

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

TNCS1/9. Hai vật giống hệt nhau, một vật đặt trước gương phẳng, một vật đặt trước gương cầu lồi, thu được hai ảnh. Hai ảnh này có đặc điểm là:

- A. Cùng là ảnh ảo, đều có kích thước bằng vật.
- B. Cùng là ảnh ảo, đều có kích thước nhỏ hơn vật.
- C. Cùng là ảnh ảo, có kích thước khác vật
- D. Cùng là ảnh ảo, có kích thước khác nhau.

TNCS2/9. Hai vật giống hệt nhau, một vật đặt gần trước gương cầu lồi, một vật đặt gần trước gương cầu lõm và cùng cách gương những khoảng như nhau tạo thành hai ảnh. Hai ảnh này có đặc điểm là:

- A. Cùng là ảnh ảo, đều có kích thước nhỏ hơn vật, khoảng cách từ ảnh tới gương đều bằng nhau.
- B. Cùng là ảnh ảo, đều có kích thước lớn hơn vật, khoảng cách từ ảnh tới gương đều bằng nhau.
- C. Cùng là ảnh ảo, đều có kích thước nhỏ hơn vật, khoảng cách từ ảnh tới gương khác nhau.
- D. Cùng là ảnh ảo, có kích thước khác vật, khoảng cách từ ảnh tới gương khác nhau.

TNCS3/9. Một nguồn sáng nhỏ đặt ở vị trí thích hợp trước gương G ta thu được chùm tia phản xạ song song. Kết luận:

- A. G chỉ là gương phẳng.
- B. G chỉ là gương cầu lồi
- C. G chỉ là gương cầu lõm
- D. G là một trong ba loại gương nói trên

TNCS4/9. Chiếu chùm tia sáng tới một gương G ta thu được chùm tia phản xạ song song. Trả lời đúng, sai các kết luận sau:

- A. G là gương phẳng
- B. G là gương cầu lồi
- C. G là gương cầu lõm
- D. G là gương có dạng bất kì.

TNCS5/9. Ba gương hình tròn có cùng bề rộng: G_1 là gương phẳng, G_2 là gương cầu lồi, G_3 là gương cầu lõm. Mắt người quan sát đặt gần trước gương và cách gương những khoảng bằng nhau. So sánh những vùng nhìn thấy của 3 lần quan sát trước ba gương:

- A. Vùng nhìn thấy của G_1 lớn nhất và của G_2 là nhỏ nhất
- B. Vùng nhìn thấy của G_2 lớn nhất và của G_3 là nhỏ nhất
- C. Vùng nhìn thấy của G_3 lớn nhất và của G_1 là nhỏ nhất
- D. Vùng nhìn thấy của G_2 lớn nhất và của G_1 là nhỏ nhất.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/9. Một em bé cao 1m đứng trước gương cầu lồi G. Khoảng cách từ em bé đến gương bằng độ lớn tiêu cự của gương. Độ cao ảnh của em bé là:

- A)** 0,25m; **B)** 0,33m; **C)** 0,5m; **D)** 0,67m.

TN2/9. Một tia sáng tới thẳng góc với mặt bên của một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác đều. Chiết suất của lăng kính bằng $n = 1,5$. Góc lệch D của tia ló so với tia tới là:

- A)** 30^0 ; **B)** 45^0 ; **C)** 60^0 ; **D)** 75^0 .

TN3/9. Ba vật khối lượng m_1 , m_2 , m_3 khác nhau được thả từ cùng một điểm, cho chuyển động xuống theo ba đường khác nhau, không ma sát. Cả ba vật lúc đầu đều đứng yên. Tỷ lệ vận tốc của ba vật đó khi chạm đất sẽ là:

- A)** $m_1:m_2:m_3$; **B)** $1:1:1$; **C)** $m_1:2m_2:3m_3$; **D)** $1/m_1:1/m_2:1/m_3$.

TN4/9. Động năng của một vật tăng lên bằng bốn lần giá trị ban đầu của nó. Khi đó động lượng của vật sẽ

- A)** bằng giá trị ban đầu;
B) bằng bốn lần giá trị ban đầu;
C) bằng hai lần giá trị ban đầu;
D) bằng tám lần giá trị ban đầu.

TN5/9. Mômen động lượng của một vật chuyển động không thay đổi nếu

- A)** vật chịu tác dụng của ngoại lực;
B) vật chịu tác dụng của mômen ngoại lực;
C) vật chịu tác dụng của áp lực;
D) mômen ngoại lực bằng không.

Chú ý: Hạn cuối cùng nhận đáp án là **10/7/2004**.

GIÚP BẠN TỰ ÔN THI ĐẠI HỌC

ĐÁP ÁN ĐỀ TỰ ÔN LUYỆN SỐ 2

Câu 1. Gọi Δl là độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng ta có: $k\Delta l = mg$

$$\Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta l} = \frac{0,1 \cdot 10}{0,25} = 4 \text{ N/m}$$

Tần số góc của dao động là: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4}{0,1}} = 2\sqrt{10} = 2\pi \text{ rad/s}$

1) Khi $x = 4 \text{ cm}$, ta có phương trình:

$$4 = 8 \cdot \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2}$$

$$\text{a) } 2\pi t_1 - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} + m \cdot 2\pi$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{1}{6} + m \text{ (s) với } m = 0, 1, 2, \dots$$

Các thời điểm này ứng với vật đi qua vị trí $x = 4 \text{ cm}$ theo chiều dương.

$$\text{b) } 2\pi t_2 - \frac{\pi}{6} = \frac{5\pi}{6} + n \cdot 2\pi$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{1}{2} + n \text{ (s) với } n = 0, 1, 2, \dots$$

Các thời điểm này ứng với vật đi qua vị trí $x = 4 \text{ cm}$ theo chiều âm.

Vậy sau $1/3 \text{ s}$ tiếp theo ly độ của vật ứng với hai trường hợp trên là:

$$x_1 = 8 \sin\left[2\pi\left(t_1 + \frac{1}{3}\right) - \frac{\pi}{6}\right] = 8 \sin \frac{5\pi}{6} = 4 \text{ (cm)}$$

$$x_2 = 8 \sin\left[2\pi\left(t_2 + \frac{1}{3}\right) - \frac{\pi}{6}\right] = 8 \sin \frac{3\pi}{2} = -8 \text{ (cm)}$$

2) Cường độ lực đàn hồi tại các vị trí đó là:

$$F_{dh1} = k(\Delta l - x_1) = 4(0,25 - 0,04) = 0,84 \text{ N}$$

$$F_{dh2} = k(\Delta l - x_2) = 4(0,25 + 0,08) = 1,32 \text{ N}$$

Câu 2.

1) Tần số của một âm thanh xác định do dây đàn phát ra phụ thuộc vào các yếu tố: độ dài và tiết diện của dây, sức căng của dây và chất liệu dùng làm dây.

Để âm thanh phát ra từ dây đàn lan truyền rộng rãi trong không gian người ta căng dây đàn trên mặt đàn bằng gỗ hoặc da. Khi dây đàn dao động nó làm cho mặt đàn dao động cùng tần số. Mặt đàn có diện tích lớn, gây được những miền nén giãn đáng kể trong không khí và tạo ra sóng âm.

Khi dây đàn dao động và phát ra một âm cơ bản, nó cũng đồng thời phát ra các họa âm của âm cơ bản. Bầu đàn có vai trò như hộp cộng hưởng, tăng cường những âm có các tần số đó. Tùy từng loại đàn (bầu đàn), mỗi loại đàn có khả năng tăng cường một số họa âm nào đó và tạo ra âm sắc đặc trưng của loại đàn đó.

2) Cường độ âm tại A cách loa 1m là I_A ta có: $L_A = 10 \lg \frac{I_A}{I_0} = 70 \text{dB}$

$$\rightarrow I_A = I_0 \cdot \lg 7$$

mặt khác: $I_A \cdot S_A = I_B \cdot S_B \Rightarrow I_B = I_A \cdot \frac{S_A}{S_B} = I_A \cdot \left(\frac{OA}{OB} \right)^2$

$$= I_A \cdot \left(\frac{1}{100} \right)^2 = \frac{I_A}{10^4} = I_0 \frac{\lg 7}{10^4}$$

Vậy ngưỡng nghe của người đó là: $I_B = I_0 \cdot \frac{\lg 7}{10^4} = 8,45 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$

Câu 3. 1) Từ công thức $P = I^2 R \rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{18}{(0,3)^2} = 200 \Omega$

Mặt khác, $\tan \varphi = \frac{Z_L}{R} = \tan \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$

$$\rightarrow Z_L = \sqrt{3}R = 200\sqrt{3} (\Omega) \rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{200\sqrt{3}}{200\pi} = \frac{\sqrt{3}}{\pi} (\text{H})$$

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là:

$$U = I\sqrt{R^2 + Z_L^2} = 120 \text{V}$$

2) Ta có: $\vec{U} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_v$

Theo đề bài u_v trễ pha 60° so với u do đó:

$$\begin{aligned} U_{AM}^2 &= U_v^2 + U^2 - 2U \cdot U_v \cdot \cos 60^\circ \\ &= 120^2 + 60^2 - 2 \cdot 120 \cdot 60 \cdot \frac{1}{2} = 3 \cdot 60^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow U_{AM} = 60\sqrt{3} (\text{V})$$

Cường độ dòng điện là: $I = \frac{U_{AM}}{Z_{AM}} = \frac{60\sqrt{3}}{\sqrt{200^2 + (200\sqrt{3})^2}} = 0,15 \cdot \sqrt{3} (\text{A})$

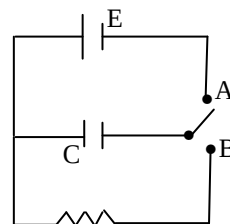
Ta có:
$$\begin{cases} \frac{U_v}{Z_{MB}} = I \\ \frac{U}{Z} = I \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{r^2 + Z_c^2}} = 0,15\sqrt{3} \\ \frac{120}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_c)^2}} = 0,15\sqrt{3} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta được:

$$Z_c = \frac{200}{\sqrt{3}} (\Omega), r = \sqrt{3} Z_c = 200 (\Omega)$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_c} = \frac{1}{200\pi \cdot \frac{200}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{4\pi} \cdot 10^{-4} (\text{F})$$

Câu 4. 1) Xem SGK Vật lí 12, trang 92,93.



2) Gọi Q_0 là điện tích của tụ khi nạp xong.

$$Q_0 = C \cdot E = 500 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 = 7,5 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

Khi đóng khoá K sang B, điện tích của tụ biến thiên theo thời gian theo phương trình:

$$q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi), \text{ với}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-12}}} = \pi \cdot 10^6 \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Theo đề bài: } t = 0, q = Q_0 = Q_0 \sin \varphi \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy: } q = 7,5 \cdot 10^{-10} \sin(\pi \cdot 10^6 t + \frac{\pi}{2}) \text{ (C)}$$

Câu 5. 1) Khi $D_{\min}$ thì $i_1 = i_2, r_1 = r_2$ và từ công thức:

$$\begin{aligned} \sin \frac{D_{\min} + A}{2} &= n \sin \frac{A}{2} = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \rightarrow \frac{D_{\min} + A}{2} &= \frac{\pi}{4} \rightarrow D_{\min} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6} \end{aligned}$$

$$\text{Vậy } D_{\min} = 30^\circ$$

$$i_1 = i_2 = \frac{D_{\min} + A}{2} = 45^\circ$$

2) Khi tia tới song song với mặt đáy, tia khúc xạ sẽ tới gấp mặt đáy. Ta có:

$$i_1 = 30^\circ \rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin 30^\circ}{n} = \frac{1}{2n}$$

Gọi r_2 là góc tới của tia sáng tới mặt đáy, ta thấy:

$$r_2 = 90^\circ - (30^\circ - r_1) = 60^\circ + r_1$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} \sin r_2 &= \sin(60^\circ + r_1) = \sin 60^\circ \cdot \cos r_1 + \cos 60^\circ \sin r_1 \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{4n^2 - 1}}{2n} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2n} \\ &= \frac{\sqrt{3}\sqrt{4n^2 - 1} + 1}{4n} \end{aligned}$$

Dễ dàng suy ra $\sin r_2 > \frac{1}{n}$ với mọi $n > 1$. Vậy tia khúc xạ gấp đáy sẽ bị phản xạ toàn phần với mọi giá trị của n .

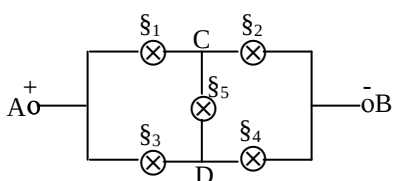
ĐỀ RA KỲ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

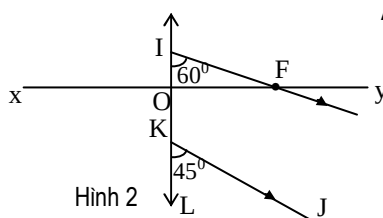
CS1/9. Một xe đạp và một ô tô cần phải đi từ A đến B, với $AB = 11$ km. Hai xe đều xuất phát đồng thời. Ô tô chạy với vận tốc 60 km/h và cứ đi được 1 km lại dừng lại 2 phút. Xe đạp cũng chuyển động với vận tốc không đổi nhưng đi liên tục không dừng lại. Hỏi vận tốc của xe đạp phải như thế nào để nó luôn luôn đuổi kịp ô tô ở mỗi chặng nghỉ giữa đường?

