

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

(Lớp 7, chương trình mới)

TNCS1/7. Trường hợp nào sau đây không vận dụng định luật truyền thẳng ánh sáng:

- A. Người thợ săn thường “ngắm” trước khi bắn súng
- B. Người thợ mộc thường nheo mắt “ngắm” thanh gỗ xem sau khi bào đã thẳng chưa.
- C. Người thợ nề thường dùng dây dọi để xây cho tường thẳng đứng.
- D. Khi tập hợp, lớp trưởng thường nhìn theo vai các bạn để chỉnh hàng cho thẳng.

TNCS2/7. Trong các phòng mổ ở bệnh viện, người ta thường dùng một hệ thống chiếu sáng gồm nhiều đèn. Theo em, mục đích chính của cách bố trí đèn này là gì ?

- A. Dùng nhiều đèn để thu được ánh sáng mạnh hơn khi dùng một đèn.
- B. Dùng nhiều đèn và bố trí hợp lý sẽ tránh được hiện tượng xuất hiện bóng đen che khuất khi mổ.
- C. Dùng nhiều đèn, để khi một đèn bị cháy sẽ không ảnh hưởng đến ca mổ.
- D. Cả ba lý do trên.

TNCS3/7. Chiếu một tia sáng tới gương phẳng. Biết góc tới là $i = 60^\circ$, góc hợp bởi tia phản xạ và mặt phẳng gương là:

- A. 60°
- B. 30°
- C. 120°
- D. 150°

Chọn kết quả đúng.

TNCS4/7. Chiếu một tia tới gương phẳng với góc tới $i = 60^\circ$ Muốn tia phản xạ và tia tới vuông góc với nhau thì phải thay đổi góc tới của tia tới trên:

- A. Tăng 30°
- B. Tăng 15°
- C. Giảm 15°
- D. Giảm 30°

Chọn kết quả đúng.

TNCS5/7. Tia sáng mặt trời hợp với phương nằm ngang một góc 30° . Muốn hướng tia sáng này chiếu vào đáy giếng sâu theo phương thẳng đứng thì phải đặt gương phẳng chệch với tia sáng mặt trời một góc:

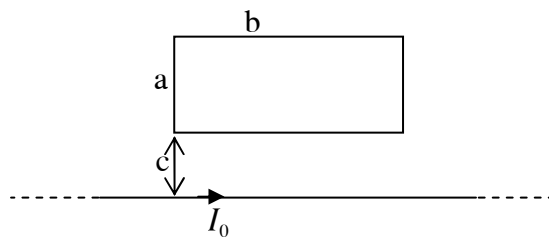
- A. 60°
- B. 30°
- C. 20°
- D. 10°

Chọn kết quả đúng.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/7. Một vòng dây dẫn hình chữ nhật có các cạnh a và b, đặt cách dòng điện thẳng dài vô hạn I_0 đoạn bằng c (hình vẽ). Điện trở của vòng dây bằng R. Cho I_0 giảm đến bằng 0 trong

thời gian t_0 : $I(t) = I_0 \left[\frac{t_0 - t}{t_0} \right]$, $0 < t < t_0$.

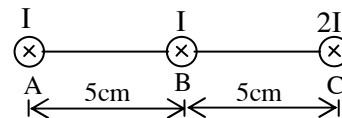


Điện tích chạy qua một thiết diện thẳng của vòng dây bằng:

- A) $\mu_0 I_0 t_0$;
- B) $\mu_0 I_0 \frac{ab}{c^2} t_0$;
- C) $\frac{\mu_0 b I_0}{2\pi R} \ln\left(\frac{a+c}{c}\right)$;
- D) $\frac{\mu_0 I_0 t_0}{R} \left(\frac{ab}{c^2}\right)$.

TN2/7. Có ba dòng điện thẳng dài vô hạn A, B và C như hình vẽ. Vị trí của điểm nằm trên đoạn thẳng AC mà tại đó cảm ứng từ bằng không là:

- A) Nằm giữa l_1 và l_2 và cách B đoạn 3,2 cm;
 B) Nằm giữa l_2 và l_3 và cách B đoạn 3,2 cm
 C) Nằm giữa l_1 và l_2 và cách B đoạn 1,3 cm
 D) Nằm giữa l_2 và l_3 và cách B đoạn 1,3 cm



TN3/7. Một thanh điện môi dài l mang điện tích q , phân bố đều. Một đầu thanh được giữ cố định và cho thanh quay đều với tần số f quanh trục vuông góc với thanh (đi qua đầu cố định). Mô men từ của cả thanh sẽ là:

- A) $\frac{1}{2} \pi q f l^2$; B) $\pi q f l^2$; C) $\frac{1}{12} \pi q f l^2$; D) $\frac{1}{3} \pi q f l^2$

TN4/7. Một ống tia X hoạt động ở 50 kV. Bước sóng ngắn nhất của các tia X được phát bằng:

- A) $2,484 \text{ \AA}$; B) $0,248 \text{ \AA}$; C) $0,00248 \text{ \AA}$; D) $24,84 \text{ \AA}$.

TN5/7. Khi nhiệt độ của một vật tăng từ t đến Δt thì mômen quán tính của nó tăng từ I đến ΔI . Hệ số giãn nở dài của vật là α . Tỉ số $\Delta I / I$ bằng:

- A) $\Delta t / t$; B) $2 \Delta t / t$; C) $\alpha \Delta t$; D) $2 \alpha \Delta t$.

ĐỀ RA KỶ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/7. Một xi lanh có tiết diện S được giữ thẳng đứng, đầu dưới nhúng trong chậu thuỷ ngân, đầu trên hở. Trong xi lanh có một pittông rất nhẹ, lúc đầu pittông nằm sát mặt thuỷ ngân trong chậu. Người ta thực hiện một công A để kéo từ từ pittông lên cao. Tính độ cao của pittông so với mặt thuỷ ngân. Cho áp suất khí quyển là p_0 , trọng lượng riêng của thuỷ ngân là d_0 . Bỏ qua ma sát

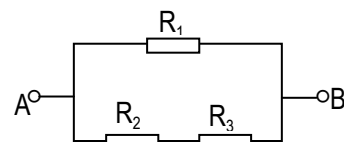
CS2/7. Một cốc nhôm có khối lượng không đáng kể chứa 200 gam nước đặt trong phòng có nhiệt độ $t_0 = 30^\circ \text{C}$. Thả vào cốc một cục nước đá có khối lượng 500 gam ở nhiệt độ $t_1 = -10^\circ \text{C}$. Vài phút sau, khi đá tan hết thì nước trong cốc có nhiệt độ là t_2 và mặt ngoài của cốc có 1,2 gam nước bám vào. Hãy giải thích nước đó ở đâu ra và tính nhiệt độ t_2 của nước trong cốc. Cho biết: nhiệt dung riêng của nước là $4,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{độ}$ và của nước đá là $2,1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{độ}$; nhiệt nóng chảy của nước đá là 330 kJ/kg ; để một kilôgam nước biến hoàn toàn thành hơi ở nhiệt độ phòng thì cần một nhiệt lượng 2430 kJ .

CS3/7. Cho một mạch điện như hình vẽ, biết $R_1 = 18\Omega$ và điện trở đoạn mạch AB là 9Ω . Nếu đổi chỗ R_1 cho R_2 thì điện trở của đoạn mạch AB bây giờ là 8Ω .

a) Tính R_2 và R_3 .

b) Biết R_1, R_2, R_3 chịu được hiệu điện thế lớn nhất lần lượt là $U_1 = 12\text{V}, U_2 = U_3 = 6\text{V}$. Tính hiệu điện thế và công suất lớn nhất mà bộ điện trở mắc như hình vẽ chịu được.

c) Mắc bộ điện trở nói trên nối tiếp với một bộ bóng đèn gồm các đèn giống nhau có ghi $3\text{V} - 1\text{W}$, tất cả được mắc vào mạch có $U = 18\text{V}$ không đổi. Tìm cách mắc bộ đèn với số bóng nhiều nhất mà các đèn vẫn sáng bình thường.



CS4/7. Hai gương phẳng quay mặt sáng vào nhau và hợp với nhau một góc 20° . Chiếu một tia sáng tới một trong hai gương theo phương song song với đường phân giác của góc hợp bởi hai gương. Xác định đường đi của tia sáng trên.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/7. Một viên gạch được ném từ mặt sàn nằm ngang với góc ném α . Biết rằng trong quá trình chuyển động bề mặt lớn của viên gạch luôn song song với sàn và khi va chạm với sàn viên gạch không nảy lên. Hệ số ma sát trượt giữa viên gạch và sàn là μ . Xác định góc α để viên gạch dừng lại cách điểm ném xa nhất.

Nguyễn Xuân Quang (Vĩnh Phúc)

TH2/7. Từ điểm A có hai vật nhỏ bắt đầu trượt không ma sát đến điểm B theo hai con đường khác nhau: vật 1 trượt theo đường thẳng với góc nghiêng α rất nhỏ; vật 2 trượt theo cung tròn mà tiếp tuyến tại B nằm trong mặt phẳng nằm ngang (xem hình vẽ). So sánh thời gian trượt từ A đến B của hai vật.

Nguyễn Thanh Nhân (Hà Nội)



TH3/7. Một con lắc lò xo gồm một quả cầu khối lượng m gắn với lò xo có độ cứng K được đặt trên mặt phẳng nằm ngang không ma sát. Quả cầu được nối với một sợi dây cao su nhẹ có hệ số đàn hồi K (xem hình vẽ). Ở vị trí cân bằng lò xo và sợi dây đều không biến dạng. Xác định chu kỳ dao động nhỏ của quả cầu quanh vị trí cân bằng. Bỏ qua mọi ma sát.



Nguyễn Nhật Minh (Hà Nội)

TH4/7. Trong mạch điện như hình vẽ, nguồn điện có điện trở không đáng kể, ba điện trở đều bằng R, tụ điện có điện dung C. Hãy tính nhiệt lượng toả ra trên điện trở R_2 sau khi đóng khoá K, biết điện lượng chạy qua nó là q.

Vũ Đình Túy (Bộ GD & ĐT)

GIÚP BẠN TỰ ÔN THI ĐẠI HỌC

Một trong những phương pháp tự ôn luyện có hiệu quả để chuẩn bị cho các kỳ thi đại học và thi tú tài là tự làm các đề tương tự như các đề thi. Ở đây cho phép bạn biết được những phần kiến thức bạn còn hổng cần phải bổ sung và đặc biệt giúp bạn rèn luyện cách trình bày lời giải trong thời gian quy định. Thế theo yêu cầu của đông đảo bạn đọc, bắt đầu từ số này VL&TT sẽ lần lượt đăng một số đề của các thầy giáo có kinh nghiệm về lĩnh vực này. Chúc các bạn thành công!

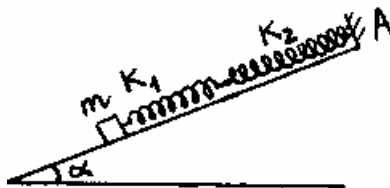
ĐỀ TỰ ÔN LUYỆN SỐ 1

(Thời gian làm bài: 180 phút)

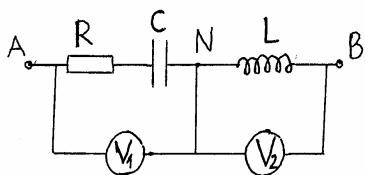
Câu 1. 1. Khảo sát sự biến thiên của động năng và thế năng của một vật dao động điều hoà theo thời gian. Chứng minh rằng các đại lượng đó cũng dao động điều hoà nhưng với tần số bằng hai lần tần số dao động của vật.
2. Cho con lắc lò xo như hình vẽ.

Biết $k_1 = 30(N/m)$; $k_2 = 60(N/m)$, $m = 0,2kg$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 10(m/s^2)$. Bỏ qua lực ma sát.

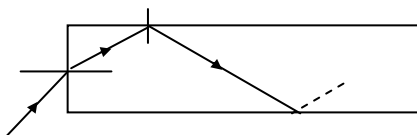
- a) Tính độ giãn Δl_1 và Δl_2 của hai lò xo khi m cân bằng.
b) Kéo m xuống dưới vị trí cân bằng 2cm và truyền cho một vận tốc ban đầu $v_0 = +20\sqrt{3}(cm/s)$. Lập phương trình dao động. Tính lực cực tiểu, cực đại tác dụng lên điểm A khi vật dao động.



- Câu 2.** 1. Nêu nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều ba pha và động cơ không đồng bộ ba pha.
2. Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B có biểu thức: $u = 100\sqrt{3}\sin(100\pi)(V)$. Số chỉ của các vôn kế V_1 và V_2 lần lượt là $U_1 = 100\sqrt{3}(V)$ và $U_2 = 50\sqrt{2}(V)$. Công suất tiêu thụ trong đoạn mạch là $P = 100\sqrt{2}(W)$.
a) Vẽ giản đồ vectơ; tính $\cos\varphi$, R, L C.
b) Viết biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch, của các hiệu điện thế u_{AN} và u_{NB} .



- Câu 3.** 1. Quan hệ giữa điện trường và từ trường biến thiên. Sóng điện từ khác với sóng cơ ở những điểm nào?
2. Một mạch thu sóng vô tuyến gồm một cuộn cảm có $L = 2\mu H$ và hai tụ điện có $C_1 > C_2$. Biết bước sóng vô tuyến thu được khi hai tụ mắc nối tiếp và song song lần lượt là $\lambda_1 = 1,2\sqrt{6}\pi(m)$ và $\lambda_2 = 6\pi(m)$. Tính C_1 và C_2 .
Câu 4. 1. Với những điều kiện nào thì xảy ra phản xạ toàn phần ánh sáng đơn sắc ở mặt phân cách của hai môi trường trong suốt.? Hiện tượng này có những ứng dụng gì quan trọng?
2. Một sợi cáp quang hình trụ làm bằng chất dẻo trong suốt. Mọi tia sáng đi xiên góc vào qua đáy đều bị phản xạ toàn phần ở thành và chỉ ló ra ở đáy thứ hai. Chứng minh chiết suất của chất dẻo thỏa mãn điều kiện $n > \sqrt{2}$.



