

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

(Lớp 7, chương trình mới)

TNCS1/5. Ta nhìn thấy Mặt Trăng vì:

- A. Mặt Trăng là nguồn sáng.
- B. Mặt Trăng là vật sáng.
- C. Ban đêm trời tối chỉ có Mặt Trăng sáng.
- D. Ánh sáng từ Mặt Trăng truyền vào mắt ta.

Hãy chọn kết luận đúng.

TNCS2/5. Hãy trả lời đúng hoặc sai cho các kết luận sau:

- A. Ban đêm ta không nhìn thấy Mặt Trời vì lúc này Mặt Trời không phát ra ánh sáng.
- B. Ban ngày ta nhìn rõ cây vì cây phát ra ánh sáng chiếu vào mắt ta.
- C. Ta nhìn thấy hoa cúc màu vàng vì có ánh sáng màu vàng từ hoa cúc truyền vào mắt ta.
- D. Vật sáng khác nguồn sáng ở chỗ nó không tự phát ra ánh sáng.

TNCS3/5. Chỉ ra kết luận sai trong các kết luận sau:

- A. Tia sáng là đường thẳng có mũi tên chỉ hướng.
- B. Tia sáng là đường truyền của ánh sáng. Chùm sáng hẹp song song được coi là một tia sáng.
- C. Chùm sáng gồm vô số tia sáng phát ra từ nguồn sáng.
- D. Chùm sáng hội tụ là chùm sáng trong đó các tia sáng giao nhau tại một điểm.

TNCS4/5. Hãy trả lời đúng hoặc sai các kết luận sau:

- A. Ánh sáng từ ngọn đèn trên bờ truyền xuống đáy ao theo đường thẳng.
- B. Vào mùa hè, ánh sáng Mặt Trời truyền xuống mặt đường nhựa không theo đường thẳng.
- C. Khi bật đèn điện ta thấy đèn sáng ngay vì ánh sáng từ ngọn đèn truyền tức thời đến mắt ta.
- D. Ánh sáng truyền từ ngọn đèn bàn xuống trang sách trên bàn theo những đường thẳng.

TNCS5/5. Chọn ra kết luận đúng trong các kết luận sau:

- A. Bóng tối là phần trên màn không nhận được ánh sáng.
- B. Bóng nửa tối là phần trên màn chỉ nhận được một phần ánh sáng của nguồn sáng chiếu tới.
- C. Nơi xảy ra nhật thực một phần chính là nơi có bóng nửa tối của Mặt Trăng trên Trái Đất.
- D. Sự truyền thẳng của ánh sáng là nguyên nhân của hiện tượng nhật thực và nguyệt thực.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/5. Phát biểu nào sau đây đúng đối với hạt chuyển động trên một đường tròn nằm ngang với vận tốc góc không đổi?

- A) Véc tơ động lượng không đổi nhưng động năng thay đổi
- B) Động năng không thay đổi nhưng véc tơ động lượng thay đổi.
- C) Cả động năng và véc tơ động lượng đều không thay đổi
- D) Cả động năng và véc tơ động lượng đều thay đổi

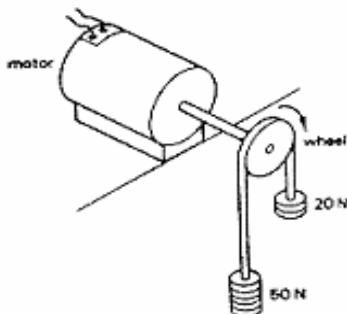
TN2/5. Kim phút của một đồng hồ lớn dài 3.0m. Vận tốc góc trung bình của nó sẽ là:

- A) $1,4.10^{-4}\text{rads}^{-1}$;
- B) $1,7.10^{-3}\text{rads}^{-1}$;
- C) $5,2.10^{-3}\text{rads}^{-1}$;

- D) $1,0 \cdot 10^{-1} \text{rads}^{-1}$;
E) $3,0 \cdot 10^{-1} \text{rads}^{-1}$;

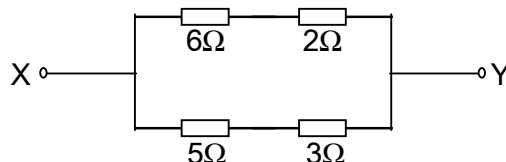
TN3/5. Để tìm công suất ra của một động cơ điện người ta bố trí thí nghiệm như hình vẽ. Một bánh xe nhỏ có đường kính 0,5m được gắn vào trục của động cơ. Dây treo các trọng vật vắt qua bánh xe sẽ đứng yên khi các trọng vật có khối lượng như chỉ ra trên hình. Nếu bánh xe quay được 20 vòng trong một giây thì công suất ra của động cơ sẽ là:

