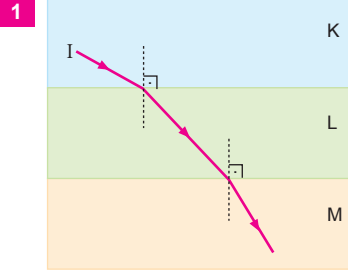


ÇÖZÜMLER

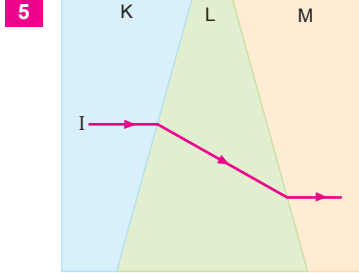
Alıştırmalar

Kırılma

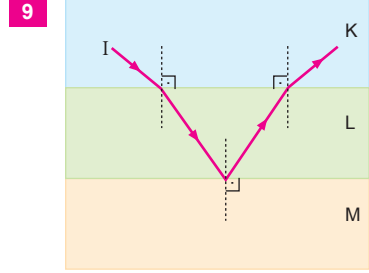
Ortamların kırılma indisleri n_K , n_L , n_M arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.



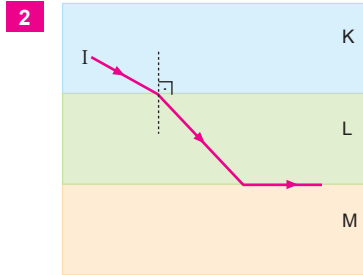
$$n_M > n_L > n_K$$



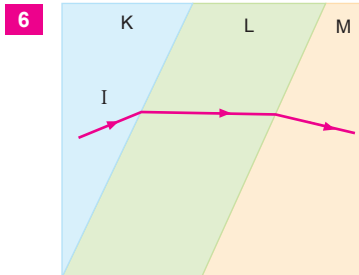
$$n_M > n_L > n_K$$



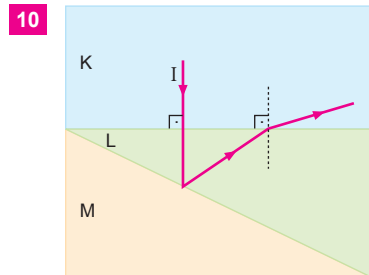
$$n_L > n_K > n_M$$



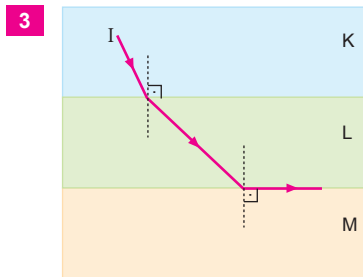
$$n_L > n_K > n_M$$



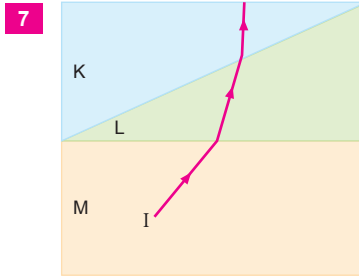
$$n_M > n_L > n_K$$



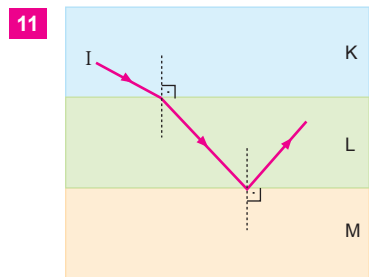
$$n_L > n_K > n_M$$



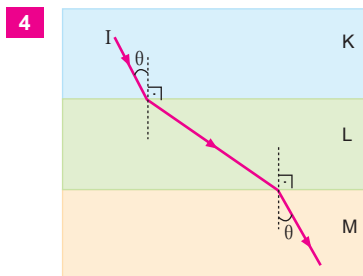
$$n_K > n_L > n_M$$



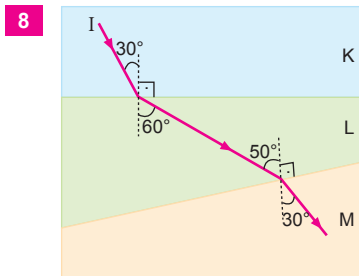
$$n_K > n_L > n_M$$



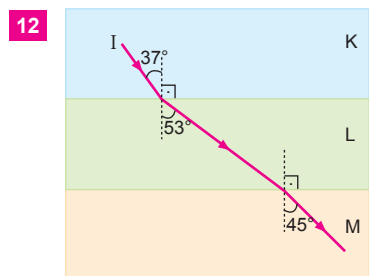
$$n_L > n_K > n_M$$



$$n_K = n_M > n_L$$

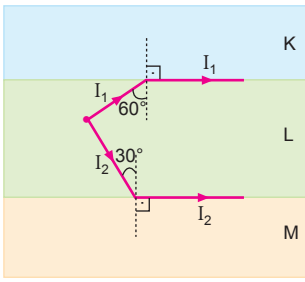


$$n_K > n_M > n_L$$



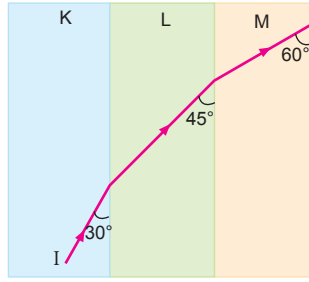
$$n_K > n_M > n_L$$

13



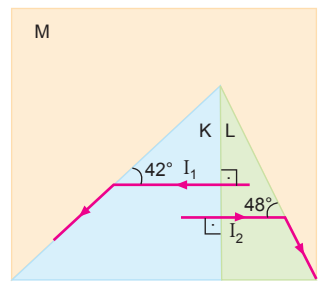
$$n_L > n_K > n_M$$

17



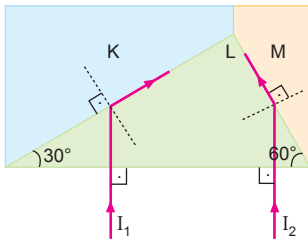
$$n_M > n_L > n_K$$

21



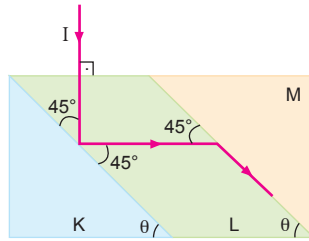
$$n_L > n_K > n_M$$

14



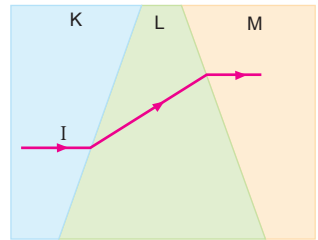
$$n_L > n_M > n_K$$

18



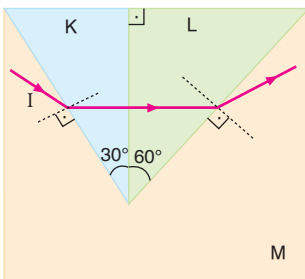
$$n_L > n_M > n_K$$

22