Câu 5. 1. Định nghĩa độ hụt khối và năng lượng liên kết của hạt nhân nguyên tử. Nêu ý nghĩa của năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng.

2. Cho hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ với khối lượng $m = 4,0015(u)$. Cho biết khối lượng của proton và neutron lần lượt là $m_p = 1,0073(u)$ và $m_n = 1,0087(u)$.

a) Tính độ hụt khối Δm .

b) Tính năng lượng toả ra nếu 1kg He được tạo ra từ các hạt trên. Lấy $uc^2 = 931,5\text{MeV}$. Cho $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}(J)$.

Bùi Bằng Đoàn, ĐHQG Hà Nội

(Biên soạn và giới

thiệu)

GIẢI ĐÁP THẮC MẮC

(xem VL&TT số 5 tháng 1 năm 2004)

Lời giải trong cuốn sách tham khảo đó là sai. Người giải đã đưa ra lời nhận xét không đúng: “Do góc α không đổi trong khi các vật chuyển động nên xét theo phương ngang các vật có cùng vận tốc, gia tốc...”.

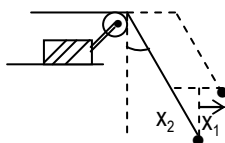
Ta có thể giải lại như sau:

$$\text{Theo định luật II Newton: } \begin{cases} T \sin \alpha = m \cdot a_{1x} & (1) \\ T - T \sin \alpha = M \cdot a_{2x} & (2) \end{cases}$$

Để tìm mối quan hệ a_{1x} với a_{2x} ta xét trong khoảng thời gian Δt nhỏ: vật M dịch chuyển 1 đoạn là x_2 , vật m dịch chuyển 1 đoạn là x_1 theo phương ngang.

Ta có: $x_1 = x_2 - x_2 \sin \alpha$

$$\Rightarrow v_{1x} = v_{2x} (1 - \sin \alpha)$$



$$a_{1x} = a_{2x} (1 - \sin \alpha) \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) suy ra:

$$m = M \cdot \frac{\sin \alpha}{(1 - \sin \alpha)^2}$$

Các bạn đã giải đáp đúng: Dương Trung Hiếu Lớp 11B -THPT Năng Khiếu Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Hoàng Thanh Hà 10 Lý, THPT chuyên **Hà Tĩnh**; Hoàng Anh Tuấn 10 Lý, THPT Năng Khiếu ĐHQG **Tp.Hồ Chí Minh**; Trần Văn Hoà 11 Lý THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Trịnh Hữu Phước 11A10, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

GIẢI ĐỀ KỶ TRƯỚC

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/4. Một canô xuất phát từ bến sông A có vận tốc đối với nước là 12km/h đuổi theo một xà lan có vận tốc đối với bờ là 10km/h xuất phát trước 2h từ bến sông B trên cùng một dòng sông. Canô và xà lan đều chạy xuôi dòng theo hướng AB. Khi chạy ngang qua B, canô thay đổi vận tốc để có vận tốc đối với bờ tăng lên gấp đôi và sau đó 3h đã đuổi kịp xà lan. Biết AB = 60km. Hãy xác định vận tốc của dòng nước.

Giải: Gọi vận tốc của ca nô là v_1 , vận tốc của xà lan và của nước đối với bờ là v_2 và v_3 . Khi đó vận tốc của ca nô đối với bờ là: $v_1 + v_3 = 12 + v_3$. Do đó thời gian ca nô đi từ A đến B là:

$$t = \frac{AB}{12 + v_3} = \frac{60}{12 + v_3}.$$

Khi ca nô đến B thì xà lan đến C với $BC = (t + 2)v_2$. Tới B ca nô có vận tốc đối với bờ là: $2(12 + v_3)$ và có vận tốc đối với xà lan là: $2(12 + v_3) - v_2 = 14 + 2v_3$. Theo đề bài, ta có:

$$BC = \left(\frac{60}{12 + v_3} + 2\right)10 = 3(14 + v_3)$$

$\Rightarrow 6v_3^2 + 94v_3 - 336 = 0$. Giải phương trình này ta được $v_3 = 3$ (loại nghiệm âm). Vậy vận tốc dòng nước là 3km/h.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Thị Thu Hiền, Đỗ Thị Hiền 8A, Đàm Đức Hạnh, Phạm Tuấn Vũ, Vũ Văn Hiếu, Nguyễn Thị Quyên, Đỗ Minh Hương, Đàm Nguyên Hoàn 8B, Nguyễn Văn Đoàn, Nguyễn Phương Hoa, Lê Kim Ngọc, Nguyễn Thị Thu Hương 8D, Nguyễn Văn Nam, Tạ Quang Hiệp, Nguyễn Mạnh Tuấn, Vũ Ngọc Duy, Nguyễn Thị Nhuần, Kim Thị Anh, Quách Hoài Nam 9B, Đại Mạnh Tùng 9D, Hoàng Văn Thao, Nguyễn Tiến Thà, Tạ Phi Khánh 9C, Nguyễn Văn Tuấn 9E, THCS Yên Lạc, Nguyễn Thị Huyền Trang, Phạm Thị Trung, Lê Thị Hạnh, Vũ Duy Lộc, Phạm Thị Vân Trang 9D, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**; Nguyễn Văn Ngọc 10 Lý, THPT Chuyên, Nguyễn Huy Hiệp 9A, THCS Hàn Thuyên, **Bắc Ninh**; Hồ Quang Sơn 9C, THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Hoàng Anh Đức, Nguyễn Thị Như Mai 10A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu **Nghệ An**; Hoàng Ngọc Chinh 9B, THCS Trần Mai Ninh, t.p. **Thanh Hoá**; Lê Sĩ Hạnh 9B, THCS Nghèn, Can Lộc, Nguyễn Văn Linh, Vương Quang Hùng 10Lý, THPTNK, Hồ Thị Thái 10A1, THPT Cao Thắng, Hương Sơn, **Hà Tĩnh**; Lương Kim Danh 9A4, THCS Trần Đăng Ninh, **Nam Định**; Hà Phương Thảo 9(13), THCS Lê Quý Đôn, Q. 3, Vũ Chí Kiên, THPTNK, ĐHQG t.p. **Hồ Chí Minh**; Đỗ Tuấn Minh 10Lý, THPT Amsterdam, **Hà Nội**; Ngô Đức Tuấn 10 Lý, THPT Chuyên Hạ Long, **Quảng Ninh**; Nguyễn Thanh Tú 11 Lý, THPT Chuyên **Tiền Giang**; Đinh Xuân Khuê 10Lý, THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**.

CS2/4. Trong một bình cách nhiệt đựng một hỗn hợp nước và nước đá ở 0^0C . Người ta cung cấp cho hỗn hợp một nhiệt lượng đủ để giữ cho nhiệt độ của nước không đổi và nước đá tan hết. Thí nghiệm cho thấy thể tích của hỗn hợp giảm đi 3 cm^3 . Biết khối lượng riêng của nước ở 0^0C là $D_n = 0,99\text{ g/cm}^3$, của nước đá ở 0^0C là $D_d = 0,92\text{ g/cm}^3$ và nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 334\text{ kJ/kg}$. Bỏ qua sự hấp thụ nhiệt của bình và sự trao đổi nhiệt với môi trường.

- Tính khối lượng của nước đá đã tan thành nước và nhiệt lượng đã cung cấp.
- Sau đó người ta đổ thêm vào bình một lượng nước ở nhiệt độ t_1 ($t_1 < 4^0C$) và ngừng cung cấp nhiệt cho bình. So sánh thể tích nước trong bình trước và sau khi có cân bằng nhiệt. Giả thiết rằng mỗi khi nhiệt độ tăng 1^0 (trong khoảng từ 0^0C đến 4^0C) thì thể tích nước giảm đi $\alpha\%$ so với thể tích của nó ở 0^0C .

Giải: a) Do thể tích nước đá giảm khi tan hết, thể tích hỗn hợp giảm, ta có:

$$\Delta V = \frac{m}{D_d} - \frac{m}{D_n} \rightarrow m = \frac{\Delta V D_d D_n}{D_n - D_d}$$

Thay các giá trị đã cho vào, ta được $m \approx 39\text{ g}$. Vậy lượng nước đá tan là 39g.

Lượng nhiệt đã cung cấp để làm tan nước đá: $Q = \lambda m = 334 \cdot 10^3 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 13026\text{ J}$

- Gọi m_1 là khối lượng nước rót thêm vào, m_2 là nước có sẵn trong bình, $t_0 = 0^0C$ và t là nhiệt độ khi cân bằng, ta có:

$$cm_1(t_1 - t) = cm_2(t - t_0) \rightarrow m_1(t_1 - t) = m_2(t - t_0) \quad (*)$$

Ở 0^0C , các khối nước có thể tích bằng: $V_{01} = \frac{m_1}{D_n}; V_{02} = \frac{m_2}{D_n}$. Ta lại biết rằng từ 0^0C đến 4^0C thì thể tích của nước giảm khi nhiệt độ tăng. Do vậy, trước khi rót vào bình, thể tích nước

rót thêm là: $V_1 = V_{01}(1 - \alpha t_1)$ và thể tích nước trong bình là: $V_2 = V_{02}(1 - \alpha t_0)$. Sau khi rót thêm và đã cân bằng nhiệt, thể tích của các khối nước tương ứng là: $V_1' = V_{01}(1 - \alpha t)$ và $V_2' = V_{02}(1 - \alpha t)$. Suy ra:

$$V_1' - V_1 = V_{01}\alpha(t_1 - t) = \frac{m_1\alpha}{D_n}(t_1 - t) \text{ và } V_2 - V_2' = V_{02}\alpha(t - t_0) = \frac{m_2\alpha}{D_n}(t - t_0).$$

Theo (*) thì vế phải của hai đẳng thức trên phải bằng nhau. Do đó:

$$V_1' - V_1 = V_2 - V_2' \rightarrow V_1' + V_2' = V_1 + V_2.$$

Như vậy thể tích của hỗn hợp nước không đổi sau khi cân bằng nhiệt.

Các bạn có lời giải đúng: Lưu Tiến Quyết 9C, THCS Yên Lạc, **Vĩnh Phúc**; Vương Quang Hùng 10Lý, THPTNK Hà Tĩnh.

CS3/4. Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là U không đổi. Cho $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ và $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r$.

- Cho cường độ dòng điện qua R_1 là $0,5A$, qua R_2 là $0,3A$, hiệu điện thế hai đầu r_1 là $4V$. Tính tổng hiệu điện thế của tất cả các điện trở r_1, r_2, r_3, r_4 .
- Cho mạch điện như trên, nhưng cho $R = r/2$ và thay r_4 bằng một điện trở X nào đó. Hãy tính X theo r để thoả mãn các hệ thức sau giữa các hiệu điện thế ở hai đầu các điện trở R : $U_{R_1} = kU_{R_2} = k^2U_{R_3} = k^3U_{R_4}$ với k là một hằng số nào đó. Tính k .

Giải: a) Ký hiệu hiệu điện thế (h.đ.t.) và cường độ dòng điện qua mỗi điện trở r_i là U_i và I_i .

$$r_1 = r = \frac{U_1}{I_{R_1} - I_{R_2}} = \frac{4}{0,5 - 0,3} = 20(\Omega)$$

$$\text{Mặt khác: } U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = r(I_1 + I_2 + I_3 + I_4)$$

$$= rI_{R_1} = 20 \cdot 0,5 = 10(V)$$

Tổng hiệu điện thế trên các điện trở r_i là 10 vôn.

c) Thay r_4 bằng điện trở X :

$$\text{Ta có: } I_3 = \frac{I_4(R_4 + X)}{r_3} = I_4 \cdot \frac{r + 2X}{2r}$$

$$I_{R_3} = I_3 + I_4 = I_4 \cdot \frac{3r + 2X}{2r}$$

Theo đề bài: $U_{R_3} = kU_{R_4} \rightarrow I_{R_3} = kI_{R_4} = kI_4$. Thay giá trị của I_{R_3} vào trên ta được

$$k = \frac{3r + 2X}{2r} \quad (1)$$

$$\text{Gọi điện trở của ô cuối cùng là } Y. \text{ Chứng minh tương tự như trên ta được } k = \frac{3r + 2Y}{2r} \quad (2)$$

$$\text{So sánh (1) và (2) ta suy ra } X = Y. \text{ Vậy: } X = \frac{(r/2 + X)r}{r/2 + X + r}$$

$$\rightarrow 2X^2 + rX - r^2 = 0$$

Giải phương trình trên, ta được: $X = r/2$ và $X = -r$ (loại). Thay giá trị của X vào (1), ta được $k = 2$.

Các bạn có lời giải đúng: Kim Thị Anh 9B, Vũ Duy Lộc, Nguyễn Thị Huyền Trang 9D, THCS Vĩnh Tường, Vĩnh Phúc; Hà Kim Dung 10 Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Đỗ Tuấn Minh 10 Lý, THPT Amsterdam, **Hà Nội**; Đinh Xuân Khuê 10Lý THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Nguyễn Thanh Tú 11Lý, THPT Chuyên **Tiền Giang**.

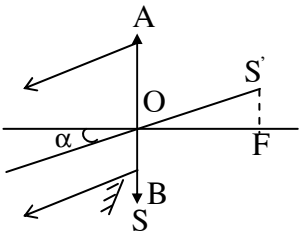
CS4/4. Một thấu kính hội tụ mỏng có dạng hình tròn đường kính $AB = 12\text{cm}$. Thấu kính có tiêu điểm F ở cách quang tâm O một khoảng bằng 12cm . Một nguồn sáng điểm S nằm trên phương AB và cách B 3cm . MN là màn chắn sáng (xem hình vẽ).

