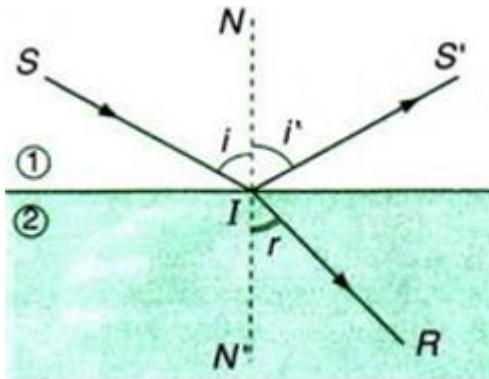


## Dạng bài tập định luật khúc xạ ánh sáng lớp 11

### I. Lí thuyết

#### 1, Sự khúc xạ ánh sáng

- Hiện tượng khúc xạ ánh sáng: Khúc xạ ánh sáng là hiện tượng lệch phương (gãy) của các tia sáng khi truyền xiên góc qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt khác nhau.



Ở hình trên ta có:

SI là tia tới

I là điểm tới

N'I, N'' là pháp tuyến với mặt phân cách tại I

IR là tia khúc xạ

i là góc tới, r là góc khúc xạ

#### - Định luật khúc xạ ánh sáng:

+ Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng 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 ( $\sin i$ ) và sin góc khúc xạ ( $\sin r$ ) luôn không đổi:  $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{hằng số}$ .

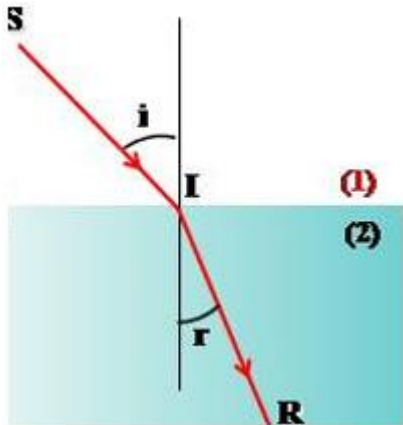
#### 2, Chiết suất của môi trường

Chiết suất tỉ đối: Tỉ số không đổi  $\frac{\sin i}{\sin r}$  trong hiện tượng khúc xạ được gọi là

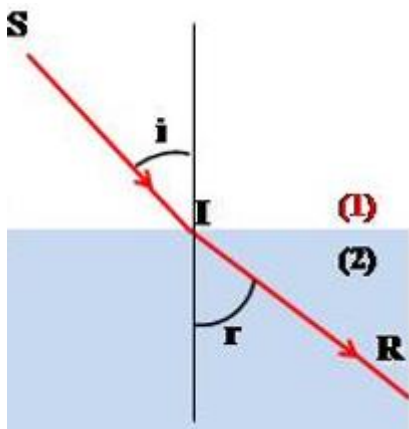
chiết suất tỉ đối  $n_{21}$  của môi trường (2) chứa tia khúc xạ đối với môi trường (1)

chứa tia tới:  $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$

+ Nếu  $n_{21} > 1$  thì  $r < i$ : Tia khúc xạ bị lệch lại gần pháp tuyến hơn. Ta nói môi trường (2) chiết quang hơn môi trường (1)



+ Nếu  $n_{21} < 1$  thì  $r > i$ : Tia khúc xạ bị lệch xa pháp tuyến hơn. Môi trường (2) chiết quang kém hơn môi trường (1)



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. Trong đó:

- + Chiết suất của chân không là 1.
- + Chiết suất của không khí gần bằng 1.
- + Các môi trường trong suốt khác đều có chiết suất tuyệt đối lớn hơn 1.

