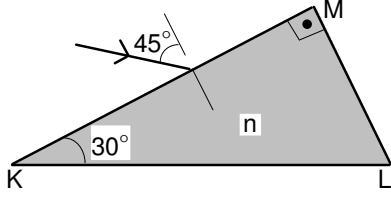
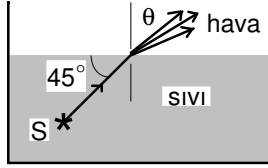


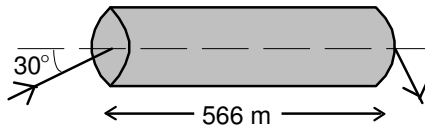
KIRILMA



1. Dik cam prizmanın açılardan birisi 30° olup camın kırıcılık indisi $n = \sqrt{2}$ dir. Prizmanın kenarlarından birisine 45° lik açı ile düşen tek renkli ışık için sapma açısının mümkün olan iki değerini bulunuz. (45° ; 75°)



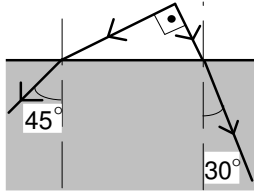
2. Sıvı içinde bulunan S beyaz ışık kaynağından çıkan ışınlar su yüzeyine 45° lik açı ile düşmektedirler. Sıvının kırıcılık indisi kırmızı, sarı ve mavi ışık için sırası ile 1,15, $\sqrt{2}$ ve 2 dir. Her üç renk ışığın, yüzeyin hava tarafındaki normalinden ölçülmek üzere gözüktüğü θ açıları, derece cinsinden nedir? (54° ; 90° ; 135°)



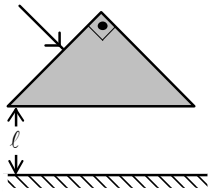
3. 566 m uzunluğunda ve 2 mm çaplı silindirik cam fiber çubuğun sol ucunun ortasından normale 30° lik açı yaparak giren lazer ışığı diğer uçtan çıkana kadar kaç μ s (mikrosaniye) geçer? Fiberin kırıcılık indisi $n=1,5$ dir. ($3 \cdot 10^{-8}$ s)

4. Parfüm şişeleri ticari amaçlarla kalın camdan yapılır. Silindirik şekilde olan ve içi parfüm dolu bir şişenin yapıldığı camın kırıcılık indisi $\frac{4}{3}$, iç yarıçapı 1 cm, dış yarıçapı 2 cm dir. Görünen hacmin yüzde kaçı gerçek sıvı hacmidir? (54%)

5. Kırıcılık indisi $n = \sqrt{3}$ olan bir sıvı üzerine gelen tek renkli bir ışık ışını sıvı yüzeyine α gelme açısı ile düşmektedir. Bu durumda kırılan ve yansıyan ışıklar arasında bir dik açı oluşuyor ise α açısı kaç derecedir? (60°)

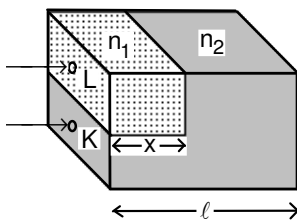


6. Bir ışık kaynağından çıkan ve aralarındaki açı 90° olan iki ışın bir sıvının üzerine düştükten sonra 30° ve 45° açılarla kırılmaktadır. Bu durumda sıvının kırıcılık indisi nedir? ($\frac{2\sqrt{3}}{3}$)

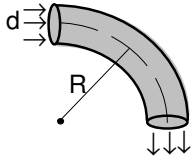


7. Tepe açısı 90° olan ikizkenar bir cam prizmanın kırıcılık indisi n_1 olup tabanı bir ekrana paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Prizmanın tabanı ile ekran arasındaki uzaklık l 'dir. Bu durumda prizmanın yüzeyine dik olacak şekilde düşen bir ışın ekran üzerinde belli bir nokta üzerine düşmektedir. Bu prizmanın kırıcılık indisi n_2 olsa idi ışık ilk düştüğü noktadan ne kadar uzağa düşerdi?

