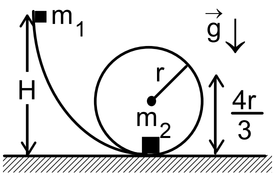
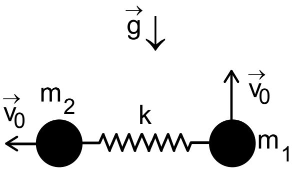
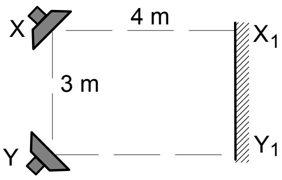
ŞUBAT KAMPI SINAVI-1995



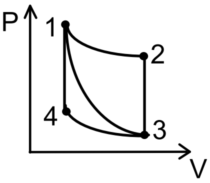
1. Kütlesi m_1 olan bir cisim önce H yüksekliğinden aşağı doğru ve sonra da r yarıçaplı çember şeklindeki ray üzerinde hareket ederek en alt noktada bulunan ve kütlesi m_2 olan cisme tam esnek olarak çarpıyor. Çarpışmadan sonra ikinci cisim $\frac{4r}{3}$ yüksekliğe kadar çıktıktan sonra cismin raylarla teması kesiliyor ve cisim yere düşüyor. Birinci cisim ise önce geri dönüyor ve sonra ileri gidip ikinci cismin temasının kesildiği yükseklikte teması kesiliyor. Bu hareketleri gerçekleştirmek için iki cismin kütleleri arasındaki oran ne kadar olmalıdır? H yüksekliğini r cinsinden ifade ediniz.



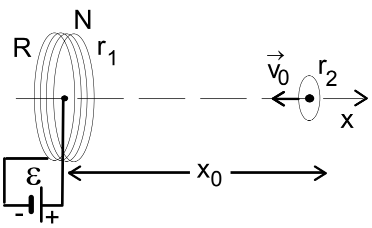
2. Yatay konumunda bulunan yay sabiti k olan yayın ucundaki kütleleri m_1 ve m_2 olan iki noktasal cisimden birisine düşey yukarı doğru v_0 ilk hızı veriliyor. Diğer cisme ise aynı hız yatay olarak veriliyor. Yayın maksimum sıkışma miktarı nedir?



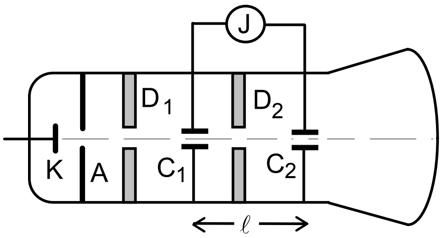
3. Birbirinden 3 m uzaklıkta bulunan X ve Y hoparlörleri aynı fazda çalışarak 660 Hz frekansta ses dalgaları yaymaktadır. Sesin hızı 330 m/s olduğuna göre hoparlörden 4 m uzaklıkta bulunan duvar üzerinde X_1 ve Y_1 noktaları arasında girişimin maksimum olduğu kaç nokta vardır?



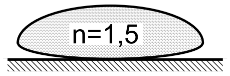
4. 1-2-3-1 ve 1-3-4-1 kapalı proseslerini gerçekleştiren bir ısı makinesi için, 1-2 ve 3-4 izoterm, 3-1 ve 1-3 adyabatik, 2-3 ve 4-1 izokorik proseslerdir. Birinci kapalı proses için ısı makinesinin verimi η_1, ikinci kapalı proses için ısı makine-sinin verimi η_2 ise 1-2-3-4-1 kapalı prosesi için verim nedir?



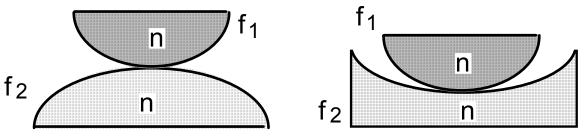
5. N sarımdan oluşan bir selenoidin yarıçapı r_1, direnci ise R olarak veriliyor. Selenoidin uçlarına ε değerinde doğru akım veren bir e.m.k. uygulanmaktadır. x ekseninin üzerinde $x=x_0$ noktasında selenoidin yapıldığı maddeden ve aynı geometrik özelliklerine sahip, yarıçapı r_2 ve kütlesi m olan bir halka bulunuyor. Halkanın yüzeyi selenoidin eksenine diktir. Halkaya selenoide doğru ilk v_0 hızı veriliyor. Halka, hareket hızı ile doğru orantılı bir hava direniş kuvvetinin etkisinde kalıyor ($F_d=kv$). Burada k bir sabittir. Halkanın hızını selenoide kadar olan x uzaklığının fonksiyonu olarak bulunuz. Selenoidin ve halkanın yarıçapları r_1 ve r_2 olup, x ve x_0 uzaklığından çok çok küçüktür. ($r_1, r_2 << x, x_0$)



