

KIRILMA

Günlük hayatta karşılaşılan; “yağmurdan sonra güneş açtığında gökkuşağının oluşması, sıcak yaz günlerinde asfaltın üzerinde su birikintisi varmış gibi görünmesi, su dolu bir havuza bakıldığında havuzun derinliğinin olduğundan daha az algılanması” gibi olayların açıklanabilmesi ışığın nasıl davrandığının bilinmesi gerekir.

Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışığın hızında değişme olur. Ortam değiştiren ışığın hızındaki değişim de ışığın hareket doğrultusunun değişmesine neden olur.

- İşığın saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken doğrultu değiştirmesine **kırılma** denir.



- İşık her ortamda, ışığın boşluktaki hızının büyüklüğüne eşit hız (sürat) ile ilerler. Yani ortam değiştiren ışığın sürati değişmez.
- Ortam değiştiren ışığın hızının değişmesi ile ifade edilen durum ise onun ortalama hızının değişmesidir. Işık girmiş olduğu ortamda yer değiştirmelerden kaynaklanan gecikmelere uğrar. Bu da ışığın ortalama hızının değişmesine neden olur.

- Ortamların ışığı kırıcılık özelliği sabit bir sayı ile ifade edilir ve buna **kırılma indisi** ya da **kırıcılık indisi** denir. Kırılma indisi **n** ile gösterilir.
- İşığın v_x hızıyla yayıldığı bir X ortamı için **mutlak kırıcılık indisi** aşağıdaki bağıntı ile verilir. (c: Işık hızı)

$$n_x = \frac{c}{v_x}$$

- Saydam bir ortamın başka bir saydam ortama göre kırılma indisine **bağıl kırılma indisi** denir.
- Kırılma indisi n_1 olan 1 ortamının; kırılma indisi n_2 olan 2 ortamına göre, bağıl kırılma indisi (n_{21}); $n_{21} = \frac{n_1}{n_2}$ bağıntısı ile hesaplanır.

Örnek : 1

İşığın boşluktaki yayılma hızı c, X ortamındaki yayılma hızı v'dir.

Buna göre, X ortamının mutlak kırılma indisi nedir?

- A) $\frac{c}{v}$ B) $\frac{v}{c}$ C) $c - v$ D) $c + v$ E) $c \cdot v$

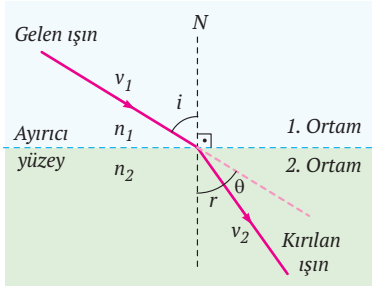


Çay bardağındaki kaşığın kırılmış gibi görünmesinin sebebi ortam değiştiren ışığın kırılmaya uğramasıdır.



Gökkuşağının oluşmasında ışığın kırılması ve yansımaları etki olmuştur.

Çözüm :



Şekil - A

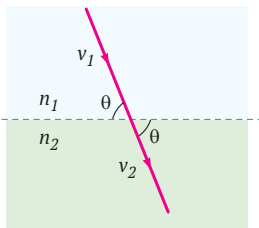
i : Gelme açısı, r : Kırılma açısı, θ : Sapma açısı



Işığı çok kıran bir ortam çok kırıcı ya da **yoğun ortam**, ışığı az kıran bir ortam az kırıcı ya da **az yoğun ortam** olarak adlandırılır.



Bir ışın ayırıcı yüzeye dik gelmediği halde doğrultu değiştirmeden diğer ortama geçmişse bu iki ortamın kırılma indisleri eşittir.



$$\theta \neq 90^\circ$$

$$n_1 = n_2 \text{ ve } v_1 = v_2 \text{ dir.}$$

- ☞ Şekil - A'da verilen değerlere göre, gelen ışının normalle yaptığı açıya (i) **gelme açısı**, kırılan ışının normalle yaptığı açıya (r) **kırılma açısı**, gelen ışınla kırılan ışın arasındaki açıya (θ) **sapma açısı** denir.
- ☞ Gelen ışın, normal ve kırılan ışın aynı düzlemindedir.