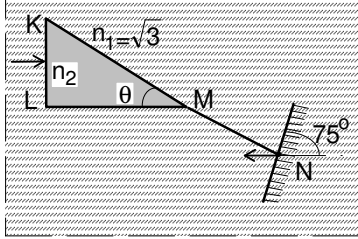
$$\left[\ell \left(\frac{n_2}{\sqrt{2-n_2^2}} - \frac{n_1}{\sqrt{2-n_1^2}} \right) \right]$$



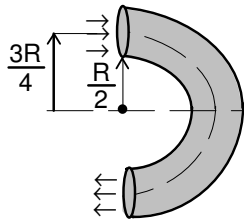
8. K ve L ışınları şekilde gösterilen ve kırıcılık indisleri $n_1=2$ ve $n_2=1,5$ saydam iki ortamdan oluşan cisme dik olarak girmekte ve karşı taraftaki yüzeyden dışarı çıkmaktadırlar. L ışınının bu cisim içerisinde, K ışınının harcadığı sürenin $\frac{1}{10}$ 'u kadar fazla kalması için $\frac{x}{l}$ oranı ne kadar olmalıdır? ($\frac{3}{10}$)



9. Çapı d olan bir fiber kablo R yarıçaplı dairesel bir kıvrım yapmaktadır. Bu kablunun içinde kırıcılık indisi 1,5, dışında ise 1,2 dir. Kabloya giren ışık demetinin kablunun diğer ucundan dışarı çıkabilmesi için R nin en küçük değeri ne kadar olmalıdır? $\left(\frac{9d}{2}\right)$

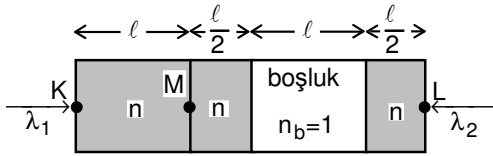


10. Kırıcılık indisi $n_1 = \sqrt{3}$ ortamda bulunan ve kırıcılık indisi n_2 camdan yapılmış dik üçgen prizmanın KL yüzünden dik olarak giren bir ışık ışını KM doğrultusundaki bir N noktasına yerleştirilen bir düzlem ayna ile geldiği yöne paralel olarak geri gönderilmektedir. Ayna yatayla 75° lik bir açı yapmakta ise prizmanın θ açısı ve kırıcılık indisi n_2 nedir? ($\theta = 30^\circ$; $n_2 = 2$)



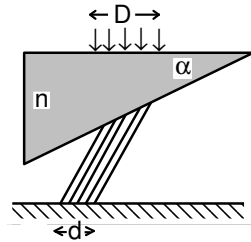
11. Yarıçapı R olan saydam bir maddeden yapılmış yarım silindir içinde $\frac{R}{2}$ yarıçaplı boşluk bulunacak şekilde bükülmüştür. Bu saydam maddenin kırıcılık indisi sabit olmayıp, yarım silindirin düzlemsel bir yüzüne dik olarak düşen paralel ışık demetinin, silindir içinde aynı merkezli çemberler üzerinde hareket ederek diğer düzlemsel yüzeyden yine paralel ışık demeti olarak dışarı çıkmasını sağlayacak şekilde değişmektedir. Silindirin ekseninden $\frac{3R}{4}$ uzaklıkta bulunan ışın için kırıcılık indisi $n = 1,8$ olarak

veriliyor. Bu ışıktan $\frac{R}{16}$ uzaklıkta bulunan ışınlar için kırıcılık indisi ne kadar daha küçük ya da daha büyük olmalıdır? $\Delta n = 0,15$



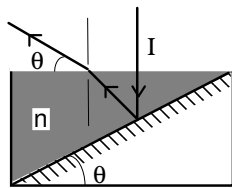
12. Kırıcılık indisi farklı dalga boyları için farklı olup λ_1 dalga boylu ışık için $n_1 = 2,5$ ve λ_2 dalga boylu ışık için n_2 değerinde olan silindir şeklinde camdan yapılmış bir cisim verilmektedir. Cismin içinde kısmen boşluk bulunmaktadır. Silindirin K noktasından dik olarak giren λ_1 dalga boyundaki ışık ışını, L noktasından dik olarak

giren λ_2 dalga boyundaki ışık ışını ile aynı anda M noktasına ulaşmaktadır. Bu durumda K dan giren ışık ışınının L ye ulaşması için geçen süre t_1 , L den giren ışık ışınının K ya ulaşması geçen süre t_2 ise $\frac{t_1}{t_2}$ oranı nedir? $\left(\frac{3}{2}\right)$