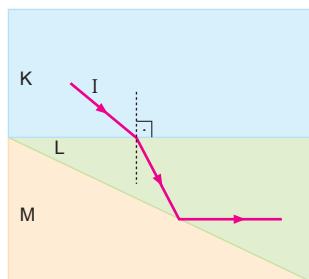
$$n_K > n_L > n_M$$

15



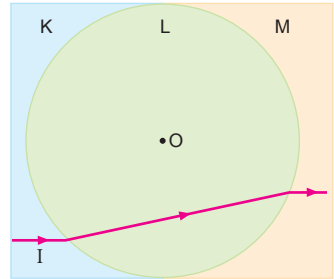
$$n_K > n_L > n_M$$

19



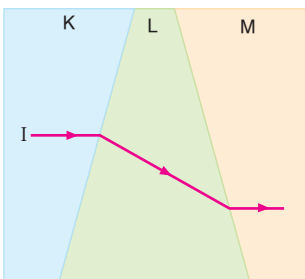
$$n_L > n_K > n_M$$

23



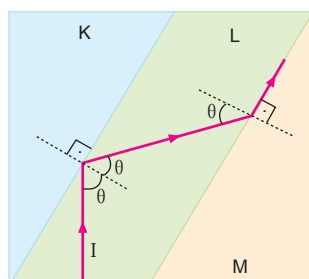
$$n_M > n_L > n_K$$

16



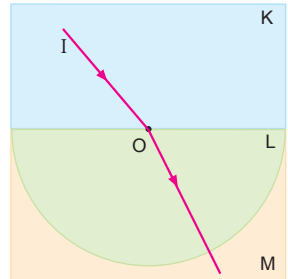
$$n_M > n_L > n_K$$

20



$$n_L > n_M > n_K$$

24

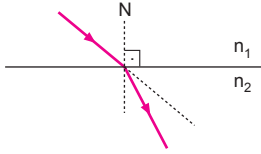


$$n_L > n_K, \quad n_M \text{ bilinemez.}$$

1. • Çayın içindeki kaşığın kırılmış gibi görünmesi,
• Serap olayı,
• Güneş denize batarken elips şeklinde olması,
• Akvaryumdaki balıkların gerçek yerinde görünmeyip daha yakında görünmesi,
olayları ışığın kırılması sonucu oluşur.
• Durgun su kenarındaki ağaçların su içinde görüntülerinin oluşması yansımaya sonucu oluşur.

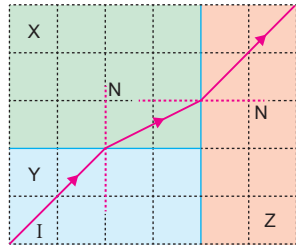
CEVAP D

2. Kırılma ile ilgili olarak, ışık az kırıcı ortamdaki (n_1) çok kırıcı ortama (n_2) her durumda geçer. Geçerken normale yaklaşır. Tersisi doğru değildir. Çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşır. Sınır açısından küçük açı ile geldiğinde geçer. Büyük açı ile geldiğinde tam yansımaya uğrar. Kırılma miktarı ortamlar arasındaki kırılma indislerinin farkı ile orantılıdır. Bir akvaryumdaki balığa bakıldığı noktaya bağlı olarak farklı iki noktada görülebilir.



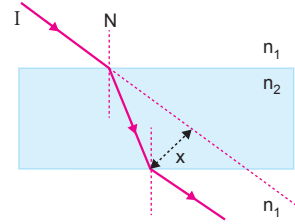