- a) Người ta muốn thu được một chùm sáng song song với trục chính bằng cách dùng thêm một gương phẳng. Hỏi phải đặt gương này ở đâu và đặt như thế nào?
- b) Giữ nguyên vị trí của gương, màn chắn và nguồn sáng, dịch chuyển thấu kính dọc theo phương AB xuống phía dưới 3cm . Hãy mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

Giải: a) Muốn chùm sáng ló ra song song với trục chính của thấu kính thì chùm sáng tới thấu kính phải xuất phát từ tiêu điểm F . Vậy ảnh S' của S qua gương phẳng cũng phải nằm ở F . Muốn thế gương phẳng phải đặt ở điểm giữa của đoạn SF và vuông góc với SF . Dễ dàng tính được $SF = 15\text{cm}$.

b) Giữ nguyên nguồn sáng, gương phẳng và màn chắn, dịch chuyển thấu kính theo chiều AB thì ảnh S' coi như di chuyển trên tiêu diện tại F của thấu kính. Vì thế chùm sáng ló ra khỏi thấu kính sẽ song song với trục phụ đi qua S' . Vậy chùm sáng ló ra quay một góc α so với trước.

Mặt khác, $\tan \alpha = \frac{S'F}{OF} = \frac{3}{12} \rightarrow \alpha \approx 14^\circ$.



Các bạn có lời giải đúng: Đào Việt Anh 8A, THCS Thị trấn Neo, Yên Dũng, Bắc Giang; Đinh Xuân Khuê 10 Lý, THPT Lương Văn Tuy, Ninh Bình.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

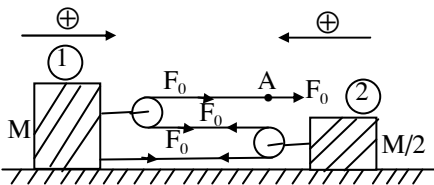
TH1/4. Cho cơ hệ gồm hai vật khối lượng là M và $M/2$ có gắn hai ròng rọc khối lượng không đáng kể. Hai vật liên kết với nhau qua sợi dây mảnh không giãn vắt qua hai ròng rọc. Biết rằng hệ chuyển động không ma sát trên mặt bàn nằm ngang dưới tác dụng của lực F_0 (xem hình vẽ) và coi các đoạn dây không tiếp xúc với ròng rọc đều nằm ngang. Tính gia tốc của đầu dây đặt lực F_0 .

Giải:

- Vì dây không giãn, ròng rọc và dây có khối lượng không đáng kể nên lực căng dây ở mọi thời điểm đều bằng F_0 . Chọn chiều dương là chiều chuyển động của mỗi vật.
- Theo định luật II Newton ta có:

Vật 1: $3F_0 = M \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{3F_0}{M}$

Vật 2: $2F_0 = \frac{M}{2} a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{4F_0}{M}$



- Giả sử sau thời gian Δt : Vật 1 dịch chuyển một đoạn S_1 , vật 2 dịch chuyển một đoạn S_2 .

Khi đó đầu dây A đã dịch chuyển được một đoạn là: $S_A = 3S_1 + 2S_2$

$$\Rightarrow a = 3a_1 + 2a_2 = \frac{9F_0}{M} + \frac{8F_0}{M} = \frac{17F_0}{M}$$

Vậy, gia tốc của đầu dây đặt lực F_0 là: $a = \frac{17F_0}{M}$.

Lời giải trên là của bạn Dương Trung Hiếu 11Lý, THPTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**. Các bạn khác có lời giải đúng: Trịnh Hữu Phước 10A10, Nguyễn Duy Long 10A3, Dương Tiến Vinh 11A3, Trịnh Đình Cung 12A3, Nguyễn Anh Việt 12A3, THPT Chuyên, **Vĩnh Phúc**; Nguyễn Duy Cường 11A3, Chu Đức Anh 10A3, Bạch Hưng Đoàn A3K31, Phan Thanh Huyền A3 K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Vũ Công Thành, Chu Thanh Bình 12 Lý, Trần Văn Hoà, Nguyễn Toàn Thắng, Trương Hữu Trung, Trần Trọng Tuấn 11Lý, Nguyễn Công Dường 10Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Huỳnh Minh Hoàng 12C THPT Phan Đình Phùng, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Văn Linh 10 Lý, Phạm Bá Vinh 11 Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Hoàng Huy Đạt, Trần Quốc Việt 11Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Nguyễn Tuấn Đạt 10A, Nguyễn Tiến Nghĩa 10B, Hoàng Văn Tuệ K18A, Phạm Việt Đức 11A, Khôi Chuyên Lý, ĐHQG, **Hà Nội**; Trần Quốc Chương, Vũ Chí Kiên 10Lý, Lê Quốc Khánh 11Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 11 Toán, THPTNK, ĐHQG **t.p Hồ Chí Minh**; Dương Thị Thanh Nhân 10Lý, THPT Chuyên Lương Thế Vinh, **Đồng Nai**.

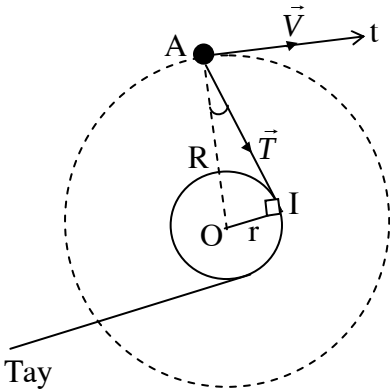
TH2/4. Một quả cầu nhỏ nối với một sợi dây mảnh có thể chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Sợi dây được quấn quanh một trụ thẳng đứng bán kính r . Truyền cho quả cầu vận tốc v_0 theo phương tiếp tuyến với đường tròn chấm chấm bán kính R như hình vẽ. Tay cầm đầu tự do của dây và kéo sao cho quả cầu luôn chuyển động trên đường tròn trên. Xác định sự phụ thuộc vận tốc của quả cầu theo thời gian. Bỏ qua ma sát giữa dây và hình trụ.
Giải:

Quả cầu A, khối lượng m chuyển động trên đường tròn (O,R) . Xét tại thời điểm t , quả cầu có vận tốc V , lực căng dây khi đó là T . Áp dụng định luật II Newton:

$$\vec{T} = m\vec{a} \quad (*)$$

Chiếu phương trình (*) lên phương hướng tâm AO và phương tiếp tuyến At ta được:

$$\begin{cases} T \cos \alpha = m \cdot a_{ht} = m \cdot \frac{V^2}{R} & (1) \\ T \sin \alpha = m \cdot a_t = m \cdot \frac{dV}{dt} & (2) \end{cases}$$



Chia theo vế của (2) cho (1) ta có: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dV}{V^2} \cdot \frac{R}{dt}$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V^2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{R} \cdot dt \quad (\text{với } \alpha = \widehat{OAI}).$$

$$\text{Tích phân hai vế: } \int_{V_0}^V \frac{dV}{V^2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{R} \cdot \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow \left(-\frac{1}{V} + \frac{1}{V_0} \right) = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{R} \cdot t$$

$$\Rightarrow V = \frac{1}{\frac{1}{V_0} - \frac{\operatorname{tg} \alpha}{R} \cdot t}$$

$$\text{Mặt khác, } \operatorname{tg} \alpha = \frac{OI}{AI} = \frac{r}{\sqrt{R^2 - r^2}} \text{ nên } V = \frac{1}{\frac{1}{V_0} - \frac{r}{R\sqrt{R^2 - r^2}} t}$$

$$\text{Điều kiện: } \left(\frac{1}{V_0} - \frac{r}{R\sqrt{R^2 - r^2}} \cdot t \right) > 0 \Leftrightarrow t < \frac{R \cdot \sqrt{R^2 - r^2}}{r \cdot V_0}$$

Lời giải trên là của bạn Dương Trung Hiếu 11Lý, THPTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**. Các bạn khác có lời giải đúng: Trương Hữu Trung 11Lý, Vũ Công Thành, Chu Thanh Bình, Trịnh Văn Minh, Lê Minh Huy 12 Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Khổng Trọng Nghĩa, Dương Tiến Vinh 11A3, Trịnh Hữu Phước 11A10, Nguyễn Duy Long 10A3, Trần Đình Cung 12A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**; Phan Thanh Huyền A3K32, Bạch Hưng Đoàn A3K31, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**; Bùi Hoài Nam 12Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Lê Quốc Khánh 11Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 11 Toán, PTNK, ĐHQG **t.p. Hồ Chí Minh**; Hoàng Huy Đạt, Trần Quốc Việt, Phạm Quốc Việt 11Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Trịnh Đức Hiền 12F THPT Chuyên Lam Sơn, Thanh Hoá; Vũ Đình Quang 11B, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Nguyễn Trần Hiếu 12 Lý, Dương Văn Hưng 11Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**.

TH3/4. Một pittông nặng có diện tích S khi thả xuống tự do đẩy khí từ một bình hình trụ thể tích V qua một lỗ nhỏ ở đáy vào một bình có cùng thể tích. Các thông số ban đầu của không khí trong cả hai bình đều như nhau và đều bằng các giá trị ở điều kiện tiêu chuẩn. Hỏi pittông có khối lượng cực tiểu bằng bao nhiêu để nó có thể đẩy hết khí ra khỏi bình thứ nhất.

Giải:

+ Khí trong bình được nén đoạn nhiệt từ thể tích $2V$ đến V . Phương trình trạng thái:

- Thời điểm ban đầu: $p_0 \cdot 2V = nRT_0$ (1)

- Thời điểm cuối: $p_1 \cdot V = nRT_1$ (2)

Công thực hiện lên pittông là:

$$A = Mg \cdot \frac{V}{S} + p_0 S \cdot \frac{V}{S} = (Mg + p_0 S) \frac{V}{S} \quad (3)$$

Theo nguyên lý I nhiệt động lực học: $Q = A' + \Delta U = 0$, do đó công khí thực hiện là:

$$A' = \Delta U = -\frac{1}{2} niR(T_1 - T_0) \quad (4)$$

(với i là số bậc tự do của không khí)

Từ (1), (2), (4) suy ra:

$$A' = -\frac{i}{2}(p_1 - 2p_0) \cdot V \quad (5)$$

$$\text{Mà } A = -A' \text{ nên: } (Mg + p_0 S) \cdot \frac{V}{S} = \frac{i}{2}(p_1 - 2p_0) \cdot V$$

$$\Rightarrow p_1 = 2p_0 + \frac{2}{i} \left(\frac{Mg}{S} + p_0 \right) \quad (*)$$

Điều kiện để pittông có thể đẩy hết khí ra khỏi bình thứ nhất:

$$p_1 S \leq Mg + p_0 S \quad (**)$$

Từ (*), (**) và coi không khí trong bình (gần đúng) là khí lý tưởng lưỡng nguyên tử có $i = 5$ ta được:

$$M \geq \frac{7}{3} \cdot \frac{p_0 S}{g}$$

$$\text{Vậy khối lượng cực tiểu của pittông là: } M_{\min} = \frac{7}{3} \cdot \frac{p_0 S}{g}.$$

Lời giải trên là của bạn Dương Trung Hiếu 11Lý, THPTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**.

TH4/4. Tại ba đỉnh của một tứ diện đều cạnh a giữ ba quả cầu nhỏ giống nhau có khối lượng và điện tích tương ứng là M và Q . Tại đỉnh thứ tư giữ một quả cầu khác điện tích q , khối lượng m ($m \ll M$, $Q = 2q$). Tất cả các quả cầu được thả đồng thời.

- 1) Tính độ lớn vận tốc các quả cầu sau khi chúng đã bay rất xa nhau.
- 2) Sau khi đã bay ra xa nhau, các quả cầu này chuyển động theo phương hợp với mặt phẳng tứ diện chứa ba quả cầu M một góc bao nhiêu.

Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

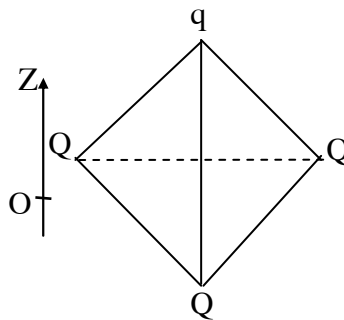
Giải: Chọn trục OZ vuông góc mặt phẳng của tứ diện chứa ba điện tích Q . Do $M \gg m$ nên coi gần đúng là khi m ra xa vô cùng thì các quả cầu M mới bắt đầu chuyển động.

Gọi vận tốc của quả cầu m khi bay ra xa vô cùng là v_0 . Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng

ta có:

$$\frac{mv_0^2}{2} = 3 \frac{kQq}{a} = \frac{6kq^2}{a}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{12kq^2}{ma}}$$



Do tính đối xứng nên khi các quả cầu M chuyển động thì vận tốc của chúng có độ lớn luôn bằng nhau. Gọi v là vận tốc mỗi quả cầu M khi chúng đã rất xa nhau. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$\frac{3Mv^2}{2} = \frac{3kQ^2}{a}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQ^2}{Ma}} = \sqrt{\frac{8kq^2}{Ma}}$$

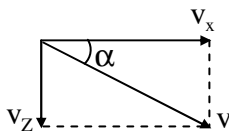
Gọi thành phần vận tốc của các quả cầu M theo phương trục Z là v_z . Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ $(m + 3M)$, ta có:

$$3Mv_z = mv_0 = m \sqrt{\frac{12kq^2}{ma}}$$

$$\Rightarrow v_z = \frac{m}{3M} \sqrt{\frac{12kq^2}{ma}}$$

Do $v_z \ll v$ nên góc α rất nhỏ. Ta có

$$\alpha \approx \frac{v_z}{v} = \sqrt{\frac{m}{6M}} \text{ (rad)}$$



Các bạn khác có lời giải đúng: **Trịnh Hữu Phước** 11A10, **Nguyễn Duy Long** 10A3, **Nguyễn Anh Việt** 12A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**; **Vũ Đình Quang** 11B, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**.