- A) 200W B) 300W C) 500W D) 600W E) 700W



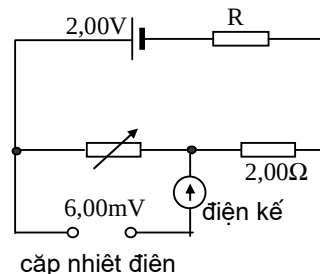
TN4/5. Trong mạch điện sau đây hiệu điện thế đặt vào hai đầu XY của đoạn mạch là 3V. Dòng điện qua điện trở 5Ω bằng:

- A) $(15/8)\text{A}$ B) $(4/3)\text{A}$ C) $(3/5)\text{A}$ D) $(3/8)\text{A}$



TN5/5. Sơ đồ mạch điện sau đây dùng để đo sức điện động của một pin nhiệt điện. Khi điều chỉnh cho biến trở bằng $3,00\Omega$ thì dòng qua điện kế bằng 0. Giá trị của điện trở R bằng:

- A) 195Ω B) 495Ω C) 995Ω D) 1995Ω



GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

HƯỚNG DẪN ĐỀ THI OLYMPIC VẬT LÝ CHÂU Á PHẦN THỰC HÀNH

(Xem VL&TT số 4 tháng 12 năm 2003)

I. Xác định điện dung

a)
$$\bar{P} = I^2 R = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0^2 R}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad (1,0 \text{ điểm})$$

b)
$$\frac{d}{dR} \bar{P} = 0 \quad (0,3 \text{ điểm})$$

$$\begin{aligned}\frac{d}{dR} \bar{P} &= \frac{d}{dR} \left(\frac{\frac{1}{2} \epsilon_0^2 R}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0^2 \frac{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2 - R(2R)}{\left(R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2 \right)^2}\end{aligned}\quad (0,4 \text{ điểm})$$

Điều kiện để $\bar{P}_{\max}$ là $R = \frac{1}{\omega C}$ (0,3 điểm)

c) (1,0 điểm)

$$\begin{aligned}\bar{P} &= \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0^2 R}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2} = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0^2}{R \left[1 + \left(\frac{1}{R\omega C} \right)^2 \right]} \\ \Rightarrow \quad \frac{1}{R\bar{P}} &= \frac{2}{\epsilon_0^2} \left[1 + \frac{1}{R^2 \omega^2 C^2} \right] \\ \frac{1}{R\bar{P}} &= \frac{1}{V^2} = \frac{2}{\epsilon_0^2} + \frac{2}{\epsilon_0^2} \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2 \frac{1}{R^2}\end{aligned}$$

Ghi chú: Đồ thị tuyến tính sẽ là $\frac{1}{R\bar{P}}$ hay $\frac{1}{V^2}$ theo $\frac{1}{R^2}$. Nếu a là độ dốc và b là giao điểm với trục

y, thì $\frac{1}{\omega^2 C^2} = \frac{a}{b} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{b}{a}}$

Một phương pháp khác, từ công thức:

$$\frac{V^2}{R^2} = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

suy ra

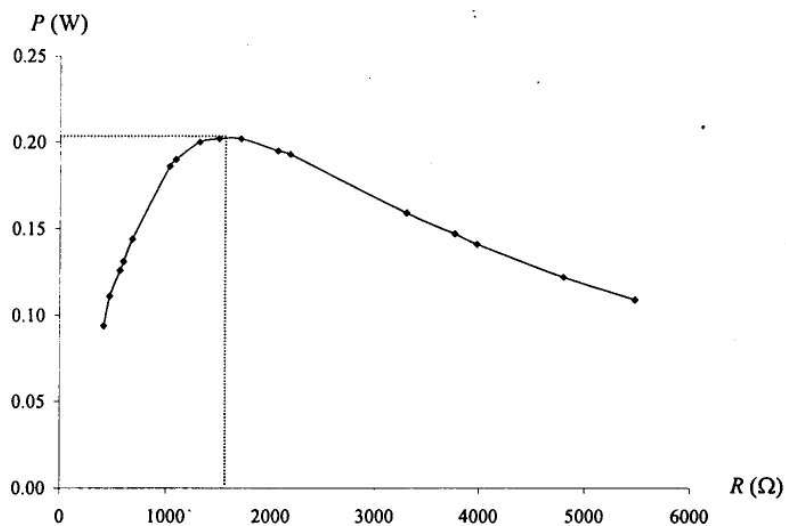
$$R^2 = \left(\frac{1}{2} \epsilon_0^2 \right) \left(\frac{R}{V} \right)^2 - \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2$$