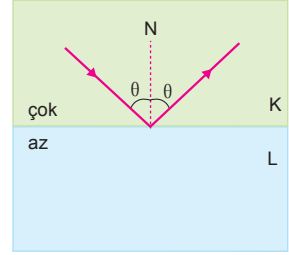
CEVAP E

3. I ışık ışını Y ortamından X ortamına geçerken normalden uzaklaşmıştır. Bu durumda Y ortamı çok yoğun, X ortamı az yoğundur. $n_Y > n_X$ dir. X ortamından Z ortamına geçerken ışın normalden uzaklaştığından $n_X > n_Z$ olur. Ortamların kırılma indisleri $n_Y > n_X > n_Z$ olur.



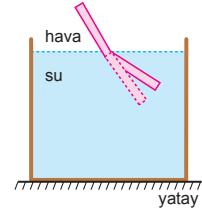
CEVAP C

4. Çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama ışık ışınları $\theta > \theta_{\text{sınır}}$ açısı ile geldiğinde az yoğun ortama geçemez, geldikleri ortama geri dönerler. Bu olaya tam yansımaya denir. Serap olayı, fiberoptik kablolar buna örnektir. Paralel kaymada ışık kırılır. Geldiği ortam ile çıktığı ortam aynı ise x kadar kayarak paralel olarak x kadar kayar.



CEVAP C

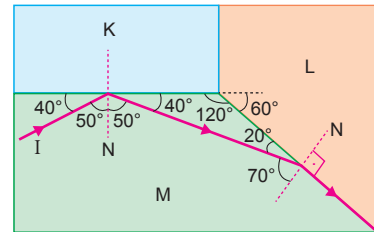
5. Bir çubuğun bir kısmı suya daldırıldığında kırılmış gibi görünür. Bunun nedeni ışığın çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçerken kırılıp normalden uzaklaşarak hızının artmasıdır.



Çubuğun görünümü şekildeki gibi olur.

CEVAP B

- 6.

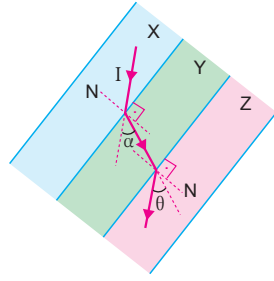


I ışını M ortamından K ve L ortamlarına geçemediğinden $n_M > n_K$ ve $n_M > n_L$ olur. M den K ye geçişte sınır açısı 50° den küçük, M den L ye geçerken sınır açısı 70° dir. M den L ye geçişte sınır açısı daha büyük olduğundan $n_L > n_K$ olur.