TH5/4. Người ta cắt từ một quả cầu làm bằng thủy tinh hữu cơ bán kính 10cm lấy hai chỏm cầu, để nhận được hai thấu kính phẳng lồi với đường kính là 1cm và 2cm. Các thấu kính được dán với nhau như hình vẽ. Trên trục chính và cách hệ thấu kính 1m đặt một nguồn sáng điểm và ở phía bên kia của hệ đặt một màn. Hỏi phải đặt màn như thế nào để kích thước vết sáng trên màn là nhỏ nhất? Và kích thước ấy bằng bao nhiêu?

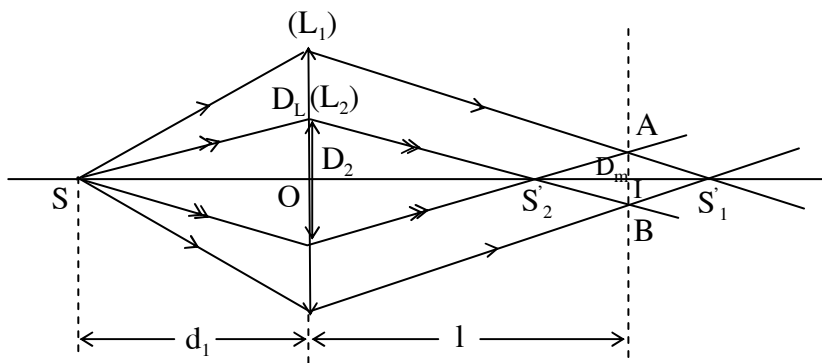
Giải:

Ta cắt quả cầu (chiết suất n) bán kính $R = 10\text{cm}$ lấy 2 chỏm cầu để nhận được 2 thấu kính phẳng lồi L_1, L_2 có đường kính là D_1, D_2 (với $D_1 = 2D_2 = 2\text{cm}$) thì chúng sẽ có cùng tiêu cự là f :

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow f = \frac{10}{n-1} (\text{cm})$$

Sơ đồ tạo ảnh:

$$S \xrightarrow{d_1} S_1' \xrightarrow{d_2} S_2'$$



Đường đi của các tia sáng như hình vẽ. Từ đó ta thấy vết sáng trên màn có kích thước nhỏ nhất là $D_m = AB$ khi màn ở I với $OI = l$.

Mặt khác, ta có:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'} = \frac{1}{-d_1'} + \frac{1}{d_2'} \quad (2)$$

$$+ \text{ Dựa vào tính chất đồng dạng ta được: } \begin{cases} \frac{D_m}{D_1} = \frac{d_1' - l}{d_1'} & (3) \\ \frac{D_m}{D_2} = \frac{l - d_2'}{d_2'} & (4) \end{cases}$$

$$\text{Cộng vế (3) và vế (4): } \frac{3D_m}{D_1} = l \left(\frac{1}{-d_1'} + \frac{1}{d_2'} \right) = \frac{l}{f} \Rightarrow l = \frac{3D_m}{D_1} f \quad (5)$$

$$\bullet \text{ Từ (2), (3), (5) suy ra: } \begin{cases} D_m = \frac{D_1}{4 - 3 \cdot \frac{f}{d}} & (*) \\ l = \frac{3f}{4 - 3 \cdot \frac{f}{d}} & (**) \end{cases}$$

Quả cầu làm bằng thủy tinh hữu cơ nên nếu lấy $n \approx 1,5$ (gần đúng) $\Rightarrow f = 20(cm)$

$$\text{Suy ra: } \begin{cases} D_m = 0,59(cm) \\ l = 17,65(cm) \end{cases}$$

Lời giải trên là của bạn Dương Trung Hiếu 11Lý, THPTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**. Bạn Vũ Đình Quang 11B, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Nguyễn Tuấn Đạt 10A, Khối chuyên Lý, ĐHQG **Hà Nội** cũng có lời giải đúng.

TRẢ LỜI CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

TNCS1/4. Câu **D** (vì thực hiện phép đo một lần và thước có ĐCNN nhỏ hơn các thước khác).

TNCS2/4. Câu **D** (vì viên phấn là vật rắn ngấm nước).

TNCS3/4. Câu **C** (vì $V = 5.10.20 = 1000 \text{ cm}^3$)

TNCS4/4. Câu **A** (vì kết quả đọc được từ khối lượng quả cân cân bằng với khối lượng thực của vật trừ đi khối lượng cân đặt vào để cân thăng bằng lúc đầu).

TNCS5/4. Câu **D** (vì “khối lượng tịnh” là khối lượng chất chứa trong bì).

Các bạn có trả lời đúng cả 5 câu: Nguyễn Đức Duy, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Hồng Nhung, Nguyễn Ngọc Anh 6A, THCS Yên Lạc, Nguyễn Công Thành 6D, THCS Thị xã Vĩnh Yên, **Vĩnh Phúc**.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/4. Trả lời **B**)

Gợi ý: Lực từ trường tác dụng lên electron tự do trong đĩa, hướng theo phương bán kính của đĩa (chiều tác dụng phụ thuộc vào chiều của từ trường và chiều quay của đĩa và dễ dàng xác định), có độ lớn bằng $F = eBr\omega$ (r là khoảng cách từ electron đến tâm đĩa). Lực từ trung bình tác dụng lên electron sẽ là $F = eB\omega(R_1 + R_2)/2$. Khi cân bằng công của lực điện trường bằng công của lực từ trường:

$$eU = F(R_2 - R_1), \text{ suy ra } U = \frac{B\omega}{2}(R_2^2 - R_1^2)$$

TN2/4. Trả lời **A)**

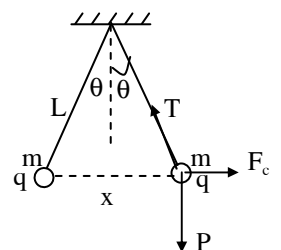
Gợi ý: Dễ dàng thấy gia tốc a_1 của m_1 bằng 2 lần gia tốc a_2 của m_2 . Viết phương trình định luật II Newton cho từng vật, rồi biến đổi dễ dàng tìm được, gia tốc của vật m_2 . ✓

$$m_2 a_2 = m_2 g - 2T \quad (1)$$

$$m_1 a_1 = m_1 2a_2 = T \quad (2)$$

Khử T đi sẽ tìm được $a_2 = m_2 g / (4m_1 + m_2)$.

TN3/4. Trả lời **B)**



Gợi ý: Từ phương trình cân bằng của mỗi quả cầu: $\vec{P} + \vec{F}_C + \vec{T} = 0$ suy ra

$\tan \theta = \frac{F_c}{P} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 x^2 mg}$, do q nhỏ nên lực Coulomb nhỏ, do đó góc lệch của hai sợi dây nhỏ vì

vậy $\tan \theta \approx \sin \theta = \frac{x}{2L}$. Vì vậy tìm được

$$x = \left(\frac{q^2 L}{2\pi\epsilon_0 mg} \right)^{\frac{1}{3}}$$

TN4/4. Trả lời **B)**

Gợi ý: Thời gian rơi của vật thứ nhất $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Trong thời gian đó hạt thứ hai chuyển động

được đoạn đường $d = ut = u\sqrt{\frac{2h}{g}}$ hay $d^2 = \frac{2hu^2}{g}$.

TN5/4. Trả lời **A)**

Gợi ý: Trong phương trình sóng, giữa x và t phải có dạng (x - vt), Chúng ta viết lại phương trình sóng dưới dạng sau: $y = \frac{1}{1 + (x - vt)^2}$. Khi t = 0 phương trình trở thành $y = \frac{1}{(1 + x^2)}$ như đề

bài đã cho. Khi t = 2s ta có $y = \frac{1}{1 + (x - 2v)^2} = \frac{1}{[1 + (x - 1)^2]}$. Suy ra 2v = 1. Vậy v = 0,5 m/s.

Bạn *Trần Đình Cung* 12A3 Chuyên **Vĩnh Phúc** có trả lời đúng cả 5 câu.

Danh sách các bạn có lời giải đúng
Mục Giải đề kỳ trước số 3 tháng 11/2003

Do có thời gian nghỉ Tết, Toà soạn phải chuẩn bị số 6 tháng 2/2004 sớm hơn thường lệ, nên một số bạn có lời giải đúng chưa đăng kịp vào số 6 tháng 2/2004. Chúng tôi đăng tiếp danh sách các bạn đó ở đây. Mong các bạn thông cảm.

CS2/3. Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Công Bình 9E, THCS Yên Lạc, Vĩnh Phúc; Đỗ Tuấn Minh 10 Lý 1, THPT Amsterdam, Hà Nội; Trần Quang Huy 10 Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**; Huỳnh Hoài Nguyên 11 Toán, PTNK, ĐHQG **t.p. Hồ Chí Minh**; Phạm Hải Hoàng 10 Lý, THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**.

CS3/3. Nguyễn Văn Tuấn 9E, THCS Yên Lạc, Vĩnh Phúc; Hoàng Ngọc Chinh 9B, THCS Trần Mai Ninh, t.p. Thanh Hoá; Trần Quang Huy 10 Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**; Đinh Xuân Khuê, Phạm Hải Hoàng 10 Lý, THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Vũ Chí Kiên 10 Lý, PTNK, ĐHQG, **t.p. Hồ Chí Minh**.

CS2/4. Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Công Bình 9E, Lưu Tiến Quyết 9C, THCS Yên Lạc, **Vĩnh Phúc**; Hoàng Ngọc Chinh 9B, THCS Trần Mai Ninh, **t.p. Thanh Hoá**; Hà Kim Dung 10 Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Hồ Đức Dự 10A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Đỗ Tuấn Minh, 10 Lý 1, THPT Amsterdam, **Hà Nội**; Trần Quang Huy 10 Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**; Vương Quang Hùng, Hoàng Thanh Hà 10 Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Đinh Xuân Khuê 10 Lý, THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Phạm Tuấn Hiệp 10 Lý, THPT NK Trần Phú, **Hải Phòng**; Vũ Chí Kiên 10 Lý, PTNK, ĐHQG **t.p. Hồ Chí Minh**.

TH1/3: Dương Trung Hiếu, 11B PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Hoàng Huy Đạt, 11 Lý THPT Chuyên **Hưng Yên**;

TH2/3: Hoàng Văn Tuệ, Ngô Tuấn Đạt K18A, Phạm Việt Đức 11A, Khối chuyên Lý, ĐHQG, **Hà**

Nội; Chu Thanh Bình, Vũ Công Thành 12 Lý, Nguyễn Công Dường, Trần Thái Hà 10 Lý, THPT Chuyên, **Bắc Ninh**; Hà Huy Cường, Mai Tân Thường, Nguyễn Mạnh Thành 10A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**; Trịnh Đức Hiếu 12F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Nguyễn Quyết Thắng 11Lý, THPT Chuyên **Phú Thọ**; Trịnh Hữu Phước11A10, Nguyễn Anh Việt 12A3, Hoàng Thị Hồng Hạnh 11A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**; Phùng Minh Hoàng 12C THPT Phan Đình Phùng, **Hà Tĩnh**; Lê Hà Việt 11A2 THPT Đức Phổ 1, **Quảng Ngãi**; Trần Thị Phương Thảo 11Lý THPT chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Nguyễn Trung Kiên 12 Lý THPT Gia Định **TP Hồ Chí Minh**, Phạm Tuấn Hiệp 10Lý, PTNK Trần Phú, **Hải Phòng**, Nguyễn Thị Mai Phương 10Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**.
TH4/3: Phạm Việt Đức 11A, Khối chuyên Lý, ĐHQG, **Hà Nội**; Vũ Công Thành Chu Thanh Bình 12 Lý, Trần Văn Hoà 11 Lý THPT Chuyên, **Bắc Ninh**; Phùng Minh Hoàng 12C THPT Phan Đình Phùng, Bùi Hoài Nam Hoàng Việt Cường 12 Lý THPT Chuyên, **Hà Tĩnh**; Hoàng Huy Đạt 11 Lý THPT Chuyên **Hưng Yên**; Lê Quốc Khánh 11 Lý PTNK ĐHQG **TP Hồ Chí Minh**, Lê Quang Duy 11A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**.
Các bạn học sinh lưu ý: Cần gửi bài giải đúng thời hạn và đúng địa chỉ Toà Soạn (nhiều bạn đã gửi nhầm sang T/C Toán Học và Tuổi Trẻ).

GAJI THOAI VỂ CÁC NHÀ VẬT LÝ

Nguyên lý bất định...

Nhà vật lý nổi tiếng người Đức Werner Heisenberg, năm 1932 được trao giải thưởng Nobel về vật lý vì những đóng góp to lớn của ông cho Cơ học lượng tử mà nổi tiếng nhất là nguyên lý bất định – nguyên lý chi phối giới hạn nhận thức của con người. Theo nguyên lý này “nếu đo toạ độ của một hạt càng chính xác bao nhiêu thì đo động lượng (hay xung lượng) của nó càng kém chính xác bấy nhiêu và ngược lại”.

Khi mất, Heisenberg có để lại di chúc và theo di chúc này người ta đã khắc trên bia mộ ông dòng chữ: “Tôi nằm đâu đó ở quanh đây”.

Sự thú nhận của Frank...

Giáo sư James Frank là một trong số các vị giám khảo tại buổi bảo vệ luận án tiến sĩ của nghiên cứu sinh 23 tuổi Robert Oppenheimer – nhà vật lý sau này trở thành người lãnh đạo chương trình chế tạo quả bom nguyên tử đầu tiên của Hoa Kỳ. Tuy nhiên, khi buổi bảo vệ chưa kết thúc, người ta đã thấy Frank hốt hải bỏ ra ngoài. “May mà tôi đã kịp ra ngoài, - Frank giải thích - nếu không cậu ta sẽ hỏi lại tôi đủ thứ câu hỏi!”.