CS2/9. Có một cân Rôbécvan không chính xác do hai đòn cân có chiều dài khác nhau, một bộ quả cân chính xác và một vật cần đo khối lượng. Không dùng thêm dụng cụ nào khác, hãy xác định khối lượng của vật cần đo.

CS3/9. Cho mạch điện như hình 1. Mắc AB vào nguồn điện có hiệu điện thế không đổi $U = 5\text{ V}$ thì công suất tiêu thụ trên các đèn tương ứng là: $P_1 = P_4 = 4\text{ W}$; $P_2 = P_3 = 3\text{ W}$; $P_5 = 1\text{ W}$. Tính điện trở các bóng đèn và cường độ dòng điện qua mỗi bóng. Bỏ qua điện trở dây nối.



Hình 1



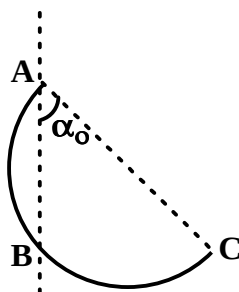
Hình 2

Kim Mạnh Tuấn (Bắc Giang)

CS4/9. Một thấu kính hội tụ L có trục chính là xy, quang tâm O. Một nguồn sáng điểm S chiếu vào thấu kính, IF và KJ là hai tia ló ra khỏi thấu kính. F là tiêu điểm. Hãy xác định vị trí của S. Cho $OI = 1\text{ cm}$, $OK = 2\text{ cm}$.

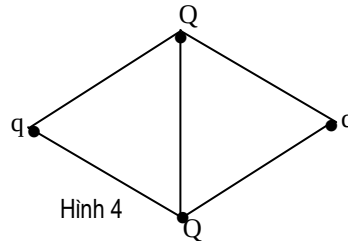
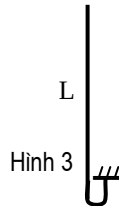
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/9. Trên một bức tường đóng hai chiếc đinh cùng nằm trên một đường thẳng đứng. Một đoạn dây thép đồng tính được uốn thành nửa vòng tròn, có một đầu được nối khớp với đinh A nằm phía trên (xem hình vẽ), còn cung dây thép thì tựa vào đinh B nằm phía dưới. Hãy tìm độ lớn của lực do cung dây thép tác dụng lên đinh A. Biết rằng khi không có đinh dưới, cung dây thép có vị trí cân bằng sao cho đường kính AC của nó lập với phương thẳng đứng một góc α_0 . Cho khoảng cách giữa hai đinh đúng bằng bán kính của cung dây thép. Bỏ qua ma sát.



TH2/9. Một sợi dây mềm đồng tính khối lượng M chiều dài L , một đầu gắn vào giá đỡ, đầu kia được giữ sao cho dây có phương thẳng đứng (hình 3). Chiều dài phần dây dưới giá đỡ nhỏ không đáng kể. Ở thời điểm $t = 0$, người ta thả đầu tự do của dây. Hãy xác định lực mà giá đỡ tác dụng vào sợi dây ở thời điểm t .

Nguyễn Xuân Quang



TH3/9. Bốn điện tích dương q, Q, q, Q được nối với nhau bởi năm sợi dây không giãn, có cùng chiều dài như hình 4. Hãy xác định lực căng của dây nối hai điện tích Q . Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Nguyễn Nhật

TH4/9. Một khung dây hình vuông làm từ dây kim loại có đường kính d_0 đặt gần một dây dẫn thẳng dài mang dòng điện I_0 sao cho dây nằm trong mặt phẳng khung và song song với hai cạnh của khung. Nếu ngắt dòng điện thì khung thu được xung lượng là P_0 . Khung dây sẽ thu được xung lượng là bao nhiêu nếu dòng điện ban đầu trong dây là $3I_0$ và đường kính của dây làm khung là $2d_0$.

Phạm Vĩnh Phúc

TH5/9. Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử được nung nóng sao cho nhiệt dung của nó trong quá trình này luôn không đổi và bằng $2R$. Hỏi thể tích khí tăng bao nhiêu lần nếu nhiệt độ của nó tăng gấp đôi.

Chú ý: Hạn cuối cùng nhận lời giải là **10/7/2004**.

ĐỀ TỰ ÔN LUYỆN SỐ 3

Câu 1. Con lắc lò xo gồm quả cầu nhỏ có khối lượng $m = 0,1\text{kg}$ gắn với lò xo có độ cứng k , dao động điều hoà trên mặt phẳng nằm ngang theo quy luật $x(t) = A \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$.

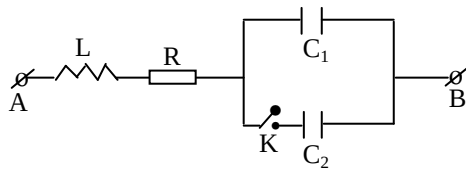
Cho biết ở thời điểm t_1 thì $x = x_1 = 1(\text{cm})$; $v = v_1 = -10\sqrt{3}(\text{cm/s})$. Ở thời điểm t_2 thì $x = x_2 = -\sqrt{2}(\text{cm})$, $v = v_2 = 10\sqrt{2}(\text{cm/s})$.

- 1) Tính A , ω . Viết đầy đủ các biểu thức $x(t)$, $v(t)$.
- 2) Xác định các thời điểm t_1, t_2 .
- 3) Lập các biểu thức động năng tức thời $W_d(t)$, thế năng tức thời $W_t(t)$ và vẽ đồ thị phụ thuộc thời gian của các đại lượng đó trên cùng một hình.

Câu 2. 1) Chứng minh khi mắc dòng điện 3 pha theo cách hình sao thì hiệu điện thế hiệu dụng U_d giữa 2 dây pha và hiệu điện thế hiệu dụng U_p giữa mỗi dây pha với dây trung hoà liên hệ bởi hệ thức $U_d = \sqrt{3} U_p$.

2) Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Cho $u_{AB} = 200\sqrt{2} \sin(100\pi t) (\text{V})$; $L = \frac{\sqrt{3}}{\pi} (\text{H})$; $R = 100(\Omega)$. Khi K mở cường độ hiệu dụng của dòng là I_1 , còn khi K đóng thì cường độ hiệu dụng là $I_2 = \sqrt{3} I_1$ và dòng điện có pha thay đổi $\frac{\pi}{2}$ so với khi K đóng.

- a) Vẽ giản đồ véc tơ khi K mở và đóng.
- b) Tính C_1, C_2, I_1, I_2 và viết các biểu thức cường độ tức thời $i_1(t), i_2(t)$ của dòng điện trong mạch.



Câu 3. 1) Mô tả và giải thích ngắn gọn hiện tượng tán sắc ánh sáng trắng qua lăng kính tam giác.

2) Trong một thí nghiệm về giao thoa ánh sáng qua 2 khe hẹp S_1, S_2 , nguồn sáng S phát đồng thời 2 bức xạ đơn sắc có $\lambda_1 = 0,4(\mu\text{m})$ (tím), $\lambda_2 = 0,7(\mu\text{m})$ (đỏ). Cho $S_1 S_2 = a = 2(\text{mm})$, khoảng cách từ hai khe đến nguồn là $D = 2(\text{m})$. Quan sát giao thoa trên khoảng $AB = 2 (\text{cm})$. (A và B đối xứng qua tâm O của màn E).

- a) Xác định vị trí các vân sáng trùng nhau của hai loại ánh sáng trên AB và tính số lượng các vân đó.
- b) Xác định vị trí các vân tối trên AB và tính số lượng các vân đó.
- c) Nếu S phát ánh sáng trắng ($\lambda_t = 0,4\mu\text{m}; \lambda_d = 0,75\mu\text{m}$) thì dải sáng đa sắc thứ nhất kể từ tâm O có độ rộng Δ bằng bao nhiêu?

Câu 4. Chiếu bức xạ có bước sóng λ_1 vào catốt K của một tế bào quang điện thì thấy dòng quang điện triệt tiêu khi $U_{AK} \leq -4,25$ (vôn). Nếu chiếu bức xạ có $\lambda_2 = 2\lambda_1$ thì dòng quang điện sẽ triệt tiêu khi $U_{AK} \leq -1,125$ (V). Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ (J · s) ; $c = 3 \cdot 10^8$ (m/s).

- 1) Tính λ_1 và công thoát electron của kim loại làm catốt.
- 2) Bức xạ có bước sóng λ_1 . Cho khoảng cách giữa hai bản A và K là $d = 2$ (cm), $U_{AK} = -8,5$ (V). Hỏi các electron quang điện có thể rời xa bản K một khoảng lớn nhất là H bằng bao nhiêu? Nếu bức xạ chiếu vào chính tâm O của bản K và bản này đủ rộng để hứng mọi electron khi quay trở lại thì các electron này sẽ đập vào bản K trong phạm vi miền tròn có bán kính R bằng bao nhiêu?

Câu 5. 1) Trong phản ứng hạt nhân proton (p) và neutron (n) có thể biến đổi qua lại được không? Nêu rõ bản chất của các phản ứng phân rã β^- và β^+ .

2) Cho phản ứng phân rã α của radi:



- a) Tính động năng K_{Rn} của hạt nhân radon và K_α của hạt α .
- b) Tính vận tốc v_α của hạt α bay ra.
- c) Chu kì bán rã của radi là $T = 1590$ (năm). Lấy 1 năm = 365 ngày. Giả sử lúc đầu khối lượng radi là $m_0 = 1$ (g). Tính hằng số phóng xạ λ và độ phóng xạ ban đầu H_0 . Biết $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$.

Bùi Bằng Đoàn, ĐHQG Hà Nội
(Biên soạn và giới thiệu)

GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/6. Một người đứng tại A và một người đứng tại B cùng đồng thời đánh một tiếng trống. Âm thanh truyền tới vách núi C rồi phản xạ lại. Người đứng tại B nói rằng: “Ngoài tiếng trống mình gõ còn nghe thấy ba tiếng trống nữa cách nhau sau 1 giây, sau 5 giây và sau t kể từ lúc bắt đầu đánh trống”. (Người đó quên mất thứ tự thời gian trước sau của 3 khoảng thời gian trên). Cho biết trời lặng gió và vận tốc truyền âm trong không khí là 340m/s. Hãy xác định khoảng cách AB và BC.

Giải: Người ở B còn nghe thấy 3 tiếng trống nữa do âm thanh từ A truyền đến B, âm thanh từ A, B truyền đến C rồi phản xạ lại B.

Ký hiệu $AB = s_1$, $BC = s_2$, $v = 340\text{m/s}$

Thời gian âm thanh truyền từ A đến B: $t_A = \frac{s_1}{v}$

Thời gian âm thanh truyền từ B đến C rồi về B: $t_B = \frac{2s_2}{v}$

Thời gian âm thanh truyền từ A đến C rồi về B: $t'_A = t_A + t_B$.

Các khoảng thời gian t_A, t_B, t'_A có thể ứng với một trong ba giá trị đã cho: 1 giây, 5 giây và t giây. Có thể xảy ra một trong các trường hợp sau:

Giải: a) Giả sử có tia tới song song với trục chính thì tia ló sẽ trùng với tia tới. Do đó nếu coi A là vật thì B là ảnh cuối cùng qua hệ quang học gồm thấu kính – gương – thấu kính. Sự tạo ảnh như sau: A' là ảnh của A qua thấu kính, B' là ảnh của A' qua gương; B là ảnh của B' qua thấu kính. Kí hiệu d và d' là khoảng cách từ vật và ảnh tới thấu kính, f là tiêu cự TK, ta chứng minh được: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$.

Theo đề bài: $d_A = 18\text{cm}; f = 6\text{cm} \rightarrow d'_A = 9\text{cm}$

$d_B = 12\text{cm}; f = 6\text{cm} \rightarrow d'_B = 12\text{cm}$

Vì A' và B' đối xứng với nhau qua gương G nên: $OG = (OA' + OB') / 2$

$OG = (d_{A'} + d_{B'}) / 2 = (9 + 12) / 2 = 10,5\text{cm}$

b) Kí hiệu góc $\angle IA'O = \alpha$ thì $OI = OA' \cdot \tan \alpha$, $OK = OB' \cdot \tan \alpha$

Vậy $OK / OI = OB' / OA' = d_B / d_A = 12 / 9 = 4 / 3$.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Công Bình, 9E, Nguyễn Văn Tường, Tạ Quang Hiệp, Nguyễn Duy Dương, Kim Thị Anh, Quách Hoài Nam, 9B, Hoàng Văn Thao, Lưu Tiến Quyết, 9C, Ngô Thị Ngọc Mai, THCS Yên Lạc, Nguyễn Đức Trọng, Bùi Duy Anh, 9B, THCS Vĩnh Yên, Nguyễn Mạnh Tứ, Lê Anh Tú, Nguyễn Thị Huyền Trang 9D, Phạm Thị Chung 9B THCS Vĩnh Tường, Vũ Thu Hương 9A THCS Lập Thạch, **Vĩnh Phúc**; Phạm Văn Hoàng, 9A, THCS Nguyễn Trục, Thanh Oai, **Hà Tây**; Nguyễn Đức Thành, 9B, THCS Trần Mai Ninh, Hoàng Văn Long, 472 Bà Triệu, Tp. **Thanh Hoá**; Trương Hữu Phi, 9A, THCS Phan Huy Chú, Thạch Hà, Vương Bằng Việt, 7/1, THCS Nam Hà, Ngô Thị Thu Hằng, 11 Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Phan Thế Trường, 9A, THCS Hà Huy Tập, Hồ Quang Sơn, 9C, THCS Đặng Thai Mai, Trần Phúc Vinh, 9B, THCS Lê Lợi, Vinh, **Nghệ An**, Phạm Thị Phương Ngọc, 9A4, THCS Trần Đăng Ninh, **Nam Định**; Bùi Đức Thắng, 9/2, THCS Hoà Khánh, Liên Chiểu, Tp. **Đà Nẵng**; Đào Thanh Huyền, 10K3, Đặng Thanh Vân, 10K1, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Trần Anh Tuấn, 10 Lý ĐHQG **Hà Nội**; Huỳnh Hoài Nguyễn, 11 Toán, Hoàng Nguyễn Anh Tuấn, 11 Lý ĐHQG Tp. **Hồ Chí Minh**; Nguyễn Văn Thành, 10 Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Nguyễn Thanh Nga, 9A, THCS Văn Lang, Hà Kim Dung 10 Lý THPT Chuyên Hùng Vương, Việt Trì, **Phú Thọ**; Trần Xuân Trường 11 Lý THPT Lương Văn Tụy, **Ninh Bình**.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/6. 1) Viên đạn 1 được bắn lên theo phương thẳng đứng với vận tốc đầu V. Viên đạn 2 cũng được bắn lên theo phương thẳng đứng sau viên thứ nhất t_0 giây. Viên đạn 2 vượt qua viên đạn 1 đúng vào lúc viên 1 đạt độ cao cực đại. Hãy tìm vận tốc ban đầu của viên đạn 2.

