**KHÚC XẠ ÁNH SÁNG – PHẢN XẠ TOÀN PHẦN**

**A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT**

***1. Khúc xạ ánh sáng***

+ Khúc xạ ánh sáng là hiện tượng lệch phương của các tia sáng khi truyền xiên góc qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt khác nhau.

+ Định luật khúc xạ ánh sáng:

 Tia khúc xạ nằm trong mặt phẵng tới (tạo bởi tia tới và pháp tuyến) và ở phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.

 Với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin góc tới (sini) và sin góc khúc xạ (sinr) là một hằng số: = hằng số.

+ Chiết suất tỉ đối: tỉ số không đổi  trong hiện tượng khúc xạ được gọi là chiết suất tỉ đối n21 của môi trường 2 (chứa tia khúc xạ) đối với môi trường 1 (chứa tia tới): = n21

 + Chiết suất tuyệt đối (thường gọi tắt là chiết suất) của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó đối với chân không.

+ Liên hệ giữa chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối: n21 = .

+ Biểu thức của định luật khúc xạ viết dạng khác: n1sini = n2sinr; khi i và r rất nhỏ (nhỏ hơn 100) thì: n1i = n2r

+ Tính chất thuận nghịch của sự truyền ánh sáng: ánh sáng truyền đi theo đường nào thì cũng truyền ngược lại theo đường đó. Theo tính chất thuận nghịch về sự truyền ánh sáng ta có: n12 = .

***2. Hiện tượng phản xạ toàn phần***

+ Phản xạ toàn phần là hiện tượng phản xạ toàn bộ ánh sáng tới, xảy ra ở mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt.

+ Điều kiện để có phản xạ toàn phần:

 - Ánh sáng phải truyền từ một môi trường sang môi trường chiết quang kém hơn (n2 < n1).

 - Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn: i ≥ igh; với sinigh = .

+ Cáp quang là bó sợi quang. Mỗi sợi quang là một dây trong suốt có tính dẫn sáng nhờ phản xạ toàn phần.

 Sợi quang có lỏi làm bằng thủy tinh siêu sạch có chiết suất lớn (n1) được bao quanh bởi một lớp vỏ có chiết suất n2 nhỏ hơn n1. Phản xạ toàn phần xảy ra ở mặt phân cách giữa lỏi và vỏ làm cho ánh sáng truyền đi được theo sợi quang. Ngoài cùng là một lớp võ bọc bằng nhựa dẻo để tạo cho cáp có độ bền và độ dai cơ học.

 Cáp quang được ứng dụng vào việc truyền thông tin với nhiều ưu điểm: dung lượng tín hiệu lớn; nhỏ và nhẹ, dễ vận chuyển, dễ uốn; không bị nhiễu bởi các bức xạ điện từ bên ngoài; không có rủi ro cháy (vì không có dòng điện).

 Trong y học, người ta dùng cáp quang để nội soi.

**B. CÁC CÔNG THỨC**

+ Định luật khúc xạ:  = n21 =  hay n1sini = n2sinr.

+ Liên hệ giữa chiết suất và vận tốc ánh sáng: n21 =  = ; n = .

+ Góc giới hạn phản xạ toàn phần: sinigh = ; với n2 < n1.

**C. BÀI TẬP TỰ LUẬN**

**1**. Tia sáng đi từ nước có chiết suất n1 =  sang thủy tinh có chiết suất n2 = 1,5. Tính góc khúc xạ và góc lệch D tạo bởi tia khúc xạ và tia tới, biết góc tới i = 300.

**2**. Tia sáng truyền trong không khí tới gặp mặt thoáng của chất lỏng có chiết suất n = . Ta được hai tia phản xạ và khúc xạ vuông góc với nhau. Tính góc tới.