Hệ thức giữa chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối:  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ . Trong đó:

$n_1$  là chiết suất tuyệt đối của môi trường (1)

$n_2$  là chiết suất tuyệt đối của môi trường (2)

Như vậy, biểu thức khác của định luật khúc xạ ánh sáng:  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

### 3, Liên hệ giữa chiết suất tỉ đối và vận tốc truyền ánh sáng

Chiết suất của môi trường:  $n = \frac{c}{v}$

Hệ thức giữa chiết suất tỉ đối và vận tốc truyền ánh sáng trong các môi trường:

$$n = n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Trong đó:

$c = 3.10^8 \text{ m/s}$  là vận tốc ánh sáng trong chân không.

$v$  là vận tốc ánh sáng trong môi trường có chiết suất  $n$ .

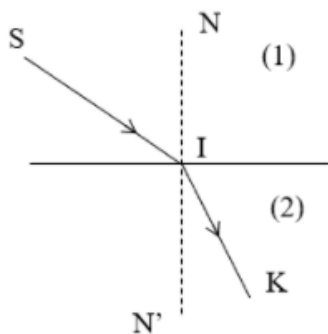
Trường hợp  $i$  và  $r$  nhỏ hơn  $10^\circ$  thì:  $\sin i \approx i$ ;  $\sin r \approx r$ . Khi đó ta có:  $n_1 \cdot i = n_2 \cdot r$

Trường hợp  $i = 0^\circ$ ,  $r = 0^\circ$  thì tia sáng đi vuông góc với mặt phân cách (không xảy ra hiện tượng khúc xạ).

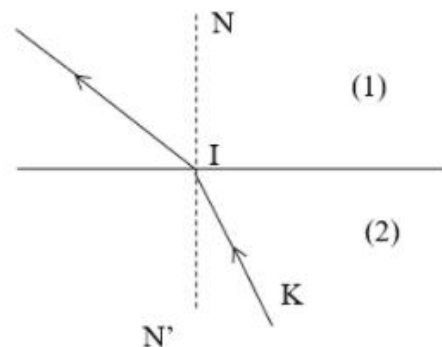
### 4, Tính thuận nghịch của sự truyền ánh sáng.

Ánh sáng truyền đi theo đường nào thì cũng truyền ngược lại theo đường đó:

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}}$$



Tia sáng truyền từ môi trường (1) sang môi trường (2)



Tia sáng truyền từ môi trường (2) sang môi trường (1)

**Chú ý:** Tính thuận nghịch cũng biểu hiện ở sự truyền thẳng và sự phản xạ.

## II. Các dạng bài tập

### Dạng 1: Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng

#### 1. Phương pháp giải

- Áp dụng công thức định luật khúc xạ:  $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$  với  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$
- Chiết suất của môi trường:  $n = \frac{c}{v}$

#### 2. Ví dụ minh họa

**Ví dụ 1:** Chiếu ánh sáng từ không khí vào nước có chiết suất  $n = \frac{4}{3}$ . Nếu góc khúc xạ  $r$  là  $40^\circ$  thì góc tới  $i$  là: (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A.  $20^\circ$
- B.  $40^\circ$
- C.  $60^\circ$
- D.  $80^\circ$

#### Lời giải chi tiết

Áp dụng công thức định luật khúc xạ ánh sáng ta có:

$$\sin i = n \sin r \rightarrow \sin i = \frac{4}{3} \cdot \sin 40^\circ \rightarrow i \approx 58^\circ 59'$$

#### Chọn đáp án C

**Ví dụ 2:** Một tia sáng truyền từ môi trường A vào môi trường B dưới góc tới  $12^\circ$  thì góc khúc xạ là  $8^\circ$ . Tốc độ ánh sáng trong môi trường B là  $2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Tốc độ ánh sáng trong môi trường A là bao nhiêu? (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A.  $1,18 \cdot 10^5 \text{ km/s}$
- B.  $2,18 \cdot 10^5 \text{ km/s}$
- C.  $3,18 \cdot 10^5 \text{ km/s}$
- D.  $4,18 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

#### Lời giải chi tiết

Ta có:

$$\begin{cases} n = \frac{c}{v} \\ n_A \cdot \sin 12^\circ = n_B \cdot \sin 8^\circ \end{cases} \rightarrow \frac{\sin 12^\circ}{\sin 8^\circ} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{v_A}{v_B} = \frac{v_A}{2,8 \cdot 10^8} \rightarrow v_A = 4,18 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