6. Atom fiziğinin yüklü taneciklerin $\frac{q}{m}$ yük-kütle oranının ölçülmesi ile başladığını kabul edebiliriz. Bu oranı ölçmek için çok hassas bir deney yüksek frekanslı jeneratörün kullanılması ile yapılabilir. Bir elektron tüpünde katottan çıkan elektronlar katot ile anot arasına uygulanan U_0 potansiyel farkı ile hızlandırılmaktadır. D_1 ve D_2 diyaframlarından ve aralarındaki uzaklık ℓ olan iki C_1 ve C_2 kondansatöründen geçmektedirler. İki kondansatör yüksek frekanslı jeneratöre bağlıdırlar. Bu yüksek ν frekanslı jeneratörle kondansatörün levhaların arasında yaratılan elektrik alanın yönü sürekli değişmesine rağmen elektronların sapmaması sağlanıyor. Bu durumda yük-kütle oranı nedir?



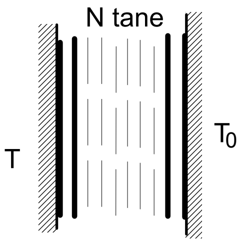
7. a) Newton halkaları ince hava kamalarında girişim sonucu yansıyan ya da iletilen ışıkta gözlenmektedirler. Böyle bir deneyde yatay ve düz cam levha üzerine eğrilik yarıçapları farklı olan ince kenarlı mercek yerleştiriliyor. Merceğin yapıldığı maddenin kırıcılık indisi n=1,5 olarak bilinmektedir. Merceğin odak uzaklığını bulmak için merceğe dalga boyu λ=580 nm olan monokromatik ışık gönderiliyor. Yansıyan ışıkta k=20 inci aydınlık halkanın yarıçapı r_1=2 mm olarak ölçülüyor. Mercek ters çevrildiğinde aynı halkanın yarıçapı r_2=4 mm olarak ölçülüyor. Merceğin odak uzaklığı nedir?



b) Newton halkaları, küresel yüzeyleri yalnızca bir noktada birbirine dokunan ve odak uzaklıkları f_1 ve f_2 ve kırıcılık indisi n olan iki düzlem-konveks ya da bir düzlem-konveks ve bir konkav mercek kullanılarak elde edilmektedirler. Düzenek λ dalga boyunda ışık ile aydınlandığında yansıyan ışıkta k'nıncı karanlık ve aydınlık halkanın yarıçapını bulunuz.

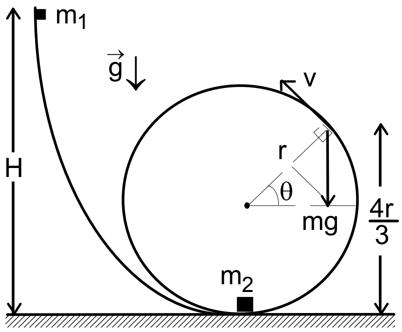
8. X-ışınları tüpe U voltajı uygulanarak elde ediliyor ve bu ışınlardan oluşan paralel bir demet durgun, serbest bir elektron üzerine gönderiliyor. Bu çarpışma sonucu ışık, geliş doğrultusuna göre 37° lik bir sapma yaparak yoluna devam ediyor ve ağır bir çekirdeğin civarından geçerken durgun bir elektron-pozitron çifti oluşturuyor. Bu olayların olabilmesi için X- ışını tüpüne uygulanması gereken potansiyel farkı U ne kadar olmalıdır?

Not: Planck sabiti h= $6{,}62.10^{-34}$ J.s, ışık hızı c=3.10^{8} m/s, elektronun kütlesi m_0=$9{,}1.10^{-31}$ kg, elektronun yükü e=$1{,}6.10^{-19}$ C olarak veriliyor.