Ghi chú: Đồ thị biểu diễn R^2 theo $\left(\frac{R}{V} \right)^2$, và C được xác định từ giao điểm với trục y.

d)

No.	Điện trở	$R \text{ } (\Omega)$	$V \text{ (V)}$	$\bar{P} = \frac{V^2}{R} \text{ (W)}$
1	R_A	680	9.86	0.144
2	R_B	1500	17.36	0.202
3	R_C	3300	22.81	0.159
4	$R_A + R_B$	2180	20.49	0.193
5	$R_A // R_B$	468	7.28	0.111

(2,5 điểm) (số điểm dữ liệu = 17: 2,5 đ; >13 : 2,0 đ; >9: 1,5 đ; >3: 1,0 đ; ≤3: 0,5 đ)
e)



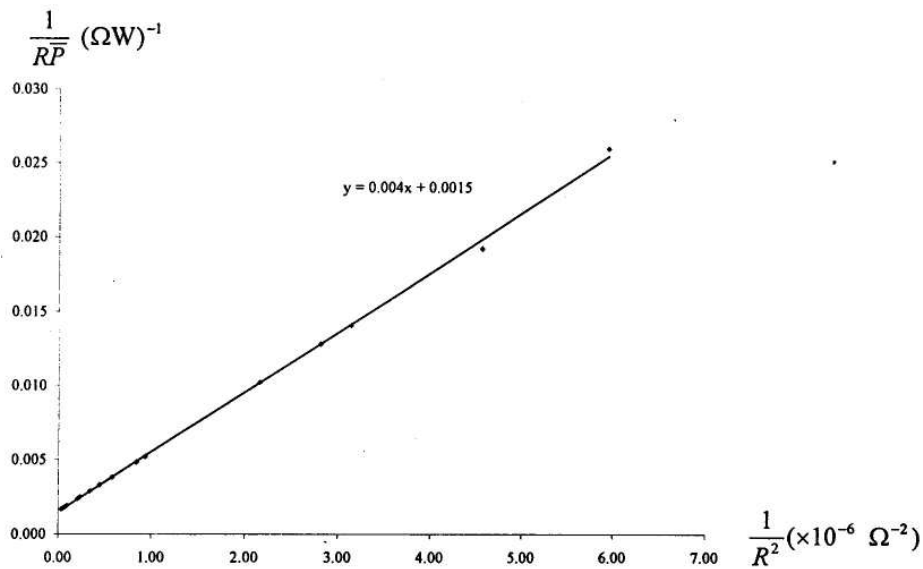
$$R \text{ ở } \bar{P}_{\max} = 1600 \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega R} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 1600} = 1,9 \times 10^{-6} \text{ F} = 1,9 \mu\text{F}$$

(1,5 điểm): đồ thị tốt

(0,5 điểm): giá trị đúng

f) Đồ thị tuyến tính

$R(\Omega)$	$V(V)$	$\bar{P} = \frac{V^2}{R} (W)$	$\frac{1}{R\bar{P}} (\Omega W)^{-1}$	$\frac{1}{R^2} (\times 10^{-6} \Omega^{-2})$
410	6.22	0.094	0.0259	5.948
468	7.28	0.111	0.0193	4.565
564	8.42	0.126	0.0141	3.143
596	8.82	0.131	0.0128	2.815
680	9.86	0.144	0.0102	2.162
1032	13.78	0.186	0.0052	0.938
1089	14.36	0.190	0.0048	0.843
1313	16.18	0.200	0.0038	0.580
1500	17.36	0.202	0.0033	0.444
1712	18.63	0.202	0.0029	0.341
2064	20.15	0.195	0.0025	0.234
2180	20.49	0.193	0.0024	0.210
3300	22.81	0.159	0.0019	0.091
3768	23.43	0.147	0.0018	0.070
3980	23.66	0.141	0.0018	0.0631
4800	23.98	0.122	0.0017	0.0434
5480	24.40	0.109	0.0017	0.0333