**Chọn đáp án D**

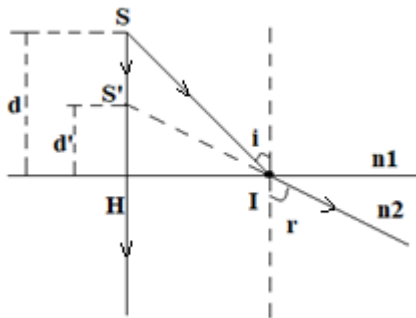
## Dạng 2: Xác định ảnh của một vật qua lưỡng chất phẳng.

### 1. Lí thuyết

**Khái niệm:** Lưỡng chất phẳng là hệ hai môi trường trong suốt phân cách nhau bởi một mặt phẳng.

**Ảnh của vật tạo bởi lưỡng chất phẳng:** Vật thật cho ảnh ảo, vật ảo cho ảnh thật.

**Công thức lưỡng chất phẳng:** (chỉ xét chùm tia hẹp từ vật tới gần vuông góc với mặt phân cách hai môi trường; như vật mới thỏa điều kiện tương điểm)



Đặt  $d = SH$ : Khoảng cách từ mặt phân cách đến vật,  $d' = S'H$  là khoảng cách từ mặt phân cách đến ảnh.

Ta có: 
$$\begin{cases} \Delta SHI: \tan i = \frac{HI}{SH} \Rightarrow \sin i = \frac{HI}{d} \\ \Delta S'HI: \tan r = \frac{HI}{S'H} \Rightarrow \sin r = \frac{HI}{d'} \end{cases} \quad \text{Vậy: } \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{d'}{d}$$

Lại có:  $n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$ .

**Vậy ta có công thức:** 
$$\frac{d'}{d} = \frac{n_2}{n_1}$$

+ Nếu  $n_1 > n_2$  : ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém  $\Rightarrow d' < d$ , ảnh  $S'$  nằm dưới vật  $S$ .

+ Nếu  $n_1 < n_2$  : ánh sáng đi từ môi trường chiết quang kém sang môi trường chiết quang hơn  $\Rightarrow d' > d$ , ảnh  $S'$  nằm trên vật  $S$ .

Nếu chú ý đến cả tính chất của vật và ảnh:  $\frac{d}{d'} = -\frac{n_1}{n_2}$  hay  $\frac{d_1}{n_1} + \frac{d_2}{n_2} = 0$

## 2. Phương pháp giải

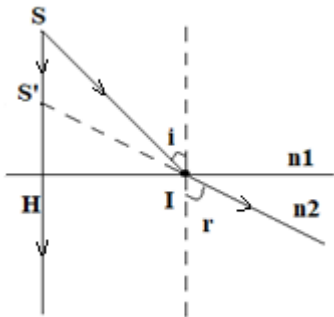
Để dựng ảnh của một vật qua mặt phân cách giữa hai môi trường bằng mặt khúc xạ cần phải dựng:

- Bước 1: Dựng hai chùm tia tới

+ Tia 1 truyền thẳng với góc tới  $i = 0$

+ Tia 2 tới có góc tới  $i \neq 0$

- Bước 2: Dựng tia khúc xạ bởi 2 tia nói trên rồi kéo dài 2 tia khúc xạ này cắt nhau tại một điểm thì đó là ảnh của vật.



- Vật thật đi qua lưỡng chất phẳng cho ta ảnh ảo (ta nói ảnh và vật luôn có bản chất trái ngược nhau).

