SỞ GD&ĐT HẢI DƯƠNG
TRƯỜNG THPT CHUYÊN NGUYỄN TRÃI

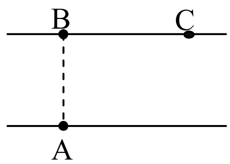
ĐỀ CHÍNH THỨC

ĐỀ THI NĂNG KHIẾU LỚP 10L (LẦN 2)
NĂM HỌC 2020 – 2021
MÔN: VẬT LÝ

Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)
(Đề thi có 02 trang, gồm 07 câu)

Câu 1 (2,0 điểm):

Một canô chạy qua sông xuất phát từ A, mũi hướng tới điểm B ở bờ bên kia, AB vuông góc với bờ sông. Nhưng do dòng nước chảy nên khi đến bờ bên kia, canô lại ở C cách B đoạn BC = 200 m. Thời gian qua sông là 1 phút 40 s.

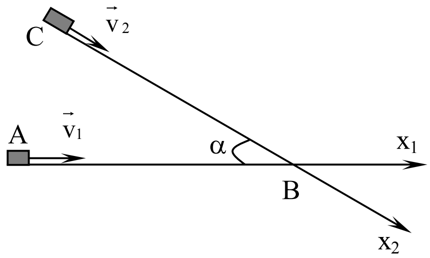


Nếu ca nô xuất phát từ A, người lái giữ cho mũi canô chếch góc 30^0 so AB và mở máy chạy như trước thì canô chạy tới đúng vị trí B.

Biết tốc độ của dòng nước chảy, của ca nô đối với bờ sông luôn không đổi.
Hãy tính:
1. Tốc độ của dòng nước chảy đối với bờ sông.
2. Tốc độ của canô đối với dòng nước chảy.
3. Bề rộng của dòng sông.

Câu 2 (2,0 điểm):

Hai chất điểm A, C chuyển động thẳng đều trên hai đường thẳng tạo với nhau một góc $\alpha = 30^0$ với tốc độ tương ứng v_1, v_2 (với $v_2 = \frac{v_1\sqrt{3}}{3}$) và đang hướng về phía giao điểm B (như hình vẽ). Tại thời điểm khoảng cách giữa hai chất điểm đạt giá trị nhỏ nhất thì chất điểm A cách giao điểm B một đoạn $d_1 = 30\sqrt{3}$ m, khi đó chất điểm C cách giao điểm B một đoạn bao nhiêu.

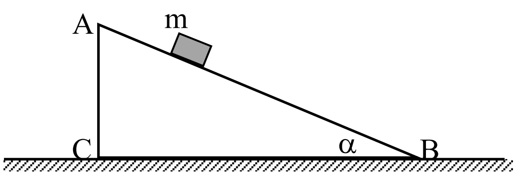


Câu 3 (1,0 điểm):

Một vật có khối lượng m chuyển động dọc theo một đường thẳng trên mặt phẳng nằm ngang với tốc độ ban đầu v_0. Trong quá trình vật chuyển động, vật chịu tác dụng của lực cản $\vec{F}$ phụ thuộc vào vận tốc $\vec{v}$ của vật theo công thức $\vec{F} = -k\vec{v}$ (với k là hằng số dương, $\vec{v}$ là vận tốc của vật tại thời điểm t đang xét). Bỏ qua ma sát. Tính quãng đường mà vật đi được cho tới khi dừng lại.

Câu 4 (2,0 điểm):

Một vật có khối lượng m (coi là chất điểm) có thể trượt không ma sát trên một cái nêm ABC, với $AB = \ell$, $\widehat{ACB} = 90^0$, $\widehat{ABC} = \alpha$. Nêm ban đầu đứng yên, khối lượng của nêm là M và có thể trượt không ma sát trên mặt sàn nằm ngang như hình vẽ. Cho vật m trượt từ đỉnh A của nêm, vận tốc ban đầu của vật bằng không. Gia tốc trọng trường là g.



1. Tính gia tốc của vật đối với nêm.
2. Tính gia tốc của nêm đối với sàn.

Câu 5 (1,0 điểm):

Một vật có khối lượng m đang nằm yên trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn. Tại thời điểm t = 0 vật đó chịu tác dụng của một lực có độ lớn F phụ thuộc thời gian $F = \beta.t$ (với β là hằng số dương, t là thời điểm đang xét). Lực $\vec{F}$ hợp với mặt phẳng ngang góc α không đổi. Biết gia tốc trọng trường là g.