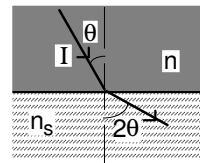


13. Camdan yapılmış bir dik üçgen prizmanın kırıcılık indisi $n = \sqrt{2}$ ve tepe açısı $\alpha = 30^\circ$ dir. Prizmanın yüzlerinden birisine dik olarak giren bir ışık demetinin genişliği D , zemin üzerindeki demetin görüntüsünün genişliği d dir.

$\frac{d}{D}$ oranı nedir? $\left(\frac{2(3-\sqrt{3})}{3}\right)$



Şekil 1.

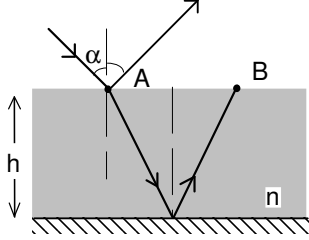


Şekil 2.

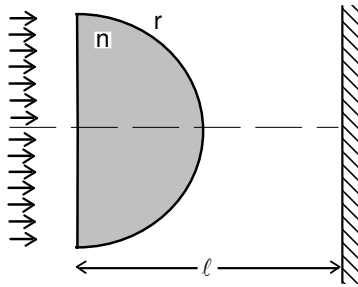
14. Kırıcılık indisi n olan sıvı ile dolu bir kabın içine yatayla θ açı yapacak şekilde bir düzlem ayna yerleştirilmiştir. Sıvı yüzeyine dik olarak gelen bir I ışını, sıvı yüzeyinden yüzeye θ açısı yapacak şekilde çıkmaktadır. Aynı ışın n kırıcılık indisi sıvıdan kırıcılık indisi n_s olan bir sıvının düzlemsel sınırına θ açısı ile gelip 2θ ile kırılmaktadır. İkinci sıvının kırıcılık n_s indisi nedir? $\left(\frac{n^2}{\sqrt{4n^2-1}}\right)$

15. Bir havuzun dibinde yalnızca λ_1 ve λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) dalga boylarında ışık veren bir kaynak bulunmaktadır. Havuzun içindeki suyun kırıcılık indisi λ_1 ve λ_2 dalga boyları için sırasıyla n_1 ve n_2 dir. Suyun üst yüzeyinde içiçe iki farklı renkte dairesel aydınlanma gözlenmekte olup bu dairelerin yarıçapları λ_1 için

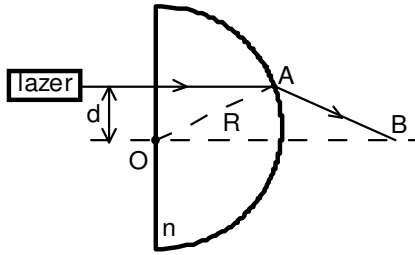
$$r_1 \text{ ve } \lambda_2 \text{ için } r_2 \text{ dir. } \frac{r_2}{r_1} \text{ oranı nedir? } \left(\frac{\sqrt{n_1^2 - 1}}{\sqrt{n_2^2 - 1}} \right)$$



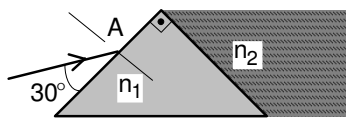
16. Saydam ve paralel yüzü h kalınlığında levhanın kırıcılık indisi n dir. Bu levhanın üst yüzüne α gelme açısı ile gelen bir ışık üst yüzden A noktasından yansımaktadır. Bu ışığın bir kısmı ise camın içine girmekte ve alt yüzden yansdıktan sonra üst yüzden B noktasından dışarı çıkmaktadır. Bu camın içine giren ışık B noktasına ulaştığı anda A noktasından yansıyan ışık $n = \sqrt{3}$ ve $\alpha = 60^\circ$ ise, kaç h yol almıştır? (4h)