Hồng Hải (sưu tầm)

Bắt cóc “trẻ vị thành niên”...

Một lần tới thăm trường đại học Gettingen (Đức), Niels Bohr đã mời Heisenberg, một trong số những người đặt nền móng cho môn Cơ học lượng tử, lúc đó mới 25 tuổi, sang Copenhagen làm việc. Ngày hôm sau, trong bữa tiệc chào mừng Bohr, có hai cảnh sát đi tới đọc lệnh ... bắt ông vì tội “bắt cóc trẻ vị thành niên”. Thì ra đó là hai sinh viên của trường cải trang thành cảnh sát !

P.V.T (sưu tầm)

HOC SINH VIET

DÙNG TÍCH VÉCTOR ĐỂ GIẢI MỘT SỐ BÀI TOÁN CƠ HỌC

Nguyễn Đức Giang

Lớp 12 Khối Chuyên Lý, ĐHKHTN-ĐHQG Hà Nội

Trong chương trình vật lý lớp 10, phần cơ học, bài toán ném xiên là một trong những dạng bài toán khó nhất. Phương pháp giải thông thường như đã được giới thiệu trong sách giáo khoa là

xét chuyển động theo hai phương vuông góc. Đây là một cách làm tổng quát mà về nguyên tắc có thể giải được tất cả các bài toán. Nhưng đối với một số bài toán thì cách giải này tỏ ra quá phức tạp và dài dòng. Trong bài viết này chúng tôi xin giới thiệu một cách giải mới là sử dụng các tích véctơ (cả tích vô hướng và hữu hướng). Với phương pháp giải mới này, lời giải của các bài toán trên sẽ trở nên đơn giản và ngắn gọn. Để bạn đọc tiện theo dõi, trước hết chúng tôi xin nhắc lại một số tính chất của các tích véctơ.

a) Tích vô hướng.

+ Định nghĩa: $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a}, \vec{b})$

+ Tính chất:

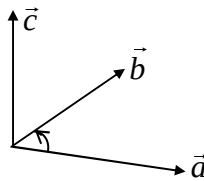
- $\vec{a} \perp \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \quad (1)$
- $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{c} + \vec{d})$
 $= \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{a} \cdot \vec{d} + \vec{b} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{d} \quad (2)$

b) Tích hữu hướng:

+ Định nghĩa: $[\vec{a} \wedge \vec{b}] = \vec{c}$.

$$|\vec{c}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin(\vec{a}, \vec{b})$$

$\vec{c}$: có chiều xác định theo qui tắc bàn tay phải



+ Tính chất

- $\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow [\vec{a} \wedge \vec{b}] = 0 \quad (3)$
- $[(\vec{a} + \vec{b}) \wedge (\vec{c} + \vec{d})] = [\vec{a} \wedge \vec{c}] + [\vec{a} \wedge \vec{d}] + [\vec{b} \wedge \vec{c}] + [\vec{b} \wedge \vec{d}] \quad (4)$

Về mặt vật lý chúng ta chủ yếu sẽ sử dụng công thức: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ trong đó $\vec{v}_0$ là vận tốc ban đầu, $\vec{v}$ là vận tốc tại thời điểm t.

Để minh họa những ưu điểm của phương pháp này, chúng ta hãy xét một số ví dụ cụ thể dưới đây.

Ví dụ 1. Chứng minh rằng từ một độ cao nào đó so với mặt đất ta ném một vật thì khi đạt tới tầm xa cực đại, vận tốc ban đầu và vận tốc ngay trước khi chạm đất vuông góc với nhau.

Giải: Gọi vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$ và vận tốc ngay trước khi chạm đất là $\vec{v}$.

Ta có: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ (t là thời gian rơi của vật).

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] &= [\vec{v}_0 \wedge (\vec{v}_0 + \vec{g}t)] \\ &= [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}_0] + [\vec{v}_0 \wedge \vec{g}t]. \end{aligned}$$

Vì $[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}_0] = 0$ theo (3), suy ra

$$|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]| = |[\vec{v}_0 \wedge \vec{g}t]| = v_0 \cos \alpha \cdot t \cdot g$$

Vì tầm bay của vật là $L = v_x t = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$$\Leftrightarrow |[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]| = gL$$

$$\Leftrightarrow L = \frac{|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]|}{g} = \frac{v_0 \cdot v |\sin(\vec{v}_0, \vec{v})|}{g}$$

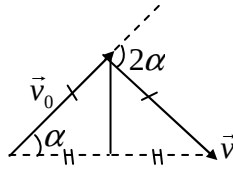
Vậy L lớn nhất khi $\sin(\vec{v}_0, \vec{v}) = 1$ hay hai vận tốc $\vec{v}_0$ và $\vec{v}$ vuông góc với nhau.

- **Nhận xét.** Trong ví dụ này ta đã đưa ra một công thức tổng quát là: $L = \frac{[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]}{g}$

Công thức này có thể áp dụng cho nhiều bài toán và cho ta cách giải mới khá đẹp như trong ví dụ quen thuộc sau đây.

Ví dụ 2. Một vật được ném từ mặt đất với vận tốc $\vec{v}_0$ lập với phương nằm ngang một góc α . Tìm tầm xa đạt được, với góc ném α nào thì tầm xa cực đại.

Giải: Theo định luật bảo toàn cơ năng thì vận tốc cuối là $v = v_0$.



Kết hợp với hình vẽ bên ta suy ra: $(\vec{v}, \vec{v}_0) = 2\alpha$. Áp dụng công thức: $L = \frac{[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]}{g}$

$$\Leftrightarrow L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \text{ khi } \sin 2\alpha = 1 \Leftrightarrow \alpha = 45^\circ$$

Ví dụ 3. Ném một vật với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ lập với phương nằm ngang một góc α . Tìm thời gian để vận tốc của vật vuông góc với phương ban đầu.

Giải: Gọi thời gian phải tìm là t , khi đó vận tốc của vật tại thời điểm t là:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$$

$$\text{Ta có: } \vec{v} \perp \vec{v}_0 \Leftrightarrow \vec{v} \cdot \vec{v}_0 = 0$$

$$\Leftrightarrow (\vec{v}_0 + \vec{g}t) \cdot \vec{v}_0$$

$$\Leftrightarrow v_0^2 + \vec{v}_0 \cdot \vec{g} \cdot t = 0$$

$$\Leftrightarrow v_0^2 - v_0 \cdot gt \sin \alpha = 0$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{v_0}{g \sin \alpha}$$

Kết quả này chỉ có ý nghĩa khi $t \leq t_0$ với t_0 là thời gian rơi của vật. Ví dụ như vật được ném từ mặt đất thì thời gian rơi là: $t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha \geq \frac{1}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \alpha \geq 45^\circ$$

Tức là nếu vật được ném từ mặt đất thì để tồn tại thời gian thoả mãn điều kiện đầu bài thì góc α phải lớn hơn hoặc bằng 45° .

Ví dụ 4. Một vật được ném lên theo phương lập với phương ngang một góc α . Đến thời điểm t thì vận tốc của vật là $\vec{v}$ và góc lệch so với ban đầu một góc φ . Tìm t .

Giải: Gọi vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$

$$\text{Ta có: } \vec{v} = \vec{v}_0 + t$$

$$\begin{aligned}
\text{Xét: } [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] &= [\vec{v}_0 \wedge (\vec{v}_0 + \vec{g}t)] \\
\Leftrightarrow [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] &= [\vec{v}_0 \wedge \vec{g}t] \\
\Rightarrow v_0 \cdot v \cdot \sin \varphi &= v_0 g t \cos \alpha \\
\Leftrightarrow t &= \frac{v \sin \varphi}{g \cos \alpha}
\end{aligned}$$

Ví dụ 5. Hai vật được ném tại cùng một thời điểm với vận tốc là $\vec{v}_{01}$, $\vec{v}_{02}$ lần lượt lập với phương nằm ngang các góc là α_1 và α_2 . Sau khoảng thời gian t thì vận tốc của hai vật song song với nhau. Tìm t .

Giải: Sau khoảng thời gian t , ta có vận tốc của hai vật lần lượt là:

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{01} + \vec{g}t$$

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_{02} + \vec{g}t$$

Theo đề bài $\vec{v}_1 \parallel \vec{v}_2$

$$\Leftrightarrow [\vec{v}_1 \wedge \vec{v}_2] = 0$$

$$\Leftrightarrow [(\vec{v}_{01} + \vec{g}t) \wedge (\vec{v}_{02} + \vec{g}t)] = 0$$

$$\Leftrightarrow [\vec{v}_{01} \wedge \vec{v}_{02}] + [\vec{v}_{01} \wedge \vec{g}t] + [\vec{g}t \wedge \vec{v}_{02}] = 0$$

$$\Rightarrow v_{01} \cdot v_{02} \sin(\alpha_2 - \alpha_1) - v_{01} \cdot g \cdot t \cos \alpha_1 + v_{02} \cdot g \cos \alpha_2 \cdot t = 0$$

$$\Leftrightarrow g(v_{01} \cos \alpha_1 - v_{02} \cos \alpha_2)t$$

$$= v_{01} \cdot v_{02} \sin(\alpha_2 - \alpha_1)$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_{01} \cdot v_{02} \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha_1)}{g(v_{01} \cos \alpha_1 - v_{02} \cos \alpha_2)}$$

Kết quả này chỉ có ý nghĩa khi $0 \leq t \leq t_0$ (t_0 : thời gian rơi của vật).

Từ các ví dụ trên đây các bạn cũng đã hiểu rõ được phần nào sự tiện lợi của phương pháp tích véctơ trong các bài toán ném xiên. Phương pháp này có thể ứng dụng rất hiệu quả cho nhiều bài toán cơ học hay tĩnh điện.

Bài tập

1. Một vật được ném đi với vận tốc $\vec{v}_0$, góc ném α . Đến thời điểm nào đó thì vận tốc của vật hợp với phương ban đầu góc φ . Tìm thời gian đó.

$$\text{ĐS: } t = \frac{v_0 \sin \varphi}{g \sqrt{\cos^2 \alpha + \sin^2 \varphi}}$$

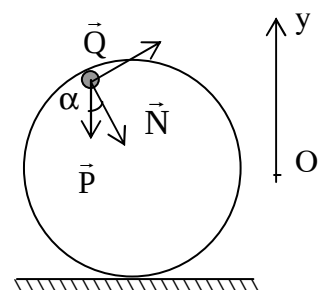
2. Hai vật được ném tại cùng một thời điểm với vận tốc là $\vec{v}_{01}$, $\vec{v}_{02}$ và góc ném là α_1 và α_2 . Đến thời điểm t thì phương vận tốc của hai vật vuông góc. Tìm t .

$$\text{ĐS: } t = \frac{a^2 \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2g}$$

$$\text{với } a = v_{01} \sin \alpha_1 + v_{02} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$$

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

GIẢI ĐỀ THI CHỌN ĐỘI TUYỂN HỌC SINH GIỎI
MÔN VẬT LÝ THPT, T.P. HỒ CHÍ MINH, NĂM HỌC 2002-
2003



Bài 1

Ở vị trí bất kì, vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và lực $\vec{F}$ của vành. Có thể phân tích lực $\vec{F}$ ra hai thành phần: $\vec{N}$ có phương trùng bán kính vòng tròn đi qua vật và $\vec{Q}$ hướng tiếp tuyến với vòng tròn như hình vẽ:

$$\vec{P} + \vec{Q} + \vec{N} = m\vec{a} \quad (1)$$

Chiếu phương trình (1) theo phương tiếp tuyến với vòng tròn và phương nằm dọc theo bán kính:

$$Q - P\sin\alpha = 0 \quad (2)$$

$$P\cos\alpha + N = \frac{mv_0^2}{R} \quad (3).$$

Thành phần lực F theo phương thẳng đứng:

$$F_y = Q\sin\alpha - N\cos\alpha = P\sin^2\alpha - \left(\frac{mv_0^2}{R} - P\cos\alpha\right)\cos\alpha = \frac{mv_0^2}{R}\cos\alpha - mg$$

$$F_y \text{ có giá trị lớn nhất khi góc } \alpha = 0 \text{ (vật ở cao nhất): } F_{y\max} = \frac{mv_0^2}{R} - mg$$

Theo định luật Newton III, lực do vật tác dụng lên vành là $F'_{y\max} = F_{y\max}$

Điều kiện để vành không bị nảy lên là: $F'_{y\max} \leq Mg$

$$\frac{mv_0^2}{R} - mg \leq Mg \Rightarrow v_0 \leq \sqrt{\left(1 + \frac{M}{m}\right)gR}$$

Để vành chuyển động với vận tốc không đổi (theo giả thiết) thì phải có lực tác dụng lên vành. Lời giải trên chỉ đúng cho trường hợp lực tác dụng này không có thành phần thẳng đứng.