1. Tính vận tốc của vật ngay khi nó bắt đầu rời mặt phẳng ngang.
2. Quãng đường vật đi được từ thời điểm t = 0 đến lúc vật bắt đầu rời mặt phẳng ngang.

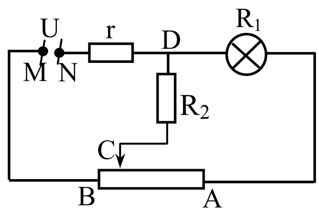
Câu 6 (1,0 điểm):

Chiếu tia sáng trắng vào mặt bên thứ nhất của lăng kính có thiết diện là tam giác đều với góc tới $i = 45^0$. Do hiện tượng tán sắc ánh sáng, các tia sáng ló ra khỏi mặt bên thứ hai của lăng kính với góc lệch khác nhau so với tia tới. Biết sự thay đổi chiết suất của lăng kính đối với các tia từ đỏ đến tím rất chậm. Chiết suất của lăng kính với tia vàng là $n_v = 1,653$.

1. Tính góc lệch của vàng (D_V) sau khi ló ra khỏi lăng kính.
2. Biết hai tia đơn sắc ló ra khỏi lăng kính hợp với nhau một góc $\Delta i'$ nhỏ (dưới 2^0). Tìm hiệu số chiết suất Δn của lăng kính đối với hai tia đơn sắc này. Áp dụng tính Δn với $\Delta i' = 2^0$.

Câu 7 (1,0 điểm):

Cho mạch điện MN như hình vẽ. Điện trở của đèn là $R_1 = 3\Omega$, giá trị của các điện trở tương ứng là $r = 2\Omega, R_2 = 3\Omega$, AB là một biến trở với con chạy C. Bỏ qua điện trở dây nối. Đặt vào hai đầu mạch điện MN một hiệu điện thế không đổi U = 8V. Gọi điện trở toàn phần của biến trở AB bằng R.



Di chuyển chậm con chạy C, người ta nhận thấy khi điện trở của phần AC (của biến trở AB) có giá trị bằng 1Ω thì đèn tối nhất. Tìm R.

--------------------------Hết--------------------------

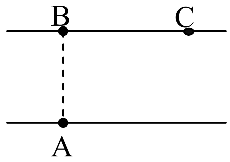
- Thí sinh không được sử dụng tài liệu;

- Giám thị không giải thích gì thêm.

ĐÁP ÁN

Câu 1 (2,0 điểm):

Một canô chạy qua sông xuất phát từ A, mũi hướng tới điểm B ở bờ bên kia, AB vuông góc với bờ sông. Nhưng do dòng nước chảy nên khi đến bờ bên kia, canô lại ở C cách B đoạn BC = 200 m. Thời gian qua sông là 1 phút 40 s.



Nếu ca nô xuất phát từ A, người lái giữ cho mũi canô chếch góc 30^0 so AB và mở máy chạy như trước thì canô chạy tới đúng vị trí B.

Biết tốc độ của dòng nước chảy, của ca nô đối với bờ sông luôn không đổi.

Hãy tính:

1. Tốc độ của dòng nước chảy đối với bờ sông.
2. Tốc độ của canô đối với dòng nước chảy.
3. Bề rộng của dòng sông.

BG:

+ Gọi ca-nô là (1), nước là (2), bờ là (3) thì:

- Vận tốc của canô đối với bờ sông là $\vec{v}_{13}$
- Vận tốc của canô đối với nước là $\vec{v}_{12}$;

= Vận tốc của dòng nước đối với bờ sông là $\vec{v}_{23}$.

a) Vì canô hướng mũi tới B nên $\vec{v}_{12}$ có hướng AB, canô đến C nên $\vec{v}_{13}$ có hướng AC và $\vec{v}_{23}$ có hướng BC.