17. Yarıçapı $r = 3\sqrt{2}$ cm, kırıcılık indisi $n = \sqrt{2}$ olan saydam yarı silindir şeklinde bir cismin düzlemsel sınırına paralel ışık demeti düşmektedir. Yarı silindirin düzlemsel sınırından $\ell = 8$ cm uzaklığında bir ekran konulmuştur. Ekran üzerinde oluşan aydınlık bölgenin genişliği kaç cm dir? (4 cm)

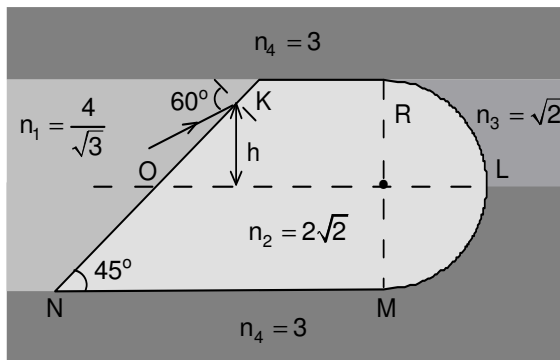


18. Şeffaf plastikten yapılmış yarı silindirin kırıcılık indisi n, yarıçapı ise R dir. İnce bir lazer demeti optik ekseninden d kadar yükseklikte ve düzlem yüzeye dik olarak gelmektedir. Işığın yarı silindirin diğer yüzünden dışarı çıkması durumunda eksenini kestiği B noktasının O noktasına olan minimum uzaklığı nedir? $\left(\frac{nR}{\sqrt{n^2 - 1}} \right)$



19. Tepe açısı 90° olan ikizkenar bir cam prizmanın kırıcılık indisi $n_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$ olup prizmanın bir kenarı ile tabanı havada bulunmakta, diğer kenarı ise kırıcılık indisi n_2 olan saydam bir ortam ile temas halindedir.

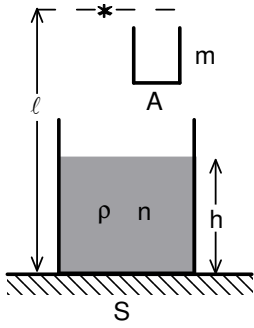
Prizmanın A yüzeyine 30° lik bir açıyla gelen bir ışık ışınının prizmadan, geliş doğrultusu ile saatin dönüş yönünde 105° lik açı yaparak çıkması istenmektedir. Bu durumda n_2 ne olmalıdır? (Böyle bir ortam bulunamaz)



20. Şekildeki optik sistem kırıcılık indisi $n_2 = 2\sqrt{2}$ olan camdan yapılmış olup, yarı küre şeklindeki bölümün eğrilik yarıçapı R' dir. Bu sistemin alt ve üstünde kırıcılık indisleri $n_4 = 3$, sağında üst bölümde $n_3 = \sqrt{2}$, alt bölümde $n_4 = 3$, solunda ise $n_1 = \frac{4}{\sqrt{3}}$ olan ortamlar bulunmaktadır. Bu sisteme

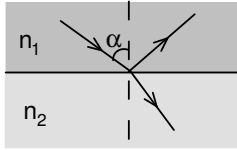
sol taraftan ve ekseninden $h = \frac{R}{\sqrt{2}}$ yükseklikteki K noktasından 60° lik gelme açısı ile giren ışık ışını hangi bölgede cisimden dışarı çıkar;

(\overline{ML} arasındaki bir noktadan dışarı çıkar)

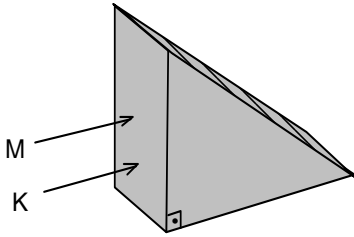


21. Kesit alanı S olan bir kabın dibine l yükseklikten bir gözlemci bakmaktadır. Kabın içi özkütlesi ρ ve kırıcılık indisi n bilinmeyen bir sıvıyla dipten h yüksekliğe kadar doldurulduğunda gözlemci kabın dibini l_1 uzaklıkta görüyor. Kesit alanı A , kütlesi m olan ince şeffaf bir kap, sıvının içinde yüzecek şekilde bırakılıyor. Gözlemci bu kabın içinden baktığında dibi l_2 uzaklıkta görüyor. Sıvının özkütlesi nedir? (Havanın kırıcılık indisini $n=1$, küçük açılar için de $\tan\theta \approx \theta$, $\sin\theta \approx \theta$ olarak alabilirsiniz.) $\left(\frac{m(S-A)(l-l_1)}{hSA(l_2-l_1)} \right)$