Kırılma indisleri arasında $n_M > n_L > n_K$ olur.

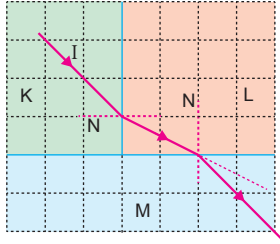
CEVAP A

7. Işın X ortamından Y ortamına geçerken normale yaklaşmıştır. Y ortamının kırılma indisi X ten büyüktür. $n_Y > n_X$ olur. $\alpha = \theta$ olduğundan I ışını X ortamından Z ortamına geçerken paralel kaymaya uğramıştır. X ve Z ortamlarının kırıcılık indisleri eşittir. Kırılma indisleri arasındaki ilişki $n_X = n_Z < n_Y$ olur.



CEVAP D

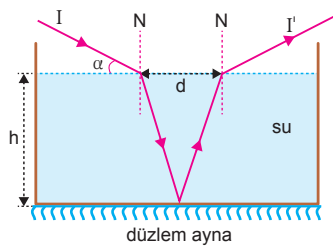
8.



I ışık ışını K ortamından L ortamına geçerken normale yaklaşmış. Bu durumda K ortamı az kırıcı N ortamı çok kırıcıdır. Işık ışını L ortamından M ortamına geçerken normale yaklaşmıştır. Bu durumda M ortamı N ortamına göre daha çok kırıcıdır.

CEVAP C

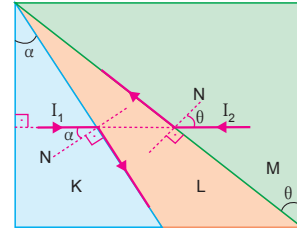
9.



Su yüzeyine gelen ışınla (I) su yüzeyinden ayrılan ışın (I') arasındaki d uzaklığı, suyun kırılma indisi (n), suyun derinliği (h) ve gelen ışın ile su yüzeyinin arasındaki açı (α) değerlerine bağlıdır.

CEVAP E

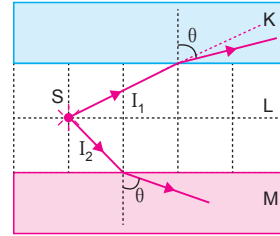
10.



I_1 ve I_2 ışık ışınları K ve M saydam ortamlarından diğer ortamlara geçemediğinden L ortamı az yoğundur. K ortamından L ortamına sınır açısı (α), M ortamından L ortamına sınır açısı (θ) dan küçük olduğundan $n_K > n_M > n_L$ olur.

CEVAP B

11.



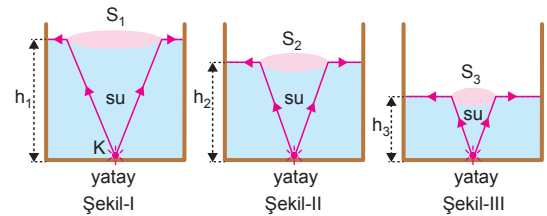
I_1 ve I_2 ışınları L ortamından K ve M ortamlarına geçerken normalden uzaklaşmışlardır. Bu durumda L ortamı çok yoğun, K ve M ortamı L ye göre az yoğun ortamdır.

L den M ye geçerken ışık daha çok kırıldığından M nin kırılma indisi K den küçüktür.

Kırılma indisleri arasında $n_L > n_K > n_M$ ilişkisi vardır.

CEVAP B

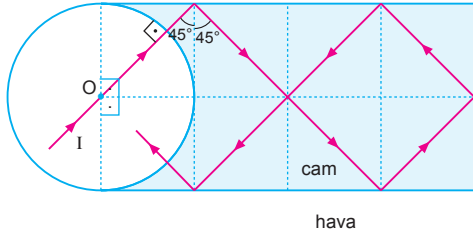
12.



Kaynaktan çıkan ışınlar su yüzeyine geldiğinde sınır açısından küçük açı ile gelenler su yüzeyine çıkar, sınır açısından büyük açı ile gelenler su yüzeyine çıkamaz. Işığın su yüzeyine çıktığı bölge aydınlık diğer bölgede karanlık olur. Bu durumda $h_1 > h_2 > h_3$ ise $S_1 > S_2 > S_3$ olur.