**3**. Một cây cọc dài được cắm thẳng đứng xuống một bể nước chiết suất n = . Phần cọc nhô ra ngoài mặt nước là 30 cm, bóng của nó trên mặt nước dài 40 cm và dưới đáy bể nước dài 190 cm. Tính chiều sâu của lớp nước.

**4**. Một cái máng nước sâu 30 cm rộng 40 cm có hai thành bên thẳng đứng. Lúc máng cạn nước thì bóng râm của thành A kéo dài tới đúng chân thành B đối diện. Người ta đổ nước vào máng đến một độ cao h thì bóng của thành A ngắn bớt đi 7 cm so với trước. Biết chiết suất của nước là n = . Tính h.

**5**. Một người ngồi trên bờ hồ nhúng chân vào nước trong suốt. Biết chiết suất của nước là n = .

 a) Khoảng cách thực từ bàn chân người đó đến mặt nước là 36 cm. Hỏi mắt người đó cảm thấy bàn chân cách mặt nước bao nhiêu?

 b) Người này cao 1,68 m, nhìn thấy một hòn sỏi dưới đáy hồ dường như cách mặt nước 1,5 m. Hỏi nếu đứng dưới hồ thì người ấy có bị ngập đầu không?.

**6**. Tính vận tốc của ánh sáng trong thủy tinh. Biết thủy tinh có chiết suất n = 1,6 và vận tốc ánh sáng trong chân không là c = 3.108 m/s.

**7**. Tính vận tốc của ánh sáng truyền trong môi trường nước. Biết tia sáng truyền từ không khí với góc tới là i = 600 thì góc khúc xạ trong nước là r = 400. Lấy vận tốc ánh sáng ngoài không khí c = 3.108 m/s.

**8**. Tính góc giới hạn phản xạ toàn phần khi ánh sáng truyền từ thủy tinh sang không khí, từ nước sang không khí và từ thủy tinh sang nước. Biết chiết suất của thủy tinh là 1,5; của nước là .

**9**. Thả nổi trên mặt nước một đĩa nhẹ, chắn sáng, hình tròn. Mắt người quan sát đặt trên mặt nước sẽ không thấy được vật sáng ở đáy chậu khi bán kính đĩa không nhỏ hơn 20 cm. Tính chiều sâu của lớp nước trong chậu. Biết rằng vật và tâm đĩa nằm trên đường thẳng đứng và chiết suất của nước là n = .

**10**. Một tấm thủy tinh mỏng, trong suốt, chiết suất n1 = 1,5; có tiết diện là hình chử nhật ABCD (AB rất lớn so với AD), mặt đáy AB tiếp xúc với một chất lỏng có chiết suất n2 = . Chiếu tia sáng SI nằm trong mặt phẵng ABCD tới mặt AD sao cho tia tới nằm phía trên pháp tuyến ở điểm tới và tia khúc xạ trong thủy tinh gặp đáy AB ở điểm K. Tính giá trị lớn nhất của góc tới i để có phản xạ toàn phần tại K.

**11.** Tia sáng truyền từ nước và khúc xạ ra không khí. Tia khúc xạ và tia phản xạ ở mặt nước vuông góc nhau. Nước có chiết suất là 4/3. Hãy tính tròn số giá trị của góc tới.

**12.** Dùng tia sáng truyền từ thủy tinh và khúc xạ ra không khí. Tia khúc xạ và tia phản xạ ở mặt thủy tinh tạo với nhau 1 góc 900, chiết suất của thủy tinh là 3/2. Hãy tính tròn số giá trị của góc tới.

**13.** Tia sáng đi từ không khí tới gặp mặt phân cách giữa không khí và môi trường trong suốt có chiết suất n dưới góc tới i = 450. Góc hợp bởi tia khúc xạ và phản xạ là 1050. Hãy tính chiết suất của n ?

**14.** Một tia sáng truyền từ một chất lỏng ra ngoài không khí dưới góc 350 thì góc lệch giữa tia tới nối dài và tia khúc xạ là 250. Tính chiết suất của chất lỏng.