+ Trong thời gian 1phút 40 giây = 100s nước làm canô trôi được đoạn từ B đến C do đó vận tốc của dòng nước là: $v_n = v_{23} = \frac{BC}{t} = \frac{200}{100} = 2m/s$

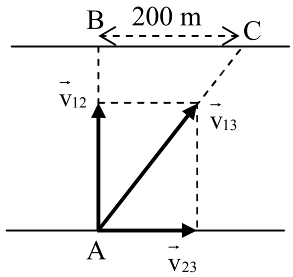
+ Khi canô đi chếch 30^0 về phía D thì canô tới đúng B

+ Từ hình vẽ b ta xác định được vận tốc canô đối với nước là:

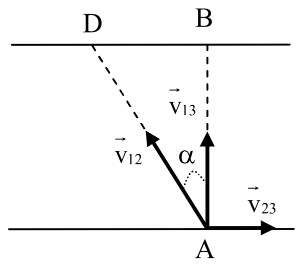
$$\sin 30^o = \frac{v_{23}}{v_{12}} \Rightarrow v_{12} = \frac{v_{23}}{\sin 30^o} = 4m/s$$

+ Từ hình vẽ a ta có:

$$t = \frac{BC}{v_{23}} = \frac{AB}{v_{12}} \Leftrightarrow \frac{200}{2} = \frac{AB}{4} \Rightarrow AB = 400m$$

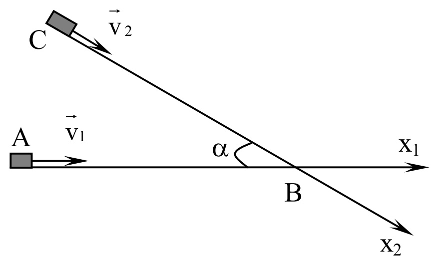


Hình a



Hình b

Câu 2 (2,0 điểm):

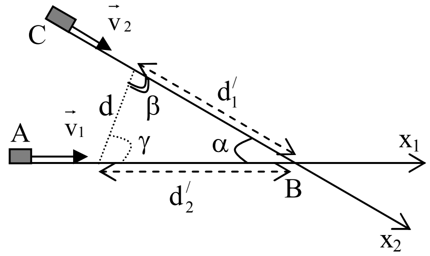


Hai chất điểm A, C chuyển động thẳng đều trên hai đường thẳng tạo với nhau một góc $\alpha = 30^0$ với tốc độ tương ứng v_1, v_2 (với $v_2 = \frac{v_1\sqrt{3}}{3}$) và đang hướng về phía giao điểm B (như hình vẽ). Tại thời điểm khoảng cách giữa hai chất điểm đạt giá trị nhỏ nhất thì chất điểm A cách giao điểm B một đoạn $d_1 = 30\sqrt{3}$ m, khi đó chất điểm C cách giao điểm B một đoạn bao nhiêu.

BG:

+ Gọi d_1, d_2 là khoảng cách từ vật 1 và vật 2 đến O lúc đầu ta xét (t = 0).

+ Áp dụng định lý hàm sin ta có:



$$\frac{d}{\sin\alpha}=\frac{d_1^/}{\sin\gamma}=\frac{d_2^/}{\sin\beta}\Leftrightarrow\frac{d}{\sin\alpha}=\frac{d_1-v_1t}{\sin\gamma}=\frac{d_2-v_2t}{\sin\beta}.$$

+ Vì $v_2=\frac{v_1}{\sqrt{3}}$ nên ta có: $\frac{d}{\sin 30^0}=\frac{d_1-v_1t}{\sin\gamma}=\frac{\sqrt{3}d_2-v_1t}{\sqrt{3}\sin\beta}$

+ Áp dụng tính chất của phân thức ta có:

$$\frac{d_1-v_1t}{\sin\gamma}=\frac{\sqrt{3}d_2-v_1t}{\sqrt{3}\sin\beta}=\frac{\left(\sqrt{3}d_2-v_1t\right)-\left(d_1-v_1t\right)}{\sqrt{3}\sin\beta-\sin\gamma}=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{\sqrt{3}\sin\beta-\sin\gamma}$$

$$\Rightarrow\frac{d}{\sin 30^0}=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{\sqrt{3}\sin\beta-\sin\gamma}\qquad(1)$$

+ Mặt khác, tacó: $\sin\beta=\sin(180^0-\beta)=\sin(\alpha+\gamma)=\sin(30^0+\gamma)$