2) Viên đạn 1 được bắn từ mặt đất theo phương hợp với phương ngang một góc α . Xác định α để khoảng cách từ viên đạn đến điểm bắn luôn tăng. Bỏ qua sức cản của không khí.

Giải: 1) Độ cao cực đại của viên đạn thứ nhất: $h_{1\max} = \frac{V^2}{2g}$

Thời gian để viên đạn 1 đạt độ cao trên: $t_{1\max} = \frac{V}{g}$

Gọi vận tốc ban đầu của viên đạn 2 là V_2 , ta có quãng đường viên đạn bay được khi gặp viên đạn 1:

$$h = V_2(t_{l\max} - t_0) - \frac{1}{2}g(t_{l\max} - t_0)^2 = h_{l\max}$$

$$\Rightarrow V_2\left(\frac{V}{g} - t_0\right) - \frac{1}{2}g\left(\frac{V}{g} - t_0\right)^2 = \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{Vậy vận tốc viên đạn thứ 2: } V_2 = \frac{V^2 + (V - gt_0)^2}{2(V - gt_0)}$$

$$2) V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$x = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - g \frac{t^2}{2}$$

Khoảng cách từ hòn đá tới điểm ném $|\vec{r}|$ sẽ cực đại khi véc tơ vị trí $\vec{r}$ vuông góc với véc tơ vận tốc tức thời $\vec{V}$.

$$\text{Ta có: } \frac{y}{x} = -\frac{V_x}{V_y}$$

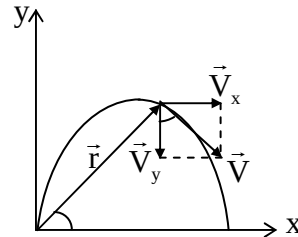
$$\Leftrightarrow \frac{V_0 \sin \alpha - g \frac{t}{2}}{V_0 \cos \alpha} = -\frac{V_0 \cos \alpha}{V_0 \sin \alpha - gt}$$

$$\Leftrightarrow g^2 t^2 + 3V_0 \sin \alpha \cdot g \cdot t + 2V_0^2 = 0 \quad (1)$$

Để $|\vec{r}|$ luôn tăng thì phương trình (1) phải vô nghiệm, tức là:

$$\Delta = 9V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g^2 - 8V_0^2 g^2 < 0$$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha < \frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow \alpha < 70,5^\circ$$



Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Văn Thành, Dương Công Dường, Nguyễn Văn Ngọc, Nguyễn Văn Đức, Nguyễn Trọng Đạt 10 Lý, Phạm Anh Tú, Nguyễn Toàn Thắng, Trần Văn Hoà, Lê Xuân Đoàn, Trương Hữu Trung, Nguyễn Văn Tuệ, Hoàng Đức Tường 11 Lý, Chu Thanh Bình, 12 Lý THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Ngô Sĩ Long 10 Lý, Nguyễn Xuân Long 10A3 K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nguyễn Thành Công, 10G, THPT Huỳnh Thúc Kháng, **Nghệ An**; Trần Quốc Việt, Phạm Quốc Việt, Hoàng Huy Đạt 11 Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Ngô Thu Hà, Chu Tuấn Anh 10 Lý, Đàm Đắc Quang, Đào Lê Giang 10 Lý K15, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Tạ Quang Thắng, Phạm Việt Đức 11A, Ngô Tuấn Đạt 10A Khối Chuyên Lý ĐHQG **Hà Nội**; Lê Sơn, Nguyễn Đăng Thành 11A3, Trần Ngọc Linh, Đoàn Anh Quân 10A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**; Lê Huy Hoàng 11 Lý, Nguyễn Quang Huy 10 Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Nguyễn Mạnh Tuấn 10 Lý, THPT Chuyên Nguyễn Trãi, **Hải Dương**; Hoàng Nguyễn Mạnh Tuấn, Lê Quốc Khánh 11 Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 11 Toán, PTNK ĐHQG, Nguyễn Trung Kiên 11A1, THPT Gia Định, **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Tùng Lâm 10F, Khương Duy, Trịnh Đức Hiếu 12F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Vũ Thị Ánh 12A3, THPT Yên Khánh A, **Ninh Bình**; Nguyễn Phương Mai 10 Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**. Ngô Thị Thu Hằng, 11Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Ngô Việt Tùng, 10Lý, THPT Trần Phú, **Hải Phòng**; Nguyễn Hữu Đức, 11 Lý, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**.

TH2/6. Một thanh đồng chất có khối lượng M lắc lư (tức là quay đều luân phiên theo hai chiều) quanh tâm của nó, trong khi đó một quả bóng nhỏ có khối lượng m nảy giữa hai đầu của thanh (xem hình vẽ). Biết rằng vận tốc góc của thanh là $\pm 2\pi / 3$ (rad/s) và chu kỳ chuyển động của quả bóng là 1s. Bỏ qua mất mát cơ năng do va chạm.

- Tính vận tốc quả bóng tại điểm cao nhất của quỹ đạo.
- Tính chiều dài của thanh.

c) Xác định tỷ số m/M .

Giải: Theo bài ra dễ thấy vận tốc của bóng ngay trước và sau va chạm vuông góc với thanh.

a) Theo đề bài dễ dàng có được: góc tạo bởi véc tơ vận tốc $\vec{V}$ của quả bóng khi rời thanh tạo với phương ngang: $\theta = \frac{\pi}{3}$.

Sau thời gian $t_0 = \frac{T}{4}$ thì quả bóng đạt độ cao cực đại.

Tại đó: Vận tốc theo phương ngang $V_x = V \cdot \cos \theta$ (1)

Vận tốc theo phương đứng $V_y = V \sin \theta - gt_0 = 0$ (2)

Từ (1) và (2) ta có $V_x = gt_0 \cdot \cot \theta = 2,5 \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 1,44 \text{ (m/s)}$

Vậy vận tốc của bóng tại thời điểm cao nhất của quỹ đạo: 1,44 (m/s).

b) Với chiều dài thanh là l thì: theo phương ngang quãng đường bóng bay được trong $1/2$ chu kì $s = V \cdot \cos \theta \cdot T/2$ (*)

Mà $s = \frac{l}{2} \cdot \sin \frac{\pi}{3} \cdot 2 = l \cdot \sin \frac{\pi}{3}$ (**)

Từ (*), (**) chiều dài thanh $l = \frac{V \cdot \cos \theta \cdot \frac{T}{2}}{\sin \frac{\pi}{3}} = \frac{10}{12} \text{ (m)}$

c) Chọn chiều quay của kim đồng hồ là chiều dương.

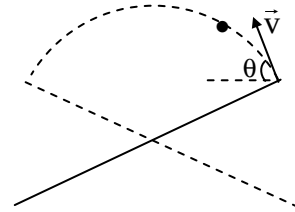
Theo định luật bảo toàn mômen động lượng, xét ngay trước và sau lúc thanh và quả bóng va chạm ta có phương trình:

$$-I \cdot \omega + m \cdot v \cdot l/2 = I\omega - m \cdot v \cdot l/2$$

Với: I : mô men quán tính của thanh đối với tâm: $I = \frac{1}{12} \cdot M \cdot l^2$

Vận tốc của bóng: $v = \frac{V_x}{\cos \theta} = 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ (m/s)}$

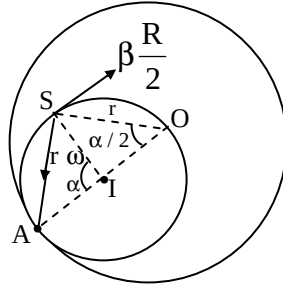
Từ các đẳng thức trên ta có: $\frac{m}{M} = \frac{\omega \cdot l}{6 \cdot v} = \frac{\pi}{18\sqrt{3}} \approx 0,1$.



Các bạn có lời giải đúng: Trần Quốc Việt, Hoàng Huy Đạt 11 Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Võ Hoàng Biên A3K31, Nguyễn Văn Sinh 11A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**; Nguyễn Trung Kiên 11A1, THPT Gia Định, **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Tùng Lâm 10F, Trịnh Đức Hiến 12F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Phạm Việt Đức, Tạ Quang Thắng 11A, Hoàng Đức Thành 10A, Khối Chuyên Lý ĐHQG **Hà Nội**; Đào Lê Giang 10 Lý K15, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Nguyễn Đăng Thành, Lê Sơn 11A3, THPT Chuyên **Vinh Phúc**; Ngô Thị Thu Hằng, 11Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Hữu Đức, 11 Lý, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Nguyễn Văn Tuệ, Hoàng Đức Tường, Trần Văn Hoà 11 Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Lê Huy Hoàng 11 Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Vũ Quang Huy Xóm 4, Hành Thiện, Xuân Hồng, Xuân Trường, **Nam Định**.

TH3/6. Một đĩa có khối lượng M và bán kính R có thể quay không ma sát quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm. Tại tâm đĩa có một con bọ khối lượng m bắt đầu bò theo một đường tròn đường kính R . Hãy xác định góc quay của đĩa khi con bọ bò được một vòng (tức là lại quay trở về tâm đĩa).

Giải: Giả sử con bọ bò trên vòng tròn tâm I theo chiều kim đồng hồ. Xét khi con bọ ở S với $(\overrightarrow{IS}, \overrightarrow{IA}) = \alpha$, $OS = r$. Vận tốc góc của nó đối với I là $\beta = \frac{d\alpha}{dt}$



Áp dụng định luật bảo toàn mômen động lượng cho hệ con bọ và đĩa ta có:

$$m \left(\beta \cdot \frac{R}{2} \right) \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot r - m \omega r^2 - \frac{MR^2}{2} \omega = 0 \quad (1)$$

Vì $r = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$ nên phương trình (1) trở thành

$$\left(\frac{mR^2}{2} \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \right) \beta = \left(mR^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{MR^2}{2} \right) \omega$$

$$\Leftrightarrow \omega dt = \frac{m \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{2m \cos^2 \frac{\alpha}{2} + M} \cdot d\alpha$$

Góc mà đĩa quay được khi con bọ bò được một vòng là:

$$\begin{aligned} \varphi &= \int_0^{t_0} \omega \cdot dt = \int_0^{2\pi} \frac{2m \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{2m \cos^2 \frac{\alpha}{2} + M} d\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ &= \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{M}{2m \cos^2 \frac{\alpha}{2} + M} \right) \cdot d\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ &= \pi - \int_0^{2\pi} \frac{M}{2m \cos^2 \frac{\alpha}{2} + M} \cdot d\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2) \end{aligned}$$

Đặt $x = \frac{\alpha}{2}$ ta có:

$$\int_0^{2\pi} \frac{M}{2m \cos^2 \frac{\alpha}{2} + M} \cdot d\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \int_0^{\pi} \frac{M}{2m \cos^2 x + M} \cdot dx$$

$$\begin{aligned}
&= \int_0^{\pi} \frac{\frac{dx}{\cos^2 x}}{\frac{2m}{M} + \frac{1}{\cos^2 x}} = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{d(\operatorname{tg} x)}{\left(\frac{2m}{M} + 1\right) + \operatorname{tg}^2 x} \\
&= 2 \int_0^{\pi/2} \frac{d\left(\sqrt{\frac{2m+M}{M}} \cdot \operatorname{tg} y\right)}{\frac{2m+M}{M}(1 + \operatorname{tg}^2 y)} = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{\sqrt{\frac{M}{2m+M}} dy}{1 + \operatorname{tg}^2 y} = -\sqrt{\frac{M}{2m+M}} \pi
\end{aligned}$$

(Chú ý $\operatorname{tg} x = \sqrt{\frac{2m+M}{M}} \operatorname{tg} y$)

Do vậy: $\varphi = \pi \left(1 - \sqrt{\frac{M}{2m+M}}\right)$

Các bạn có lời giải đúng: Hoàng Huy Đạt 11 Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Trần Văn Hoà 11 Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Phạm Thế Mạnh 11B, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Lê Huy Hoàng 11 Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**.