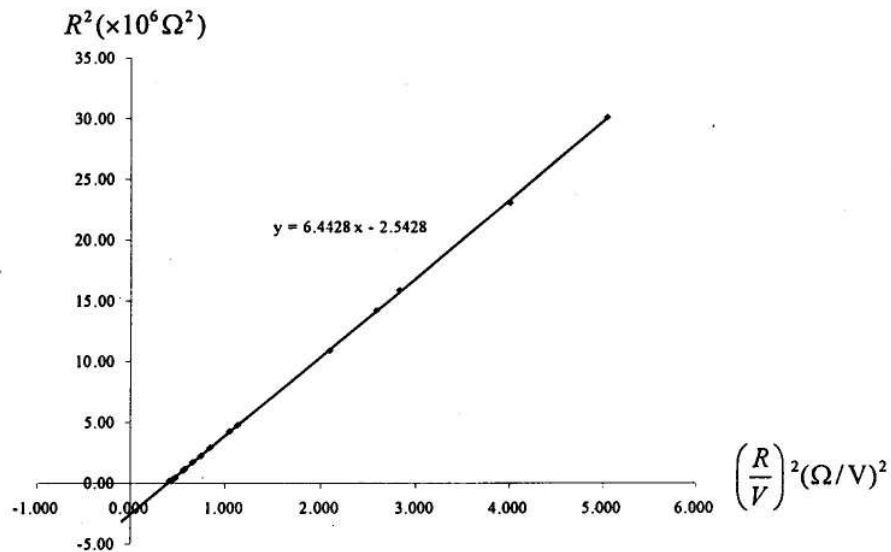


Phân tích đồ thị: độ dốc $= a = 0,004 \times 10^6 \Omega / W$; giao điểm với trục

$$y = b = 0,0015 (\Omega W)^{-1}: \frac{1}{\omega^2 C^2} = \frac{a}{b} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{b}{a}} = 1,95 \times 10^{-6} F = 1,95 \mu F$$

Một phương án khác cho đồ thị tuyến tính

$R(\Omega)$	$V(V)$	$\bar{P} = \frac{V^2}{R} (W)$	$\left(\frac{R}{V}\right)^2 (\Omega/V)^2$	$R^2 (\times 10^6 \Omega^2)$
410	6.22	0.094	4345	0.17
468	7.28	0.111	4133	0.22
564	8.42	0.126	4487	0.32
596	8.82	0.131	4566	0.36
680	9.86	0.144	4756	0.46
1032	13.78	0.186	5609	1.07
1089	14.36	0.190	5751	1.19
1313	16.18	0.200	6585	1.72
1500	17.36	0.202	7466	2.25
1712	18.63	0.202	8445	2.93
2064	20.15	0.195	10492	4.26
2180	20.49	0.193	11320	4.75
3300	22.81	0.159	20930	10.89
3768	23.43	0.147	25863	14.20
3980	23.66	0.141	28297	15.84
4800	23.98	0.122	40067	23.04
5480	24.40	0.109	50441	30.03



Phân tích đồ thị: giao điểm với trục $y = \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 2,5428 \times 10^6 \Omega^2$

$$\frac{1}{\omega C} = 1,595 \times 10^3 \Omega \Rightarrow C = 1,99 \times 10^{-6} F = 1,99 \mu F$$

(1,5 điểm):

đồ thị tốt

(0,5 điểm):

giá trị đúng

g) Ước lượng sai số của các giá trị của C thu được ở e) (0,25 điểm)

ước lượng sai số của các giá trị của C thu được ở f) (0,25 điểm)

ĐỀ RA KỲ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/5. Hai chiếc tàu thủy chuyển động thẳng đều trên biển. Tàu 1 vào lúc 12h trưa ở phía Bắc một hòn đảo nhỏ, cách đảo này 40 dặm và tiếp tục chạy về hướng Đông với vận tốc 15 dặm/h. Còn tàu 2 vào lúc 8h sáng lại ở phía Đông hòn đảo nói trên, cách đảo này 100 dặm, và chuyển động về phía Nam với vận tốc 15 dặm/h. Xác định khoảng cách nhỏ nhất của hai con tàu và điều đó xảy ra ở thời điểm nào?

CS2/5. Người ta trộn nước nóng và nước lạnh theo hai cách sau:

Cách 1: Đổ từ từ theo thành bình $m_1 \text{ kg}$ nước nóng ở nhiệt độ T_1 vào $m_2 \text{ kg}$ nước lạnh ở nhiệt độ T_2 .

Cách 2: Đổ từ từ theo thành bình $m_2 \text{ kg}$ nước lạnh vào $m_1 \text{ kg}$ nước nóng nói trên. Biết $m_2 = 2m_1$.

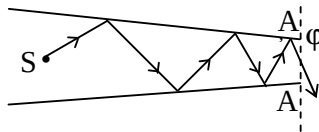
a) Trường hợp nào quá trình truyền nhiệt xảy ra nhanh hơn?

b) Tìm nhiệt độ của hỗn hợp khi cân bằng nhiệt bằng phương pháp đồ thị.