CEVAP A

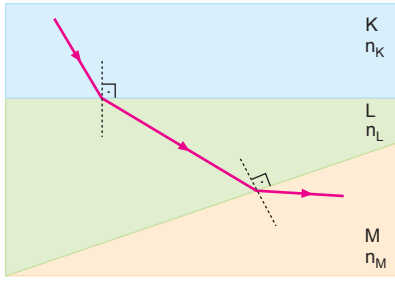
1.



Işın merkezden geldiğinden dik olarak prizmaya geçer. Prizmadan havaya geldiğinde gelme açısı 45° olur. Gelme açısı sınır açısından büyük olduğundan ışın tam yansıma yapar. Işın 5 defa tam yansıma yaparak dış ortama çıkar.

CEVAP E

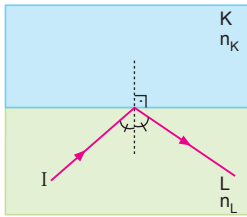
2.



K, L, M ortamlarının ışığı kırma indisleri n_K, n_L, n_M arasında $n_K > n_L > n_M$ ilişkisi vardır.

CEVAP A

3.



I ışık ışınının şekildeki yolu izlemesi için,

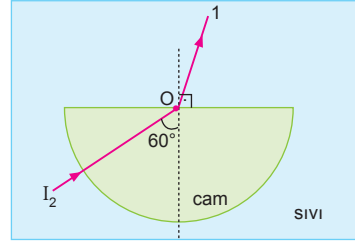
$$n_L \cdot \sin \theta_L > n_K \text{ olmalıdır.}$$

Buna göre,

I, II ve III işlemleri tek başına yapılmalıdır.

CEVAP E

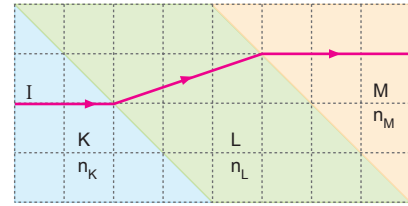
4.



I_1 ışınının izlediği yoldan sıvının kırılması indisinin prizmanın kırılma indisinden büyük olduğu görülür. Çünkü ışın 60° ile gelip 90° ile kırılmıştır. Aynı renkli I_2 ışını az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geldiğinden yüzeyin normaline yaklaşarak kırılır. Şekilde görüldüğü gibi, I_2 ışık ışını 1 yolunu izler.

CEVAP A

5.



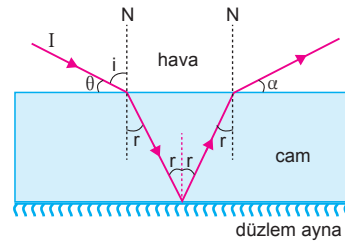
K, L, M saydam ortamlarının ışığı kırma indisleri n_K, n_L, n_M arasında $n_L > n_K = n_M$ ilişkisi vardır.

Işığın saydam bir ortamdaki yayılma hızı, ortamın ışığı kırma indisi ile ters orantılıdır.

Buna göre; K, L, M saydam ortamlarında I ışık ışınının yayılma hızları V_K, V_L, V_M arasında $V_K = V_M > V_L$ ilişkisi vardır.

CEVAP B

6.

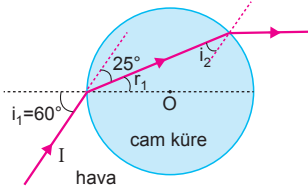


θ açısı değiştiğinde ışığın gelme açısı i değişir. Bu durumda kırılma açısı r değişir. Bu açının değişmesi α açısını değiştirir.

Camın kırılma indisini değiştirmek ve ışığın rengini değiştirmek α açısını değiştirmez.

CEVAP D

7.



Sapma açısı 25° olduğuna göre ilk kırılma açısı

$$i_1 = r_1 + 2s$$

$$60 = r_1 + 2s \Rightarrow r_1 = 35^\circ$$

olur.

