

orta noktanın toplam ivmesi;

$$a_n = \sqrt{a_{n1}^2 + a_{n2}^2} = \frac{(v_1 + v_2)^2 \sqrt{\ell_1^6 + \ell_2^6}}{\ell_1 \ell_2 (\ell_1^2 + \ell_2^2)}$$

olarak bulunur.



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

$$m_1 a + T - f - m_1 g = m_1 a'$$

$$m_2 g - T \cos \theta = m_2 a' \cos \theta; m_2 a - T \sin \theta = m_2 a' \sin \theta$$

yazabiliriz. Buradan ipteki gerilme kuvveti;

$$(m_2 a')^2 = (m_2 g - T \cos \theta)^2 + (m_2 a - T \sin \theta)^2 = (m_1 a + T - f - m_1 g)^2$$

$$T = \frac{m_1 m_2 (\sqrt{g^2 + a^2} + fg - a)}{m_1 + m_2}$$

olarak bulunur.

3. a ivmesi ile hareket eden koordinat sisteminde toplam kütle;

$$F = (m_1 + m_2) a$$

eylemsizlik kuvveti etki eder. Sistemin hareket denkleminde sistemin kamyonu göre ivmesi;

$$(m_1 + m_2) a - f m_2 g = (m_1 + m_2) a'; a' = a - \frac{f m_2 g}{m_1 + m_2} = 2 - \frac{0,5 \cdot 50 \cdot 10}{100 + 50} = \frac{1}{3} \text{ m/s}^2$$

olarak bulunur. Alınan yol ifadesinden kamyonun düşme süresi;

$$\ell = \frac{a' t^2}{2}; 36 = t^2; t = 6 \text{ s}$$

olarak bulunur. İnsanın dış gözlemciye göre aldığı yol;

$$x - \ell = \frac{a t^2}{2} - \ell = \frac{2 \cdot 6^2}{2} - 6 = 30 \text{ m}$$

bu yolda sürtünme kuvvetinin yaptığı iş;

$$W = f m_2 g (x - \ell) = 0,5 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 30 = 7500 \text{ J}$$

olarak bulunur.

4. Roketin hareket denkleminde aranan hız;

$$\left(-\frac{dm}{dt}\right)u - mg = ma; \quad -\frac{dm}{dt}u - mg = m\frac{dv}{dt}$$

$$dv = -\frac{dm}{m}u - gdt; \quad v = -u \ln \frac{m}{m_0} - gt = u \ln \frac{m_0}{m_0 - \alpha t} - gt$$

roketin ivmesi;

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ u \ln m_0 - u \ln(m_0 - \alpha t) - gt \right] = \frac{u\alpha}{m_0 - \alpha t} - g$$

olarak bulunur. Roketin harekete geçebilmesi için;

$$a > 0; \quad \frac{u\alpha}{m_0 - \alpha t} > g$$

olmalıdır.

5. Top ile yatay düzlem arasında çarpışma sonucu meydana gelen tepki kuvveti  $N$ , sürtünme kuvveti ise  $F_s$  olsun. Bu durumda süper topun yatay yöndeki momentum değişimi;

$$\Delta p_x = mv_{0x} - mu_{0x} = F_s dt$$

sürtünme kuvvetinin etkisi ile topun açısal momentumu değişimi ifadesinden;

$$\Delta L = J(\omega - \omega_0) = -F_s \cdot r; \quad v_{0x} - u_{0x} = \frac{2r(\omega - \omega_0)}{5}$$

olarak yazılabilir. Süper topun ileri geri gitmesi için;

$$v_{0x} = -u_{0x}; \quad \omega = -\omega_0$$

olmalıdır. Buradan  $v_0 = \frac{2\omega_0 r}{5}$  olarak bulunur.

6. Asma noktasından alt diske kadar olan dikey uzaklık;

$$h_1 = \sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}$$

olarak verilir. Alt disk küçük  $\theta$  açısına döndürülürse asma noktasından alt diske kadar olan dikey uzaklık

$$h_2 = \sqrt{\ell^2 - \left[ (R \cos \theta - r)^2 + (R \sin \theta)^2 \right]} \approx \sqrt{\ell^2 - (R-r)^2} \sqrt{1 - \frac{Rr\theta^2}{\ell^2 - (R-r)^2}} \approx$$

$$\approx \sqrt{\ell^2 - (R-r)^2} \left\{ 1 - \frac{Rr\theta^2}{2[\ell^2 - (R-r)^2]} \right\} = \sqrt{\ell^2 - (R-r)^2} - \frac{Rr\theta^2}{2\sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}}$$

olarak bulunur. Enerji korunumu yasasından titreşimin açısal frekansı ve titreşim periyodu

$$W = E_k + E_p = \frac{J\omega^2}{2} + mg\Delta h = \frac{J\omega^2}{2} + \frac{mgRr\theta^2}{2\sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}}$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{mgRr}{J\sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}}}; \quad T = \frac{2\pi}{\Omega} = 2\pi \sqrt{\frac{J\sqrt{\ell^2 - (R-r)^2}}{mgRr}}$$

olarak bulunur.