CS3/5. 1. Có 5 điện trở giống nhau, lúc đầu mắc 3 điện trở thành một mạch, sau đó mắc thêm 2 điện trở còn lại thì điện trở mạch điện sau nhỏ hơn 4 lần so với điện trở của mạch điện lúc đầu. Vẽ sơ đồ mạch điện lúc đầu và lúc sau.

2. Người ta mắc nối tiếp bộ điện trở lúc sau nói trên với một bộ bóng đèn gồm 2 bóng loại 6V - 6W và 4 bóng loại 3V - 1,5W, tất cả được mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế không đổi 15V thì thấy các đèn đều sáng bình thường. Tìm giá trị của mỗi điện trở đã mắc trong bộ điện trở nói trên.

CS4/5. Để hội tụ ánh sáng vào một diện tích nhỏ, người ta nghĩ ra một thiết bị như hình vẽ. Thiết bị này là một ống hình nón, mặt trong phản xạ tối ánh sáng. Các tia sáng xuất phát từ nguồn S sau khi phản xạ nhiều lần liên tiếp sẽ đi vào lỗ AA', lỗ này có thể nhỏ tùy ý. Nhờ vậy ánh sáng sẽ hội tụ vào một diện tích nhỏ. Đề án này có thể thực hiện được không? Giải thích.



TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

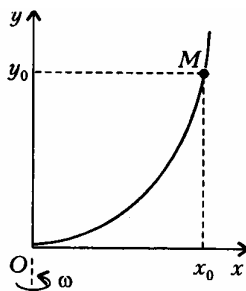
TH1/5. Một vật nhỏ khối lượng m đặt trên mặt bàn nằm ngang. Tác dụng một lực theo phương hợp với phương ngang một góc α . Khi vật bắt đầu chuyển động thì góc α thay đổi theo quy luật $\alpha = ks$, với s là quãng đường mà vật đi được và k là một hằng số dương. Tính vận tốc cực đại của vật. Bỏ qua ma sát.

Nguyễn Văn Hạnh (Nghệ An)

TH2/5. Một dây kim loại cứng mảnh được uốn sao cho nếu đặt trục Oy trùng với một phần của dây thì phần còn lại của nó trùng với đồ thị của hàm số $y = ax^3$ với $x > 0$ (xem hình vẽ). Quay đều dây trên

theo phần thẳng đứng của dây với vận tốc ω . Một hạt có khối lượng m được đặt sao cho có thể chuyển động không ma sát dọc theo dây. Tìm tọa độ $(x_0; y_0)$ của hạt ở vị trí cân bằng và chu kỳ dao động bé của hạt xung quanh vị trí cân bằng đó.

Văn Xuân (Hà Nội), st

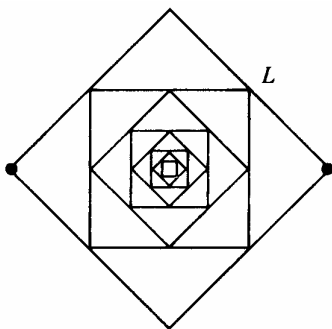


TH3/5. Để xác định hằng số đoạn nhiệt $\gamma = C_p / C_v$ của khí không lý tưởng, một nhà thực nghiệm đã tiến hành như sau. Ông ta thực hiện một quá trình đẳng áp $1 \rightarrow 2$ và một quá trình đẳng tích $1 \rightarrow 3$ sao cho trong đó nội năng của khí trong hai quá trình đó thay đổi một lượng nhỏ như nhau. Kết quả thực nghiệm cho thấy sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình đẳng tích lớn gấp ba lần trong quá trình đẳng áp, và trong quá trình đẳng áp một phần ba nhiệt lượng nhận được được chuyển thành công mà khí thực hiện. Hãy xác định hằng số γ .

Nguyễn Đức Long (Hà Nội)

TH4/5. Một mạch điện gồm các điện trở như hình vẽ được tạo thành theo cách sau. Xuất phát từ một hình vuông cạnh có chiều dài L , điện trở R . Nối trung điểm các cạnh của hình vuông bằng dây điện trở trên để tạo thành một hình vuông mới và cứ tiếp tục như thế đến vô hạn. Hãy xác định điện trở giữa hai đỉnh đối diện của hình vuông ban đầu. (Coi tất cả các dây điện trở trong mạch có cùng tiết diện và cùng điện trở suất).

Nguyễn Xuân Quang (Hà Nội)



TH5/5. Cho mạch điện như hình vẽ. Hai hộp đen X và Y chỉ chứa các phần tử: điện trở thuần, cuộn dây thuần cảm và tụ mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu A và C một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U và tần số f thay đổi được.