Bài 2

a) Do không có lực tác dụng theo phương ngang nên khối tâm G chuyển động theo phương thẳng đứng. Quỹ đạo của G là đoạn thẳng vuông góc với mặt đất và đi qua vị trí ban đầu của nó. Tâm quay tức thời của thanh là O như hình vẽ. Khi thanh chạm đất, góc nghiêng dần tới 0° , O dần tới A nên vận tốc góc của thanh:

$$\omega = \frac{v_G}{OG} = \frac{v_G}{d} \quad (1)$$

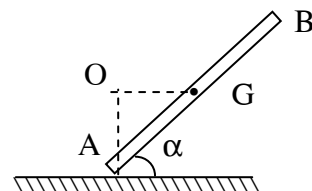
Khi thanh chạm đất thế năng đã chuyển thành động năng của chuyển động quay:

$$mgd \sin\alpha = \frac{I_0 \omega^2}{2} \quad (2)$$

Trong đó I_0 là mô men quán tính đối với trục quay tức thời O :

$$I_0 = I_G + m.OG^2 = \frac{4}{3}md^2 \quad (3)$$

$$\Rightarrow v_G = \sqrt{\frac{3gd \sin\alpha_0}{2}}$$

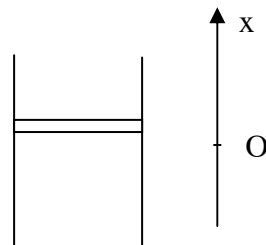


Bài 3

Khi cân bằng pittông nằm cách đáy h thì khí trong xy lanh có áp suất p_1 :

$$p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}.$$

Khi pittông ở vị trí có li độ là x thì khí có áp suất p . Vì quá trình là đoạn nhiệt nên:



$p(\text{Sh} + \text{Sx})^\gamma = p_1(\text{Sh})^\gamma$ (1), ở đây γ là tỷ số giữa các nhiệt dung đẳng áp và đẳng tích.

$$\Rightarrow p = p_1 \left(\frac{1}{1 + \frac{x}{h}} \right)^\gamma \approx p_1 \left(1 - \gamma \frac{x}{h} \right).$$

Nếu bỏ qua lực ma sát giữa pittông và thành bình thì:

$$- p_0 S + p_1 \left(1 - \gamma \frac{x}{h} \right) S - Mg = Mx'' \Rightarrow -p_1 \gamma S \frac{x}{h} = Mx'' \Rightarrow x'' = -p_1 \gamma S \frac{x}{Mh}$$

Dao động là điều hoà với tần số góc:

$$\omega = \sqrt{\frac{\gamma(Mg + p_0 S)}{Mh}}$$

Bài 4

Trong mạch có s.đ.đ $E = Blv$ và có dòng điện cường độ $I = \frac{Blv}{R + r}$. Hiệu điện thế ở hai đầu R là:

$$U = IR = \frac{BlvR}{R + r}$$

Lực tác dụng lên thanh CD có cường độ là

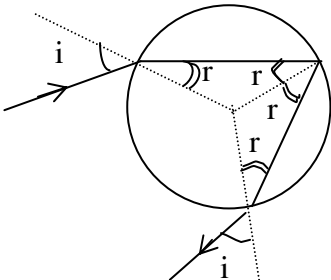
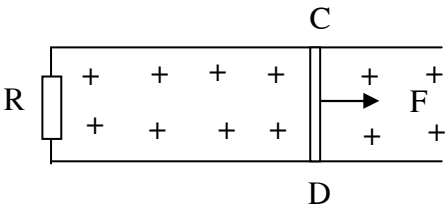
$$F = BIl = \frac{B^2 l^2 v}{R + r} = \frac{U^2 (R + r)v}{vR^2} = 1,6\text{N}$$

Lực $\vec{F}$ hướng với $\vec{v}$. Theo định luật II Newton:

$$-\frac{B^2 l^2 v}{R + r} \cdot \frac{dx}{dt} = m \frac{dv}{dt}$$

$$s = \int_0^s dx = -\int_v^0 \frac{m(R + r)}{B^2 l^2} \cdot dv = \frac{m(R + r)v}{B^2 l^2} =$$

$$\frac{mv^3 R^2}{U^2 (R + r)^2} = 0,25\text{m}$$



Bài 5

Sau khi khúc xạ vào quả cầu, tia sáng bị lệch một góc $D_v = (i - r)$. Sau khi phản xạ lần 1, tia sáng bị lệch thêm $D_1 = (\pi - 2r)$; sau phản xạ lần 2 lệch thêm $D_2 = (\pi - 2r)$... Khi ló ra ngoài tia sáng lại bị lệch $D_r = (i - r)$. Các tia bị lệch theo cùng một chiều. Nếu tia sáng bị phản xạ k lần thì góc lệch giữa tia tới và tia ló là:

$$D = D_v + D_1 + \dots D_r = 2(i - r) + k(\pi - 2r)$$

Đạo hàm hai vế theo i : $\frac{dD}{di} = 2 - (2k + 1) \frac{dr}{di}$. Từ định luật khúc xạ: $\sin i = n \sin r$

$$\Rightarrow \frac{dr}{di} = \frac{\cos i}{n \cos r}; \quad \frac{dD}{di} = 2 - 2(k + 1) \frac{\sqrt{1 - \sin^2 i}}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} \geq 0 \text{ khi. } \sin i = \sqrt{1 - \frac{n^2 - 1}{(k + 1)^2 - 1}}$$

Do đó với góc i thoả mãn $\sin i = \sqrt{1 - \frac{n^2 - 1}{(k + 1)^2 - 1}}$ thì $\frac{dD}{di}$ đổi dấu từ âm sang dương, góc

lệch D đạt cực tiểu.

Chùm sáng mặt trời chiếu đến các giọt nước mưa là các chùm sáng trắng song song. Sau khi phản xạ một lần trong giọt nước, các tia sáng ló ra khỏi giọt nước theo các phương khác

nhau, chỉ có các tia lệch góc nhỏ nhất mới ra khỏi giọt nước gần như song song, đến mắt và gây ra cảm giác mạnh nhất. Các tia còn lại tán xạ theo mọi phương.

Chiết suất của nước đối với tia đỏ là $n \approx 1,33$ nên:

$$\sin i = \sqrt{1 - \frac{n^2 - 1}{(k + 1)^2 - 1}} = \sqrt{1 - \frac{1,33^2 - 1}{3}} \approx 0,8624 \quad ; i \approx 59,6^\circ \quad ; \sin r \approx 0,6484;$$

$$r \approx 40,4^\circ \quad . \quad D_{\min} = 180^\circ + 2i - 4r \approx 138^\circ$$

Do đó ta thấy cầu vồng có dạng cung tròn được nhìn dưới góc có độ lớn là $180^\circ - 138^\circ = 42^\circ$ với đường thẳng nối từ mắt người quan sát tới tâm cầu vồng.

GIÚP BẠN TỰ ÔN THI ĐẠI HỌC

SÓNG CƠ VÀ BÀI TẬP SÓNG CƠ

Trần Ngọc Hợi
(ĐH Bách Khoa, Hà Nội)

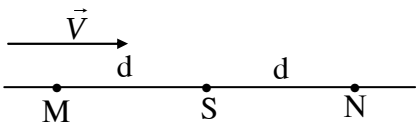
Sóng cơ là hiện tượng thường gặp trong thực tế và là một chương quan trọng trong Vật lý lớp 12. Để giúp các bạn học tốt phần này xin cung cấp một số kiến thức cơ bản và các dạng bài tập của sóng cơ.

A. Một số khái niệm và công thức.

1. **Phương trình truyền sóng:** là phương trình dao động của một phần tử vật chất khi có sóng truyền tới.

Giả sử lấy điểm S nào đó làm gốc, tại S phương trình có dạng: $u_S = A \sin \omega t$, trong đó u_S là li độ dao động, A là biên độ dao động tại S. Giả sử sóng lan truyền từ trái sang phải (H.1) thì tại điểm M trên phương truyền sóng và ở phía trước S, phương trình dao động là:

$$u_M = A \sin \left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} \right).$$



H.1

Còn tại điểm N ở phía sau S, phương trình dao động là:

$$u_N = A \sin \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right)$$

Ở đây giả thiết khoảng cách d không lớn để có thể xem biên độ A không suy giảm khi truyền sóng.

2. Phân biệt vận tốc truyền sóng (v) và vận tốc dao động của phần tử vật chất (V)

a. **Vận tốc truyền sóng** là vận tốc truyền pha dao động (nó là khoảng cách mà sau một giây sóng lan truyền được). Vận tốc này phụ thuộc vào bản chất môi trường, nó cũng phụ thuộc vào nhiệt độ. Tuy nhiên, nó không phụ thuộc vào tần số của nguồn sóng. Công thức liên hệ

giữa v, λ, T và f là : $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

b. **Vận tốc dao động của phần tử vật chất khi sóng truyền tới:**

$$V = \frac{du}{dt} = A\omega \cos(\omega t)$$

Vận tốc này có giá trị cực đại khi phần tử vật chất qua vị trí cân bằng: $V_{\max} = A\omega$

$$\text{Tương tự gia tốc của phần tử vật chất: } a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2u}{dt^2} = -\omega^2 u.$$

Và độ lớn của gia tốc cực đại: $a_{\max} = \omega^2 A$

3. Giao thoa hai sóng kết hợp.

- Điều kiện để có giao thoa sóng là phải có hai sóng kết hợp và dao động cùng phương. Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng chu kỳ (tần số) và có hiệu pha tại mỗi điểm không phụ thuộc thời gian.
- Thường lớp 12 ta chỉ xét hai nguồn đồng bộ:

$$u_{S_1} = u_{S_2} = A \sin \omega t.$$

Phương trình dao động tại điểm M khi có sóng truyền tới là:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M}$$

$$= A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$= 2A \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

- Tại điểm có cực đại giao thoa: $\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) = \pm 1,$

$$\text{suy ra: } d_2 - d_1 = k\lambda$$

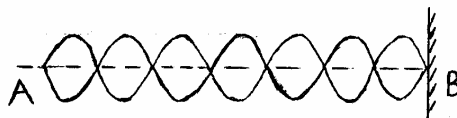
- Tại điểm có cực tiểu giao thoa $\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) = 0$

$$\text{suy ra } d_2 - d_1 = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$$

4. Sóng dừng là sóng có những điểm nút và bụng cố định trong không gian, nó là kết quả của sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên cùng một phương. Có hai dạng thường được nghiên cứu.

a/. Sóng dừng trên một dây căng, mảnh, một đầu (A) dao động, một đầu (B) cố định. Điều kiện có sóng dừng là chiều dài của dây $l = n \frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 2, 3, \dots$

n gọi là số “bó sóng”, ở đây giả thiết hai đầu A, B là các nút sóng.



b/. Sóng dừng trên một sợi dây mảnh, đầu A dao động; đầu E tự do. Điều kiện sóng dừng là:

$$l = \frac{(2n+1)\lambda}{4} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

- Khoảng cách giữa hai nút (hoặc hai bụng) liên tiếp là:

$$i = \lambda / 2 = \frac{1}{2} vT = \frac{1}{2} \frac{v}{f}$$

Thông qua công thức này ta tìm được λ, v, T, f



B. Một số dạng bài tập thường gặp

1. Với một nguồn sóng: thường phải tìm v, λ, T và viết phương trình sóng.

Ví dụ (ĐHQG HCM 2001). Một dây đàn hồi rất dài có đầu A dao động với tần số f và theo phương vuông góc với sợi dây. Biên độ dao động là 4 cm, vận tốc truyền sóng trên dây là 4m/s. Xét một điểm M trên dây cách A 28 cm, ta thấy M luôn dao động lệch pha với A một góc $\Delta\varphi = (2k+1)\pi/2$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

a/ Tính λ , biết tần số f có giá trị trong khoảng từ 22 Hz đến 26 Hz.

b/ Viết phương trình dao động tại điểm M, biết phương trình dao động tại A là:
 $u_A = 4 \sin \omega t \text{ (cm)}$

Giải:

a/ Tính λ : Ta có $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

$$\text{suy ra } k = \frac{2d}{\lambda} - \frac{1}{2} = \frac{2df}{v} - \frac{1}{2}$$

Với $f = 22 \text{ Hz}$ thì $k = 2,58$; với $f = 26 \text{ Hz}$ thì $k = 3,14$. Do k là số nguyên suy ra $k = 3$.

Từ đây tính được $\lambda = 16 \text{ cm}$.

b/ Viết phương trình dao động có dạng: $u_M = 4 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$. Ta có:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{v}{\lambda} = 50\pi \text{ rad/s và } \frac{2\pi d}{\lambda} = 3,5\pi.$$

$$\text{Suy ra } u_M = 4 \sin(50\pi t - 3,5\pi) = 4 \sin(50\pi t + \pi/2) \text{ cm}$$

2. Giao thoa (với hai nguồn kết hợp)

Các đề thi thường yêu cầu:

- Viết phương trình sóng tại điểm M nào đó có hai sóng truyền tới.
- Tìm số điểm nút và bụng trên phương nối 2 nguồn sáng.
- Tìm những điểm cùng pha, ngược pha với một điểm đặc biệt nào đó, chẳng hạn điểm nguồn, hoặc trung điểm giữa hai nguồn.

VD: (ĐH Kiến trúc 2001)

Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau 50 mm, dao động theo phương trình $u = a \sin 200\pi t \text{ (mm)}$ trên cùng mặt thoáng của thủy ngân, coi biên độ không đổi. Xét một phía đường trung trực của $S_1 S_2$ ta thấy vân bậc k đi qua điểm M có hiệu số $MS_1 - MS_2 = 12 \text{ mm}$ và vân bậc $k+3$ (cùng loại với k) đi qua M' có $M'S_1 - M'S_2 = 36 \text{ mm}$.

a) Tìm λ và vận tốc truyền sóng trên mặt thủy ngân. Vân bậc k là cực đại hay cực tiểu.

b) Xác định số cực đại trên đường nối S_1S_2 và vị trí của chúng.

c) Điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu?

Giải:

1. Ta có: $\Delta d = d_2 - d_1 = 12\text{mm} = k\lambda$ (1)

$\Delta d' = d_2' - d_1' = 36\text{mm} = (k + 3)\lambda$ (2)

Suy ra $\lambda = 8\text{mm}$ và chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,01\text{s}$.

Vận tốc truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{0,01} (\text{m/s}) = 0,8\text{m/s}$.

Thay λ vào (1) hoặc (2), tìm được $k = 1,5$; k là số bán nguyên nên vân bậc k là cực tiểu giao thoa.