7. T sıcaklığında bulunan bir gazdaki moleküllerin hızlarının dağılımı Maxwell formülü;

$$f(v) = f(v) = 4\pi \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

ile verilmektedir.  $v, v+dv$  hız aralığında bulunan molekül sayısı;

$$dn(v) = n_0 f(v) dv = 4\pi n_0 \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv$$

olur. Belirli  $d\Omega$  katı açısında;

$$dn_{\Omega}(v) = \frac{dn(v) d\Omega}{4\pi}; d\Omega = \sin\theta d\theta d\varphi$$

kadar molekül hareket etmektedir.  $dS$  yüzeyine çarpan molekül sayısı;

$$dn_{d\Omega dS}(v) = dn_{\Omega}(v) dS v \cos\theta dt$$

her molekülün momentum değişimi;

$$\Delta p_1 = 2mv \cos\theta$$

tüm moleküllerin momentum değişimi

$$\Delta p = dn_{d\Omega dS}(v) \Delta p_1 = 2m n_0 \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} v^4 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \cos^2\theta \sin\theta d\theta d\varphi v dt$$

olarak bulunur. Buradan basınç;

$$dP = 2m n_0 \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} v^4 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2\theta \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\varphi = \frac{4\pi m n_0}{3} \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} v^4 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv$$

olarak bulunur. Bu ifadenin maksimum olması şartından aranan hız değeri

$$\frac{d}{dv} \left( v^4 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \right) = 0; v_0 = 2 \sqrt{\frac{kT}{m}}$$

olarak bulunur.

8. a) Anahtar çok uzun bir süre kapalı tutulduğunda kondansatörden akım geçmez. Her iki kolda akan akımlar;

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2} = \frac{12}{1+9} = 1,2 \text{ A}; I_3 = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{R}_3 + \mathcal{R}_4} = \frac{12}{10+5} = 0,8 \text{ A}$$

olur. Kondansatör üzerindeki potansiyel fark;

$$U = I_3 \mathcal{R}_3 - I_1 \mathcal{R}_1 = 0,8 \cdot 10 - 1,2 \cdot 1 = 6,8 \text{ V}$$

olur. Kondansatör üzerinde depolanan yük;

$$q = CU = 1,5 \cdot 6,8 = 10,2 \text{ } \mu\text{C}$$

olarak bulunur.

b) S anahtarı açıldığında kondansatöre bağlı olan eşdeğer direnç;

$$\frac{1}{\mathcal{R}} = \frac{1}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_3} + \frac{1}{\mathcal{R}_2 + \mathcal{R}_4} = \frac{1}{1+10} + \frac{1}{9+5}; \mathcal{R} = 6,16 \text{ } \Omega$$

devrenin zaman sabiti;

$$\tau = \mathcal{R}C = 6,16 \cdot 1,5 = 9,24 \text{ } \mu\text{s}$$

olur. Kondansatörün üzerindeki yükün zamana göre değişimi ifadesinden

$$q = q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}; 0,05q_0 = q_0 e^{-\frac{t}{9,24}}; t = 9,24 \cdot \ln 20 = 28 \text{ } \mu\text{s}$$

olarak bulunur.

9. a)  $\ell$  uzunluktaki çubuğa etki eden kuvvet;

$$F=IB\ell=ma$$

çubuğun kazandığı hız;

$$v=at=\frac{IB\ell t}{m}$$

olarak bulunur. İki ray arasında oluşan potansiyel fark;

$$U=I\mathfrak{R}$$

çubuk içinde oluşan elektrik alan;

$$E=\frac{U}{\ell}=\frac{I\mathfrak{R}}{\ell}$$

olarak bulunur.

b) Akan akım ve etki eden kuvvet için;

$$I=\frac{\mathcal{E}-B\ell v}{\mathfrak{R}}; F=\frac{(\mathcal{E}-B\ell v)B\ell}{\mathfrak{R}}=m\frac{dv}{dt}$$

yazabiliriz. Buradan hız;

$$\int_0^v \frac{dv}{\mathcal{E}-B\ell v} = \int_0^t \frac{B\ell dt}{m\mathfrak{R}}; \ln \frac{\mathcal{E}-B\ell v}{\mathcal{E}} = -\frac{B^2\ell^2 t}{m\mathfrak{R}}; v=\frac{\mathcal{E}}{B\ell} \left(1-e^{-\frac{B^2\ell^2 t}{m\mathfrak{R}}}\right)$$

olarak bulunur. İki ray arasında oluşan potansiyel fark

$$U=\mathcal{E}-B\ell v=\mathcal{E}e^{-\frac{B^2\ell^2 t}{m\mathfrak{R}}}$$

çubuk içinde oluşan elektrik alan

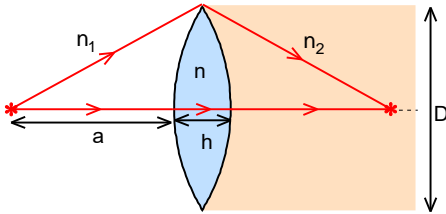
$$E=\frac{U}{\ell}=\frac{\mathcal{E}e^{-\frac{B^2\ell^2 t}{m\mathfrak{R}}}}{\ell}$$

olarak bulunur.

c) Akım sabit ise  $v$  sürekli artar.  $\mathcal{E}$  sabit ise  $t \rightarrow \infty$  limit durumunda çubuğun hızı sabit;

$$v=\frac{\mathcal{E}}{B\ell}$$

değere ulaşır.



yazabiliriz. Buradan;

$$n^2+6an-12=0; a=\frac{12-n^2}{6n}$$

$$a>0; n^2<12; n<3,464$$

olarak bulunur.

10. Fermat prensibine göre aynı ışık kaynağından çıkan iki farklı ışının optik yolları eşittir. Fermat prensibini kullanarak;

$$n_1 a + n_2 \sqrt{a^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2} = n_1 \sqrt{a^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2} + n_2 a$$

$$a + n_1 + 2a = 1 \cdot \sqrt{a^2 + 2^2} + 2 \cdot \sqrt{a^2 + 2^2}$$

$$3a + n = 3\sqrt{a^2 + 2^2}$$