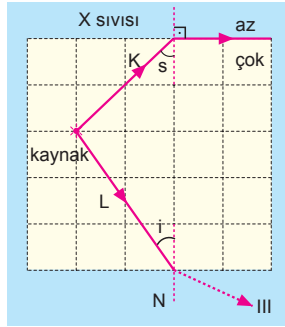
Cam küreden havaya gelme açısı, eşkenar üçgen eşitliğinden,

$$i_2 = r_1 = 35^\circ \text{ olur.}$$

CEVAP C

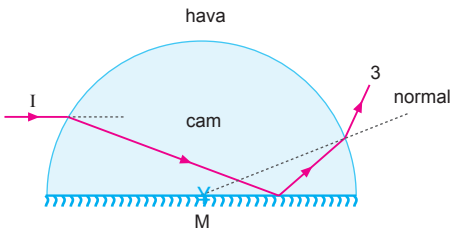
8.

K ışını bulunduğu ortamdan X sıvısına geçtiğinde yüzeye paralel gittiğine göre, K ışınının bulunduğu ortam çok yoğun, X sıvısının bulunduğu ortam az yoğun ortamdır. s açısı sınır açısıdır. L ışını için gelme açısı $i < s$ olduğundan, ışın az yoğun ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır. Bu durumda L ışını III yolunu izler.



CEVAP C

9.



Işın şekildeki yolu izleyebilir.

CEVAP B

10. K den L ye geçen ışık ışını için bağıl kırılma indisi

$$\frac{n_K}{n_L} = \frac{1}{2} \Rightarrow n_K = \frac{n_L}{2} \text{ olur.}$$

L den M ye geçen ışık ışını için bağıl kırılma indisi,

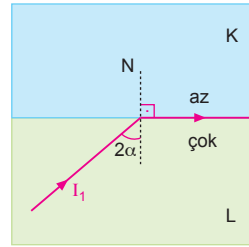
$$\frac{n_L}{n_M} = \frac{3}{2} \Rightarrow n_M = \frac{2}{3} n_L \text{ olur.}$$

K den M ye geçen ışık ışını için bağıl kırılma indisi,

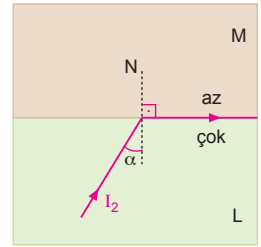
$$\frac{n_K}{n_M} = \frac{\frac{n_L}{2}}{\frac{2}{3} n_L} = \frac{3}{4} \text{ olur.}$$

CEVAP C

11.



Şekil-I



Şekil-II

Şekil I de

$$n_L > n_K \text{ dir.}$$

Şekil II de

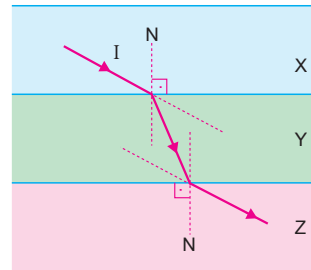
$$n_L > n_M \text{ dir.}$$

Ortamların kırılma indisleri arasındaki fark büyüdükçe sınır açısı küçülür. Bu durumda, $n_K > n_M$ dir.

Buna göre, $n_L > n_K > n_M$ olur.

CEVAP B

12.



X ten Y ye geçerken ışın yüzeyin normaline yaklaşmış. Bu durumda $n_Y > n_X$ tir.

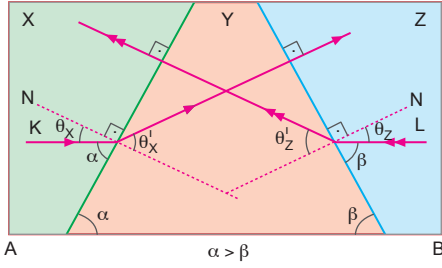
Işın Y ortamından Z ortamına geçerken normalden uzaklaşmıştır.

$$n_Y > n_Z \text{ dir.}$$

Işın paralel kaymaya uğrayıp uğramadığı bilinmeden X ile Z arasında kesin birşey söylenemez.

CEVAP D

1.



Şekilde ışınların izlediği yollardan,

$$n_X > n_Y$$

$$n_Z > n_Y$$

$$\theta_X < \theta_Z \text{ olduğundan,}$$

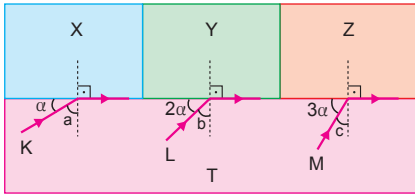
$$n_X > n_Z \text{ dir.}$$

Buna göre, $n_X > n_Z > n_Y$ olur.