9. Çok soğuk sıcaklıkları muhafaza etmek için ısı kayıplarını azaltmak gerekmektedir. Soğuk yüzeyin sıcaklığı T_0, sıcak yüzeyin sıcaklığı T olarak veriliyor. İlk aşamada iki yüzey arasında vakum yaratılabilir. Isı kayıplarını daha da önlemek için iki yüzey arasında N tane kara cisim özelliğinde düz levha koyabiliriz. Bütün yüzeyler birbirine paralel ve levhalar yeterince büyük olarak kabul edilebilir. Bu durumda soğuk ve sıcak yüzeyler arasındaki ısı iletimi ne kadar olur?

ŞUBAT KAMPI SINAVI SORULARIN ÇÖZÜMLERİ-1995



1. İki cismin çarpışmadan sonraki hızları momentum ve enerji korunumu yasalarından bulunur.

$$m_1u_0=m_1v_{01}+mv_{02}$$

$$K=\frac{m_1u_0^2}{2}=\frac{m_1v_{01}^2}{2}+\frac{m_2v_{02}^2}{2}$$

Burada

$$K=\frac{m_1u_0^2}{2}=m_1gH$$

birinci cismin kinetik enerjisidir. Bu denklemlerden ikinci cismin hızı ve kinetik enerjisi

$$v_{02}=\frac{2m_1u_0}{m_1+m_2};\ K_2=\frac{m_2v_{02}^2}{2}=\frac{4m_1m_2K}{(m_1+m_2)^2}$$

olarak bulunur. Her cismin h yüksekliğinde çember ile temas kesilmektedir. Bu durumda

$$m_2g\sin\theta=\frac{m_2v_2^2}{r}$$

yazabiliriz. Burada

$$\sin\theta=\frac{h-r}{r}=\frac{1}{3}$$

olarak alınabilir. Enerji korunumu yasasından

$$\frac{m_2v_{02}^2}{2}=\frac{m_2v_2^2}{2}+m_2gh;\ v_{02}^2=gr\frac{h-r}{r}+2gh=3gr$$

Bu ifadeyi ikinci cismin kinetik enerjisinde kullanabiliriz.

$$\frac{m_2v_{02}^2}{2}=\frac{4m_1m_2K}{(m_1m_2)^2};\ \frac{3m_2gr}{2}=\frac{4m_1m_2m_1gH}{(m_1+m_2)^2}$$

Birinci cisim ile çember arasında aynı h yükseklikte temas kesiliyor. Yani

$$v_{01}^2=v_{02}^2=3gr$$

olarak yazılabilir. Çarpışmadan önceki enerji korunum yasası için

$$m_1gH=\frac{3(m_1+m_2)gr}{2}$$

yazabiliriz. Buradan

$$H=6r;\ \frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{3}$$

olarak bulunur.

2. Sistemin kütle merkezi yatay ve dikey yönde

$$v_x=\frac{m_2v_0}{m_1+m_2};\ v_y=\frac{m_1v_0}{m_1+m_2}$$

hızları ile harekete geçer. Sistemin enerjisi için

$$\frac{(m_1+m_2)v_0^2}{2}=\frac{(m_1+m_2)v_x^2}{2}+\frac{(m_1+m_2)v_y^2}{2}+\frac{(J_1+J_2)\omega^2}{2}+\frac{kx^2}{2}$$

yazabiliriz. En büyük deformasyon sistem kütle merkezine göre sadece döndüğünde gerçekleşmektedir.

$$J_1=m_1\ell_1^2;\ J_2=m_2\ell_2^2;\ m_1\ell_1=m_2\ell_2;\qquad \ell=\ell_1+\ell_2$$

yazabiliriz. Bu denklemlerden

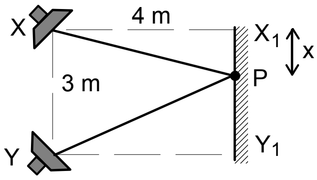
$$\frac{(J_1+J_2)\omega^2}{2}=\frac{m_1m_2\ell^2\omega^2}{2(m_1+m_2)}=\frac{m_1m_2v^2}{2(m_1+m_2)}$$

olarak yazılabilir. Buradan

$$\frac{(m_1+m_2)v_0^2}{2}=\frac{(m_1^2+m_2^2)v_x^2}{2(m_1+m_2)}+\frac{m_1m_2v^2}{2(m_1+m_2)}+\frac{kx^2}{2}$$

$$x=v_0\sqrt{\frac{m_1m_2}{k(m_1+m_2)}}$$

olarak bulunur.