22. Bir kaba yarı yüksekliğine kadar kırıcılık indisi $1,2n_1$ olan bir sıvı konuluyor. Daha sonra bunun üzerine birinci sıvı ile karışmayan ve kırıcılık indisi n_1 olan ikinci bir sıvı koyularak kap dolduruluyor. Kabın açık olan üst yüzünden bakıldığında kabın görünen derinliğinin gerçek derinliğinin $\frac{2}{3}$ 'ü olduğu gözleniyor. Üste konan sıvının kırıcılık indisi kaçtır? (1,375)



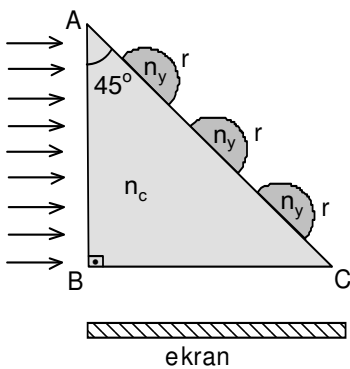
23. Kırıcılık indisleri n_1 ve n_2 ($n_2 > n_1$) olan ortamların düzlem ara yüzüne n_1 ortamından α açısı ile gelen tek dalga boylu bir ışık, burada hem yansımakta, hem de kırılmaktadır. Kırılan ve yansıyan ışınlar birbirine dik olup, bu durumda θ sınır açısı $\sin\theta = \frac{2\sin\alpha}{3}$ denklemi ile verilmektedir. $\frac{n_2}{n_1}$ oranı nedir? ($\sqrt{3}$)



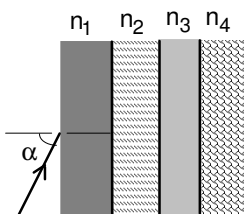
24. Eşit kenarlarının uzunluğu 4 cm olan ikizkenar dik üçgen cam prizmanın şekilde gösterilen düşey yüzeyine tabanından 1 cm yukarıya kırmızı bir ışık ışını (K), tabanından 2 cm yukarıya ise mavi bir ışık ışını (M) tabana paralel olarak gelmektedir. Prizma camının kırıcılık indisi kırmızı ışık için $n_K=1,25$ mavi ışık için $n_M=2,0$ olarak verilmiştir. Bu ışınların prizmaya girişlerinden itibaren çıkışlarına kadar prizma içinde harcadıkları sürelerin $\frac{\Delta t_K}{\Delta t_M}$ oranı kaçtır?

$\left(\frac{15}{32} \right)$

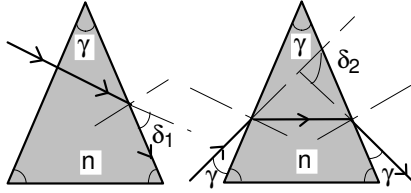
25. Atmosfer, kırıcılık indisi $n=1,0003$ olan 50 km kalınlığında bir hava katmanıdır. Dünyanın yarıçapı yaklaşık 6400 km'dir. Atmosferin kırıcılık indisi $n=1,0000$ olsa idi, ekvator üzerinde deniz seviyesindeki bir noktada güneşin doğuş zamanı yaklaşık kaç saniye değişirdi? (35 saniye)



26. Kırıcılık indisi $n_c=2$ olan bir dik üçgen ikizkenar prizmanın AB yüzüne tek renkli, paralel bir ışık demeti dik olarak gelmektedir. Kırıcılık indisi $n_y=\sqrt{3}$ olan, r yarıçaplı yarım küre şeklindeki üç adet yağ damlacığı prizmanın AC yüzü üzerinde eşit aralıklarla, yüzeye yapışık olarak durmaktadır. Prizmanın BC tabanının 5 cm altına ve tabana paralel olarak konan bir ekrandaki aydınlanma desenini nasıl olur? (Ekran aydınlıktır ve üzerinde yarıçapları $\sqrt{2}r$ olan üç karanlık bölge bulunur.)