$\Rightarrow\sqrt{3}\sin\beta=\sqrt{3}\sin(30^0+\gamma)=\sqrt{3}(\sin 30^0\cos\gamma+\cos 30^0\sin\gamma)\ \Rightarrow\sqrt{3}\sin\beta=\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\gamma+\frac{3}{2}\sin\gamma$

(2)

+ Thay (2) vào (1) ta có:

$$\frac{d}{\sin 30^0}=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\gamma+\frac{3}{2}\sin\gamma-\sin\gamma}\Rightarrow d=\frac{\left(\sqrt{3}d_2-d_1\right)\sin 30^0}{\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\gamma+\frac{1}{2}\sin\gamma}=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{\sqrt{3}\cos\gamma+\sin\gamma}$$

+ Vậy $d=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{\sqrt{3}\cos\gamma+\sin\gamma}=\frac{\sqrt{3}d_2-d_1}{y}$

+ Khoảng cách giữa hai vật $d_{min}\Leftrightarrow y_{max}$ với y = $\sqrt{\left(\sqrt{3}\cos\gamma+\sin\gamma\right)^2}$

+ Áp dụng bất đẳng thức Bunhia Côpski:

$$\sqrt{(\sqrt{3}\cos\gamma+\sin\gamma)^2}\le\sqrt{\left[\left(\sqrt{3}\right)^2+1^2\right].\left[\cos^2\gamma+\sin^2\gamma\right]}=2\ \Rightarrow y_{max}=2$$

Dấu "=" xảy ra khi và chỉ khi $\sqrt{3}\cos\gamma=\sin\gamma\Leftrightarrow\frac{\sqrt{3}}{1}=\frac{\cos\gamma}{\sin\gamma}\ \Rightarrow\tan\gamma=\frac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\gamma=30^0$ và $\beta=120^0$

+ Lúc đó: $\frac{d_1^/}{\sin 30^0}=\frac{d_2^/}{\sin 120^0}\Rightarrow d_2^/=\frac{\sin 120^0}{\sin 30^0}.d_1^/=\sqrt{3}d_1^/=90(m)$

+ Vậy, khoảng cách từ vật hai đến O lúc này là: $d_2^/=90(m)$

Câu 3 (1,0 điểm):

Một vật có khối lượng m chuyển động dọc theo một đường thẳng trên mặt phẳng nằm ngang với tốc độ ban đầu v_0. Trong quá trình vật chuyển động, vật chịu tác dụng của lực cản $\vec{F}$ phụ thuộc vào vận tốc $\vec{v}$ của vật theo công thức $\vec{F}=-k\vec{v}$ (với k là hằng số dương, $\vec{v}$ là vận tốc của vật tại thời điểm t đang xét). Bỏ qua ma sát. Tính quãng đường mà vật đi được cho tới khi dừng lại.

BG:

Vật chịu tác dụng của lực cản $F=-kv$.

Theo định luật II Newton ta có:

$$-kv=ma$$

$$\Rightarrow\quad -kv=m\frac{dv}{dt}\Leftrightarrow vdt=-\frac{m}{k}dv$$

$$ds = vdt \Rightarrow S = \int ds = \int vdt = \int_{v_0}^{v} -\frac{m}{k}dv = -\frac{m}{k}(v - v_0) = \frac{mv_0}{k} - \frac{mv}{k}$$

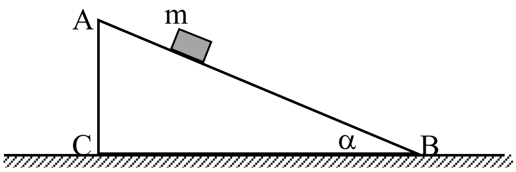
$$\Rightarrow \ v = v_0 - \frac{k}{m}.S \qquad (*)$$

Quãng đường vật đi được cho tới khi dừng lại, v = 0

$$\text{Từ } (*) \Rightarrow \quad s = \frac{mv_0}{k}.$$

Câu 4 (2,0 điểm): Chú ý: Học sinh có thể xét trong hệ quy chiếu gắn với nêm, khi đó vật chịu tác dụng của lực quán tính.