3. Her hangi bir P noktası için yol farkı

$$\Delta = XP - YP = k\lambda;\ \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{330}{660} = 0{,}5\ \text{m}$$

$$\sqrt{4^2 + x^2} - \sqrt{4^2 + (3-x)^2} = k\lambda$$

olarak yazılabilir. x=3 m için

$$\Delta = 5 - 4 = 1\ \text{m}$$

x=0 m için

$$\Delta = 4 - 5 = -1\ \text{m}$$

olur. Bu mesafe dalga boyunun tam iki katıdır. Yani k=2 olur. Üstte iki, merkezde bir altta da iki tane olmak üzere toplam beş tane maksimum noktası vardır.

4. Verilen kapalı prosesler için verimler

$$\eta_1 = \frac{Q_{12} - Q_{23}}{Q_{12}};\ Q_{23} = (1-\eta_1)Q_{12}$$

$$\eta_2 = \frac{Q_{14} - Q_{34}}{Q_{14}};\ Q_{34} = (1-\eta_2)Q_{14} = (1-\eta_1)(1-\eta_2)Q_{12}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} - Q_{34} - Q_{41}}{Q_{41} + Q_{12}} = \frac{Q_{12} - Q_{34}}{Q_{41} + Q_{12}} = \frac{Q_{12} - (1-\eta_1).(1-\eta_2)Q_{12}}{Q_{12} + (1-\eta_1)Q_{12}} = \frac{\eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2}{2 - \eta_1}$$

olarak yazabiliriz. Burada $|Q_{14}| = |Q_{23}|$ dir.

5. Selenoidte

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

akım akmaktadır. Bu akım x mesafesinde

$$B = \frac{\mu_0 N I 2\pi r_1^2}{4\pi x^3} = \frac{\mu_0 N \varepsilon r_1^2}{2Rx^3}$$

manyetik alan yaratmaktadır. Hareket eden halka bu manyetik alanı kestiğinde, halkada indüksiyon e.m.k.'sı oluşur

$$\varepsilon_{in} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d(\vec{B}.\vec{S}_2)}{dt} = -\frac{dB}{dx}\frac{dx}{dt}S_2 = \frac{3\mu_0 N v \varepsilon r_1^2 \pi r_2^2}{2Rx^4}$$

Selenoidin direnci

$$R = \frac{\rho N 2\pi r_1}{S_0}$$

olarak yazılabilir. Burada S_0 telin kesit alanıdır. Halkanın direnci

$$R_2 = \frac{\rho 2\pi r_2}{S_0} = \frac{R r_2}{N r_1}$$

olarak yazılabilir. Halkada akan akım ve halkada oluşan manyetik dipol momenti

$$I_2 = \frac{\varepsilon_{in}}{R_2} = \frac{3\mu_0 N^2 v \varepsilon r_1^3 \pi r_2}{2R^2x^4};\ p_m = I_2 S_2 = \frac{3\mu_0 N^2 v \varepsilon r_1^3 \pi^2 r_2^3}{2R^2x^4}$$

Gradienti olan manyetik alanlarda dipole etki eden manyetik kuvvet

$$F_m = p_m \frac{\partial B}{\partial x} = \frac{9\mu_0^2 N^3 v \varepsilon^2 r_1^5 \pi^2 r_2^3}{4R^3x^8}$$

ile verilir. Dipolün hareket denklemi

$$ma = m\ddot{x} = m\frac{dv}{dt} = m\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = mv\frac{dv}{dx} = \frac{9\mu_0^2 N^3 v \varepsilon^2 r_1^5 \pi^2 r_2^3}{4R^3x^8} - kv$$

ile verilir. Hızı sadeleştirdikten sonra integrasyon sonucu

$$m\int_{v_0}^{v} dv = \int_{x_0}^{x} \frac{9\mu_0^2 N^3 \varepsilon^2 r_1^5 \pi^2 r_2^3}{4R^3x^8}dx - \int_{x_0}^{x} k\,dx$$

hız

$$v = v_0 - \frac{9\mu_0^2 N^3 \varepsilon^2 r_1^5 \pi^2 r_2^3}{28mR^3}\left(\frac{1}{x^7} - \frac{1}{x_0^7}\right) - \frac{k(x - x_0)}{m}$$

bulunur.