- Sơ đồ tạo ảnh qua lưỡng chất phẳng:  $S_{n_1} \xrightarrow{\text{LCP}} S'_{n_2}$

Ta có công thức:  $\frac{SH}{n_1} = \frac{S'H}{n_2}$

**Áp dụng công thức lưỡng chất phẳng:**  $\frac{d'}{d} = \frac{n_2}{n_1}$

### 3. Ví dụ minh họa

**Ví dụ 1:** Một bể chứa có thành cao 70cm và đáy phẳng dài 100cm. Biết độ cao mực nước trong bể là 40cm, chiết suất của nước là  $\frac{4}{3}$ . Ánh sáng chiếu vào theo phương nghiêng góc  $30^\circ$  so với phương ngang thì độ dài bóng của thành bể tạo được ở đáy bể là bao nhiêu? (chọn đáp án gần đúng nhất).

A. 66cm

B. 76cm

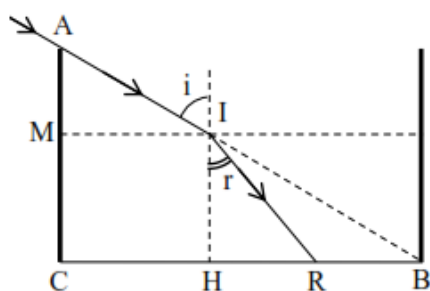
C. 86cm

D. 96cm

#### Lời giải chi tiết

Theo đề bài,  $HI=40\text{cm}$ ,  $AM=70-40=30\text{cm}$

Biểu diễn trên hình vẽ:



Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$\sin i = n \sin r$  với  $i = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

$$\rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60^\circ}{\frac{4}{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{8} \rightarrow r = 40^\circ 30'$$

$$\text{Ta có: } \tan \hat{IAM} = \frac{IM}{AM} \rightarrow IM = CH = AM \cdot \tan \hat{IAM} = 30 \cdot \tan 60^\circ = 30\sqrt{3}\text{cm}$$

$$\text{Lại có: } \tan \hat{RIH} = \frac{HR}{IH} \rightarrow HR = IH \cdot \tan \hat{RIH} = 40 \cdot \tan 40^\circ 30' \approx 34\text{cm}$$

Bóng của thành bể tạo thành dưới đáy bể là:  $CR=CH+HR \approx 86\text{cm}$

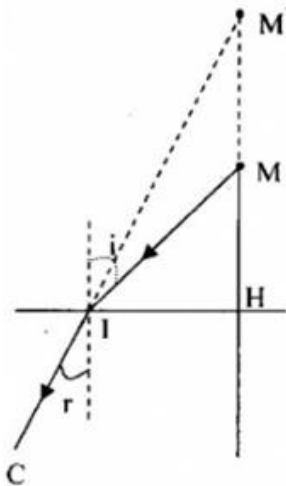
**Chọn đáp án C**

**Ví dụ 2:** Mắt người và cá cùng cách mặt nước 75cm, cùng nằm trên một mặt phẳng vuông góc với mặt nước. Biết chiết suất của nước là  $n = \frac{4}{3}$ . Cá thấy người cách mình bao nhiêu?

- A. 100cm
- B. 125cm
- C. 150cm
- D. 175cm

### Lời giải chi tiết

Khi cá nhìn thấy người thì tia sáng từ người đến mắt cá:



+ Gọi M là mắt thật và M' là ảnh của mắt người mà cá nhìn thấy.

Từ hình vẽ, ta có: 
$$\begin{cases} \tan i = \frac{HI}{HM} \\ \tan r = \frac{HI}{HM'} \end{cases}$$

Để nhìn rõ, thì góc r nhỏ, suy ra I nhỏ  $\Rightarrow \begin{cases} \tan i \approx \sin i \approx i \\ \tan r \approx \sin r \approx r \end{cases}$

Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$\sin i = n \sin r \Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = n \Rightarrow \frac{HM'}{HM} = n \Rightarrow HM' = HM \cdot n = 75 \cdot \frac{4}{3} = 100\text{cm}$$