- 1) Khi $f = 50\text{Hz}$, thì các vôn kế đều chỉ 60V và ampe kế chỉ 2A .
 - a) Biết hiệu điện thế hai đầu vôn kế V_1 sớm pha $\pi/3$ so với hiệu điện thế hai đầu vôn kế V_2 . Xác định hiệu điện thế hiệu dụng U_{AC}
 - b) Cho biết u_{AB} cùng pha với cường độ dòng điện. Hãy tìm các phần tử trong X và Y.
- 2) Khi $f = 100\text{Hz}$, biết biểu thức dòng điện là $i = 2\sqrt{2} \sin 200\pi t (\text{A})$, hiệu điện thế hai đầu V_1 sớm pha so với cường độ dòng điện là $\pi/6$ và trễ pha so với hiệu điện thế hai đầu V_2 cũng là $\pi/6$.
 - a) Viết biểu thức hiệu điện thế giữa A và C.

b) Xác định các phần tử trong X và Y.

Chu Văn Biên (ĐH Hồng Đức – Thanh Hoá)

LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VĨ ĐẠI

(tiếp theo kỳ trước)

R. Feynman

Một người khác cũng muốn quan sát những điều như vậy trong con tàu của mình. Tia chớp loé sáng, ở điểm x xuất hiện điện tích và cùng thời điểm đó ở điểm y tại đầu kia con tàu, điện tích biến mất. Chú ý là điều đó xảy ra đồng thời và hoàn toàn phù hợp với những quan niệm của chúng ta về sự bảo toàn điện tích. Nếu chúng ta mất electron tại một nơi thì tìm thấy nó ở một nơi khác, nhưng giữa hai nơi không có gì dịch chuyển cả. Giả sử sự xuất hiện và biến mất điện tích có kèm theo một chớp sáng mà ta có thể lấy làm tín hiệu. Người quan sát B nói rằng hai sự kiện xảy ra đồng thời, bởi vì anh ta ngồi chính giữa con tàu, và tia sáng từ tia chớp ở nơi điện tích xuất hiện x và ánh sáng từ tia chớp ở nơi điện tích biến mất y, đến mắt người đó cùng một lúc. Người quan sát B bảo : “Phải ! hai sự kiện xảy ra đồng thời”. Nhưng người ngồi trong con tàu kia sẽ nhìn thấy sự việc xảy ra như thế nào? Anh ta sẽ bảo “Không, anh bạn ơi! anh nhầm rồi. Rõ ràng mắt tôi thấy ở x điện tích xuất hiện sớm hơn là điện tích biến mất ở y”. Sở dĩ như vậy, vì A chuyển động theo chiều tới x và ánh sáng từ x phải đi qua một quãng đường ngắn hơn là từ y, nên nó đến sớm hơn. A có thể khẳng định : “Không ! thoát tiên điện tích xuất hiện ở x, và sau đó nó biến mất ở y. Điều đó có nghĩa là trong khoảng thời gian giữa lúc điện tích ở x xuất hiện và điện tích ở y biến mất, có thêm điện tích. Trong khoảng thời gian ấy không có sự bảo toàn nào cả. Điều này mâu thuẫn với định luật”. Người thứ nhất phản ứng lại : “Nhưng vì anh chuyển động cơ mà”. Người thứ hai đáp lại: “Làm sao anh biết được như vậy ? Tôi nhìn rõ ràng là chính anh mới chuyển động !”.v.v... Nếu như bằng thực nghiệm không thể xác định được chúng ta chuyển động hay đứng yên, vì các định luật vật lý không phụ thuộc điều đó, thì tính không định xứ của định luật bảo toàn sẽ phải suy ra nó chỉ đúng với những ai đứng yên một chỗ, với nghĩa tuyệt đối của chữ đứng yên. Song theo nguyên lý tương đối Einstein, một trạng thái như vậy không thể có được và do đó định luật bảo toàn điện tích không thể là không định xứ. Tính định xứ của sự bảo toàn điện tích phù hợp với thuyết tương đối, và có thể nói như vậy đối với tất cả các định luật bảo toàn.