Một vật có khối lượng m (coi là chất điểm) có thể trượt không ma sát trên một cái nêm ABC, với $AB = \ell$, $\widehat{ACB} = 90^0$, $\widehat{ABC} = \alpha$. Nêm ban đầu đứng yên, khối lượng của nêm là M và có thể trượt không ma sát trên mặt sàn nằm ngang như hình vẽ. Cho vật m trượt từ đỉnh A của nêm, vận tốc ban đầu của vật bằng không. Gia tốc trọng trường là g.



1. Tính gia tốc của vật đối với nêm.
2. Tính gia tốc của nêm đối với sàn.

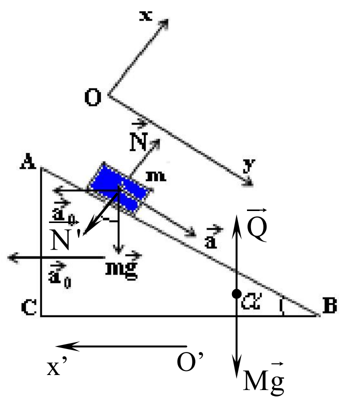
BG:

Gọi gia tốc của vật đối với nêm và gia tốc của nêm đối với sàn tương ứng là a và a_0.

- Chọn hệ trục tọa độ xOy như hình vẽ. Động lượng của hệ bằng 0

$\Rightarrow$ Vật đi xuống sang phải thi nêm phải sang trái

$\Rightarrow$ giá trị đại số gia tốc của nêm là $a_0 < 0$.



- Vật m chịu tác dụng của 2 lực: Trọng lực $m\vec{g}$, phản lực $\vec{N}$ của nêm vuông góc với AB

+ Gia tốc của vật đối với sàn: $\vec{a}_1 = \vec{a} + \vec{a}_0$

+ Phương trình chuyển động của vật :

Theo phương AB : $mg\sin\alpha = m(a + a_0\cos\alpha)$ (1)

Theo phương vuông góc với AB: $N - mg\cos\alpha = ma_0\sin\alpha$ (2)

Áp dụng định luật II Niu-tơn cho nêm

$$\vec{Q} + M\vec{g} + \vec{N'} = M.\vec{a_0}$$

Chiếu lên chiều dương O'x'

$- N'.\sin\alpha = M a_0$ (N = N') (3)

- Từ (2) và (3) ta có :

$$N - mg\cos\alpha = m.(-\frac{N\sin\alpha}{M})\sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow \quad N + m.\sin\alpha\frac{N\sin\alpha}{M} = mg\cos\alpha$$

$$\Leftrightarrow N(M + m.\sin^2\alpha) = M\, mg\cos\alpha$$

$$\Rightarrow N = \frac{M.mg.\cos\alpha}{M + m.\sin^2\alpha}$$

- Thế vào phương trình (3) ta được :

$$a_0 = - \frac{\sin\alpha.\left(\frac{M.mg.\cos\alpha}{M + m.\sin^2\alpha}\right)}{M} = - \frac{mg.\sin 2\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)}$$

- Thế vào phương trình (1) ta được :

$$\text{mg}\sin\alpha = \text{m}(a + (- \frac{mg.\sin 2\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)})\cos\alpha)$$

$$\Leftrightarrow \text{mg}\sin\alpha = \text{m.a} - \frac{m^2 g.\sin 2\alpha.soc\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)}$$

$$\Rightarrow a = g\sin\alpha + \frac{mg\sin 2\alpha.\cos\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)} = \frac{2Mg\sin\alpha + 2mg\sin^3\alpha + mg\sin 2\alpha.\cos\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)}$$

$$= \frac{2Mg\sin\alpha + 2mg\sin\alpha(1 - \cos^2\alpha) + 2mg\sin\alpha.\cos^2\alpha}{2(M + m\sin^2\alpha)}$$

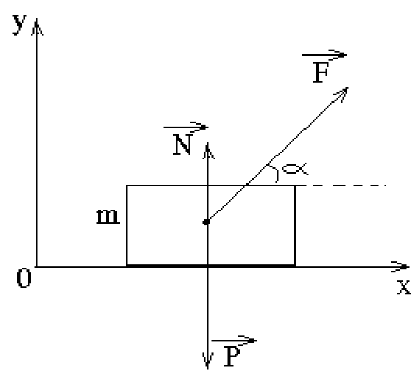
$$= \frac{(M + m)g.\sin\alpha}{M + m\sin^2\alpha}$$

Câu 5 (1,0 điểm):

Một vật có khối lượng m đang nằm yên trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn. Tại thời điểm t = 0 vật đó chịu tác dụng của một lực có độ lớn F phụ thuộc thời gian $F = \beta.t$ (với β là hằng số dương, t là thời điểm đang xét). Lực $\vec{F}$ hợp với mặt phẳng ngang góc α không đổi. Biết gia tốc trọng trường là g.