SNELL YASASI

- ☞ Saydam iki ortam için; gelme açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranı her zaman sabittir. Bu durum **Snell Yasası** olarak bilinir.
- ☞ Şekil - A'da verilen değerlere göre, Snell Yasası aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

- ☞ Snell bağıntı aşağıdaki bağıntılar şeklinde de düzenlenebilir.

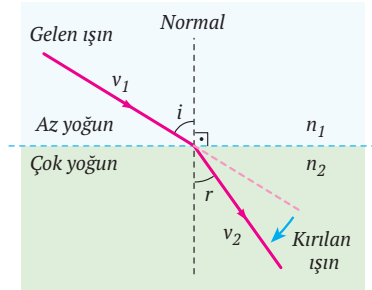
$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

$$n_1 \cdot v_1 = n_2 \cdot v_2$$

IŞIĞIN KIRILMASI İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER

- ☞ Işık hızı, ışığın yayıldığı ortamın kırılma indisıyla ters orantılıdır. Işık, kırılma **indisi küçük** olan (az yoğun) ortamda daha **hızlı**, kırılma **indisi büyük** olan (çok yoğun) ortamda daha **yavaş** yayılır.

IŞIĞIN AZ YOĞUN ORTAMDAN ÇOK YOĞUN ORTAMA GEÇİŞİ



- ☞ Az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçen ışınlar normale yaklaşarak kırılır.

$$n_1 < n_2 ; i > r ; v_1 > v_2$$

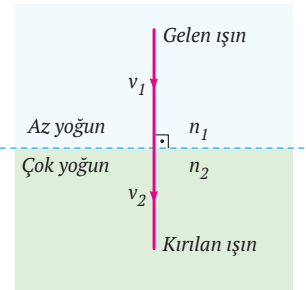


- ☞ Ayırıcı yüzeye dik (normal doğrultusunda) gelen ışın doğrultu değiştirmeden yoluna devam eder fakat hızı değişir.

- ☞ Işığın bu iki ortamdaki hızları bilinmeden ortamların kırılma indisleri arasındaki ilişki bulunamaz.

- ☞ Snell Yasası gereği ışığın bir ortam için hız ile indisin çarpımı, diğer ortam için hız ile indisin çarpımına eşittir.

$$\text{Yani } n_1 \cdot v_1 = n_2 \cdot v_2 \text{ dir.}$$



Örnek : 2

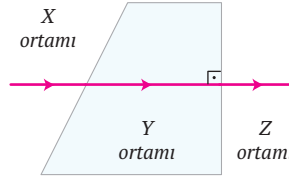
I ışığının saydam X, Y, Z ortamlarında izlediği yol şekildedir.

Buna göre,

- I. X'in kırıcılık indisi Y'ninkine eşittir.
- II. X'in kırıcılık indisi Z'ninkine eşittir.
- III. Y'nin kırıcılık indisi Z'ninkinden büyüktür.

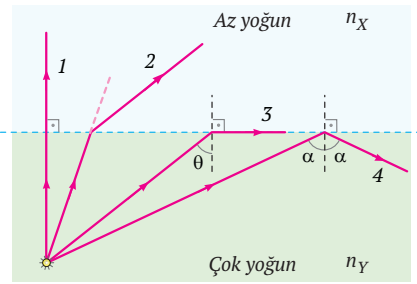
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
- D) I ve III E) II ve III



IŞIĞIN ÇOK YOĞUN ORTAMDAN AZ YOĞUN ORTAMA GEÇİŞİ, SINIR AÇISI VE TAM YANSIMA

- ☞ Işın çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama her zaman geçemez. Ancak belli bir açıdan küçük açıyla geldiği zaman geçer.



- ☞ 1: Ayırıcı yüzeye dik gelen ışınlar doğrultu değiştirmez.
- ☞ 2: Sınır açısından küçük açı ile gelen ışın normalden uzaklaşacak şekilde kırılır.
- ☞ 3: Kırılma açısı 90° olan ışının gelme açısına **sınır açısı** denir. θ açısı sınır açısıdır.
- ☞ 4: α açısı sınır açısından büyüktür. Işın ayırıcı yüzeye sınır açısından daha büyük bir açıyla geldiğinde yansımaya uğrayarak geldiği ortama geri döner. Bu olaya **tam yansıma** denir.