Điện tích còn có một đặc tính rất lý thú và kì lạ mà đến nay vẫn chưa giải thích được. Tính chất này chẳng có liên hệ gì tới định luật bảo toàn cả. Điện tích bao giờ cũng biến thiên từng lượng xác định một. Nếu ta có một hạt tích điện thì điện tích của nó chỉ có thể bằng một số nguyên lần một lượng xác định lấy làm đơn vị. Nó biến thiên từng lượng tử một nên rất tiện lợi, nhờ nó mà chúng ta dễ dàng lĩnh hội được lý thuyết về tính bảo toàn. Đây là muốn nói tới các thứ mà ta có thể đếm được và chúng dịch chuyển từ nơi này tới nơi khác. Và cuối cùng, một tính chất rất quan trọng nữa của điện tích: nó là nguồn của trường điện và từ. Vì vậy trong thực tiễn xác định số trị của điện tích toàn phần bằng phương pháp điện là điều không lấy gì làm phức tạp. Điện tích - đó là số đo tương tác của vật với điện trường, tức là điện trường liên hệ mật thiết với điện tích. Như vậy đại lượng bảo toàn ấy có hai tính chất không liên hệ trực tiếp với tính bảo toàn, nhưng không vì thế mà kém lý thú. Thứ nhất là điện tích biến thiên từng lượng tử một và thứ hai nó là nguồn của trường.

Người ta dần dần đã đưa ra những định luật bảo toàn khác, bản chất cũng thế, cũng những qui tắc đếm ấy. Chẳng hạn, đã từng có một thời các nhà khoa học cho rằng, trong bất kì phản ứng nào số nguyên tử natri luôn giữ không đổi. Nhưng các nguyên tử natri đâu phải là bất biến. Có thể chuyển hoá các nguyên tử của một số nguyên tố này thành các nguyên tử của một nguyên tố khác, làm cho nguyên tố ban đầu biến mất hoàn toàn. Lại cũng có một thời có một định luật khác mà mọi người đều cho là đúng; khối lượng toàn phần của một vật là không đổi. Điều đó phụ thuộc cách anh định nghĩa khối lượng như thế nào và anh có chú ý tới năng lượng hay không. Định luật bảo toàn khối lượng

chứa đựng trong định luật bảo toàn năng lượng mà chúng ta sắp phân tích. Trong tất cả các định luật bảo toàn, định luật này khó và trừu tượng hơn cả, song cũng có ích hơn tất cả. Hiểu nó khó hơn những định luật đã trình bày, bởi vì trong trường hợp điện tích và những trường hợp khác đã xét, cơ chế rất dễ hiểu: nhiều hay ít, chúng đều dẫn tới sự bảo toàn những vật cụ thể nào đó. Nhiều hay ít là vì có những vật thể này biến hoá thành những vật thể khác, song mặc dù thế, chúng qui vẫn chỉ là sự đếm giản đơn mà thôi.

Bảo toàn năng lượng là một vấn đề phức tạp hơn: dù rằng ở đây chúng ta cũng vẫn có một số và số ấy cũng không biến đổi theo thời gian, nhưng đó lại là một số không ứng với một vật thể xác định nào. Để làm rõ được bản chất của vấn đề, tôi xin dẫn một sự so sánh có hơi thô sơ một chút.

Hãy tưởng tượng một bà mẹ để đứa con nhỏ của mình trong phòng với 28 mẫu hình lập phương cứng, không vỡ được. Đứa trẻ chơi với chúng suốt ngày và lúc người mẹ trở về vẫn thấy mẫu lập phương là 28 như cũ – chả là bà mẹ theo dõi sự bảo toàn của các mẫu lập phương mà! Và cứ thế, ngày này qua ngày khác. Song một lần nọ, lúc trở về bà mẹ chỉ thấy vền vện có 27. Một mẫu lập phương lăn lóc bên ngoài cửa sổ – chú bé đã vứt nó ra. Xét các định luật bảo toàn, trước hết phải biết rõ có vật nào của anh đã lọt ra ngoài cửa sổ không đã. Một sự rắc rối đại loại như vậy cũng có thể xảy ra, nếu một chú nhóc hàng xóm khác đến chơi với chú bé mang theo những mẫu hình lập phương của riêng nó nữa. Rõ ràng là phải chú ý tới tất cả những điều đó khi xét đến các định luật bảo toàn. Lại một ngày đẹp nào đó người mẹ đếm các mẫu lập phương, thấy chỉ còn có 25 và nghĩ là 3 mẫu còn lại, chú bé đã đem giấu trong hộp đựng đồ chơi. Người mẹ liền bảo: “Tao mở hộp đây” Không – chú bé đáp – mẹ đừng mở hộp của con!”