TH4/6. Ba vật nhỏ tích điện đặt ở ba đỉnh của một tam giác đều ABC, có cạnh là a. Hệ thống được đặt trên mặt phẳng ngang cách điện. Hai điện tích ở B và C có cùng khối lượng m và điện tích Q. ở thời điểm ban đầu người ta thả để hai điện tích ở B và C tự do còn điện tích ở A được giữ cố định. Hỏi vật cố định phải mang điện tích bằng bao nhiêu để hai vật kia thu được gia tốc nhỏ nhất. Tính giá trị của gia tốc ấy.

Giải: Gọi điện tích cố định ở A là q. Mỗi điện tích Q ở B và C chịu hai lực tác dụng do hai điện tích kia gây ra là:

$$f = \frac{k|qQ|}{a^2} \text{ và } F = \frac{kQ^2}{a^2}$$

Để gia tốc mà điện tích Q thu được là nhỏ nhất thì dễ thấy Q và q phải là các điện tích trái dấu. Do vậy hợp lực tác dụng lên điện tích Q là:

$$F_{hl}^2 = (f - F \cos 60^\circ)^2 + (F \sin 60^\circ)^2$$

Để F_{hl} nhỏ nhất thì: $f = F \cdot \cos 60^\circ = 0,5F$

Vậy $q = -\frac{Q}{2}$

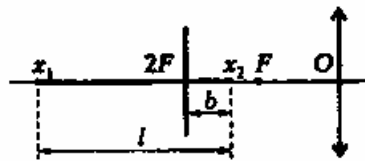
Khi ấy gia tốc của điện tích Q là:

$$a = \frac{F \cdot \cos 30^\circ}{m} = \frac{kQ^2 \cdot \sqrt{3}}{2ma^2}.$$

TH5/6. Người ta nói rằng trong các tài liệu còn giữ lại được của Snell (nhà vật lý người Hà Lan đã phát minh ra định luật khúc xạ) có một sơ đồ quang học vẽ trên giấy kẻ ô gồm một thấu kính hội tụ, một vật và ảnh của nó qua thấu kính. Vì để lâu, nên mực đã bay hết nhiều, trên sơ đồ chỉ còn lại vật (xem hình vẽ). Theo lời mô tả kèm theo sơ đồ, người ta biết rằng vật và ảnh có cùng hình dạng và kích thước, còn trục chính của thấu kính thì song song với đường kẻ ô. Hãy phục hồi lại sơ đồ đó (ảnh, thấu kính và các tiêu điểm).

Giải: Một trong hai đoạn thẳng của vật vuông góc với trục chính của thấu kính, vì vậy ảnh của đoạn thẳng này cũng vuông góc với trục chính đó. Để độ phóng đại ngang bằng 1 (tức để kích thước của đoạn thẳng vật và đoạn thẳng ảnh bằng nhau) thì đoạn thẳng này của vật phải đặt cách TK một đoạn bằng $2f$ (f - tiêu

cự TK), đồng thời $f > 0$ (Bạn thử giải thích xem tại sao?). Trong khi đó, đoạn thẳng thứ hai của vật và ảnh của nó nằm song song với trục chính, điều này chỉ thực hiện được khi chúng nằm ngay trên trục chính.



Giả sử L là chiều dài đoạn thẳng của vật nằm trên trục chính, x_1 và x_2 là tọa độ hai đầu của nó (đối với quang tâm O của TK), b là chiều dài phần của đoạn thẳng nằm giữa $2F$ và x_2 (hình trên), a là kích thước của ô vuông của lưới kẻ ô trên sơ đồ. Tùy thuộc vào định hướng của thấu kính (có trục chính song song với đường kẻ nằm ngang hay thẳng đứng) mà giá trị của tỷ số $\alpha = b/L$ có ba khả năng sau:

$\alpha = 1/3$, $\alpha = 2/3$, $\alpha = 1/2$ (hai khả năng đầu cho trường hợp trục chính TK kính song song với đường kẻ nằm ngang, còn trường hợp thứ ba khi trục chính song song với đường kẻ thẳng đứng). Do đoạn thẳng nằm ngang của vật có chiều dài L bằng ảnh của nó, ta có:

$$L = \frac{x_2 f}{x_2 - f} - \frac{x_1 f}{x_1 - f},$$

hay sau khi thực hiện một số biến đổi ta được:

$$Lx_1x_2 + Lf^2 - Lf(x_1 + x_2) = (x_1 - x_2)f^2$$

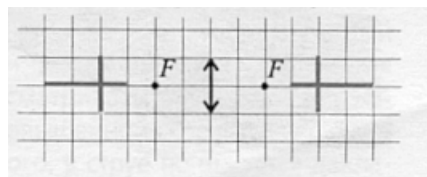
Thay $x_1 = x_2 + L$ vào, ta được:

$$x_2(x_2 + L) - f(2x_2 - L) = 0$$

Bây giờ ta lại thay $x_2 = 2f - \alpha L$ vào, ta được:

$$L\alpha^2 - 2f\alpha + f - L\alpha = 0, \text{ suy ra } f = \frac{\alpha(1-\alpha)L}{1-2\alpha}$$

Vì $f > 0$ nên chỉ có $\alpha = 1/3$ là thỏa mãn (đối với hai giá trị còn lại của α , $f < 0$), suy ra $L = 3a$ và $f = 2a$. Từ đây ta dễ dàng phục hồi lại toàn bộ sơ đồ gốc của Snell như hình dưới đây:



Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Đăng Thành 11A3, THPT Chuyên Vĩnh Phúc; Trịnh Đức Hiếu 12F, THPT Lam Sơn, Thanh Hoá; Nguyễn Hữu Đức, 11 Lý, PTNK Ngô Sĩ Liên, Bắc Giang; Vũ Quang Huy Xóm 4, Hành Thiện, Xuân Hồng, Xuân Trường, Nam Định.

ĐÁP ÁN CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

TNCS1/6. Câu A: đúng; Câu B: Sai; Câu C: Sai; Câu D: Đúng

TNCS2/6. Đáp án **B**. Vật chuyển động theo quán tính khi không có lực tác dụng vào vật hoặc khi các lực tác dụng vào vật cân bằng.

TNCS3/6. Đáp án **B**.

TNCS4/6. Đáp án **D**.

TNCS5/6. Đáp án **D**. Do chân người tác dụng lực vào thuyền làm thuyền chuyển động theo chiều ngược lại. Khi thuyền đã chuyển động, do nước tác dụng lực cản vào thuyền nên thuyền chuyển động chậm dần rồi dừng lại.

Các bạn có đáp án đúng: Nguyễn Thị Thuỳ Linh, Phạm Thanh Hải, Trần Thị Thuý, Đào Thị Ngà, Vũ Thị Lan Anh, Phạm Thị Thu Hằng A, Nguyễn Ngọc Anh, Nguyễn Thị Nguyệt, 6A, Nguyễn Trang Thứ, Nguyễn Thị Ánh Tuyết, Đào Minh Trung, Trương Thị Tuyết, Nguyễn Thị Thơ, Nguyễn Thị Hương, Vũ Thị Lan, Nguyễn Văn Sơn A, Lê Thị Tươi, Phùng Thị Thanh Hương, Lê Thị Hương, Tạ Khắc Trường, Nguyễn Thị Lương, Nghiêm Thị Như Quỳnh, Trần Thị Loan, Vũ Thị Loan, Nguyễn Thị Hương, Dương Thị Hà, Nguyễn Thị Thuý, Trương Thị Tuyết, Nguyễn Thị Trang, Nguyễn Thị Hạnh, Nguyễn Đăng Thanh, Kim Thị Hương, Nguyễn Thị Phấn, Nguyễn Long Thành, Hoàng Thị Bích Ngọc, Nguyễn Văn Công, Tạ Tiến Thông, Nguyễn Thành Duy, Tô Văn Thắng, 6B, Nguyễn Thị Mến, 6C, Phạm Tuấn Việt, Nguyễn Thị Huệ A, Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Lan Anh, Trần Thị Ngọc Ánh, 6D, THCS Yên Lạc, Vĩnh Phúc.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/6. Đáp án **D**.

Gợi ý: Khi thang rơi tự do thì con lắc cũng rơi tự do. Lực căng của dây treo bằng không. Lực tác dụng lên con lắc chỉ là trọng lực. Trong hệ gắn với thang máy thì con lắc đứng yên (vì con lắc rơi tự do cùng thang máy), tần số góc bằng 0, chu kì bằng ∞ . Cũng có thể sử dụng khái niệm trọng lực hiệu dụng và gia tốc rơi tự do hiệu dụng g' .

TN2/6. Đáp án **B**.

Gợi ý: Khi ở trên Trái Đất chu kì của con lắc là $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$, còn trên hành tinh thì chu kì của nó là

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, ở đây g_0 và g là gia tốc rơi tự do trên Trái Đất và trên hành tinh. l là chiều dài của dây treo con lắc. T_0 và T là chu kì dao động của con lắc trên Trái Đất và trên hành tinh. Ta có:

$$\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \sqrt{\frac{R^2}{R_0^2} \frac{M_0}{M}} = \sqrt{2}. \text{ Ở đây } M_0 \text{ và } M \text{ là khối lượng của Trái Đất và của hành tinh,}$$

R_0 và R là bán kính của Trái Đất và của hành tinh. $T_0 = 1s$. Suy ra $T = \sqrt{2}s$

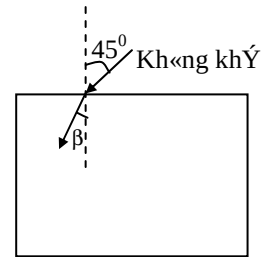
TN3/6. Đáp án C.

Gợi ý: Kí hiệu góc tới mặt bên là α , góc giới hạn phản xạ toàn phần là γ . Khi đó theo yêu cầu bài ra thì $\sin \alpha \geq \sin \gamma$, Nhưng $\alpha = 90^\circ - \beta$, dẫn tới

$$\sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta \geq \sin \gamma = \frac{1}{n}$$

$$\text{Nhưng } \frac{\sin(45^\circ)}{\sin \beta} = n, \rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}}$$

$$\rightarrow \sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}} \geq \frac{1}{n}.$$



TN4/6. Đáp án B

Gợi ý: Áp dụng định luật bảo toàn số khối và định luật bảo toàn điện tích.

TN5/6. Đáp án B

Gợi ý: Áp dụng công thức $H = H_0 e^{-\lambda t} = H_0 / e^{\frac{t \cdot \ln 2}{T}}$, suy ra $\frac{t \cdot \ln 2}{T} = \ln \frac{H_0}{H} = \ln 64 = 6 \ln 2$. Vậy $t = 6T = 12$ giờ.

Các bạn sau có lời giải đúng cả 5 câu: Nguyễn Văn Tuệ 11 Lý, PTTH chuyên **Bắc Ninh**; Lê Quốc Khánh 11 Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 11 Toán, PTNK, ĐHQG Tp. **Hồ Chí Minh**; Vương Hoài Thu số nhà 32, ngõ 1A, Nhân Hoà, Nhân Chính, Thanh Xuân, **Hà Nội**; Vũ Quốc Đạt, Hoàng Huy Đạt, Phạm Quốc Việt 11 Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Nguyễn Hữu Đức 11 Lý, THPT NK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**.

Các bạn sau chỉ có đáp án đúng 4 câu: Đỗ Trung Hiếu 11 Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Trịnh Tuấn Anh, 268 Nghi Tàm, Tây Hồ, **Hà Nội**.

TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP

CHỌN HỆ QUY CHIẾU TRONG CÁC BÀI TOÁN CƠ HỌC

Trước hết, ta hãy xét bài toán sau:

Khi bơi thuyền dưới chiếc cầu A, một người đánh cá đã thả rơi chiếc mũ xuống sông, nhưng do không để ý, nên anh ta vẫn tiếp tục chèo thuyền ngược theo dòng nước. Sau 15 phút, phát hiện ra mình mất mũ, anh ta chèo thuyền ngược lại, vẫn với nhịp độ như cũ, và tìm lại được chiếc mũ ở dưới cầu B ở cách xa cầu A 1km. Xác định tốc độ của nước.

Hoàn toàn không phải ngẫu nhiên mà chúng tôi mở đầu bài viết về việc chọn hệ quy chiếu bằng bài toán rất cổ đã trở thành kinh điển này. Nó minh họa một cách rất trực quan cho một khẳng định nói rằng việc khéo chọn hệ quy chiếu (H.Q.C) sẽ làm cho việc giải bài toán trở nên đơn giản hơn rất nhiều, và đôi khi trong nhiều bài toán vật lý, ta có thể giải nhầm được.

Thực vậy, để tìm vận tốc của dòng nước trong bài toán trên, ta cần phải biết thời gian trôi của chiếc mũ giữa hai cây cầu (vì vận tốc của mũ bằng vận tốc dòng nước). Ta hãy chuyển sang xét H.Q.C. gắn với mũ. Trong H.Q.C. này nước là đứng yên còn vận tốc của thuyền theo cả hai hướng là như nhau. Điều này có nghĩa là thời gian thuyền quay trở lại tới khi gặp chiếc mũ bằng thời gian lúc thuyền đi xa chiếc mũ, tức là bằng 15 phút. Do đó thời gian tính từ khi mất mũ tới khi tìm thấy nó là 30 phút. Vậy vận tốc của dòng nước (và cũng chính là vận tốc trôi của mũ) là: $1\text{km} : 0,5\text{h} = 2\text{km/h}$.