1. Tính vận tốc của vật ngay lúc nó rời mặt phẳng ngang.
2. Quãng đường vật đi được từ thời điểm t = 0 đến lúc vật bắt đầu rời mặt phẳng ngang.

BG:



Áp dụng Định luật II Newton cho vật:

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$$

Chiếu lên 0x:

$$F\cos\alpha = ma \quad (1)$$

Chiếu lên 0y:

$$N + F\sin\alpha - P = 0 \quad (2)$$

$$\Rightarrow N = P - F\sin\alpha = mg - \beta t.\sin\alpha$$

Vật rời khỏi mặt ngang khi : $N = 0$

Hay

$$mg - \beta t.\sin\alpha = 0$$

Thời điểm vật rời khỏi mặt phẳng ngang: $t_0 = \dfrac{mg}{\beta\sin\alpha}$

Từ (1): $\quad F\cos\alpha = ma \Leftrightarrow \beta t\cos\alpha = m\dfrac{dv}{dt}$

$$\Rightarrow dv = \frac{\beta.\cos\alpha}{m}.t.dt$$

$$\Rightarrow \int_0^v dv = \int_0^{t_0} \frac{\beta\cos\alpha}{m}\cdot t.dt \Leftrightarrow v = \frac{1}{2}.\frac{\beta.t_0^2.\cos\alpha}{m}$$

$$v = \frac{1}{2}.\frac{mg^2.\cos\alpha}{\beta.\sin^2\alpha}$$

a. Phương trình vận tốc :

$$\Rightarrow dv = \frac{\beta.\cos\alpha}{m}.t.dt \Rightarrow \int_0^v dv = \int_0^t \frac{\beta\cos\alpha}{m}\cdot t.dt \Leftrightarrow v = \frac{1}{2}.\frac{\beta.t^2.\cos\alpha}{m}$$

Quãng đường vật đi được từ $0 \to t_0$:

$$S = \int ds = \int vdt = \int_0^{t_0} \frac{1}{2}.\frac{\beta\cos\alpha}{m}\cdot t^2dt = \frac{1}{6}\frac{\beta t_0^3.\cos\alpha}{m}$$

$$S = \frac{1}{6}\cdot\frac{\beta\left(\frac{mg}{\beta\sin\alpha}\right)^3}{m}\cdot\cos\alpha$$

$$S = \frac{1}{6}\cdot\frac{m^2g^3}{\beta^2.\sin^3\alpha}\cdot\cos\alpha.$$

Câu 6 (1,0 điểm):

Chiếu tia sáng trắng vào mặt bên thứ nhất của lăng kính có thiết diện là tam giác đều với góc tới $i = 45^0$. Do hiện tượng tán sắc ánh sáng, các tia sáng ló ra khỏi mặt bên thứ hai của lăng kính với góc lệch khác nhau so với tia tới. Biết sự thay đổi chiết suất của lăng kính đối với các tia từ đỏ đến tím rất chậm. Chiết suất của lăng kính với tia vàng là $n_v = 1,653$.

1. Tính góc lệch của vàng (D_V) sau khi ló ra khỏi lăng kính.

2. Biết hai tia đơn sắc ló ra khỏi lăng kính hợp với nhau một góc $\Delta i'$ nhỏ (dưới 2^0). Tìm hiệu số chiết suất Δn của lăng kính đối với hai tia đơn sắc này. Áp dụng tính Δn với $\Delta i' = 2^0$.