2. Gọi M là điểm dao động cực đại trên đường S_1S_2 , cách S_1 một đoạn d_1 và cách S_2 một đoạn d_2 . Ta có:

$$d_1 - d_2 = k\lambda$$

$$d_1 + d_2 = a \quad (= S_1S_2)$$

Suy ra $d_1 = \frac{d}{2} + \frac{k\lambda}{2}$. Mặt khác $0 < d_1 < a \rightarrow -\frac{a}{\lambda} < k < \frac{a}{\lambda}$

Thay số ta được: $-6,25 < k < 6,25$. Do k là số nguyên, vậy $k = 0, \pm 1, \dots, \pm 6$. Vậy có 13 điểm dao động cực đại và các điểm này có tọa độ là: $d_1 = 25 + 4k(\text{mm})$.

3. Dao động tổng hợp tại một điểm M bất kỳ có phương trình là:

$$u_M = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \sin \left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right)$$

Độ lệch pha giữa M và các nguồn là $\Delta\varphi = \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}$. Để cùng pha thì $\Delta\varphi = 2k\pi$, từ đó

$$\text{suy ra } d_1 + d_2 = 2k\lambda.$$

Phương trình trên chứng tỏ rằng điểm M nằm trên họ đường elip có hai tiêu điểm là S_1, S_2 .

Theo bài ra điểm M nằm trên đường trung trực nên $d_1 = d_2$, suy ra $d_1 = k\lambda$.

Mặt khác $d_1 + d_2 \geq S_1S_2$, nên $d_1 \geq \frac{S_1S_2}{2} = 25\text{mm}$

Từ các công thức $d_1 = k\lambda \geq 25\text{mm}$, ta có $k \geq \frac{25}{\lambda} = 3,125$. Do k là số nguyên nên $k \geq 4$ và

$$k_{\min} = 4.$$

Vậy điểm M nằm trên đường trung trực gần với các nguồn nhất, dao động cùng pha với các nguồn này, ở cách nguồn S_1 một khoảng là: $d_{1\min} = k_{\min} \lambda = 4 \cdot 8 = 32\text{mm}$.

3. Sóng dừng. Thông qua sóng dừng ta có thể tìm được V, λ, f và chiều dài của dây.

Ví dụ 1(ĐH Ngoại Thương HN 2000)

Một sóng dừng trên một sợi dây có dạng

$$u = a \sin(bx) \cos \omega t (\text{cm}) \quad (1)$$

trong đó u là li độ dao động tại thời điểm t của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc tọa độ O một khoảng x (x đo bằng mét, t đo bằng giây).

Cho biết bước sóng $\lambda = 0,4\text{m}$; tần số sóng $f = 50\text{Hz}$ và biên độ dao động của một phần tử

M cách một nút sóng 5cm có giá trị là 5mm .

1. Xác định a, b trong công thức (1)

2. Tính vận tốc truyền sóng trên dây

3. Tính li độ u của một phần tử N cách O một khoảng $ON = 50\text{cm}$ tại thời điểm $t = 0,25\text{s}$

4. Tính vận tốc dao động của phần tử N nói ở câu trên ở thời điểm $t = 0,25\text{s}$.

Giải:

1. Biên độ dao động $A = a|\sin(bx)|$

Tại gốc tọa độ O : $x = 0$ nên $A = 0$, gốc O là một nút. Tại những điểm nút thì $A = 0$ suy ra

$$\sin(bx) = 0, bx = k\pi \text{ hay vị trí điểm nút } x_k = \frac{k\pi}{b} (k = 0, 1, 2, \dots).$$

$$\text{Khoảng cách hai nút liên tiếp } i = x_{k+1} - x_k = \frac{\pi}{b} = \lambda/2, \text{ suy ra } b = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi (m^{-1})$$

Tại điểm M biên độ dao động là $A_M = a|\sin(bx)|$

$$\Rightarrow 5(\text{mm}) = a|\sin(5\pi \cdot 0,05)| \Rightarrow a = \frac{5(\text{mm})}{\sin \pi/4} = 5\sqrt{2}\text{mm}$$

2. Vận tốc truyền sóng trên dây:

$$v = \lambda f = 0,4 \cdot 50 = 20\text{m/s}$$

3. Biểu thức của $u = 5\sqrt{2} \sin(5\pi x) \cos(100\pi t)\text{mm}$.

Tại điểm N cách O 50cm và ở thời điểm $t = 0,25\text{s}$ thì

$$u = 5\sqrt{2} \sin(5\pi \cdot 0,5) \cos(100\pi \cdot 0,25) = -5\sqrt{2}\text{mm}$$

4. Vận tốc dao động $V = \frac{du}{dt} = -5\sqrt{2}(100\pi) \sin(5\pi x) \sin(100\pi t)\text{mm}$. Tại điểm N nói trên và

ở $t = 0,25\text{s}$, ta có:

$$V = -5\sqrt{2}(100\pi) \sin(2,5\pi) \sin(25\pi) = 0.$$

Ví dụ 2. Một sợi dây AB treo lơ lửng, đầu A gắn vào âm thoa dao động với $f = 100\text{Hz}$, đầu B tự do. Vận tốc truyền sóng trên dây $v = 4\text{m/s}$.

1. Chiều dài của dây là 80cm . Trên dây có sóng dừng không?

2. Chiều dài của dây là 21cm . Trên dây có sóng dừng không? Nếu có, tính số bụng và số nút sóng.

3. Chiều dài của dây là 21cm . Hỏi tần số f bằng bao nhiêu để trên dây có 8 bụng sóng.

4. Tần số vẫn là 100Hz . Muốn trên dây có 8 bụng sóng thì chiều dài của dây bằng bao nhiêu?

Giải:

1. Điều kiện có sóng dừng $l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$. Với $\lambda = \frac{v}{f} = 4\text{cm}$. Khi $l = 80\text{cm}$ thì $2n + 1 = 80$.

Vì n không thỏa mãn điều kiện là số nguyên, nên trên dây không có sóng dừng.

2. Khi $l = 21\text{cm}$ thì $n = 10$ (là số nguyên). Vậy thỏa mãn điều kiện có sóng dừng. Trên dây có: 11 bụng và 11 nút (kể cả điểm A).

3. Để chỉ có 8 bụng sóng thì $n = 7$, bước sóng λ là:

$$21\text{cm} = (2 \cdot 7 + 1) \frac{\lambda}{4} = \frac{15 \cdot v}{4f} \rightarrow f = 71,4\text{Hz}$$

4. Khi $f = 100\text{Hz}$ thì λ vẫn là 4cm . Từ điều kiện tồn tại sóng dừng, ta có:

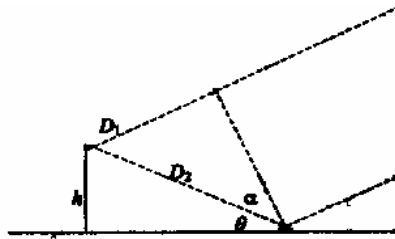
$$l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} = (2 \cdot 7 + 1) \cdot \frac{4}{4} (\text{cm}) = 15\text{cm}.$$

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 $\lambda = 2h(6 - 3)(\pi/180) = 0.42\text{m}$.

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

Đối với con người có lẽ sự đối xứng có sức hấp dẫn rất đặc biệt. Chúng ta thích nhìn những biểu hiện đối xứng trong tự nhiên, nhìn các hành tinh và Mặt Trời có dạng hình cầu đối xứng một cách lý tưởng, nhìn các tinh thể đối xứng, nhìn các hoa tuyết và cả những bông hoa gần như đối xứng. Song bây giờ tôi muốn nói không phải về sự đối xứng của các vật mà về tính đối xứng của chính các định luật vật lý. Thế nào là một vật đối xứng, điều đó dễ hiểu; nhưng một định luật vật lý có thể là đối xứng chăng? Rõ ràng là không, nhưng các nhà vật lý lại rất tự mãn là họ đã lấy những từ rất thông thường để chỉ những khái niệm hoàn toàn khác. Trong trường hợp của chúng ta, một vài tính chất của các định luật vật lý biểu hiện rất giống với những tính chất của một số vật đối xứng do đó họ nói tới tính đối xứng của các định luật vật lý. Chính điều đó chúng ta muốn nói tới ở đây.

Đối xứng là gì? Hãy nhìn vào người tôi, bạn sẽ thấy nửa bên trái người tôi đối xứng với nửa bên phải, ít nhất là ở hình dạng bề ngoài. Một lọ hoa cũng có tính đối xứng đúng như vậy, hoặc chỉ hơi khác một chút. Tất cả điều đó có nghĩa là thế nào? Thân hình của tôi đối xứng có nghĩa là nếu chuyển một nửa người bên trái sang bên phải và ngược lại, tức đổi chỗ hai nửa người cho nhau, thì bạn sẽ thấy tôi giống hệt như trước. Hình vuông có một dạng đối xứng đặc biệt: Quay nó đi 90° thì nó lại giống nguyên như cũ. Nhà toán học nổi tiếng Hermann Weyl đã đề nghị một định nghĩa rất hoàn hảo về tính đối xứng, theo định nghĩa này một vật được gọi là đối xứng nếu như sau khi biến đổi nó như thế nào đó thì ta lại được kết quả giống như ban đầu. Ta nói về tính đối xứng của các định luật vật lý chính với ý nghĩa như vậy. Trong trường hợp chúng ta cần chú ý rằng có thể biến đổi các định luật vật lý hoặc các cách biểu diễn của chúng thế nào tùy ý nhưng không được làm ảnh hưởng tới các quan hệ của chúng. Trong bài giảng này, chúng ta đề cập tới tính chất đó của các định luật vật lý.

Thí dụ đơn giản nhất về loại đối xứng như vậy - và bạn sẽ hiểu ngay rằng nó hoàn toàn không phải là đối xứng bên phải với bên trái - có thể chọn sự đối xứng với sự dịch chuyển không gian. Nội dung nó như sau. Nếu ta lắp một máy bất kỳ và dùng nó để tiến hành một thí nghiệm nào đó, và sau đem lắp cũng đúng cái máy như thế, để làm một thí nghiệm đúng như thế, với đối tượng nghiên cứu đúng như cũ, nhưng ở một chỗ khác, không phải ở đây nữa mà ở chỗ kia, nghĩa là chỉ đơn giản chuyển thí nghiệm của chúng ta tới một điểm khác của không gian, thì điều xảy ra theo thời gian của hai thí nghiệm hoàn toàn như nhau. Dĩ nhiên không nên hiểu một cách quá đơn giản điều khẳng định đó. Nếu tôi dựng ở đây, tại chỗ tôi đang ngồi này, một thiết bị nào đó, và sau đó cố gắng chuyển nó đi 6 m về bên trái, thì nó sẽ chui vào tường và kéo theo bao nhiêu hậu quả. Vì thế, nói tới đối xứng đối với các phép dịch chuyển không gian ta phải kể tới tất cả những gì ảnh hưởng tới thí nghiệm và chuyển tất cả những cái đó đi cùng với thiết bị. Thí dụ, ta hãy lấy một hệ con lắc nào đó và thử chuyển nó đi 20 nghìn dặm về bên phải. Rõ ràng là nó sẽ hoạt động không đúng như trước được, bởi vì con lắc cần tới lực hút của Quả Đất. Nhưng tưởng tượng nếu ta dịch chuyển cả hành tinh của chúng ta cùng với thiết bị, thì hệ sẽ hoạt động y như trước. Vấn đề là như vậy: cần phải dịch chuyển cùng một lúc tất cả những gì ảnh hưởng - dù là rất ít - tới thí nghiệm. Quy tắc ấy thấy như là vớ vẩn. Thật vậy, có thể di chuyển một cách đơn giản thiết bị thí nghiệm, và nó nếu không hoạt động thì bảo rằng chúng ta chuyển tới chưa đầy đủ tất cả, - như thế thì trong trường hợp nào anh cũng đúng. Nhưng thực ra không phải như vậy, bởi vì không nhất thiết rằng chúng ta đã đúng. Tính chất hay nhất của tự nhiên chính là ở chỗ bao giờ cũng có thể chuyển một số vật liệu đủ để cho thiết bị hoạt động giống như trước. Và điều đó không phải là những lời lẽ trống rỗng.

Tôi muốn chứng minh bằng một thí dụ rằng điều khẳng định đó đúng. Để minh họa, ta hãy lấy định luật vạn vật hấp dẫn, nó khẳng định rằng lực tương tác của hai vật tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng. Chúng ta nhắc lại rằng dưới tác dụng

của lực, vận tốc của vật biến thiên theo hướng của lực ấy. Bây giờ ta hãy lấy hai vật, chẳng hạn như một hành tinh quay quanh Mặt Trời và chuyển cả cặp tới một vùng khác của Vũ trụ. Khoảng cách giữa chúng dĩ nhiên là không thay đổi và do đó lực tương tác giữa chúng cũng không thay đổi. Ngoài ra, trong tình huống mới, vận tốc chuyển động cũng như tỉ lệ các độ biến thiên xảy ra vẫn giữ nguyên, và trong hệ này tất cả đều xảy ra hoàn toàn giống như trong hệ kia. Trong định luật vạn vật hấp dẫn dùng khái niệm “khoảng cách giữa hai vật” chứ không dùng khoảng cách nào đó tới tâm của Vũ trụ; điều đó cũng cho thấy rằng định luật đó thừa nhận những sự chuyển dịch trong không gian.