Lưu ý rằng khi chuyển từ một H.Q.C. này sang một H.Q.C. khác nhiều đại lượng vật lý mô tả chuyển động cơ học của các vật, như vận tốc, gia tốc..., cũng thay đổi. Khi đó các đại lượng tương ứng trong hai H.Q.C. sẽ tuân theo quy tắc cộng như sau:

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{12} + \vec{v}_2, \quad \vec{a}_1 = \vec{a}_{12} + \vec{a}_2$$

Trong đó $\vec{v}_1$ ($\vec{a}_1$) là vận tốc (gia tốc) của vật đối với H.Q.C. thứ nhất; $\vec{v}_2$ ($\vec{a}_2$) là vận tốc (gia tốc) của vật đối với H.Q.C. thứ hai, còn $\vec{v}_{12}$ ($\vec{a}_{12}$) là vận tốc (gia tốc) của H.Q.C. thứ hai đối với H.Q.C. thứ nhất. Tất nhiên, ở đây ta chỉ xét chuyển động tịnh tiến của các H.Q.C. đối với nhau.

Bây giờ chúng ta hãy xét một số bài toán cụ thể, mà trước hết là một số bài toán động học. Phải nói ngay rằng trong khuôn khổ động học thì tất cả các H.Q.C. (dù là đứng yên, chuyển động đều, có gia tốc, hay là quay ...) đều bình đẳng với nhau, vì vậy việc chọn H.Q.C. miễn sao là thuận tiện và hợp lẽ nhất.

Bài toán 1. Cho vận tốc dòng nước là $\vec{u}$ và vận tốc của thuyền khi nước đứng yên là $\vec{v}_{td}$. Hỏi người chèo thuyền phải chèo theo hướng nào để thuyền bị trôi theo dòng nước là ít nhất?

Giải: Để thấy rằng, ở đây ta xét hai H.Q.C. là hợp lý. Yêu cầu đảm bảo cho thuyền bị trôi theo dòng nước ít nhất có liên quan tới H.Q.C. gắn với bờ sông, cụ thể là góc tạo bởi vận tốc $\vec{v}$ của thuyền (đối với bờ) lập với đường vuông góc với bờ là bé nhất. Trong H.Q.C. gắn liền với dòng nước, người ta đã cho độ lớn vận tốc $\vec{v}_{td}$ của thuyền và đòi hỏi tìm hướng của vận tốc này, chẳng hạn như góc α tạo bởi vận tốc này và đường vuông góc với bờ. Do trong điều kiện của bài toán không nói gì về tương quan giữa u và v_{td} , nên ta phải xét hai khả năng:

a) $v_{td} > u$. Trong trường hợp này ta có thể đảm bảo chèo cho thuyền đi theo hướng vuông góc với bờ (tức là thuyền không bị trôi theo dòng). Theo quy tắc cộng vận tốc:

$$\vec{v} = \vec{v}_{td} + \vec{u}$$

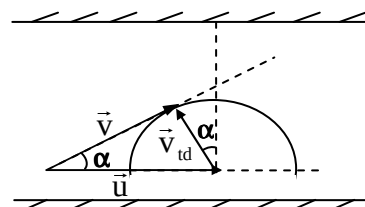
Từ hình 1 biểu diễn phương trình trên, ta nhận được:

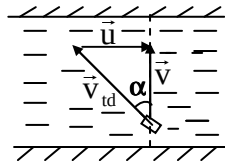
$$\sin \alpha = u / v_{td}$$

b) $v_{td} < u$. Phương trình biểu diễn quy tắc cộng vận tốc, bây giờ được biểu diễn trên hình 2. Khi thay đổi hướng chèo ngọn của vectơ $\vec{v}_{td}$ vẽ nên một nửa vòng tròn. Góc cực tiểu giữa vectơ $\vec{v}$ và đường vuông góc với bờ tương đương với điều kiện vectơ này tiếp xúc với vòng tròn đó. Từ đây suy ra:

$$\sin \alpha = v_{td} / u$$

Như vậy, khi $v_{td} > u$ thì $\sin \alpha = u / v_{td}$, còn khi $v_{td} < u$ thì $\sin \alpha = v_{td} / u$. Trường hợp $v_{td} = u$ xin dành cho bạn đọc như một bài tập nhỏ. ■





Hình 1

Hình 2

Khi xét sự rơi tự do của một số vật, việc chọn H.Q.C. gắn với một trong số các vật đó cũng tỏ ra rất thuận tiện. Trong H.Q.C. này chuyển động của các vật sẽ là thẳng đều đối với nhau (tất nhiên ở đây bỏ qua sức cản của không khí). Cách làm này thường được gọi là "phương pháp bá tước Munhausen" (bạn có hiểu tại sao không?). Ta sẽ sử dụng phương pháp này trong bài toán sau:

Bài toán 2. Từ hai điểm ở cùng độ cao h trên mặt đất và cách nhau một khoảng l , người ta đồng thời ném hai hòn đá: một hướng lên trên theo phương thẳng đứng với vận tốc v_1 và một theo phương nằm ngang với vận tốc v_2 . Hỏi trong quá trình hai hòn đá chuyển động, khoảng cách ngắn nhất giữa chúng bằng bao nhiêu? Biết rằng vận tốc ban đầu của hai hòn đá cùng nằm trong một mặt phẳng thẳng đứng.

Giải: Ta chọn H.Q.C. gắn với hòn đá thứ nhất. Khi đó chuyển động của hòn đá thứ hai sẽ là thẳng đều ($\vec{a}_2 = \vec{a}_{12} - \vec{a}_1 = \vec{g} - \vec{g} = 0$) với vận tốc:

$$\vec{v}_{td} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

Khoảng cách nhỏ nhất giữa hai hòn đá dễ dàng tìm được từ hình 3:

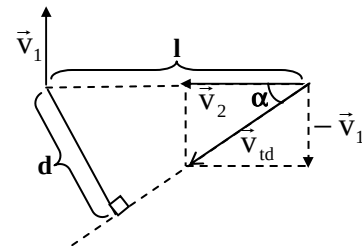
$$d = l \sin \alpha = \frac{lv_1}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$$

Chú ý: Hai hòn đá đạt tới khoảng cách ngắn nhất này sau thời gian:

$$t = \frac{l \cos \alpha}{v_{td}} = \frac{l \cos \alpha}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} = \frac{lv_2}{v_1^2 + v_2^2}$$

Để kết quả trên có nghĩa cần phải đảm bảo sao cho tới thời điểm đó hòn đá thứ nhất phải chưa rơi xuống đất, tức là phải thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{lv_2}{v_1^2 + v_2^2} \leq \sqrt{\frac{2h}{g}}$$



Hình 3

Có thể bạn sẽ nảy ra câu hỏi: khoảng cách ngắn nhất giữa hai hòn đá mà ta tìm được trong H.Q.C. gắn với một hòn đá đang bay liệu có thể khác với kết quả mà ta tìm được trong H.Q.C. gắn với mặt đất không? Không, không thể như vậy được. Khoảng cách giữa hai điểm chuyển động thuộc số các đại lượng gọi là *bất biến*, tức là các đại lượng mà giá trị của chúng không thay đổi khi ta chuyển từ H.Q.C này sang H.Q.C khác. Trong cơ học cổ điển, khoảng thời gian giữa hai sự kiện, kích thước của các vật, sự định hướng của chúng trong không gian là những ví dụ về các đại lượng bất biến. ■

Bây giờ chúng ta chuyển sang các bài toán động lực học. Ở đây phạm vi "cho phép" của các H.Q.C. bị thu hẹp lại đáng kể. Vì những quy tắc làm việc với các H.Q.C. phi quán tính vượt ra ngoài khuôn khổ chương trình vật lý ở trường phổ thông, nên chúng ta buộc phải giới hạn chỉ sử dụng các H.Q.C quán tính. Trong bất kỳ H.Q.C. nào thuộc loại này, ta đều có thể sử dụng các định luật Newton, các định luật bảo toàn năng lượng và động lượng như bình thường.

Bài toán 3. *Một chiếc xe nhỏ có khối lượng M và chiều dài l đứng trên một mặt phẳng nằm ngang trơn nhẵn. Trên xe có hai người khối lượng là m_1 và m_2 ngồi ở hai đầu. Hỏi chiếc xe sẽ dịch chuyển một đoạn bằng bao nhiêu, nếu như hai người này đổi chỗ cho nhau?*

Giải: Một mặt chúng ta quan tâm tới sự dịch chuyển của chiếc xe đối với mặt đất; mặt khác, chúng ta lại biết sự dịch chuyển cuối cùng của hai người không phải đối với đất mà là đối với xe. Vậy thì làm thế nào đây?

Ta sẽ xem rằng chuyển động của tất cả các vật - hai người và xe- là đều và chuyển sang H.Q.C. có vận tốc bằng vận tốc v_t của xe, ở một thời điểm nào đó. Đối với H.Q.C. này vận tốc ban đầu của ba vật đều bằng - v_t . Đối với hệ kín "xe + 2 người" ta có thể viết định luật bảo toàn động lượng:

$$-v_t(m_1 + m_2 + M) = v_{1td}m_1 + v_{2td}m_2$$

Nhân hai vế phương trình này với Δt , ta sẽ tìm được mối liên hệ giữa các độ dịch chuyển tương ứng:

$$s_t(m_1 + m_2 + M) = -s_{1td}m_1 - s_{2td}m_2$$

Rõ ràng mối liên hệ như vậy cũng đúng đối với độ dịch chuyển toàn phần sau toàn bộ thời gian chuyển động. Chú ý rằng $s_{1td} = l$ và $s_{2td} = -l$, ta được:

$$s_t = \frac{m_2 l - m_1 l}{m_1 + m_2 + M} = l \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + M}$$

Bài toán trên cũng dễ dàng giải được trong H.Q.C. gắn với khối tâm của hệ (xin dành cho bạn như một bài tập). ■

Ta nhớ lại rằng tọa độ và vận tốc của khối tâm được tính theo công thức:

$$x_{kt} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$\vec{v}_{kt} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

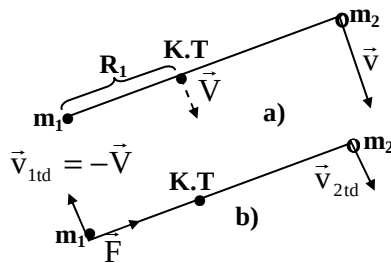
Từ đẳng thức thứ hai ta thấy rằng nếu hệ vật là kín, thì vận tốc khối tâm sẽ là không đổi (vì tử số chính là động lượng toàn phần của hệ, mà đối với hệ kín động lượng được bảo toàn). Bởi vậy, H.Q.C. gắn với khối tâm của một hệ kín là một H.Q.C. quán tính. Cũng dễ dàng thấy rằng động lượng toàn phần của hệ vật trong H.Q.C. tâm quán tính bằng không. Ta sẽ sử dụng H.Q.C. này để giải bài toán sau:

Bài toán 4. *Trên một mặt phẳng nhẵn nằm ngang có hai vật chuyển động nối với nhau bằng một sợi dây không giãn có chiều dài l . Tại một thời điểm nào đó, vật có khối lượng m_1 đứng yên và vật có khối lượng m_2 có vận tốc v hướng vuông góc với sợi dây (hình 4a). Tìm sức căng của dây tại thời điểm đó.*

Giải: Khối tâm của hệ nằm trên sợi dây và cách vật thứ nhất một khoảng $R_1 = m_2 l / (m_1 + m_2)$ và chuyển động đối với mặt phẳng nằm ngang với vận tốc:

$$V = \frac{m_2 v}{m_1 + m_2}$$

Bây giờ ta chọn H.Q.C. trong đó khối tâm của hệ là đứng yên. Trong H.Q.C. này hai vật chuyển động tròn đều xung quanh khối tâm đứng yên (hình 4b) và vận tốc của vật thứ nhất có độ lớn đúng bằng V .



Hình 4

Theo định luật II Newton, lực căng của dây tác dụng lên vật thứ nhất bằng:

$$F = \frac{m_1 V^2}{R_1}$$

Thay biểu thức của R_1 và V vào, cuối cùng ta tìm được:

$$F = \frac{m_1 m_2 V^2}{(m_1 + m_2) l} \blacksquare$$

Trong nhiều trường hợp khi chuyển sang H.Q.C. gắn liền với khối tâm, việc giải bài toán trở nên đơn giản đi nhiều tới mức ban đầu người ta thường chuyển tất cả các dữ liệu của bài toán sang H.Q.C. này, sau khi nhận được kết quả lại chuyển về H.Q.C. xuất phát. Để thấy rõ điều đó ta hãy xét hai bài toán sau về va chạm đàn hồi tuyệt đối của hai quả cầu.