6. Bir elektron tüpünde katottan çıkan elektronlar katot ile anot arasındaki uygulanan U_0 potansiyel farkıyla hızlandırılıyor.

$$v_0=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$$

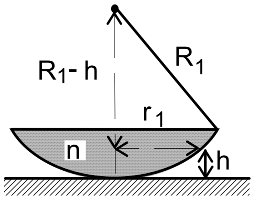
hızına kadar hızlandırılan elektronlar iki D_1 ve D_2 yarıklardan ve aralarındaki uzaklık ℓ olan iki C_1 ve C_2 kondansatörlerinden geçmektedirler. İki kondansatör yüksek frekanslı jeneratöre bağlıdırlar. Bu yüksek frekanslı jeneratörle, kondansatörün levhaları arasında yaratılan elektrik alanın yönü sürekli değişmektedir. Elektronların sapmaması için ℓ yolunu geçme süresinin jeneratörün yarım periyoduna eşit olması gerekir

$$\frac{\ell}{v_0}=\frac{T}{2}=\pi\nu$$

Bu şart iki kondansatörde elektrik alanın aynı değerde ve zıt yönde olması ve böylece elektronların sapmamaları için gereklidir. Buradan

$$\frac{q}{m}=\frac{2\ell^2\nu^2}{U_0}$$

olarak bulunur.



7. a) Newton halkaların yarıçapını bilirsek merceğin yüzeylerin yarıçaplarını bulmak mümkündür. Merceklerden ışığın dışarıya çıktığı yükseklik h merceğin küresel yüzeylerinin R_1 ve R_2 yarıçaplarından çok çok küçük olmalıdır. Her hangi bir halkanın yarıçapını bulmak için h yüksekliklerini bulmalıyız. Şeklin geometrisinden

$$R^2=r^2+(R-h)^2=r^2+R^2-2Rh+h^2;\ h=\frac{r^2}{2R}$$

yazabiliriz. Burada h^2 olan terimi ihmal etmekteyiz. Merceğin iki yüzü için

$$h_1=\frac{r_1^2}{2R_1};\ h_2=\frac{r_2^2}{2R_2}$$

olarak bulunur. Yansıyan ışınlar için optik yol farkı

$$\Delta_1=2h_1;\ \Delta_2=2h_2;\ \Delta=k\lambda$$

ise aydınlık

$$\Delta=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

ise karanlık halkalar gözlenir. Bu durumda

$$\Delta=k\lambda=\frac{r_{1k}^2}{R_1}=\frac{r_{2k}^2}{R_2}$$

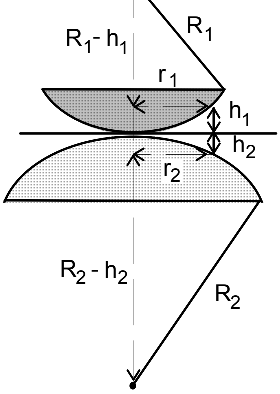
yazabiliriz. Buradan

$$R_1=\frac{r_{1a}^2}{k\lambda};\ R_2=\frac{r_{2a}^2}{k\lambda}$$

olarak bulunur. Merceğin odak uzaklığı

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=(n-1)k\lambda\left(\frac{1}{r_{1k}^2}+\frac{1}{r_{2k}^2}\right);\ f=1{,}86\ m$$

olarak bulunur.



b) Newton halkalarını gözlemekte olan iki mercek küresel yüzeyleri ile temas yapacak şekilde üst üste getirilirse, merceklerden ışınların dışarıya çıktıkları yükseklikler h_1 ve h_2 merceklerin küresel yüzeylerinin R_1 ve R_2 yarıçaplarından çok çok küçük olmalıdır. Her hangi bir halkanın yarıçapını bulmak için h yüksekliklerini bulmalıyız. Yukarıda bulunan ifadeleri kullanarak iki mercek için

$$h_1=\frac{r^2}{2R_1};\ h_2=\frac{r^2}{2R_2}$$

olarak bulunur. Yansıyan ışınlar için optik yol farkı

$$\Delta=2(h_1+h_2)$$

olur.