27. Birbirine paralel olan dört ortamdan ilkinin kırıcılık indisi $n=2,7$, diğerlerin ise her birinin bir öncekinin 1,5 kat küçüktür. Birinci ortama hangi açı ile bir ışın düşmeli ki dördüncü ortamdan dışarıya çıkmasın? ($\alpha=53^\circ$)



28. Tepe açısı γ olan ikizkenar ve kırıcılık indisi n camdan yapılmış prizmanın bir kenarına dik olarak düşen bir ışın prizmanın içinde sapma açısı δ_1 , aynı prizmanın kenarına göre γ açısı ile gelip minimum sapmaya uğrayıp sapma açısı δ_2 dir.

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{2}{3}$$

$$\left(\frac{1}{\sin \gamma} \right)$$

29. Kalınlığı H olan paralel cam levhanın alt tarafı gümüş ile kaplıdır. Cam levhanın üst kısmına α açısı ile iki dalga boyu içeren bir ışık demeti düşüyor. Bu iki dalga boyu için camın kırıcılık indisleri n_1 ve n_2 olarak veriliyor. Cam levhadan çıktıktan sonra oluşan iki demet arasındaki uzaklık nedir?

$$\left[2H \sin \alpha \cos \alpha \left(\frac{1}{\sqrt{n_2^2 - \sin^2 \alpha}} - \frac{1}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}} \right) \right]$$

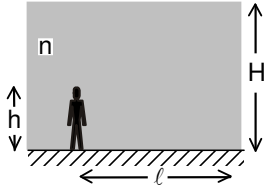
30. Odak uzaklığı f olan parabolik bir ayna, yatay düzlem üzerine optik eksenini düşey yukarı olacak şekilde yerleştiriliyor. Aynanın içine, kırıcılık indisi n olan bir sıvı dökülüyor. Sıvının maksimum derinliği h ise optik sistemin yeni odak uzaklığı nedir?

Not: Paraksiyel optik yaklaşımını kullanabilirsiniz. $\left(h + \frac{f}{n} \right)$

31. Camdan yapılmış, tepe açısı γ olan ikizkenar prizmanın bir yüzeyine, prizmanın normali ile α açısı yapacak şekilde bir ışın düşüyor. Camın kırıcılık indisi n olarak veriliyor. Işın prizmanın karşı yüzeyinden giriş doğrultusu ile δ açısı yapacak şekilde dışarı çıkmaktadır. γ küçük açı ise δ nedir? Minimum sapma için şart nedir? ($\delta = (n-1)\gamma$)

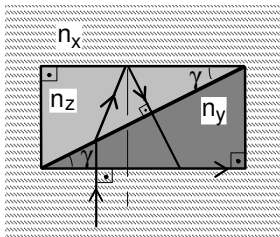
32. Camdan yapılmış, tepe açısı γ olan ikizkenar prizmanın bir yüzeyine dik olacak şekilde bir ışın düşmektedir. Işın prizmanın diğer yüzeyinden giriş doğrusu ile δ açısı yapacak şekilde çıkmaktadır.

Camın kırıcılık indisi n ise prizmanın tepe açısı γ nedir? $\left(\frac{\sin \delta}{n - \cos \delta} \right)$

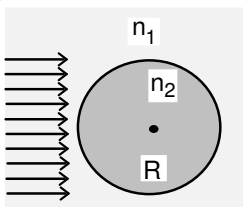


33. Boyu h olan bir dalgıç bir gölün dibinde bulunarak kendisinden ℓ uzaklıkta bulunan cisimleri net olarak görmektedir. Gölün derinliği H nedir?