Đó là nội dung của một trong các tính đối xứng của các định luật vật lý - tính đối xứng đối với sự chuyển dịch trong không gian. Một tính đối xứng khác không kém phần quan trọng có liên quan tới sự kiện: Các định luật vật lý không thay đổi khi dịch chuyển thời gian. Ta hãy phóng một hành tinh quanh Mặt Trời, theo một hướng xác định. Và giả sử ta có thể phóng nó một lần nữa sau hai giờ hoặc hai năm sau, và trong lần thứ hai này, cách phóng từ điểm xuất phát cũng như vị trí tương đối của hành tinh và Mặt Trời lúc bắt đầu phóng, hoàn toàn giống như lần trước. Bấy giờ, tất cả sẽ xảy ra hoàn toàn đúng như trong lần phóng trước, bởi vì định luật vạn vật hấp dẫn nói về vận tốc và không đâu dùng tới khái niệm thời gian tuyệt đối mà ta phải bắt đầu đo từ một thời điểm xác định nào đó của thời gian tuyệt đối ấy. Thực lòng mà nói, chính trong thí dụ cụ thể này, chúng ta cũng không tin lắm những khẳng định cụ thể của chúng ta là đúng. Trước đây, khi nói về các định luật hấp dẫn, chúng ta đã có nhận xét về khả năng biến thiên của các lực hấp dẫn theo thời gian. Và điều đó có nghĩa là giả thiết về tính đối xứng của các định luật vật lý đối với sự dịch chuyển trong thời gian là không đúng. Thật vậy, nếu sau một tỉ năm hàng số hấp dẫn bé hơn bây giờ, mà khẳng định rằng khi ấy chuyển động của hành tinh và Mặt Trời thí nghiệm của chúng ta cũng hoàn toàn giống như hiện nay, thì sẽ không đúng. Nhưng trong chừng mực chúng ta biết ngày nay (ở đây tôi nói các định luật vật lý dưới dạng hiện nay chúng ta đã biết - mặc dù tôi không phủ nhận khả năng có thể trình bày chúng theo quan điểm ngày mai), thì sự dịch chuyển thời gian không có một ý nghĩa nào cả.

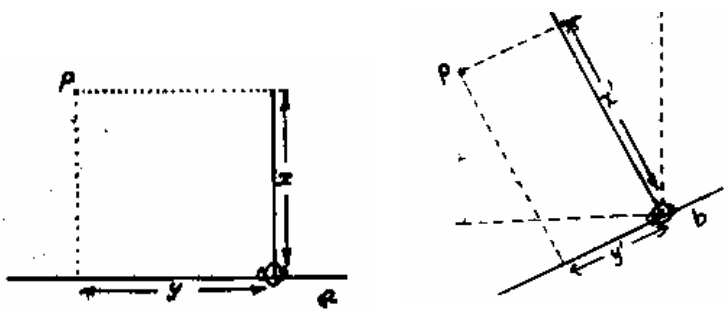
Trong một phạm vi khác, chúng ta biết là sự thật không phải thế. Điều đó chỉ đúng đối với các định luật vật lý. Nhưng các sự kiện (mà chúng có thể rất xa lạ với những định luật chúng ta biết) nói lên rằng hiện nay Vũ trụ không ngừng nở ra. Người ta có thể bảo, ở đây chúng ta cũng phải nêu lại các điều kiện “địa lý” - như trong trường hợp các dịch chuyển không gian, nghĩa là ta phải chuyển dời tất cả những cái khác chứ không riêng gì thiết bị. Với ý nghĩa như vậy, có thể khẳng định rằng, đối với sự dịch chuyển thời gian cũng phải có một quy tắc tương tự và chúng ta phải chuyển dời trong thời gian cả quá trình nở ra của Vũ trụ cùng với tất cả những cái còn lại. Nhưng chúng ta không thể có một tác động nào tới quá trình đó; ngay cả bằng phương pháp thực nghiệm, chúng ta cũng không thể nào có được một hình ảnh nào về nó. Do đó, chúng ta không thể có ý kiến gì về vấn đề đó, bởi vì ta đang nói tới khoa học chính xác. Nói một cách đơn giản, vấn đề là các điều kiện tồn tại của Vũ trụ hình như biến đổi theo thời gian và các thiên hà không ngừng đi ra xa nhau; nếu theo một câu chuyện khoa học hoang đường nào đó, bạn bồng tĩnh dậy vào một thời điểm tương lai chưa biết, thì bấy giờ, đo khoảng cách trung bình giữa các thiên hà, bạn sẽ có thể biết khoảng thời gian đã trôi qua đó. Điều đó có nghĩa rằng thời gian trôi đi thì Vũ trụ sẽ không như chúng ta thấy nó bây giờ nữa.

Nhưng ngày nay người ta thoả thuận với nhau phải vạch một đường ranh giới một bên là các định luật vật lý, chúng cho biết chuyển động sẽ như thế nào nếu nó bắt đầu bằng những sự kiện xác định nào đó, và một bên khác là các khẳng định Vũ trụ chúng ta sinh ra như thế nào, bởi vì về điều sau chúng ta đang biết rất ít. Thường người ta cho rằng lịch sử thiên thể hay là tinh nguyên học hoàn toàn không phải như là các định luật vật lý. Sự thật nếu bạn hỏi tôi, sự khác nhau ở đó như thế nào, thì bạn sẽ đặt tôi vào một tình huống khó xử. Nét đặc trưng rõ nhất của định luật vật lý là tính tổng quát của nó, nhưng nếu ở trên đời này còn tồn tại một cái gì tổng quát hơn nữa, thì đó là sự kiện

đi ra xa dần lẫn nhau của các thiên thể. Vì vậy, tôi không biết chính xác sự khác nhau ở đâu. Nếu thoả thuận với nhau rằng, không cần quan tâm tới các quá trình liên hệ tới sự phát sinh của Vũ trụ, mà chỉ lấy các định luật vật lý thực sự chúng ta đã biết thì sự chuyển dịch thời gian không có một vai trò nào cả.

Hãy thêm vài ví dụ về tính đối xứng của các định luật. Một tính đối xứng nữa, liên quan tới phép quay trong không gian. Nếu làm một thí nghiệm nào đó với một thiết bị đặt tại một điểm xác định, và sau đó lấy một thiết bị khác giống hệt như vậy (có thể đưa tới một điểm khác của không gian cho thoả mái hơn) và quay nó, thế nào để tất cả các trục của nó có một hướng khác, thì thiết bị sẽ hoạt động hoàn toàn giống trước. Dĩ nhiên lúc bấy giờ chúng ta cũng phải quay tất cả những gì khác có ảnh hưởng tới thí nghiệm. Nếu thiết bị là cái đồng hồ cổ ngày xưa mà chúng ta đem lật nằm ngang, thì con lắc của nó vướng vào thành hộp. Nhưng nếu cùng với đồng hồ quay cả Quả Đất (Quả Đất cũng luôn luôn quay như thế!), thì bây giờ đồng hồ sẽ chạy như cũ.

Sự biểu diễn toán học của phép quay không gian rất lý thú. Để biểu diễn một quá trình nào đó xảy ra như thế nào, chúng ta sẽ dùng những số, chỉ vị trí chỗ đang xét. Các số ấy gọi là toạ độ của điểm, và có lúc chúng ta phải lấy ba số: chúng cho biết điểm ở cao bao nhiêu trên một mặt phẳng nào đó, nó ở xa bao nhiêu về phía trước hoặc phía sau (nếu số là âm) và nó ở cách bao nhiêu về bên phải hoặc về bên trái chúng ta. Về mặt toán học, sự quay trong không gian được biểu diễn như sau. Nếu tôi chỉ vị trí của một điểm nào đó (hình vẽ) bằng các toạ độ x và y , và một người nào khác quay mặt sang một bên cho biết toạ độ của điểm ấy là x' và y' theo cách nhìn của họ, thì có thể thấy rõ ràng rằng toạ độ x của tôi là một “hỗn hợp” hai toạ độ người quan sát kia đã tính. Công thức biến đổi cho thấy mỗi một toạ độ x và y biến thành một hỗn hợp hai toạ độ x' và y' .



- a) Vị trí điểm P đối với tôi được đặc trưng bởi hai số x và y ; số x chỉ điểm P ở phía trước mặt tôi xa bao nhiêu và số y chỉ nó cách tôi về bên trái bao nhiêu.
- b) Vị trí cũng của điểm P ấy được đặc trưng bởi hai số khác, x' và y' , nếu tôi vẫn đứng ở chỗ cũ nhưng quay người sang một bên.

Đấy các định luật của tự nhiên phải thế nào để trộn lẫn các toạ độ theo cách như vậy và đưa các biểu thức có được vào các phương trình, thì các phương trình này sẽ giữ nguyên dạng của nó. Biểu hiện toán học của tính đối xứng đã nêu là như thế. Bạn viết các phương trình với những kí hiệu xác định, sau đó tìm phương pháp thay các kí hiệu x và y bằng các kí hiệu mới, x' và y' , mỗi một kí hiệu mới liên hệ với hai kí hiệu cũ x và y bằng một công thức xác định, sau khi thay thế như vậy thì các phương trình mới sẽ có dạng hoàn toàn giống như cũ, chỉ khác là ở chỗ x và y bây giờ có thêm dấu phẩy. Suy cho đến cùng thì điều đó có nghĩa là người quan sát kia sẽ nhìn thấy trong máy của họ hoàn toàn đúng những gì mà tôi nhìn thấy trong máy của mình, mặc dù nó đã quay. Tôi xin dẫn thêm một thí dụ rất lý thú về định luật đối xứng. Nó liên quan tới chuyển động đều theo đường thẳng. Người ta cho rằng các định luật vật lý không thay đổi trong chuyển động thẳng đều. Khẳng định đó có tên là nguyên lý tương đối. Ta hãy lấy một con tàu vũ trụ, trong đó có một cái máy nào đó có một chức năng nhất định, và lấy

một cái máy khác hoàn toàn giống như vậy nhưng đặt ở đây, ở mặt đất. Bây giờ nếu con tàu chuyển động với vận tốc không đổi thì người quan sát trong con tàu theo dõi hoạt động của máy sẽ không thấy có mảy may gì khác so với những điều tôi thấy trong máy đứng yên của mình ở mặt đất. Dĩ nhiên nếu người quan sát chuyển động mà nhìn qua cửa sổ hoặc qua một chướng ngại vật nào đó, thì đấy lại là một vấn đề khác. Ngoài ra, khi họ chuyển động với vận tốc không đổi theo đường thẳng, họ sẽ thấy các định luật vật lý biểu hiện hoàn toàn giống như tôi. Mà một khi sự việc đã như vậy, thì tôi không thể quyết đoán ai trong hai chúng tôi là đang chuyển động.

Trước khi đi xa hơn nữa, tôi muốn nhấn mạnh rằng trong tất cả các phép biến đổi và định luật đối xứng ấy, chúng ta không nói tới sự dịch chuyển của toàn bộ Vũ trụ. Trong trường hợp dịch chuyển thời gian, nói tới sự dịch chuyển như vậy của mọi quá trình trong Vũ trụ thì có nghĩa là không nói gì cả. Cũng giống như vậy, khi nói rằng: nếu ta có thể chuyển dời toàn bộ Vũ trụ của chúng ta tới một chỗ khác trong không gian, thì tất cả chẳng có gì thay đổi, điều khẳng định đó không mang một nội dung hợp lý nào. Điều rất hay trong tất cả các định luật ấy là: nếu lấy một cái máy nào đó, đưa nó tới một chỗ khác, kiểm tra thấy các điều kiện đều thực hiện đủ và chuyển tới chỗ đó đủ số thiết bị bổ sung, thì như vậy là chúng ta đã tách được một phần của Vũ trụ, dịch chuyển nó so với bộ phận còn lại, và điều đó không ảnh hưởng gì tới hiện tượng quan sát, tất cả đều như cũ. Trong trường hợp của nguyên lý tương đối, điều đó có nghĩa là ai bay trong Vũ trụ theo đường thẳng và với vận tốc không đổi đối với vị trí trung bình của Vũ trụ chúng ta, người ấy sẽ không nhận thấy một dấu hiệu nào chứng tỏ là mình đang chuyển động. Nói cách khác, các thí nghiệm tiến hành bên trong vật chuyển động, loại trừ việc nhìn qua cửa sổ, sẽ không cho một dấu hiệu nào để kết luận được chúng ta đang chuyển động hay không chuyển động so với tất cả các vì sao nhìn trong toàn bộ của chúng.

Khẳng định đó được Newton nêu lên đầu tiên. Ta hãy xét định luật vạn vật hấp dẫn của ông. Ông khẳng định rằng lực tương tác giữa các khối lượng tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng và mỗi lực gây ra một biến thiên vận tốc. Bây giờ giả sử tôi đã dựng được một thuyết về chuyển động của hành tinh, quay quanh Mặt Trời đứng yên, và tôi muốn nói rõ điều gì xảy ra với hành tinh, quay quanh Mặt Trời đang chuyển động. Trong trường hợp sau, tất cả các vận tốc đều khác với vận tốc quan sát thấy trong trường hợp trước: cần phải cộng thêm một vận tốc không đổi nào đó vào những trị vận tốc cũ. Nhưng định luật của chúng ta chỉ chứa khẳng định về độ biến thiên vận tốc; và vì vậy trên thực tế lực tác dụng lên hành tinh của Mặt Trời đứng yên cũng đúng bằng lực tác dụng lên hành tinh của Mặt Trời chuyển động, và, do đó các độ biến thiên vận tốc của hai hành tinh là như nhau. Vì thế vận tốc phụ thêm trong trường hợp sau vẫn giữ nguyên giá trị của nó mà không chịu một sự biến thiên nào. Kết quả cuối cùng của những suy luận toán học ấy cho thấy rằng, nếu thêm vào tất cả các vật một vận tốc không đổi, thì chúng sẽ hoàn toàn tuân theo những định luật như trước. Vì vậy nghiên cứu Hệ Mặt trời và quỹ đạo chuyển động của các hành tinh quanh Mặt Trời, chúng ta không thể giải quyết được vấn đề Mặt Trời đứng yên hay nó đang chuyển động đối với Vũ trụ chúng ta. Phù hợp với định luật Newton, một chuyển động như vậy của Mặt Trời sẽ không có ảnh hưởng nào tới chuyển động của các hành tinh xung quanh nó. Vì thế Newton đã thêm: “chuyển động tương đối của các vật với nhau trong không gian sẽ giữ nguyên và không phụ thuộc vào điều là không gian ấy đứng yên hay chuyển động theo đường thẳng với vận tốc không đổi so với các vì sao”.

(Kỳ sau đăng tiếp)