$n_Y > n_X$ ve θ sınır açısı olmak üzere; $\sin \theta = \frac{n_X}{n_Y}$ dir. Buna göre;

- ☞ $\frac{n_X}{n_Y}$ oranı büyüdükçe sınır açısı da büyür. Yani ortamların indis değerleri birbirine yakın ise sınır açısı büyür. Çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçiş kolaylaşır.
- ☞ n_X ile n_Y arasındaki fark büyüdükçe sınır açısı küçülür. Yani ortamların indis değerleri arasındaki fark arttıkça sınır açısı küçülür. Çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçiş zorlaşır.

Çözüm :



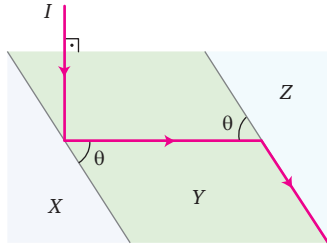
- ☞ Az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama gönderilen ışık ışınları çok kırıcı ortama her açı değerinde geçer.
- ☞ Çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama gönderilen ışık ışınları, bazı şartlarda az kırıcı ortama geçebilir.



- ☞ Işık tersinir özellik gösterir.
- ☞ Kırılan ışını gelen ışın gibi düşündüğümüzde gelen ışın da kırılan ışın gibi olur. Hız ve açı değerleri korunur.

Örnek 3

I ışık ışını; X, Y, Z saydam ortamlarından oluşan düzende şekildedeki yolu izliyor.



X, Y, Z ortamlarının ışığı kırma indisleri sırasıyla n_X , n_Y , n_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

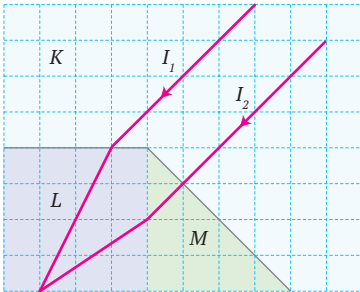
- A) $n_X < n_Y < n_Z$ B) $n_X < n_Z < n_Y$
C) $n_Y = n_Z < n_X$ D) $n_X = n_Z < n_Y$
E) $n_Z < n_X < n_Y$

(2013 - ÖSYM)

Çözüm

Örnek 4

Başlangıçta birbirine paralel olarak gönderilen I_1 ve I_2 ışınları; K, L, M ortamlarından geçerken şekildedeki yolu izliyor.



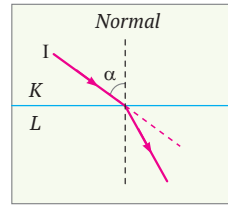
Buna göre, ortamların kırma indisleri n_K , n_L , n_M arasındaki ilişki nedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $n_M > n_L > n_K$ B) $n_L > n_K > n_M$
C) $n_L > n_M > n_K$ D) $n_M > n_K > n_L$
E) $n_K > n_L > n_M$

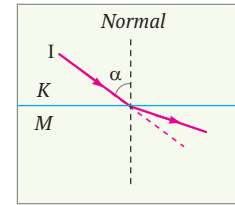
(2014 - ÖSYM)

Örnek 5

I ışık ışınının K ortamından L ve M ortamlarına geçişi Şekil - I ve Şekil - II'de verilmiştir.

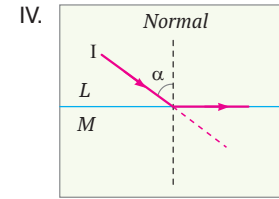
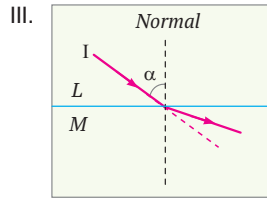
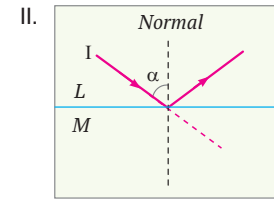
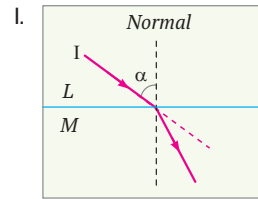


Şekil - I



Şekil - II

Buna göre I ışık ışını L ortamından M ortamına geçerken;



şekillerindeki yollardan hangilerini izleyebilir?