Bài toán 5. *Hai quả cầu có khối lượng m_1 và m_2 chuyển động với vận tốc v_1 và v_2 tới va chạm trực diện với nhau. Giả sử rằng va chạm là tuyệt đối đàn hồi. Xác định vận tốc của hai quả cầu sau va chạm.*

Giải: Như đã nói ở trên, trong H.Q.C gắn với khối tâm của hệ, động lượng toàn phần của hệ bằng không, cả trước cũng như sau va chạm. Dễ dàng đoán ra rằng cả hai định luật bảo toàn động năng và động lượng sẽ được thỏa mãn nếu ta chỉ cần đổi hướng hai vận tốc thành ngược lại. Ta hãy viết các công thức tương ứng:

- Vận tốc ban đầu của hai quả cầu trong H.Q.C khối tâm bằng:

$$u_1 = v_1 - V = v_1 - \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 (v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}$$

Tương tự:
$$u_2 = \frac{m_1 (v_2 - v_1)}{m_1 + m_2}$$

- Vận tốc cuối cùng của hai quả cầu trong H.Q.C khối tâm bằng:

$$u'_1 = -u_1; \quad u'_2 = -u_2$$

Suy ra vận tốc cuối cùng của hai quả cầu đối với mặt đất là:

$$v'_1 = u'_1 + V = -\frac{m_2 (v_1 - v_2)}{m_1 + m_2} + \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Tương tự:
$$v'_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}. \blacksquare$$

Để làm ví dụ cuối cùng, chúng ta sẽ xét bài toán va chạm đàn hồi không xuyên tâm.

Bài toán 6. *Quả cầu có khối lượng m_1 bay với vận tốc v_1 tới đập vào quả cầu thứ hai đứng yên có khối lượng m_2 ($m_2 < m_1$). Hỏi sau khi va chạm quả cầu thứ nhất sẽ bị lệch phương chuyển động một góc tối đa bằng bao nhiêu? Coi các quả cầu là nhẵn và va chạm là tuyệt đối đàn hồi.*

Giải: Trong H.Q.C gắn với khối tâm của hệ, hai quả cầu tiến lại gần nhau với vận tốc:

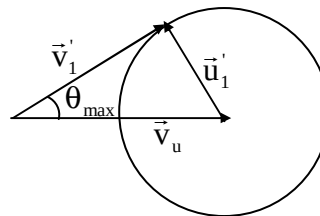
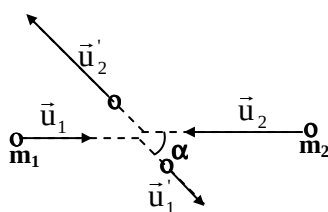
$$\vec{u}_1 = \vec{v}_1 - \vec{V} = \vec{v}_1 - \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 \vec{v}_1}{m_1 + m_2}$$

$$\vec{u}_2 = -\frac{m_1 \vec{v}_1}{m_1 + m_2}$$

Đồng thời, $m_1 \vec{u}_1 = -m_2 \vec{u}_2$.

Do kết quả của va chạm không xuyên tâm, vận tốc các quả cầu vẫn giữ nguyên độ lớn như cũ và vẫn hướng ngược nhau:

$$u'_1 = u_1, \quad u'_2 = u_2; \quad m_1 \vec{u}'_1 = -m_2 \vec{u}'_2$$



Hình 5

Hình 6

Tuy nhiên, vectơ vận tốc cuối $\vec{u}'_1$ của quả cầu thứ nhất quay một góc α đối với vectơ vận tốc ban đầu của nó. Tùy thuộc vào vị trí tương đối của hai quả cầu ở thời điểm va chạm mà góc này có thể thay đổi từ 0 (hai quả cầu chỉ hơi tiếp xúc với nhau) đến 180 độ (va chạm trực diện). Các vị trí khả dĩ của ngọn vectơ $\vec{u}'_1$ nằm trên vòng tròn bán kính u_1 (hình 60). Vận tốc cuối cùng của quả cầu thứ nhất đối với mặt đất bằng: $\vec{v}'_1 = \vec{u}'_1 + \vec{V}$. Góc tạo bởi các vectơ $\vec{v}'_1$ và $\vec{V}$ đạt cực đại khi vectơ $\vec{v}'_1$ là tiếp tuyến với vòng tròn. Từ đây ta tính được góc $\theta_{\max}$ cần tìm:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{u_1}{V} = \frac{m_2 v_{1\cdot}}{m_1 + m_2} : \frac{m_1 v_{1\cdot}}{m_1 + m_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

hay

$$\theta_{\max} = \arcsin\left(\frac{m_2}{m_1}\right). \blacksquare$$

BÀI TẬP

- 1) Tại thời điểm một vật bắt đầu rơi tự do, người ta ném một hòn đá nhằm vào vật. Hỏi vận tốc ban đầu của hòn đá (kể cả độ lớn và góc nghiêng của nó so với phương nằm ngang) phải bằng bao nhiêu, nếu như trước khi rơi vật ở độ cao h và cách người ném trên mặt đất một khoảng là l ?
- 2) Một vật nhỏ treo trên sợi dây dài l . Hỏi điểm treo dây phải dịch chuyển như thế nào theo phương nằm ngang để vật nặng quay được một vòng trọn vẹn?
- 3) Một bức tường nhẵn, đàn hồi chuyển động với vận tốc v . Một quả cầu đàn hồi bay tới theo phương vuông góc bức tường với vận tốc V . Tìm vận tốc của quả cầu sau khi va chạm với bức tường.
- 4) Dưới tác dụng của lực hấp dẫn, hai ngôi sao chuyển động theo các quỹ đạo tròn, nhưng tại mọi thời điểm chúng cách nhau một khoảng l không đổi. Tìm chu kỳ quay của sao đôi này, nếu khối lượng của nó bằng M .

Phạm Nam Long (Sưu tầm và giới thiệu)

THÔNG BÁO

Vật lý & Tuổi trẻ dự định sẽ mở chuyên mục mới: “**Để dạy và học tốt môn Vật lý**”. Ban Biên tập chúng tôi kính mời các thầy, cô giáo giảng dạy môn vật lý cùng

các bạn học sinh yêu thích môn vật lý (kể cả THCS và THPT), bằng kinh nghiệm và thực tiễn giảng dạy, học tập của mình, tham gia viết bài cho chuyên mục mới này. Các bài viết nên tập trung vào các chủ đề sau: *trao đổi kinh nghiệm giảng dạy một bài hoặc một chương khó trong sách giáo khoa (đặc biệt là SGK mới), những vấn đề học sinh thường vướng mắc trong quá trình học môn vật lý, kinh nghiệm hoặc phương pháp giải một loại bài tập vật lý nào đó, giới thiệu các bài thí nghiệm hay, v.v.* Toà soạn sẽ có tặng phẩm cho các tác giả có những bài viết chất lượng tốt. Bài viết cần ghi rõ:

Bài gửi đăng chuyên mục:

“ĐỂ DẠY VÀ HỌC TỐT MÔN VẬT LÝ”

Ban Biên tập rất mong được sự ủng hộ và tham gia viết bài của đông đảo các thầy, cô giáo và các bạn học sinh.

BBT Vật lý & Tuổi trẻ

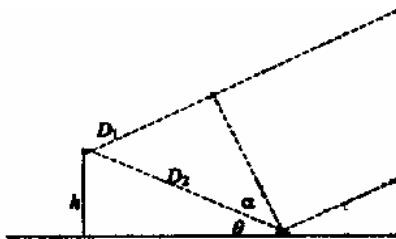
TIẾNG ANH VẬT LÝ

Problem: A radio receiver is set up on the mast in the middle of a calm lake to track the radio signal from a satellite orbiting the Earth. As the satellite rises above the horizon, the intensity of the signal varies periodically. The intensity of the signal is at a maximum when the satellite is $\theta_1 = 3^\circ$ above the horizon and then again at $\theta_2 = 6^\circ$ above the horizon. What is the wavelength λ of the satellite signal? The receiver is $h = 4.0\text{m}$ above the lake surface.

Solution: Distance from reflection point to top of mast = $D_2 = \frac{h}{\sin \theta} \approx \frac{h}{\theta}$ (for small angles).

Corresponding distance on direct path from source to receiver: $D_1 = D_2 \sin \alpha$. But

$\alpha = (\pi - \pi/2 - 2\theta)$, so $D_1 = D_2 \cos 2\theta = \frac{h}{\theta}(1 - 2\theta^2)$ (for small angles). The path difference is then $D_2 - D_1 = 2h\theta$.



As the satellite rises from 3 to 6 degrees above the horizon, that path difference changes by one wavelength, so $\lambda = 2h(6 - 3)(\pi / 180) = 0.42m$.

Từ mới:

- radio - **sóng vô tuyến, sóng radio**
- receiver - **máy thu**
- in the middle - **ở giữa**
- signal - **tín hiệu (*radio signal* - tín hiệu vô tuyến)**
- mast - **cọc, cột buồm**
- (to) orbit - **quay quanh (*orbiting the Earth* - quay quanh Trái Đất)**
- satellite - **vệ tinh**
- intensity - **cường độ**
- (to) vary - **biến thiên**
- periodically - **(một cách) tuần hoàn; (*period* - chu kỳ)**
- maximum - **cực đại**
- horizon - **đường chân trời**
- wavelength - **bước sóng**
- surface - **mặt, bề mặt**
- distance - **khoảng cách**
- reflection - **phản xạ (*reflection point* - điểm phản xạ)**
- corresponding - **tương ứng**
- path - **đường đi**
- source - **nguồn**
- angle - **góc (small angle - góc nhỏ)**
- degree - **độ (góc)**
- difference - **hiệu (*path difference* - hiệu đường đi).**

Làm quen với vật lý hiện đại

Tính đối xứng của các định luật vật lý

Richard Feynman

(Tiếp theo kỳ trước)

Còn một định luật đối xứng nữa mà tôi muốn nói qua; bản thân nó và lịch sử của nó rất lý thú. Nó liên quan tới vấn đề phản xạ gương trong không gian. Giả sử tôi làm một cái máy, một đồng hồ chẳng hạn, sau đó làm một cái khác, là ảnh qua gương của cái trước. Chúng giống nhau như sự giống nhau của hai chiếc găng tay, phải và trái; một lò xo trong đồng hồ này quấn theo một chiều xác định, còn trong đồng hồ kia thì quấn theo chiều ngược lại, v.v... Tôi lên giây cả hai, quay kim cho cả hai đồng hồ chỉ đúng một giờ như nhau, và để cho chạy. Câu hỏi đặt ra là: liệu chúng có luôn luôn chỉ cùng một giờ hay không? Mọi cơ chế trong cái này có được lặp lại đúng như vậy, trong cái kia, như qua gương không? Tôi không biết bạn cho câu trả lời nào là đúng. Có lẽ đa số cho là: có. Dĩ nhiên, ở đây chúng ta không có ý muốn nói về mặt địa lý. Địa lý cho phép chúng ta phân biệt đâu là bên phải, đâu là bên trái. Chẳng hạn, chúng ta có thể nói: nếu tôi đứng ở Florida và quay mặt về phía New York, thì đại dương ở về bên phải. Điều đó giúp chúng ta phân biệt phải và trái, và nếu đồng hồ của chúng ta sử dụng nước biển thì hình ảnh qua gương của nó sẽ không chạy, bởi vì bộ phận tương ứng của máy không nằm trong nước. Bấy giờ đối với đồng hồ thứ hai,

bạn sẽ phải thay đổi cả địa lý của Quả Đất: Bạn hãy nhớ, tất cả đều phải phản chiếu qua gương. Bây giờ, chúng ta cũng không quan tâm tới lịch sử. Nếu bạn tới nhà máy xin đính vít, thì chắc là chỉ có vít thuận, và bạn có thể khẳng định rằng đồng hồ thứ hai sẽ không chạy đúng như thế, bởi vì rất khó tìm được vít trái cho nó. Nhưng điều đó chỉ liên quan tới đặc điểm của các mặt hàng mà kỹ nghệ của chúng ta đã quen sản xuất. Dù thế này hay thế khác, thì cầm chắc giả thiết đầu tiên của chúng ta sẽ là: phản xạ qua gương sẽ không thay đổi cái gì cả. Thật vậy, các định luật hấp dẫn có đặc điểm làm cho hoạt động của đồng hồ, mà nguyên tắc dựa trên các định luật ấy, không thay đổi gì hết. Các định luật điện và từ cũng có đặc điểm như vậy; và nếu trong đồng hồ của chúng ta có liên quan đến các hiện tượng điện hoặc từ, có dây dẫn, có dòng điện v.v... thì đồng hồ thứ hai sẽ chạy đúng, khớp hoàn toàn với đồng hồ thứ nhất. Cũng sẽ không có gì thay đổi, nếu đồng hồ của chúng ta chạy nhờ các phản ứng hạt nhân thông thường. Nhưng có những hiện tượng mà sự khác nhau này thực sự có ảnh hưởng, và tôi xin chuyển ngay qua vấn đề đó.