Ortamlardaki hızlar kırılma indisleriyle ters orantılı olduğundan, $V_Y > V_Z > V_X$ tir.

CEVAP B

2.



T ortamından X, Y ve Z ortamlarına geçişte Snell bağıntısı yazılacak olursa,

$$n_T \cdot \sin a = n_X \cdot \sin 90$$

$$n_T \cdot \sin a = n_X \dots (1)$$

$$n_T \cdot \sin b = n_Y \cdot \sin 90$$

$$n_T \cdot \sin b = n_Y \dots (2)$$

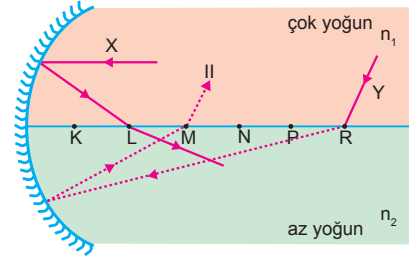
$$n_T \cdot \sin c = n_Z \cdot \sin 90$$

$$n_T \cdot \sin c = n_Z \dots (3)$$

$3\alpha > 2\alpha > \alpha$ olduğundan, $c < b < a$ olur. Bu durumda, $\sin a > \sin b > \sin c$ olacağından $n_X > n_Y > n_Z$ olur. I. ve III. yargılar doğrudur. T den Y ye geçişte sınır açısı b olduğundan II. yargı yanlıştır.

CEVAP D

3.

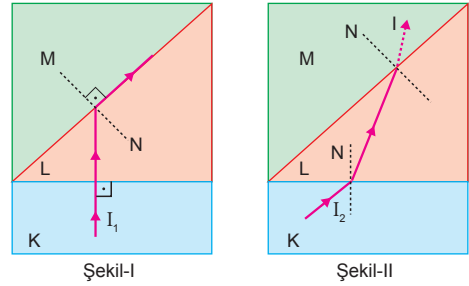


X ışınının izlediği yoldan aynanın odak noktasının L noktası ve $n_1 > n_2$ olduğu anlaşılır.

Y ışını normalden uzaklaşarak çukur aynaya gelir. Y ışını $3f$ den geldiğinden Y ışını aynadan yansıdıktan sonra $1,5f$ den yani M noktasından geçerek çukur aynadan yansır. Işın az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaşır. Dolayısıyla II yolunu izler.

CEVAP B

4.



Şekil-I

Şekil-II

Şekil - I de K ve L ortamlarının kırılma indisleri hakkında bir fikir edinemeyiz. Fakat $n_L > n_M$ ilişkisi olduğunu görebiliriz.

Işın Şekil - II deki gibi gönderildiğinde,

$n_K > n_L$ ve gelme açısı $> \theta_{\text{sınır}}$ ise V yolunu,

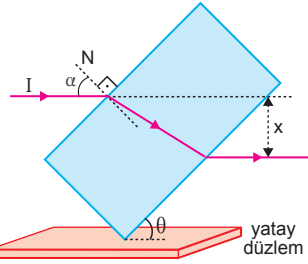
$n_K > n_L$ ve gelme açısı $= \theta_{\text{sınır}}$ ise IV yolunu,

$n_K > n_L$ ve gelme açısı $< \theta_{\text{sınır}}$ ise III yolunu izler.

L den M ye gelme açısı büyüdüğünde ışın tam yansıma yaparak II yolunu izler. Fakat ışın I yolunu izleyemez.

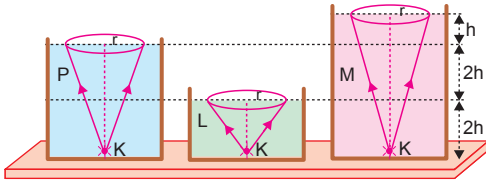
CEVAP A

5. Paralel yüzeylerde kayma miktarı levhanın genişliğine, gelme açısına ve levhanın kırılma indisine bağlıdır. Yüzeyin yatay düzlemle yaptığı açı (θ) arttığında sapma azalır. Örneğin $\theta = 90^\circ$ olduğunda $\alpha = 0$ olur. Bu durumda ışık yüzeye dik gelir ve sapma (x) sıfır olur. x kayma miktarı üç niceliğe de bağlı olur.



CEVAP E

- 6.