$$\Delta=k\lambda$$

ise aydınlık

$$\Delta=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

ise karanlık halkalar gözlenir. Her merceğin odak uzaklığı formülünden küresel yüzeyin yarıçapını bulabiliriz.

$$\frac{1}{f}=\frac{(n-1)}{R};\ R_1=(n-1)f_1;\ R_2=(n-1)f_2$$

Karanlık halkaların yarıçapı

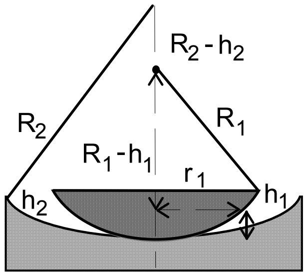
$$\Delta=(2k+1)\frac{\lambda}{2}=r_k^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=\frac{r_k^2(f_1+f_2)}{(n-1)f_1f_2};\ r_k=\sqrt{\frac{(2k+1)(n-1)\lambda f_1f_2}{2(f_1+f_2)}}$$

aydınlık halkaların yarıçapı

$$\Delta=k\lambda=r_a^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=\frac{r_a^2(f_1+f_2)}{(n-1)f_1f_2}$$

$$r_a=\sqrt{\frac{k(n-1)\lambda f_1f_2}{f_1+f_2}}$$

olarak bulunur.



Diğer durumda yansıyan ışınlar için optik yol farkı

$$\Delta=2(h_2-h_1)$$

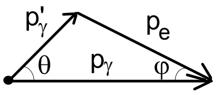
olur. Karanlık halkaların yarıçapı

$$r_k=\sqrt{\frac{(2k+1)(n-1)\lambda f_1f_2}{2(f_2-f_1)}}$$

aydınlık halkaların yarıçapı

$$r_a=\sqrt{\frac{k(n-1)\lambda f_1f_2}{f_2-f_1}}$$

olarak bulunur.



8. Bir fotonun durgun elektrondan saçılması fizikte Compton olayı olarak bilinmektedir. Bu saçılmasını bir çarpışma gibi modelleyebiliriz. Gelen foton, saçılan foton, durgun ve hareketli elektron için

$$W=mc^2;\ \gamma W=\frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}};\ \beta=\frac{v}{c}$$

$$W_\gamma=\hbar\omega;\ W'_\gamma=\hbar\omega';\ p_\gamma=\frac{\hbar\omega}{c};\ p'_\gamma=\frac{\hbar\omega'}{c}$$

yazabiliriz. Bu çarpışmada rölativistik momentum ve korunumu yasaları geçerlidir.

$$p_e^2=p_\gamma^2+p'^2_\gamma-2p_\gamma p'_\gamma\cos\theta$$

$$\frac{\hbar^2\omega^2}{c^2}-\frac{2\hbar^2\omega\omega'\cos\theta}{c^2}+\frac{\hbar^2\omega'^2}{c^2}=\frac{m^2v^2}{1-\beta^2}=\frac{m^2c^2\beta^2}{(1-\beta^2)}$$

$$W_\gamma+W=W'_\gamma+W_e;\ \hbar\omega+mc^2=\hbar\omega'+\frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{\hbar(\omega-\omega')}{mc^2}+1;\ \frac{1}{1-\beta^2}=\frac{\hbar^2(\omega-\omega')^2}{m^2c^4}+\frac{2\hbar(\omega-\omega')}{mc^2}+1$$

$$\frac{1}{1-\beta^2}-1=\frac{\beta^2}{1-\beta^2}=\frac{\hbar^2(\omega-\omega')^2}{m^2c^4}-\frac{2\hbar(\omega-\omega')}{mc^2}$$