Suyun kırıcılık indisi n olarak veriliyor. $\left(\frac{(h + \ell \sqrt{n^2 - 1})}{2} \right)$



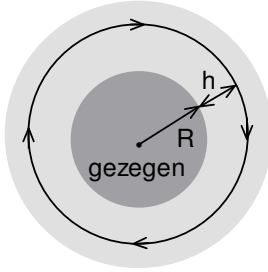
34. Kırıcılık indisleri n_x olan bir ortamda kırıcılık indisleri n_y ve n_z camdan yapılmış dik ve taban açıları $\gamma = 30^\circ$ olan üçgen prizmalar birbirine eklenmiştir. Bu prizmalara düşen bir ışının davranışı şekildeki gibi ise $n_x : n_y : n_z$ oranı nedir? ($3:6:2\sqrt{3}$)



35. Kırılma indisi $n_1 = 1,8$ olan bir ortamda yayılan paralel ışık demeti yarıçapı $R = 90$ cm ve kırılma indisi $n_2 = 1,6$ olan camdan yapılmış bir küre üzerine düşmektedir. Küreye girebilen ışık demetin yarıçapı kaç cm dir? (80 cm)

36. Kırıcılık indisi n_1 olan sıvıdan kırıcılık indisi n_2 olan sıvıya geçen bir ışın için sınır açısı α_s dir. Belirli ve θ açısı ile gelen bir ışın için kırılan ve yansıyan ışınlar arasında dik açı oluşuyor. Bu durum için $\sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ise sınır açısı α_s nedir? (45°)

37. Kırıcılık indisi n_1 olan sıvıdan kırıcılık indisi n_2 olan sıvıya geçen bir ışın için sınır açısı α_s dir. Belirli ve θ açısı ile gelen bir ışın için kırılan ve yansıyan ışınlar arasında dik açı oluşuyor. Bu durum için $\sin\theta = \xi$ ise $\sin\alpha_s$ nedir? $\left(\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right)$

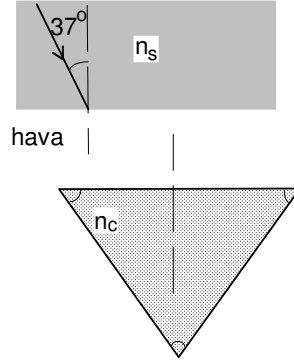


38. Yarıçapı R olan bir gezegenin etrafındaki atmosferin kırıcılık indisi, gezegen yüzeyinden yukarı doğru çikıldıkça

$$n = n_0 - \alpha h$$

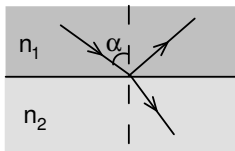
bağıntısına uygun olarak azalmaktadır. Burada α pozitif bir katsayı h ise yüzeyden olan yüksekliktir. Lazer bir ışının bu gezegenin etrafında belirli yükseklikte dairesel bir yörünge takip etmektedir. Bu yörüngenin yarıçapı

$$\text{nedir? } \left[\frac{1}{2} \left(\frac{n_0}{\alpha} + R \right) \right]$$

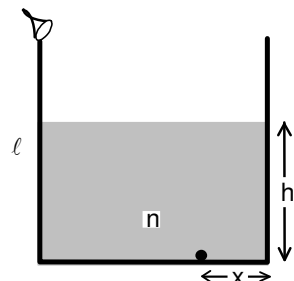


39. Kırıcılık indisleri $n_s = \frac{4}{3}$ sudan havaya, ve havadan kırıcılık indisi $n_y = 1,6$ camdan yapılmış eşkenar üçgen prizmaya şekildeki gibi düşen ışının uğradığı toplam sapma kaç derecedir? (30°)

40. Bir kaba yarı yüksekliğine kadar kırıcılık indisi $1,2n_1$ olan bir sıvı konuluyor. Daha sonra bunun üzerine birinci sıvı ile karışmayan ve kırıcılık indisi n_1 olan ikinci bir sıvı koyularak kap dolduruluyor. Kabın açık olan üst yüzünden bakıldığında kabın görünen derinliğinin gerçek derinliğinin $\frac{2}{3}$ 'ü olduğu gözleniyor. Üste konan sıvının kırıcılık indisi kaçtır? ($1,375$)