- A) Yalnız I B) I ve IV C) II ve III
D) I, II ve III E) II, III ve IV

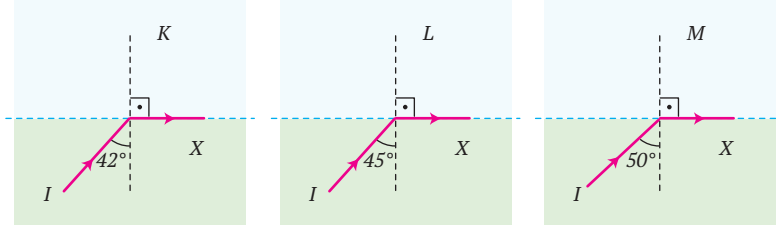
(2018 - ÖSYM)

Çözüm

Çözüm

Örnek 6

Bir X ortamından K, L, M ortamlarına gönderilen aynı renkli ışınların izlemiş olduğu yollar şekildeki gibidir.

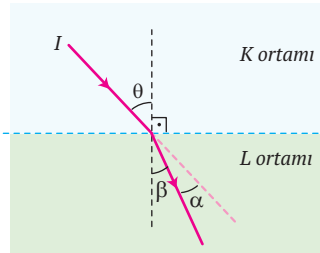


K, L, M ortamlarının ışığı kırma indisleri sırasıyla n_K , n_L , n_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_K > n_L > n_M$ B) $n_M > n_L > n_K$ C) $n_K = n_L = n_M$
D) $n_L > n_K = n_M$ E) $n_M > n_K > n_L$

Örnek 7

K ortamından L ortamına gönderilen ışının izlediği yol şekildeki gibidir.



θ : Gelme açısı, β : Kırılma açısı, α : Sapma açısı olmak üzere, L ortamının kırıcılık indisi daha büyük olsaydı ve aynı ışın yine θ açısı ile gönderilseydi β ve α için ne söylenebilirdi?

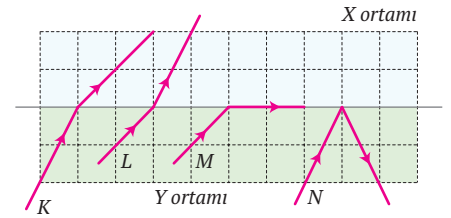
	β	α
A)	Azalırdı	Artardı
B)	Artardı	Azalırdı
C)	Değişmezdi	Değişmezdi
D)	Azalırdı	Değişmezdi
E)	Artardı	Değişmezdi

Çözüm

Çözüm

Örnek 8

X ve Y saydam ortamlardır. Y ortamından X ortamına gönderilen aynı renkli ışınların izlediği yollar şekildeki gibi gösterilmiştir.



Bu yollardan yalnız ikisi doğru olduğuna göre, hangi ikisinin gösterimi doğrudur?

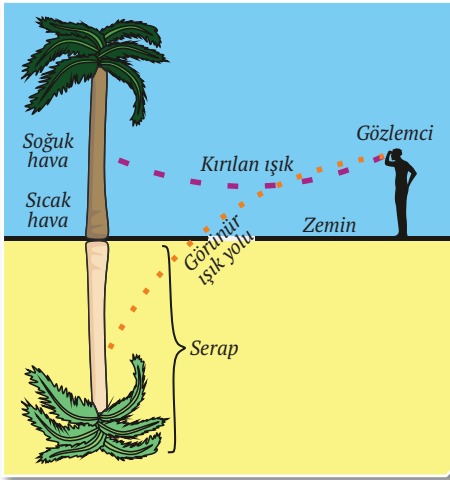
- A) K ile L B) K ile M C) K ile N
D) L ile N E) M ile N

Çözüm

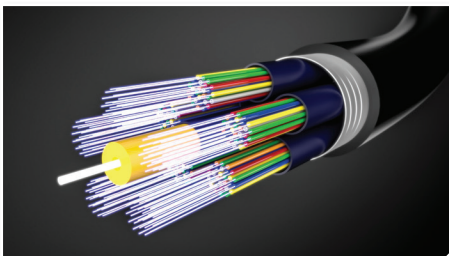


Sıcak ve soğuk hava katmanları kırıcılık indisleri farklı iki ortam gibi davranır.