Có thể, bạn cũng đã nghe rằng, người ta đo độ đậm đặc của đường trong nước bằng cách cho ánh sáng phân cực đi qua nước. Đây, chúng ta hãy lấy một kính phân cực, chỉ để ánh sáng phân cực xác định nào đó truyền qua, và cho một chùm tia sáng đi qua nó và đi qua nước đường. Nếu cho tia sáng, từ trong nước đi ra, đi qua một kính phân cực khác, chúng ta sẽ thấy rằng để có thể nhìn được tia sáng lộ ra, lớp nước ánh sáng đi qua càng dày thì càng phải quay kính phân cực thứ hai sang bên phải. Bây giờ, nếu bạn thử cho ánh sáng đi qua chính dung dịch đó, nhưng theo chiều ngược lại, thì lúc ấy bạn cũng phải quay kính phân cực, ở lối ánh sáng đi ra, sang bên phải. Như vậy chúng ta có sự khác nhau giữa phải và trái. Nước đường và chùm tia sáng có thể dùng trong đồng hồ. Giả sử chúng ta có bình nước đường và cho tia sáng đi qua, còn kính phân cực thứ hai quay thế nào, để toàn bộ ánh sáng lộ được ra ngoài. Sau đó giả sử chúng ta lắp lại hình ảnh qua gương của toàn bộ thiết bị trong đồng hồ thứ hai, với hi vọng rằng mặt phẳng phân cực của ánh sáng sẽ quay sang trái. Kết quả hoàn toàn không như mong muốn. Cũng giống như trong đồng hồ thứ nhất, ánh sáng quay sang phải, và kính phân cực thứ hai sẽ không để nó lọt qua. Vậy là, dùng dung dịch đường, chúng ta có thể thấy được sự khác nhau giữa hai đồng hồ của chúng ta.

Đó là một sự kiện lý thú và thoát nhìn hình như các định luật vật lý không mang tính đối xứng với phép phản xạ qua gương. Nhưng đường mà chúng ta dùng trong các thí nghiệm trên chắc có lẽ lấy từ trong củ cải đường ra. Các phân tử đường cũng tương đối đơn giản, và có thể điều chế trong phòng thí nghiệm từ khí cacbonic và nước, sau nhiều phép chuyển trung gian. Và nếu bạn làm thí nghiệm với đường nhân tạo - mà về mặt hoá học nó không khác đường thường tí nào - thì lúc ấy đường như, tính phân cực của ánh sáng, nói chung, không thay đổi. Các vi khuẩn ăn đường; nếu cho vi khuẩn vào dung dịch nước đường nhân tạo, thì hình như chúng chỉ ăn nửa số đường mà thôi, và sau khi chúng ăn hết, mặt phẳng phân cực của ánh sáng đi qua nước đường còn lại sẽ quay về *bên trái*. Điều đó có thể giải thích như sau: Đường chính là một phân tử phức tạp, là một tập hợp nào đó của nhiều nguyên tử, kết lại thành cấu trúc phức tạp. Nếu lấy cấu trúc là hình ảnh qua gương của cấu trúc đầu, đồng thời giữ nguyên mọi khoảng cách giữa bất kỳ cặp nguyên tử nào và năng lượng của phân tử, thì trong tất cả những hiện tượng hoá học không liên quan tới các quá trình sống, hai cấu trúc ấy hoàn toàn không thể phân biệt được. Nhưng các sinh vật lại phân biệt được hai loại phân tử ấy. Các vi khuẩn chỉ ăn những phân tử thuộc loại này mà không ăn những phân tử thuộc loại kia. Đường lấy từ củ cải chỉ gồm những phân tử thuộc một loại - những phân tử thuận - và vì vậy, nó phân cực ánh sáng chỉ theo một hướng. Chỉ loại phân tử này là ăn được đối với vi khuẩn mà thôi. Nhưng khi chúng ta đã tổng hợp đường từ những chất mà bản thân chúng không phải là bất đối xứng, chúng chỉ là những khí đơn giản, thì chúng ta có được các phân tử thuộc cả hai loại, với số lượng bằng nhau. Bây giờ các vi khuẩn rơi vào một thứ đường như vậy, thì chúng chỉ ăn các phân tử thuộc một loại và không đụng chạm gì tới các phân tử thuộc loại kia. Đây là lý do vì sao nước đường còn lại lại làm ánh sáng phân cực theo một hướng khác thông thường. Như Pasteur đã nêu rõ, hai loại đường ấy có thể phân biệt được khi nhìn các tinh thể của chúng qua kính hiển vi. Chúng ta có thể chứng minh một cách hoàn toàn chính xác rằng, vấn đề

quả thật là như vậy, và khi cần chúng ta có thể phân biệt được hai loại đường, mà không cần nhờ tới sự giúp đỡ của vi khuẩn. Nhưng điều rất lý thú là các vi khuẩn cũng *làm được điều đó*. Như vậy, phải chăng là các quá trình sống không tuân theo các định luật vật lý thông thường? Hình như, không phải thế. Hình như trong các cơ thể sống có rất, rất nhiều phân tử phức tạp và tất cả các phân tử đó đều có một hướng xác định. Một trong các phân tử điển hình nhất của cơ thể sống là các phân tử anbumin. Những phân tử ấy xoắn lại như một cái lò xo, và xoắn về bên phải. Trong chừng mực chúng ta biết được hiện nay, nếu bằng phương pháp hoá học, chúng ta có thể tổng hợp được đúng những phân tử như thế, nhưng xoắn về bên trái chứ không về bên phải, thì các phân tử đó không thể thực hiện các chức năng sinh học của mình, bởi vì, khi tiếp xúc với những phân tử anbumin khác, chúng sẽ không thể tương tác như bình thường. Cái xoắn trái sẽ đi với cái xoắn trái, nhưng không thể đi với cái xoắn phải. Đó là lý do, vì sao các vi khuẩn với phân tử xoắn phải, trong bản chất hoá học của nó, lại có thể phân biệt đường “thuận” với đường “nghịch”.

Như vậy là thế nào? Vật lý và hoá học không thể phân biệt được các phân tử đó và chỉ có thể tổng hợp được các phân tử thuộc cả hai loại, còn sinh học thì có thể phân biệt được. Có thể nghĩ cách giải thích là: thời xưa, thời xưa, khi sự sống mới chỉ bắt đầu, ngẫu nhiên hình thành một phân tử, sau đó nó tự sinh sôi và nhiều dần lên... và cứ thế, rất, rất nhiều năm trôi qua, cho tới khi xuất hiện những cục thịt kì dị, với những nhánh rẽ mọc ở hai đầu, chúng có thể đứng dậy và nói gì với nhau rất nhanh và không bao giờ dứt... Đấy, tất cả chúng ta chỉ là con cháu của các phân tử sơ khai đó và một điều hoàn toàn ngẫu nhiên là ở các phân tử ban đầu ấy có sự định hướng này, chứ không phải định hướng khác. Các phân tử ấy có thể thuộc loại này, hoặc loại kia, định hướng về bên trái, hoặc về bên phải, và sau đó chúng tự sinh sôi nhiều lên và ngày càng trở nên phức tạp. Nói riêng, việc sản xuất các đỉnh vít trong kỹ nghệ cũng xảy ra giống như vậy. Dùng các vít thuận bạn cũng lại làm ra những đỉnh vít cũng thuận v.v... Sự kiện - tất cả các phân tử của những cơ thể sống đều có một hướng xoắn như nhau - có lẽ chứng minh một cách vô cùng sâu sắc rằng, mọi cái gì sống trên Quả Đất đều từ một tổ tiên ở trạng thái phân tử sinh ra.

Để dễ phân tích hơn vấn đề các định luật vật lý có đối xứng hay không đối với phép biến đổi phải sang trái, và trái sang phải chúng ta có thể trình bày như sau. Giả sử chúng ta đang nói chuyện qua điện thoại với một thổ dân nào đó trên Hoả tinh hoặc trên sao Arthur và chúng ta muốn kể cho họ tất cả những gì dưới Quả Đất. Trước hết làm sao giải thích cho họ ý nghĩa của các từ? Vấn đề này được giáo sư Morrison ở trường đại học Cornell nghiên cứu kỹ lưỡng. Ông đề nghị phương pháp như sau: bắt đầu nói với họ tic, một; tic, tic, hai; tic, tic, tic, ba...v.v... Ông bạn của chúng ta sẽ nhận biết các số rất nhanh. Khi họ đã hiểu hệ thống đếm của chúng ta, bạn có thể ghi cho họ cả một dãy số, tương đương với các khối lượng, với các khối lượng tỷ đối của các nguyên tử khác nhau, rồi sau đó đọc “hiđrô 1,008”, sau đó đơteri, sau đó hêli v.v... Suy nghĩ một thời gian về các số đã nhận được, ông bạn của chúng ta sẽ đoán được rằng, chúng trùng với các tỷ số khối lượng của các nguyên tố mà họ đã biết, và do đó chữ đi bên cạnh phải là tên gọi của nguyên tố tương ứng. Như vậy dần dần chúng ta có thể xây dựng được một ngôn ngữ chung. Nhưng bây giờ có những vấn đề nảy ra. Hãy hình dung rằng bạn hoàn toàn chưa quen với ông bạn mới, và một ngày đẹp trời nào đó, bạn nghe: “à, mà anh có biết, anh đáng yêu một cách lạ lùng. Tôi muốn biết mặt mũi anh như thế nào” Bạn bắt đầu tả: “Tôi cao khoảng một mét tám mươi centimét”. “Một mét tám mươi centimét? Thế mét là gì?” - Ông bạn hỏi lại. “Điều ấy rất đơn giản: một trăm tám mươi centimét - đó là mười tám tỷ lần lớn hơn kích thước của nguyên tử hiđrô” - bạn trả lời. Và đó không phải trò đùa - mà là một trong các phương pháp giải thích thế nào là 1,80 m cho ai không dùng đơn vị dài như bạn, trong điều kiện mà bạn không thể gửi cho họ một mẫu bất kì nào và cũng không có một vật bất kỳ nào mà cả bạn và họ đều nhìn thấy. Vậy là chúng ta có thể báo được cho ông bạn biết kích thước của mình. Điều đó có thể làm được là vì các định luật vật lý biến đổi khi biến đổi kích thước, và do đó, chúng ta có thể dùng tính chất ấy để xác định xem mỗi người chúng ta sử dụng kích thước thế nào. Thế là chúng ta tả được về mình: chiều cao 1,80 m, bề

ngoài đối xứng, giới nội v.v... Ông bạn ở Hoà tinh lại nói: “Tất cả những điều đó rất là lý thú, nhưng bên trong anh cấu tạo thế nào?” Bấy giờ chúng ta nói với họ về quả tim và tất cả những cái khác, và bảo: “Quả tim nằm bên trái”. Lại phải làm tất cả để giải thích cho ông bạn biết thế nào là bên phải, thế nào là bên trái. “Nào - bạn nói - ta hãy lấy cây củ cải đường, làm ra đường, hoà nó trong nước và sẽ nhận thấy...”, song củ cải đường không mọc trên Hoà tinh. Và ngoài ra, chúng ta cũng không thể nào biết được, trên Hoà tinh trong thời kỳ sơ khai của quá trình phát triển sự sống, có ngẫu nhiên dẫn tới (kể cả nếu nó dẫn tới sự xuất hiện các anbumin, giống như anbumin của chúng ta) việc hình thành tính định hướng ngược lại, hay không. Vì vậy, chúng ta không biết giải thích điều đó làm sao với họ. Suy nghĩ kỹ về đề tài ấy, bạn sẽ hiểu và thấy, điều đó nói chung là không thể được.

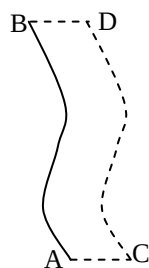
Nhưng khoảng năm năm về trước, người ta đã làm một thí nghiệm mà kết quả là một điều bí ẩn vô cùng. Tôi sẽ không dừng lại chi tiết ở đây, nhưng hình như chúng ta gặp những khó khăn mỗi ngày một rắc rối và lâm vào một nghịch cảnh mỗi ngày một phức tạp, cho tới lúc, cuối cùng hai nhà vật lý người Mỹ gốc Trung quốc Lý và Dương tuyên bố rằng, nguyên lý đối xứng phải và trái - theo đó, tự nhiên không thay đổi khi chiếu qua gương - là không đúng, và bây giờ nó cho phép giải quyết hàng loạt những điều bí mật. Lý và Dương đã đề nghị một số những thí nghiệm chứng minh trực tiếp hơn, và tôi xin kể vắn tắt về thí nghiệm trực tiếp nhất.

Ta hãy lấy hiện tượng phân rã phóng xạ trong đó có phóng ra electron và neutrino, chẳng hạn như hiện tượng phân rã neutron thành proton, electron và phản-neutrino. Còn có nhiều phản ứng phân rã phóng xạ khác nữa trong đó hạt nhân phóng ra một electron và điện tích của nó tăng lên một đơn vị. Nhưng ở đây điều rất lý thú là: nếu đo sự quay của electron - các electron được phóng ra, đều quay quanh trục riêng của chúng - thì thấy tất cả chúng đều quay từ phải sang trái (nếu nhìn chúng ở phía sau; nghĩa là khi chúng được phóng ra theo hướng nam, thì nó quay như Quả Đất). Các electron phóng ra luôn luôn quay theo một chiều, hay như thường nói, chúng định hướng về bên trái, điều đó có một ý nghĩa xác định. Lúc phân rã sự việc xảy ra như là các electron được bắn ra từ nòng súng có tiện rãnh xoắn. Tiện rãnh nòng súng, có thể có hai cách. ở đây luôn luôn có hướng “đi ra ngoài” và anh luôn luôn đứng trước sự lựa chọn: tiện rãnh xoắn trong nòng thế nào để viên đạn đi ra, hoặc quay từ phải sang trái, hoặc quay từ trái sang phải. Thí nghiệm của chúng ta cho thấy các electron bị bắn ra từ một súng có nòng tiện xoắn từ phải sang trái. Vì thế dùng sự kiện ấy, chúng ta có thể gọi điện thoại cho ông bạn ở sao Hoà và bảo: “Này nghe đây, anh hãy lấy chất phóng xạ, neutron chẳng hạn, và quan sát các electron được phóng ra trong phân rã β . Nếu electron bắn đứng thẳng từ dưới lên, thì hướng quay của nó nhìn từ phía sau lại, là hướng sang bên trái. Như vậy anh sẽ biết ở đâu là bên trái. Chính về phía đó có quả tim đấy”. Thế là có thể phân biệt được bên phải và bên trái, và điều đó có nghĩa là định luật về tính đối xứng của thế giới qua gương đã sụp đổ.