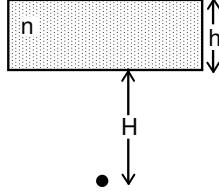


41. Kırıcılık indisleri n_1 ve n_2 ($n_2 > n_1$) olan ortamların düzlem ara yüzeyine n_1 ortamından α açısı ile gelen tek dalga boyulu bir ışık, burada hem yansımakta, hem de kırılmaktadır. Kırılan ve yansıyan ışınlar birbirine dik olup, bu durumda θ sınır açısı $\sin\theta = \frac{2\sin\alpha}{3}$ denklemi ile verilmektedir. $\frac{n_2}{n_1}$ oranı nedir? ($\sqrt{3}$)

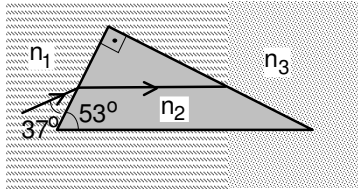


42. Kenarı l olan bir küpün üst sol köşesinden küpün alt köşesine bakan bir gözlemci sağ alt köşeden x uzakta bulunan bir cismini gözlemek istemektedir. Bu cismi gözlemek için küpe dökülen ve kırıcılık indisi $n = \sqrt{5}$ olan sıvının derinliği h kaç x olmalıdır? $\left(\frac{3x}{2}\right)$

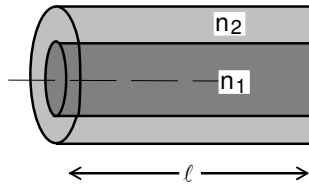
43. Su ile dolu bir havuzun dibinde ışık veren bir kaynak bulunmaktadır. Suyun yüzeyinde dairesel aydınlanma gözlenmekte olup bu dairelerin alanı nedir? Havuzun derinliği $h=14$ m, suyun kırıcılık indisi $n=\frac{4}{3}$, $\pi=3$ olarak veriliyor. (756 m^2)



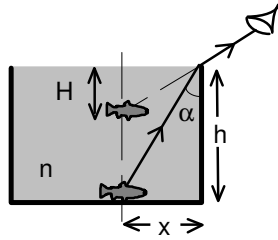
44. Paralel yüzlü, kalınlığı $h=4,5$ cm ve kırıcılık indisi $n=\frac{3}{2}$ olan bir cam plakanın alt yüzünden $H=15$ cm aşağıda bir cisim bulunmaktadır. Bu plakanın üst yüzünden plakaya dik olarak bakan biri cismi nerede görür? (18 cm)



45. Kırıcılık indisleri $n_1=1,2$ ve n_3 olan saydam ortamlarda kırıcılık indisi n_2 olan prizma bulunmaktadır. Bu prizma dik üçgenden yapılmış olup, taban açılarından birisi 53° 'dir. Prizmanın yan yüzeyine, yüzeye 37° açı yapacak şekilde düşen bir ışın prizmanın içinde tabana paralel olarak gitmektedir. Işın prizmadan çıktığında uğradığı toplam sapma $\delta=37^\circ$ olduğuna göre kırıcılık indisi n_3 ortamın kırıcılık indisi ne kadardır? $\left(\frac{4}{3}\right)$



46. Bir fiber optik kablo, aynı eksenli iç içe iki silindirden meydana gelmiştir. İç bölge kırıcılık indisi n_1 olan bir dielektrik ve dış kısım ise kırıcılık indisi $n_2 < n_1$ olan başka bir dielektrik maddeden yapılmıştır. Gelen ışınların kablo boyunca ilerlemeleri için gelen ışının açısı en fazla ne kadar olmalıdır? $\left(\sin \alpha = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}\right)$ olarak bulunur.



47. Bir akvaryum içinde bulunan ve kırıcılık indisi n olan suyun derinliği h olup kabın tabanına yakın bir yerde bir balık yüzüyor. Balık bir gözlemci tarafından izlenmektedir. Balıktan çıkan ve sıvı yüzeyine α açısı ile gelen bir ışın gözlemci tarafından algılanmaktadır. Gözlemcinin balığın gördüğü derinlik H nedir? $\left(\frac{\sqrt{h^2 - (n^2 - 1)x^2}}{n}\right)$