Vậy con cá sẽ nhìn thấy mắt người cách mắt nó đoạn:  $75 + 100 = 175\text{cm}$



**Chọn đáp án D**

### **Dạng 3: Khúc xạ qua bản mặt song song**

#### **1. Lí thuyết**

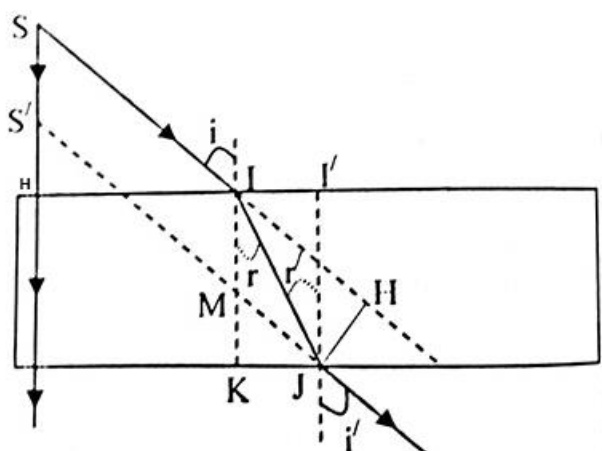
**Khái niệm:** Bản (hai) mặt song song là lớp môi trường trong suốt giới hạn bởi hai mặt phẳng song song với nhau, chẳng hạn một tấm kính.

**Đường đi của tia sáng:** Tia sáng truyền qua bản mặt song song không đổi phương (tia ló ra khỏi bản mặt song song với tia tới).

**Sự tạo ảnh với bản mặt song song:** Xét chùm tia sáng tới hẹp gần vuông góc với mặt bản;  $n$  là chiết suất tỉ đối của chất làm bản đối với môi trường xung quanh bản.

- Vật thật cho ảnh ảo, vật ảo cho ảnh thật.
- Ảnh có độ lớn (độ cao) bằng vật.

Đường đi của tia sáng qua bản mặt song song được biểu diễn trong hình dưới đây:



**Khoảng cách vật - ảnh** (độ dịch chuyển của ảnh so với vật theo chiều truyền ánh sáng).

$$SS' = e \cdot \left( 1 - \frac{\tan r}{\tan i} \right).$$

+ Nếu  $i$  rất nhỏ thì  $SS' = e \cdot \left( 1 - \frac{r}{i} \right) = e \cdot \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$

**Độ dời ngang của tia sáng** (Khoảng cách giữa tia tới và tia ló)

$$\sigma = JH = e \cdot \frac{\sin(i - r)}{\cos r} \quad \text{với } e \text{ là độ dày của bản mặt song song.}$$

**Vậy:** Một vật AB đứng trước một bản mặt song song, thì bản cho một ảnh khác bản chất vật, bằng vật, cùng chiều vật nhưng bị dịch chuyển theo chiều truyền tia sáng.

## 2. Phương pháp giải

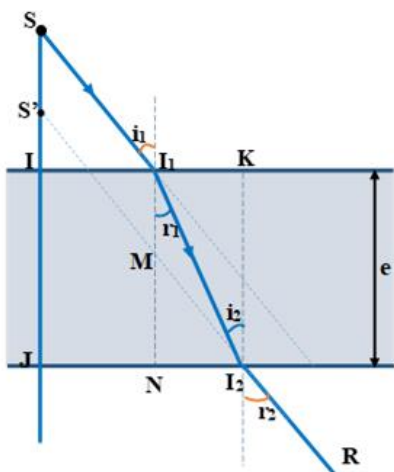
- Vẽ ảnh tạo bởi hai bản mặt song song
- Áp dụng công thức bản mặt song song để giải yêu cầu bài toán

## 3. Ví dụ minh họa

**Ví dụ 1:** Một bản mặt song song có bề dày 10cm, chiết suất  $n=1,2$  được đặt trong không khí. Ảnh  $S'$  của  $S$  qua bản mặt song song cách  $S$  một đoạn là: (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A. 1cm
- B. 1,5cm
- C. 2cm
- D. 2,5cm

**Lời giải chi tiết**



Ta thấy tia ló  $I_2R$  song song với tia tới  $SI_1$ , giao của đường kéo dài của tia  $I_2R$  cắt tia sáng  $SJ$  tại  $S'$ ,  $S'$  là ảnh của  $S$  qua bản mặt.