**15.** Chiếu một tia sáng từ không khí vào thủy tinh có chiết suất 1,5. Hãy xác định góc tới sao cho: góc khúc xạ bằng nửa góc tới.

**16.** Một cái thước được cắm thẳng đứng vào bình nước có đáy phẳng, ngang. Phần thước nhô khỏi mặt nước là 4cm. Chếch ở trên có một ngọn đèn. Bóng của thước trên mặt nước dài 4cm, và ở đáy dài 8cm. Tính chiều sâu của nước trong bình, biết chiết suất của nước là 4/3.

**17.** Một cái sào được cắm thẳng đứng vào bình nước có đáy phẳng, ngang. Phần thước nhô khỏi mặt nước là 4cm. Chếch ở trên có một ngọn đèn. Bóng của thước trên mặt nước dài 4cm, và ở đáy dài 8cm. Tính chiều sâu của nước trong bình, biết chiết suất của nước là 4/3.

**18.** Một bể chứa nước có thành cao 80cm và đáy phẳng dài 120cm. Độ cao mực nước trong bể là 60cm, chiết suất của nước là 4/3. Ánh nắng chiếu theo phương nghiêng 1 góc 300 so với phương ngang.

 a. Hãy tìm độ dài của bóng đen tạo thành trên mặt nước ?

 b. Hãy tìm độ dài của bóng đen tạo thành dưới đáy bể ?

**19.** Một cái cọc được cắm thẳng đứng trong một bể rộng, đáy phẳng nằm ngang. Phần cọc nhô lên trên mặt nước dài 0,6m. Bóng của cọc trên mặt nước dài 0,8m, ở dưới đáy bể là 1,7m. Hãy tìm chiều sâu của nước trong bể.

**20.** Một cái chậu hình chữ nhật đựng chất lỏng. Biết AB = 3cm, AD = 6cm. Mắt nhìn theo phương BD thì thấy được trung điểm M của BC. Hãy tính chiết suất của chất lỏng.

**HƯỚNG DẪN GIẢI**

**1**. Ta có: ⇨ sinr = sini = sin26,40 ⇨ r = 26,40;

D = i – r = 3,60.

**2**. Ta có: = n; vì i’ + r = i + r = ⇨ sinr = sin(- i) = cosi

⇨ = = tani = n = tan⇨ i = .

**3**. Ta có: tani = = tan530 ⇨ i = 530; = n ⇨ sinr = = 0,6 = sin370

⇨ r = 370; tanr =

⇨ IH = = = 200 (cm).

**4**. Ta có: tani = = tan530

⇨ i = 530; = n

⇨ sinr = = 0,6 = sin370

⇨ r = 370; tani = ;

tanr =

⇨ = ⇨ I’B = 16 (cm); h = = 12 (cm).

**5**. a) Ta có: ⇨ d’ = d = 27 cm.

 b) Ta có: ⇨ h = h’ = 2 m > 1,68 m nên nếu đứng dưới hồ thì người đó sẻ bị ngập đầu.

**6**. Ta có: n = ⇨ v = = 1,875.108 m/s.

7. Ta có: v = và n = ⇨ v = = 2,227.108 m/s.

**8**. Ta có sinigh = = sin530 ⇨ igh = 530.

**9**. Ta có: Sinigh = = ⇨ h = R= 17,64 cm.

**10**. Để có phản xạ toàn phần tại K thì sini1 ≥ = sin70,50 ⇨ i1 ≥ 70,50

⇨ r ≤ 900 – 70,50 = 19,50

⇨ sini ≤ cosr = sin390 ⇨ i ≤ 390.

**D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM**

**I. Khúc xạ ánh sáng**

***Bài tập 1:*** Một bể chứa nước có thành cao 80 (cm) và đáy phẳng dài 120 (cm) và độ cao mực nước trong bể là 60 (cm), chiết suất của nước là 4/3. Ánh nắng chiếu theo phương nghiêng góc 300 so với phương ngang. Độ dài bóng đen tạo thành trên mặt nước là ?