Momentum korunumu yasasında sadece elektronu ilgilendiren terimler sol tarafında bırakıp karesini aldıktan sonra

$$\frac{m^2c^2\beta^2}{(1-\beta^2)}=\frac{\hbar^2(\omega-\omega')^2}{c^2}-2\hbar m(\omega-\omega')$$

elde edilir. Buradan

$$\omega\omega'(1-\cos\theta)=\frac{mc^2(\omega-\omega')}{\hbar}$$

$$\frac{2\pi c}{\lambda}\frac{2\pi c}{\lambda'}(1-\cos\theta)=\frac{mc^2}{\hbar}\left(\frac{2\pi c}{\lambda}-\frac{2\pi c}{\lambda'}\right);\ \lambda'-\lambda=\Delta\lambda=\frac{2\pi\hbar}{mc}(1-\cos\theta)$$

olarak bulunur. Saçılmadan sonraki fotonun dalga boyu

$$\lambda'=\lambda+\Delta\lambda=\lambda+\frac{2\pi\hbar}{mc}(1-\cos\theta)=\lambda\left(1+\frac{2\pi\hbar c}{\lambda mc^2}(1-\cos\theta)\right)=\lambda\left(1+\frac{W_\gamma}{W}(1-\cos\theta)\right)$$

enerjisi

$$W'_\gamma=\frac{2\pi\hbar c}{\lambda'}=\frac{W_\gamma}{1+\frac{W_\gamma}{W}(1-\cos\theta)}=2W\ ;\ W_\gamma=\frac{2W}{\cos\theta}=\frac{5W}{2}$$

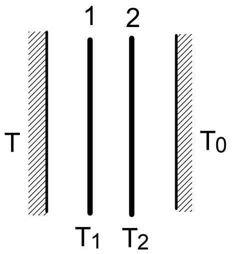
olur. Diğer taraftan bu enerji

$$eU=W_\gamma$$

olmalıdır. Buradan

$$U=\frac{5W_0}{2e}=\frac{5m_0c^2}{2e}=2{,}56.10^6\ V$$

olarak bulunur.



9. İlk olarak iki tane ekran ne kadar ısı kayıplarını azalttığını irdeleyelim. Birinci ekrana gelen enerji ve ekrandan yayılan radyasyon enerjisi için

$$\sigma ST^4+\sigma ST_2^4=2\sigma ST_1^4$$

yazabiliriz. İkinci ekrana gelen enerji ve ekrandan yayılan radyasyon enerjisi için

$$\sigma ST_0^4+\sigma ST_1^4=2\sigma ST_2^4$$

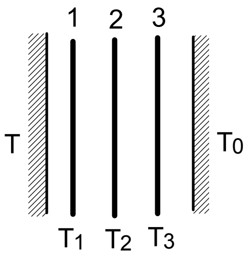
yazabiliriz. Soğuk ve sıcak yüzeyin arasındaki ısı iletimi için

$$\sigma ST^4-\sigma T^4{}_0=3\sigma ST_1^4-3\sigma ST_2^4$$

yazabiliriz. Ekranlar arasındaki ısı iletimi

$$\sigma ST_1^4-\sigma ST_2^4=\frac{\sigma ST^4-\sigma ST_0^4}{3}$$

olarak bulunur.



İkinci olarak üç tane ekran ne kadar ısı kayıplarını azalttığını irdeleyelim. Birinci ekrana gelen enerji ve ekrandan yayılan radyasyon enerjisi için

$$\sigma ST^4+\sigma ST_2^4=2\sigma ST_1^4$$

yazabiliriz. İkinci ekrana gelen enerji ve ekrandan yayılan radyasyon enerjisi için

$$\sigma ST_1^4+\sigma ST_3^4=2\sigma ST_2^4$$

yazabiliriz. Üçüncü ekrana gelen enerji ve ekrandan yayılan radyasyon enerjisi için

$$\sigma ST_0^4+\sigma ST_2^4=2\sigma ST_3^4$$

yazabiliriz. Soğuk ve sıcak yüzeyin arasındaki ısı iletimi için

$$\sigma ST^4-\sigma ST^4{}_0=4\sigma ST_1^4-4\sigma ST_2^4=4\sigma ST_2^4-4\sigma ST_3^4$$

yazabiliriz. Ekranlar arasındaki ısı iletimi

$$\sigma ST_1^4-\sigma ST_2^4=4\sigma ST_2^4-4\sigma ST_3^4=\frac{\sigma ST^4-\sigma ST_0^4}{4}$$

olarak bulunur. Bu yapılan işlem tümevarım gibi devam edersek

$$\sigma ST_i^4-\sigma ST_{i+1}^4=\frac{\sigma ST^4-\sigma ST_0^4}{n+1}$$

olarak bulunur.