Sau đây tôi muốn nói một chút về mối quan hệ giữa các định luật đối xứng và định luật bảo toàn. Trong bài giảng trước, chúng ta đã trình bày về các định luật bảo toàn - bảo toàn năng lượng, xung lượng, v.v... Điều lý thú đặc biệt là giữa các định luật bảo toàn và các định luật đối xứng, có một mối liên hệ sâu xa. Với trình độ hiểu biết của chúng ta ngày nay, chỉ có cơ học lượng tử là có thể giải thích được mối liên hệ ấy. Mặc dù thế, tôi cũng xin trình bày một biểu hiện của mối liên hệ đó.

Chúng ta hãy cho rằng, các định luật vật lý có thể phát biểu dựa trên cơ sở nguyên lý cực tiểu. Bấy giờ có thể chứng minh rằng, đi từ bất kỳ định luật nào thừa nhận sự chuyển dời của thiết bị thí nghiệm, nghĩa là thừa nhận sự dịch chuyển không gian, ta có thể rút ra định luật bảo toàn động (xung) lượng. Giữa các định luật đối xứng và các định luật bảo toàn có mối liên hệ sâu xa, nhưng mối liên hệ ấy dựa trên nguyên lý cực tiểu. Chúng ta biết rằng, có thể phát biểu các định luật vật lý dựa trên điều khẳng định: hạt chuyển dời từ một vị trí này đến một vị trí khác trong một khoảng thời gian nhất định, bằng cách “đánh hơi” các con đường khác nhau. Có một đại lượng xác định

gọi là - có lẽ, chưa đạt lắm - tác dụng. Tính toán tác dụng đối với các đường dịch chuyển khác nhau, chúng ta sẽ thấy tác dụng đối với con đường dịch chuyển thực là bé hơn tất cả. Vì vậy, trong phương pháp mới để phát biểu các định luật tự nhiên, chúng ta khẳng định rằng, đối với con đường đi thực, tác dụng tính theo một công thức toán học xác định sẽ luôn luôn bé hơn tác dụng đối với mọi con đường đi khác. Nhưng đáng lẽ nói về cực tiểu của cái đấy, ta có thể nói rằng nếu đường đi có thay đổi chút ít, thì lúc đó hầu như ngay từ đầu sẽ không có gì thay đổi cả. Hãy hình dung bạn đang đi chơi trên các ngọn đồi (dĩ nhiên là chúng phải liên tục trơn tru, bởi vì tất cả các biểu thức toán học ta muốn nói tới đều liên tục) và đi tới một chỗ thấp hơn cả. Bấy giờ, nếu bạn bước một bước nhỏ sang bên cạnh thì độ cao của chỗ bạn đứng hầu như không thay đổi. Nếu bạn ở điểm thấp nhất hay điểm cao nhất, thì một bước sẽ không quan hệ gì; trong phép gần đúng bậc nhất, nó không ảnh hưởng gì tới độ cao của bạn so với mặt biển. Nhưng nếu là ở sườn núi dốc ngược, thì không phải như thế, mỗi một bước đi sẽ làm bạn lên cao hoặc xuống thấp rõ rệt, tùy theo bạn đi vào hướng nào. Giờ, có lẽ bạn đã hiểu, vì sao một bước ra khỏi điểm thấp nhất thì không quan hệ gì. Nếu không phải thế, thì một bước theo một hướng khác sẽ có nghĩa là bạn sẽ đi xuống. Nhưng vì trước đó bạn ở tại điểm thấp nhất, mà đã ở điểm thấp nhất thì không thể đi xuống nữa, nên để làm phép gần đúng bậc nhất có thể xem rằng di chuyển một bước sẽ không có ảnh hưởng gì. Vì thế chúng ta biết rằng, nếu đường đi thay đổi chút ít thì trong phép gần đúng bậc nhất, tác dụng sẽ không đổi. Chúng ta hãy vẽ một đường đi nào đó, nối hai điểm A và B (hình dưới) và một đường khả dĩ khác có dạng như sau. Đầu tiên chúng ta nhảy ngay tới một điểm lân cận C, sau đó chuyển động theo đường đi có dạng đúng như trước, đến một điểm D khác cách B một khoảng đúng bằng C cách A (vì dạng hai đường đi giống hệt nhau). Nhưng như chúng ta đã chứng minh, các định luật vật lý có tính chất thế nào đó để cho trị tổng quát của tác dụng khi chuyển động theo đường ACDB, trong phép gần đúng bậc nhất, trùng với tác dụng khi chuyển động theo đường AB ban đầu - theo đúng nguyên lý cực tiểu nếu như AB là đường đi thực. Nhưng không phải chỉ có thế mà thôi. Tác dụng khi đi theo con đường ban đầu từ A tới B phải trùng với tác dụng khi đi từ C đến D, nếu như thế giới không thay đổi trong phép dịch chuyển không gian: hai con đường ấy chỉ khác nhau bởi một phép dịch chuyển không gian. Vì thế, nếu nguyên lý đối xứng đối với phép dịch chuyển không gian mà đúng, thì tác dụng khi đi theo con đường từ A tới B sẽ hoàn toàn như khi đi theo con đường từ C tới D. Song đối với chuyển động thực, tác dụng khi đi theo quỹ đạo phức tạp ACDB hầu như hoàn toàn trùng với tác dụng theo quỹ đạo AB, và do đó, trùng với tác dụng theo một bộ phận của nó từ C tới D.



Nhưng tác dụng đối với con đường đi phức tạp là tổng của ba phần : tác dụng khi đi từ A đến C, từ C đến D và từ D đến B. Vì vậy ta thấy tổng tác dụng khi đi từ A đến C và từ D đến B bằng hiệu hai đại lượng bằng nhau nên phải bằng không. Nhưng khi chuyển động trên đoạn này (AC) thì chúng ta đi theo một hướng, còn khi chuyển động trên đoạn kia (DB) ta lại đi theo một hướng khác. Nếu bây giờ, ta lấy tác dụng khi đi từ A đến C và coi nó như hiệu ứng chuyển động theo một hướng, còn coi tác dụng khi đi từ D đến B như tác dụng khi đi từ B đến D nhưng với dấu ngược lại - do chuyển động theo hướng ngược với trước - thì chúng ta sẽ thấy rằng muốn đẳng

thức được thoả mãn, tác dụng khi đi từ A đến C phải trùng với tác dụng khi đi từ B tới D. Nhưng đại lượng này - vốn là biến thiên của tác dụng khi bước một bước nhỏ về bên phải - lại như nhau ở điểm đầu (từ A đến C) và ở điểm cuối (từ B đến D). Như vậy nghĩa là nếu như nguyên lý cực tiểu và nguyên lý đối xứng trong phép dịch chuyển không gian là đúng thì chúng ta có một đại lượng không đổi theo thời gian. Đại lượng không đổi theo thời gian ấy (tức là độ biến thiên của tác dụng khi bước một bước nhỏ về hướng này hay về hướng khác) lại đúng bằng động lượng mà ta đã nói tới trong bài giảng trước. Đó là mối liên hệ giữa các định luật đối xứng và các định luật tuân theo nguyên lý tác dụng tối thiểu. Mà chúng tuân theo nguyên lý này là bởi vì chúng xuất phát từ các định luật của cơ học lượng tử. Chính vì vậy mà tôi đã nói, tính cho đến cùng, mối liên hệ giữa các định luật đối xứng và các định luật bảo toàn sẽ tìm thấy được sự giải thích trong các định luật của cơ học lượng tử.

Cũng lập luận đúng như vậy đối với trường hợp dịch chuyển thời gian, chúng ta sẽ rút ra được định luật bảo toàn năng lượng. Điều khẳng định rằng phép quay trong không gian làm thay đổi các định luật vật lý, sẽ dẫn tới định luật bảo toàn mômen động lượng. Còn phép đối xứng qua gương thì không tìm thấy hình ảnh của nó trong vật lý cổ điển. Các nhà vật lý gọi tính chất này là tính chất chẵn lẻ, và định luật bảo toàn tương ứng là định luật bảo toàn tính chẵn lẻ bởi vì có thể bạn đã đọc thấy trong báo chí rằng định luật ấy không đúng. Nếu người ta viết là: đã thấy rằng nguyên lý về tính không phân biệt được giữa bên phải và bên trái là không đúng, thì bấy giờ sẽ dễ hiểu hơn nhiều.

Một khi trình bày về các định luật đối xứng, tôi muốn nói thêm rằng chúng ta đã nêu lên một số vấn đề mới. Chẳng hạn mỗi một hạt cơ bản đều có phản-hạt tương ứng: phản-hạt của êlectrôn là pôsitron, của prôtôn là phản-prôtôn. Về nguyên tắc, chúng ta có thể tạo nên cái gọi là phản-vật chất, trong đó mỗi nguyên tử sẽ gồm những phản-hạt tương ứng. Thí dụ như nguyên tử hiđrô thông thường gồm một prôtôn và một êlectrôn. Nếu lấy một phản-prôtôn mà điện tích là âm, và một pôsitron và hợp chúng lại, thì chúng ta sẽ có nguyên tử của một loại hiđrô đặc biệt gọi là một nguyên tử phản-hiđrô; hơn nữa, người ta đã chứng minh rằng, về nguyên tắc, nguyên tử ấy không kém tí nào so với nguyên tử hiđrô thường, và như vậy có thể tạo ra phản vật chất có một dạng khác hẳn. Bấy giờ có thể hỏi rằng: phản-vật chất ấy có hoàn toàn như vật chất của chúng ta không? Và trong chừng mực chúng ta biết, câu trả lời phải là: có. Một trong những định luật đối xứng nói lên rằng: nếu chúng ta làm một cỗ máy với phản-vật chất thì nó sẽ hoạt động hoàn toàn như một cái máy làm bằng vật chất thường. Và nếu đặt hai máy vào một chỗ thì sự thật là chúng sẽ tự huỷ nhau và chỉ có những bức xạ bắn ra mà thôi.

Trước kia, người ta cho rằng vật chất và phản vật chất cùng tuân theo những định luật như nhau. Bấy giờ, khi chúng ta biết rằng không tồn tại tính đối xứng giữa bên phải và bên trái, thì một vấn đề quan trọng đặt ra. Nếu xét sự phân rã của phản-notrôn thành phản-prôtôn, phản êlectrôn (nói khác đi là pôsitron) và notrinô bị bắn ra sẽ quay về bên trái hay quay theo hướng khác? Chỉ mới gần đây thôi, chúng ta cho rằng sự kiện xảy ra ngược lại: các pôsitron (phản vật chất) khi bắn ra sẽ quay từ phải sang trái. Trong trường hợp ấy, quả thật chúng ta sẽ không làm sao có thể giải thích cho ông bạn ở Hoả tinh biết đâu là bên phải, đâu là bên trái. Thật vậy, nếu bỗng nhiên phát hiện ra là ông bạn lại do phản-vật chất cấu tạo nên, thì khi làm thí nghiệm mà chúng ta đã gợi ý, họ sẽ quan sát được không phải electron mà là pôsitron, nhưng pôsitron lại quay về hướng ngược lại và lúc bấy giờ họ sẽ nghĩ rằng quả tim sẽ ở bên kia chứ không phải bên này. Giả sử bạn gọi điện cho ông bạn ở Hoả tinh và giải thích cho họ cách tạo ra một con người. Và họ đã làm ra được một con người với đầy đủ trí thông minh cần thiết. Sau đó bạn chỉ cho con người đó biết cách thức chúng ta ứng xử với nhau. Cuối cùng, bạn bảo cho anh ta cách thức chế tạo ra một con tàu vũ trụ tốt, và bạn lên đường gặp gỡ con người nhân tạo ấy. Bạn đến trước mặt anh ta và đưa tay ra bắt. Để đáp lại, anh ta cũng đưa tay phải ra thì thật tuyệt, nhưng nếu anh ta đưa tay trái ra thì bạn hãy coi chừng: bạn và anh ta sẽ huỷ lẫn nhau đấy!

Tôi còn muốn nói thêm với bạn một vài tính đối xứng nữa, song trình bày về chúng quả thật là rất khó. Ngoài ra trong tự nhiên có những hiện tượng vô cùng lý thú, liên quan đến cái mà người ta gọi là tính đối xứng yếu. Chẳng hạn, ta chỉ có thể phân biệt bên phải và bên trái trong một hiệu ứng rất yếu là phân rã β mà thôi, điều đó lẽ nào lại không lý thú? Điều này có nghĩa là trong tự nhiên, đối với 99,99% hiện tượng, bên phải hay bên trái cũng thế thôi - nhưng bỗng nhiên có một hiện tượng rất bé bồng lại vượt ra thành một ngoại lệ đặc biệt. Cho tới nay, chưa có một ai có thể hình dung được đòi chút cách giải thích điều bí ẩn đó.