BG:

a) $\sin i = n_v \sin r \Rightarrow \sin r = \dfrac{\sin 45^0}{1,653} \Rightarrow r \approx 25^0 19'$

$r' = A - r = 60^0 - 25^0 19' = 34^0 41'$

$\sin i' = n_v \sin r' = 1,653.\sin 34^0 41' \Rightarrow i' \approx 70^0 7'$

Góc lệch của tia vàng qua lăng kính là:

$$D_V = i + i' - A = 45^0 + 70^0 7' - 60^0 = 55^0 7'$$

b) Từ công thức: $r + r' = A$ ta đạo hàm cả hai vế theo n ta được:

$$\frac{dr}{dn} + \frac{dr'}{dn} = 0 \Rightarrow dr = -dr' \qquad (1)$$

Từ công thức: $\sin i = n\sin r$ với $i = 45^0$ không đổi ta đạo hàm hai vế theo n:

$$0=\sin r+n.\frac{dr}{dn}\cos r$$

$$\Rightarrow \frac{dr}{dn}=-\frac{\sin r}{n\cos r} \qquad (2)$$

Từ công thức $\sin i'=n\sin r'$ ta đạo hàm hai vế theo n:

$$\frac{di'}{dn}\cos i'=\sin r'+n.\frac{dr'}{dn}.\cos r' \qquad (3)$$

Thay (1), (2) vào (3) ta được:

$$\frac{di'}{dn}\cos i'=\sin r'+n.\left(\frac{\sin r}{n\cos r}\right).\cos r'$$

$$di'=\frac{\sin r'\cos r+\sin r\cos r'}{\cos i'.\cos r}dn$$

$$di'=\frac{\sin A}{\cos i'.\cos r}dn \qquad (4)$$

Lại có: $\cos r=\sqrt{1-\sin^2 r}=\sqrt{1-\frac{\sin^2 i}{n^2}}=\sqrt{1-\frac{1}{2n^2}}$.

Kết hợp với (4) ta được:

$$di'=\frac{\sin A}{\cos i'.\sqrt{1-\frac{1}{2n^2}}}dn$$

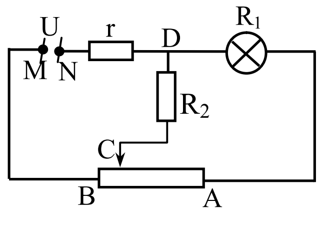
Xét sự thay đổi nhỏ của góc ló $di'=2^0$ từ giá trị góc ló của tia vàng với $n=n_v=1,653$ và $i'=i_v'=70^0 7'$

$$2.\frac{\pi}{180}=\frac{\sin 45^0}{\cos 70^0 7'.\sqrt{1-\frac{1}{2.1,653^2}}}dn$$

$$\Rightarrow dn\approx 0,015$$

Câu 7 (1,0 điểm):

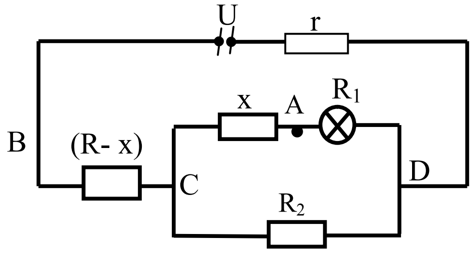
Cho mạch điện MN như hình vẽ. Điện trở của đèn là $R_1=3\Omega$, giá trị của các điện trở tương ứng là $r=2\Omega$, $R_2=3\Omega$, AB là một biến trở với con chạy C. Bỏ qua điện trở dây nối. Đặt vào hai đầu mạch điện MN một hiệu điện thế không đổi U = 8V. Gọi điện trở toàn phần của biến trở AB bằng R.



Di chuyển chậm con chạy C, người ta nhận thấy khi điện trở của phần AC (của biến trở AB) có giá trị bằng 1Ω thì đèn tối nhất. Tìm R.

BG:

Gọi điện trở của phần AC là x
Khi K mở ta có mạch như hình vẽ.
điện trở toàn mạch



$$R_{tm} = R - x + \frac{3(x+3)}{x+6} + 2$$
$$= \frac{-x^2 + (R-1)x + 21 + 6R}{x+6}$$

Cường độ dòng điện qua đèn:

$$I_1 = \frac{U_{CD}}{x + R_1} = \frac{I.R_{CD}}{x + R_1} = \frac{24}{-x^2 + (R-1)x + 21 + 6R}$$

Khi đèn tối nhất thì I_1 nhỏ nhất hay mẫu số lớn nhất

$$x = \frac{-b}{2a} = \frac{R-1}{2}.$$

Theo đề bài

$$x = 1\Omega \Rightarrow R = 3\Omega$$