 **A.** 11,5 (cm) **B.** 34,6 (cm) **C.** 63,7 (cm) **D.** 44,4 (cm)

***Bài tập 2:*** Một bể chứa nước có thành cao 80 (cm) và đáy phẳng dài 120 (cm) và độ cao mực nước trong bể là 60 (cm), chiết suất của nước là 4/3. Ánh nắng chiếu theo phương nghiêng góc 300 so với phương ngang. Độ dài bóng đen tạo thành trên đáy bể là:

 **A.** 11,5 (cm) **B.** 34,6 (cm) **C.** 51,6 (cm) **D.** 85,9 (cm)

***Bài tập 3:*** Một điểm sáng S nằm trong chất lỏng (chiết suất n), cách mặt chất lỏng một khoảng 12 (cm), phát ra chùm sáng hẹp đến gặp mặt phân cách tại điểm I với góc tới rất nhỏ, tia ló truyền theo phương IR. Đặt mắt trên phương IR nhìn thấy ảnh ảo S’ của S dường như cách mặt chất lỏng một khoảng 10 (cm). Chiết suất của chất lỏng đó là

 **A.** n = 1,12 **B.** n = 1,20 **C.** n = 1,33 **D.** n = 1,40

***Bài tập 4:*** Cho chiết suất của nước n = 4/3. Một người nhìn một hòn sỏi nhỏ S mằn ở đáy một bể nước sâu 1,2 (m) theo phương gần vuông góc với mặt nước, thấy ảnh S’ nằm cách mặt nước một khoảng bằng

 **A.** 1,5 (m) **B.** 80 (cm) **C.** 90 (cm) **D.** 1 (m)

***Bài tập 5:*** Một người nhìn hòn sỏi dưới đáy một bể nước thấy ảnh của nó dường như cách mặt nước một khoảng 1,2 (m), chiết suất của nước là n = 4/3. Độ sâu của bể là:

 **A.** h = 90 (cm) **B.** h = 10 (dm) **C.** h = 15 (dm) **D.** h = 1,8 (m)

***Bài tập 6:*** Một người nhìn xuống đáy một chậu nước (n = 4/3). Chiều cao của lớp nước trong chậu là 20 (cm). Người đó thấy đáy chậu dường như cách mặt nước một khoảng bằng

 **A.** 10 (cm) **B.** 15 (cm) **C.** 20 (cm) **D.** 25 (cm)

***Bài tập 7:*** Một bản mặt song song có bề dày 10 (cm), chiết suất n = 1,5 được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng SI có góc tới 450 khi đó tia ló khỏi bản sẽ

 **A.** hợp với tia tới một góc 450. **B.** vuông góc với tia tới.

 **C.** song song với tia tới.  **D.** vuông góc với bản mặt song song.

***Bài tập 8:*** Một bản mặt song song có bề dày 10 (cm), chiết suất n = 1,5 được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng SI có góc tới 450. Khoảng cách giữa giá của tia tới và tia ló là:

 **A.** a = 6,16 (cm). **B.** a = 4,15 (cm). **C.** a = 3,25 (cm). **D.** a = 2,86 (cm).

***Bài tập 9:*** Một bản hai mặt song song có bề dày 6 (cm), chiết suất n = 1,5 được đặt trong không khí. Điểm sáng S cách bản 20 (cm). Ảnh S’ của S qua bản hai mặt song song cách S một khoảng

 **A.** 1 (cm). **B.** 2 (cm). **C.** 3 (cm). **D.** 4 (cm).

***Bài tập 10:*** Một bản hai mặt song song có bề dày 6 (cm), chiết suất n = 1,5 được đặt trong không khí. Điểm sáng S cách bản 20 (cm). Ảnh S’ của S qua bản hai mặt song song cách bản hai mặt song song một khoảng