Tứ giác  $SS'MI_1$  là hình bình hành suy ra  $SS' = I_1M$

Xét hai tam giác vuông  $MNI_2$  và  $I_1NI_2$ , ta có:

$$NI_2 = I_1N \cdot \tan r_1 = MN \cdot \tan i_1 \quad (\text{do góc } NMI_2 = i_1) \text{ suy ra } MN = I_1N \cdot \frac{\tan r_1}{\tan i_1}$$

Vì ta xét góc tới  $i_1$  rất nhỏ nên góc  $r_1$  cũng rất nhỏ nên  $\tan i_1 \approx \sin i_1$  và

$$\tan r_1 \approx \sin r_1 \rightarrow MN = I_1N \cdot \frac{\tan r_1}{\tan i_1} \approx e \cdot \frac{\sin r_1}{\sin i_1} = e \cdot \frac{1}{n}$$

Theo định luật khúc xạ tại  $I_1$ , ta có khoảng cách giữa vật và ảnh là:

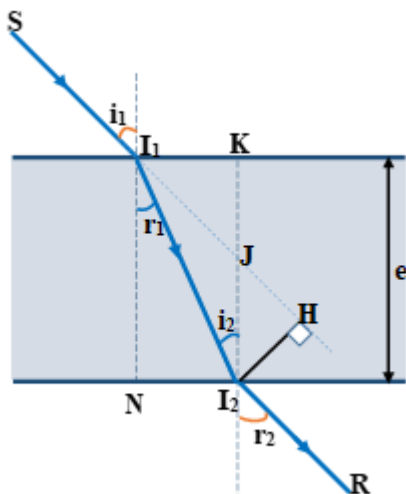
$$SS' = I_1M = I_1N - MN = e - \frac{e}{n} = 10 - \frac{10}{1,2} = \frac{5}{3} \approx 1,67 \text{ cm}$$

**Chọn đáp án B**

**Ví dụ 2:** Một bản mặt song song có bề dày 16cm, chiết suất  $n=1,5$  được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng với góc tới bằng  $40^\circ$ . Khoảng cách giữa phương của tia tới và tia ló là bao nhiêu?

- A. 1,47cm
- B. 2,47cm
- C. 3,47cm
- D. 4,47cm

**Lời giải chi tiết**



Bề dày  $e=16\text{cm}$ ; chiết suất  $n=1,5$ .

Áp dụng công thức định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:  $\sin i_1 = n \cdot \sin r_1$

$$\rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 40^\circ}{1,5} \rightarrow r_1 = 25^\circ 22'$$

Từ hình vẽ, khoảng cách giữa giá của tia ló và tia tới bằng đường cao  $I_2H$  của tam giác vuông  $I_1I_2H$ . Ta có:  $I_2H = I_1I_2 \cdot \sin \widehat{I_1I_2H} = I_1I_2 \cdot \sin(i_1 - r_1)$

$$\text{Mà } I_1I_2 = \frac{I_1N}{\cos r_1} = \frac{e}{\cos r_1}$$

$$\rightarrow I_2H = \frac{e}{\cos r_1} \sin(i_1 - r_1) = \frac{16}{\cos 25^\circ 22'} \cdot \sin(40^\circ - 25^\circ 22') \approx 4,47 \text{ cm}$$

Vậy khoảng cách giữa phương của tia ló và tia tới là khoảng 4,47cm

**Chọn đáp án D.**

### 3. Bài tập vận dụng

**Bài 1:** Tốc độ ánh sáng trong chân không là  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Một môi trường có chiết suất là 2,12. Tốc độ truyền ánh sáng trong môi trường đó là bao nhiêu? (chọn đáp án gần đúng nhất).