Asfalt üzerinde tam yansımaya uğrayan ışınlar bu yansımanın asfalt üzerindeki sudan gerçekleştiği algısı oluşturur.



Serap oluşumu

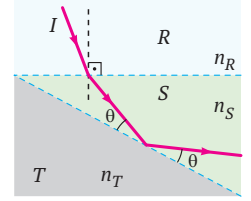


Fiber optik kablo

Örnek : 9

Bir I ışık ışını R, S, T saydam ortamlarından oluşan düzende şekildedeki yolu izliyor.

R, S, T ortamlarının ışığı kırma indisleri sırasıyla n_R , n_S , n_T olduğuna göre, bunların arasındaki ilişki nedir?



A) $n_T < n_S < n_R$

B) $n_R < n_S < n_T$

C) $n_S < n_T < n_R$

D) $n_R = n_T < n_S$

E) $n_S < n_R = n_T$

(2011 - ÖSYM)

Çözüm :

TAM YANSIMA ÖRNEKLERİ

☛ Sıcak ve soğuk havaların kırılma indislerinin farklı olmasından dolayı cisimlerden çıkan ışınlar yansımaya yaparak göze ulaşır. Göz, cismi göze ulaşan ışınların doğrultusunda görür. Bu görüntü zahiri görüntüdür. Yerdeki su birikintisinde oluşan görüntü algısı oluştu. Bu olaya **serap olayı** denir.

☛ Tam yansımaya olayının kullanıldığı en önemli alanlardan biri de **fiber optik** kablolardır.

☛ Kabloların içine gönderilen ışınlar kablonun iç duvarlarında tam yansımaya uğrayarak kablo boyunca gidebilir.

☛ Elektrik sinyalleri, metal tellere kıyasla fiber optik kablolarda fazla zayıflamadan iletilebilmektedir.

Örnek : 10

Işık, çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı başka bir ortama geçerken gelme açısına bağlı olarak az kırıcı ortama kırılmak yerine geldiği ortama geri dönebilir. Bu olaya "tam yansımaya" denir.

Buna göre;

- I. balıkların, suyun yüzeyinde diğer balıkların yansımalarını görmesi,
- II. yakınsak bir mercekten bakıldığında uzaktaki cisimlerin ters görünmesi,
- III. ışığın fiber optik kablonun içinden dışarı çıkmadan iletilmesi

olaylarından hangileri, tam yansımaya olayının sonucudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve III

E) II ve III

(2017 - ÖSYM)

Çözüm :

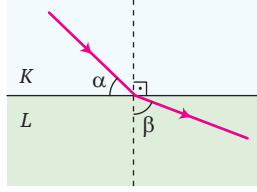
1. Bir I ışık ışını K saydam ortamından L saydam ortamına geçerken şekildeki yolu izliyor.

$\beta > \alpha$ olduğuna göre,

- α açısı gelme açısıdır.
- β açısı kırılma açısıdır.
- K ortamı L'den daha kırıcı bir ortamdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III



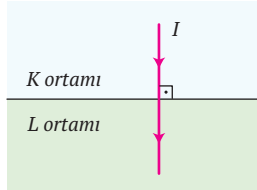
2. K ve L saydam ortamlarından oluşan düzenekte I ışık ışını şekildeki gibi bir yol izliyor.

Işığın L ortamındaki yayılma hızı K'dekinden daha küçük olduğuna göre,

- K ortamının kırıcılık indisi, L'ninkinden küçüktür.
- Ortamların kırıcılık indisleri hakkında birşey söylenemez.
- Işığın frekansı her iki ortamda da aynıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III



3. Işığın bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçişinde sınır açısı ile ilgili olarak;

- Çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçişte geçerlidir.
- Az yoğun ortamdan, çok yoğun ortama geçişte geçerlidir.
- İndis farkı artarsa azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

4. X ve Y kırıcılık indisleri farklı olan saydam iki ortamdır.

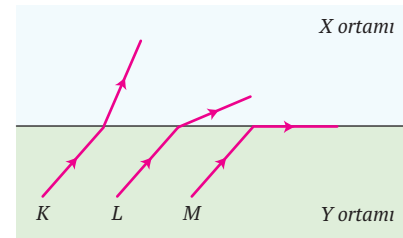
X ortamından Y ortamına geçen bir ışın için;

- Doğrultusu değişir.
- Ortamları ayıran yüzeyin normaline yaklaşır.
- Ortalama hızının büyüklüğü değişir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

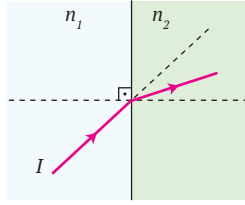
- 5.