 **A.** 10 (cm). **B.** 14 (cm). **C.** 18 (cm). **D.** 22(cm).

**Phản xạ toàn phần**

***Bài tập 1:*** 6.21 Khi ánh sáng đi từ nước (n = 4/3) sang không khí, góc giới hạn phản xạ toàn phần có giá trị là:

 **A.** igh = 41048’. **B.** igh = 48035’. **C.** igh = 62044’. **D.** igh = 38026’.

***Bài tập 2:*** Tia sáng đi từ thuỷ tinh (n1 = 1,5) đến mặt phân cách với nước (n2 = 4/3). Điều kiện của góc tới i để không có tia khúc xạ trong nước là:

 **A.** i ≥ 62044’. **B.** i < 62044’. **C.** i < 41048’. **D.** i < 48035’.

***Bài tập 3:*** Cho một tia sáng đi từ nước (n = 4/3) ra không khí. Sự phản xạ toàn phần xảy ra khi góc tới:

 **A.** i < 490. **B.** i > 420. **C.** i > 490. **D.** i > 430.

***Bài tập 4:*** Một miếng gỗ hình tròn, bán kính 4 (cm). Ở tâm O, cắm thẳng góc một đinh Oa. Thả miếng gỗ nổi trong một chậu nước có chiết suất n = 1,33. Đinh OA ở trong nước, cho OA = 6 (cm). Mắt đặt trong không khí sẽ thấy đầu A cách mặt nước một khoảng lớn nhất là:

 **A.** OA’ = 3,64 (cm). **B.** OA’ = 4,39 (cm). **C.** OA’ = 6,00 (cm). **D.** OA’ = 8,74 (cm).

***Bài tập 5:*** Một miếng gỗ hình tròn, bán kính 4 (cm). Ở tâm O, cắm thẳng góc một đinh OA. Thả miếng gỗ nổi trong một chậu nước có chiết suất n = 1,33. Đinh OA ở trong nước, cho OA = 6 (cm). Mắt đặt trong không khí, chiều dài lớn nhất của OA để mắt không thấy đầu A là:

 **A.** OA = 3,25 (cm). **B.** OA = 3,53 (cm). **C.** OA = 4,54 (cm). **D.** OA = 5,37 (cm).

**Bài tập về khúc xạ ánh sáng và phản xạ toàn phần**

***Bài tập 6:*** Một ngọn đèn nhỏ S đặt ở đáy một bể nước (n = 4/3), độ cao mực nước h = 60 (cm). Bán kính r bé nhất của tấm gỗ tròn nổi trên mặt nước sao cho không một tia sáng nào từ S lọt ra ngoài không khí là:

 **A.** r = 49 (cm). **B.** r = 53 (cm). **C.** r = 55 (cm). **D.** r = 51 (cm).

***Bài tập 7:*** Chiếu một chùm tia sáng song song trong không khí tới mặt nước ( n = 4/3) với góc tới là 450. Góc hợp bởi tia khúc xạ và tia tới là:

 **A.** D = 70032’. **B.** D = 450. **C.** D = 25032’. **D.** D = 12058’.

***Bài tập 8:*** Một chậu nước chứa một lớp nước dày 24 (cm), chiết suất của nước là n = 4/3. Mắt đặt trong không khí, nhìn gần như vuông góc với mặt nước sẽ thấy đáy chậu dường như cách mặt nước một đoạn bằng

 **A.** 6 (cm). **B.** 8 (cm). **C.** 18 (cm). **D.** 23 (cm).

***Bài tập 9:*** Một cái chậu đặt trên một mặt phẳng nằm ngang, chứa một lớp nước dày 20 (cm), chiết suất n = 4/3. Đáy chậu là một gương phẳng. Mắt M cách mặt nước 30 (cm), nhìn thẳng góc xuống đáy chậu. Khoảng cách từ ảnh của mắt tới mặt nước là:

 **A.** 30 (cm). **B.** 45 (cm). **C.** 60 (cm). **D.** 70 (cm).

**HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ TRẢ LỜI**

**44. Khúc xạ ánh sáng**

***1. Chọn: C***

 Hướng dẫn:

- Áp dụng định luật phản xạ ánh sáng, tia phản xạ và tia khúc xạ vuông góc với nhau ta có r + i’ = 900 hay là r + i = 900.

- Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng: ↔↔tani = n21 = n.

***2. Chọn: B***

 Hướng dẫn: Độ dài bóng đen tạo thành trên mặt nước là (80 – 60).tan300 = 34,6 (cm)

***3. Chọn: D***

 Hướng dẫn:

- Độ dài phần bóng đen trên mặt nước là a = 34,6 (cm).

- Độ dài phần bóng đen trên đáy bể là b = 34,6 + 60.tanr trong đó r được tính  suy ra b = 85,9 (cm).

***4. Chọn: B***

 Hướng dẫn: Áp dụng công thức lưỡng chất phẳng khi ánh sáng đi từ môi trường n ra không khí  suy ra n = = 1,2

***5. Chọn: C***

 Hướng dẫn: Áp dụng công thức lưỡng chất phẳng khi ánh sáng đi từ môi trường n ra không khí suy ra d’ = 0,9 (m)

***6. Chọn: C*** Hướng dẫn: làm tương tự câu 6.11

***7. Chọn: B*** Hướng dẫn: làm tương tự câu 6.11

***8. Chọn: C***

 Hướng dẫn: Dùng định luật khúc xạ tại hai mặt của bản hai mặt song song.

***9. Chọn: A***

 Hướng dẫn: Vận dụng định luật khúc xạ ánh sáng và kết hợp giải hình học phẳng.

***10. Chọn: B***

 Hướng dẫn: Áp dụng công thức ảnh của một điểm sáng qua bản hai mặt song song khi ánh sáng truyền gần như vuông góc với bề mặt của hai bản SS’ = e

**Phản xạ toàn phần**

***4. Chọn: A*** Hướng dẫn: Ảnh A’ của đầu A của đinh OA cách mặt nước một khoảng lớn nhất khi tia sáng đi từ đầu A tới mặt nước đi qua mép của miếng gỗ. Khi ánh sáng truyền từ nước ra không khí, gọi góc nằm trong nước là r, góc nằm ngoài không khí là i, ta tính được OA’max = R.tan(900- i), với sini = n.sinr, tanr = R/OA.Suy ra OA’max = 3,64 (cm).

***5. Chọn: B*** Hướng dẫn: Mắt đặt trong không khí, để mắt không thấy đầu A thì ánh sáng phát ra từ đầu A đi tới mặt nước và đi gần mép của miếng gỗ sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần. Khi đó r = igh với  ta tính được OA = R/tanr = 3,53 (cm).

**Bài tập về khúc xạ ánh sáng và phản xạ toàn phần**

***6. Chọn: B*** Hướng dẫn: Xem hướn dẫn và làm tương tự câu 6.25

***7. Chọn: D*** Hướng dẫn: Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng  với n = 4/3, i = 450, ta tính được r = 3202’ suy ra góc hợp bởi tia khúc xạ và tia tới là i – r = 12058’.

***8. Chọn: C*** Hướng dẫn: Xem Hướng dẫn câu 6.11

***9. Chọn: B*** Hướng dẫn: Ánh sáng truyền từ mắt nằm trong không khí vào nước, bị gương phản xạ sau đó lạ truyền từ nước ra không khí. Ta có thể coi hệ quang học trên bao gồm: LCP (không khí – nước) + Gương phẳng + LCP (nước – không khí). Giải bài toán qua hệ quang học này ta sẽ được kết quả.