A.  $0,4 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

B.  $0,9 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

C.  $1,4 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

D.  $1,9 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

**Chọn đáp án C**

**Bài 2:** Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó so với:

A. Chân không

B. Dầu ăn

C. Không khí

D. Nước

**Chọn đáp án A**

**Bài 3:** Một điểm sáng O nằm trong chất lỏng có chiết suất  $n$ , cách mặt chất lỏng một đoạn 14cm, phát ra chùm ánh sáng hẹp đến gặp mặt phân cách với không khí tại điểm B với góc tới rất nhỏ, tia ló truyền theo phương BE. Đặt mắt trên phương BE nhìn thấy ảnh ảo O' của O dường như cách mặt chất lỏng một khoảng 9cm. Chiết suất của chất lỏng đó là: (chọn đáp án gần đúng nhất)

A. 0,56

B. 0,86

C. 1,26

D. 1,56

**Chọn đáp án D**

**Bài 4:** Một bản mặt song song có bề dày 17cm, chiết suất  $n=1,45$  được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng với góc tới bằng  $30^\circ$ . Khoảng cách giữa phương của tia tới và tia ló là bao nhiêu?

A. 2,1cm

B. 3,1cm

C. 4,1cm

D. 5,1cm

**Chọn đáp án B**

**Bài 5:** Một thợ lặn dưới nước nhìn thấy Mặt trời ở độ cao  $70^\circ$  so với đường chân trời. Tính độ cao thực của Mặt trời (tạo một góc bao nhiêu độ với đường chân trời) biết chiết suất của nước là  $n = \frac{4}{3}$ ? (chọn đáp án gần đúng nhất).

A.  $42^\circ$

B.  $52^\circ$

C.  $62^\circ$

D.  $72^\circ$

**Chọn đáp án C**

**Bài 6:** Một người quan sát một hòn sỏi như điểm sáng A ở đáy bể nước có chiều sâu  $h$ , theo phương gần vuông góc với mặt nước. Người ấy thấy hình như hòn sỏi được nâng lên gần mặt nước, theo phương thẳng đứng đến A'. Biết khoảng

cách từ A' đến mặt nước là 90cm. Tính chiều sâu của bể nước, cho nước có chiết suất là  $n = \frac{4}{3}$ ?

- A. 80cm
- B. 100cm
- C. 120cm
- D. 140cm

**Chọn đáp án C**

**Bài 7:** Cho hai bản mặt song song bằng thủy tinh có bề dày  $e = 3,2\text{cm}$ , chiết suất  $n_1 = 1,25$ . Tính khoảng cách vật đến ảnh khi vật và bản đều đặt trong không khí?

- A. 0,34cm
- B. 0,44cm
- C. 0,54cm
- D. 0,64cm

**Chọn đáp án D**

**Bài 8:** Tính vận tốc của ánh sáng trong thủy tinh. Biết thủy tinh có chiết suất  $n = 1,8$  và vận tốc ánh sáng trong chân không là  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ ?

- A.  $1,53.10^8 \text{ m/s}$
- B.  $1,67.10^8 \text{ m/s}$
- C.  $1,9.10^8 \text{ m/s}$
- D.  $2,1.10^8 \text{ m/s}$

**Chọn đáp án B**

**Bài 9:** Một bản mặt song song có bề dày  $d = 12\text{cm}$ , chiết suất  $n = 1,2$  đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia tới SI có góc tới  $30^\circ$ . Tính khoảng cách giữa tia tới và tia ló? (chọn đáp án gần đúng nhất)

- A. 1,24cm
- B. 2,24cm

C. 3,24cm

D. 4,24cm

**Chọn đáp án A**

**Bài 10:** Một bản mặt song song có bề dày  $d = 8\text{cm}$ , chiết suất  $n = 1,8$  được đặt trong không khí. Vật là một điểm sáng S cách bản 25cm. Xác định vị trí của ảnh (khoảng cách từ ảnh đến bản mặt song song)?

A. 20,4cm

B. 21,4cm

C. 22,4cm

D. 23,4cm

**Chọn đáp án B**