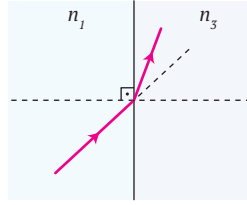
Çok kırıcı olan Y ortamından az kırıcı olan X ortamına gelen K, L, M ışık ışınlarından hangilerinin izlediği yol doğru çizilmiş olabilir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve L
D) L ve M E) K ve M

6. Şekil - I ve Şekil - II'de aynı renkli bir I ışık ışınının n_1 kırıcılık indisli ortamdan n_2 ve n_3 kırıcılık indisli ortamlara geçişleri verilmiştir.



Şekil - I

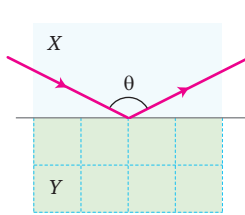


Şekil - II

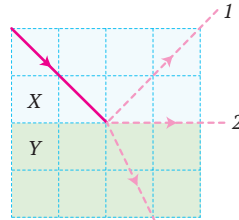
Işının ortamlardaki yayılma hızlarının büyüklüğü sırasıyla v_1 , v_2 , v_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_1 < v_2 < v_3$ B) $v_3 < v_2 < v_1$ C) $v_1 < v_3 < v_2$
D) $v_3 < v_1 < v_2$ E) $v_2 < v_1 < v_3$

7. Saydam X ortamından, saydam Y ortamına gönderilen I ışık ışını Şekil - I'deki yolu izliyor.



Şekil - I

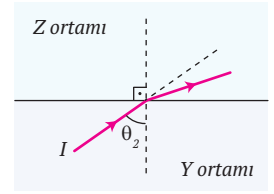
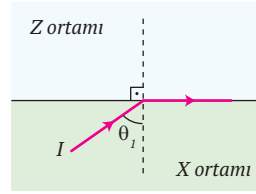


Şekil - II

$\theta > 90^\circ$ olduğuna göre, X'ten Y'ye Şekil - II'deki gibi gönderilen I ışık ışını 1, 2, 3 yollarından hangilerini izleyebilir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız 1 B) Yalnız 2 C) Yalnız 3
D) 1 ya da 2 E) 1 ya da 3

8. X, Y ortamlarından Z ortamına gönderilen aynı renkli I ışık ışınlarının izlemiş olduğu yollar şekildeki gibidir.



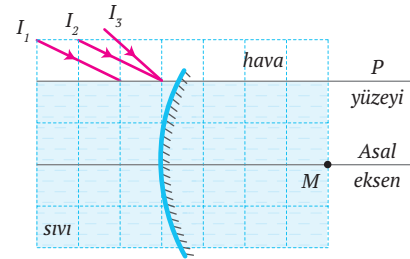
$\theta_1 > \theta_2$ olduğuna göre,

- I. X'in kırıcılık indisi Y'ninkinden büyüktür.
II. X'in kırıcılık indisi Z'ninkinden büyüktür.
III. Y'den Z'ye geçen ışınlar için sınır açısı θ_1 den büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) Yalnız III

9. Tamamı sıvı içinde olacak biçimde yerleştirilmiş tümsek ayna ile kurulmuş düzende havadan sıvının P yüzeyine aynı renkli I_1 , I_2 ve I_3 ışık ışınları şekildeki gibi geliyor.



M noktası aynanın merkezi olduğuna göre, bu ışıklardan hangileri kırılma ve yansıma sonucu aynanın asal eksenine paralel olarak gidebilir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız I_1 B) Yalnız I_2 C) Yalnız I_3
D) I_1 ya da I_2 E) I_1 ya da I_3