$h_P = 4h$, $h_L = 2h$, $h_M = 5h$ ve sıvı yüzeyinde eşit aydınlanmalar oluşturduklarından aydınlık bölgelerin yarıçapları eşittir.

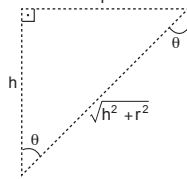
Snell bağıntısından,

$$n_{\text{sıvı}} \cdot \sin\theta = n_h \cdot \sin 90^\circ$$

$$n_{\text{sıvı}} \cdot \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = 1.1$$

$$n_{\text{sıvı}} = \frac{\sqrt{h^2 + r^2}}{r}$$

olur.



Bu eşitliği P, L ve M sıvıları için yazacak olursak,

$$n_P = \frac{\sqrt{h_P^2 + r^2}}{r} = \frac{\sqrt{16h^2 + r^2}}{r}$$

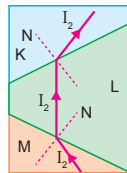
$$n_L = \frac{\sqrt{h_L^2 + r^2}}{r} = \frac{\sqrt{4h^2 + r^2}}{r}$$

$$n_M = \frac{\sqrt{h_M^2 + r^2}}{r} = \frac{\sqrt{25h^2 + r^2}}{r}$$

olur. Bu durumda, $n_M > n_P > n_L$ ilişkisi vardır.

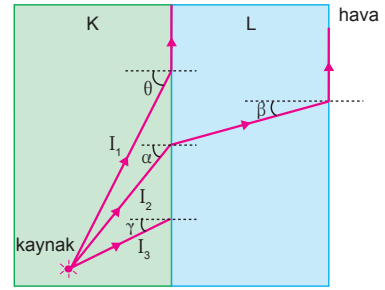
CEVAP A

7. I_1 ışınının izlediği yoldan, $n_L > n_M$ ve $n_L > n_K$ olur. Şekilde I_2 ışını M den L ye geçerken $n_L > n_M$ olduğundan normale yaklaşarak kırılır. L den K ye geçerken $n_L > n_K$ olduğundan normalden uzaklaşarak kırılır. Bu durumda I_2 ışını şekilde gösterilen yolu izler.



CEVAP D

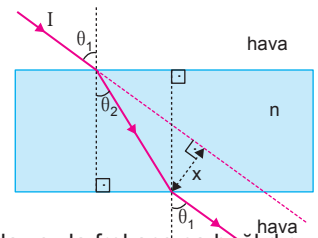
- 8.



- K ve L ortamları birbirine paralel olduklarından L ortamı aradan çıkartıldığında ışının izlediği yol değişmez. K ortamından hava ortamına çıkışta sınır açısı α dir. I. yargı doğrudur.
- L ortamından hava ortamına çıkışta sınır açısı β dir. II. yargı doğrudur.
- K ortamından hava ortamına çıkışta sınır açısı α dir. I_3 ışını K ortamından hava ortamına γ açısıyla gelmektedir. $\gamma < \alpha$ olduğundan ışın diğer ortama geçebilir. III. yargı yanlıştır.

CEVAP C

9. Paralel yüzü cam levhada paralel kayma miktarı, θ_2 kırılma açısı levhanın kırılma indisine bağlıdır. Levhanın kırılma indisi n , gelen ışığın rengine dolayısıyla frekansına bağlıdır. Buna göre, paralel kayma miktarı, d , n ve f nin değişmesinden etkilenir.



CEVAP E

10. Tuna'nın gördüğü bu olay serap olayıdır. Serap, atmosferdeki ışık ışınlarının kırılması ile meydana gelir. Gün çok sıcak olduğunda yeryüzünde ince bir sıcak hava tabakası oluşur. Sıcak hava, soğuk havaya göre daha az yoğundur. Bu iki tabakanın birleştiği yer bir lens görevi görür. Yoğunluk farkından dolayı uzaktaki cisimlerden gelen ışınlar kırılır ve farklı yerlerde hatta ters olarak görünebilir. Denizlerde serap olayı, karadakinin tam tersidir. Daha yoğun hava tabakası soğuk denize daha yakındır. Sıcak tabaka üstte yer alır. Bu nedenle yansıma karadaki serabın tersine üst tarafta, su yüzeyinin üstünde olur. Bu yüzden görülen serap havada uçuyormuş gibi görülebilir. Bu durumda I, II ve III nedenleri, bu durumu açıklayabilir.

CEVAP E