Song người mẹ thông minh đã nhận xét: “Ta biết hộp không chỉ nặng có 50g thôi, còn mẫu lập phương nặng 100g, vậy chỉ cần đem cân là khắc biết rõ thôi mà”. Sau đó, người mẹ tính số mẫu lập phương và được:

$$\text{Số mẫu lập phương} - \frac{\text{Trọng lượng hộp} - 50\text{g}}{100\text{g}}$$

Và lại đúng 28. Một thời gian mọi việc đều trôi chảy, rồi lại một lúc nào đó tổng số lại chẳng phù hợp nữa rồi. Người mẹ quan sát thấy mực nước bồn trong bình nước đã không như cũ. Bà mẹ biết nếu trong bồn không có mẫu lập phương nào thì độ sâu là 15 cm và nếu cho vào một mẫu thì mực nước dâng lên thêm 0,5 cm. Vì vậy, bà đã thêm một số hạng nữa:

$$\text{Số mẫu lập phương} + \frac{\text{Trọng lượng hộp} - 50\text{g}}{100\text{g}} + \frac{\text{Mức nước} - 15\text{cm}}{0,5\text{cm}}$$

và lại thấy đúng 28. Chú bé lăm sáng kiến, ngày càng bày ra lăm trò và bà mẹ cũng chẳng chịu thua, đã lần lượt thêm vào những số hạng mới, ứng với các mẫu lập phương, nhưng về mặt toán học, đã trở nên những con số trừu tượng, vì lẽ các mẫu lập phương đã không còn nhìn thấy được nữa.

Giờ tôi mới cố gắng giải thích đâu là chỗ giống nhau giữa sự bảo toàn các mẫu lập phương và năng lượng và đâu là chỗ khác nhau. Bước đầu hãy giả sử rằng trong mọi trường hợp ta đều không thể nhìn thấy được các mẫu lập phương. Số hạng “số mẫu lập phương nhìn thấy” không bao giờ còn có nữa. Bây giờ người mẹ sẽ cộng rất nhiều số hạng như “Các mẫu trong hộp”, “các mẫu trong nước”, v.v... Các mẫu năng lượng, trong chừng mực chúng ta đã biết, nói chung không có. Ngoài ra, khác với các mẫu hình lập phương, lượng năng lượng không nhất thiết phải được biểu diễn bằng một số nguyên. Người mẹ đáng thương kia có thể tìm thấy $6\frac{1}{8}$ mẫu hình lập phương trong một số hạng, $7\frac{7}{8}$

trong số hạng khác, 21 trong số hạng thứ ba, và cuối cùng vẫn có tổng số 28 như cũ. Đây, năng lượng nó như vậy đấy.

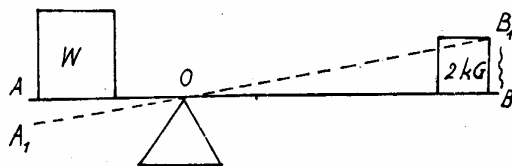
Chúng ta đã thấy, đối với định luật bảo toàn năng lượng, chúng ta có một sơ đồ với toàn bộ các qui tắc. Theo mỗi qui tắc, ta có thể tính trị của một dạng năng lượng. Nếu ta cộng tất cả các trị tương ứng

với các dạng năng lượng khác nhau, thì tổng của chúng luôn luôn vẫn giữ nguyên. Song trong chừng mực chúng ta biết được hiện nay, không tồn tại những hạt năng lượng – có dạng hình lập phương hay dạng hình cầu có thật. Đó là một qui tắc trừu tượng, thuần túy toán học: có tồn tại một số, nó luôn không đổi vì ta tính nó bất cứ lúc nào. Giải thích một cách dễ hiểu hơn nữa, tôi thật không có khả năng.

Năng lượng tồn tại dưới mọi dạng có thể, giống như các mẫu lập phương trong hộp, trong bình nước, v.v... Có năng lượng gắn liền với chuyển động (động năng); có năng lượng gắn liền với tương tác hấp dẫn (gọi là thế năng hấp dẫn); có năng lượng nhiệt, điện và ánh sáng; có năng lượng đàn hồi trong các lò xo, có năng lượng hoá học, có năng lượng hạt nhân và cuối cùng năng lượng gắn liền với lý do tồn tại của hạt – năng lượng này tỉ lệ với khối lượng của hạt. Năng lượng này, như anh đã biết, chính Einstein đã phát hiện ra nó. Tôi muốn nói tới hệ thức nổi tiếng của Einstein $E = mc^2$.

Như vậy, tồn tại rất nhiều dạng năng lượng, và chúng có mối quan hệ qua lại như thế nào, - đó là vấn đề không phải chúng ta hoàn toàn không biết. Chẳng hạn như thứ mà chúng ta gọi là nhiệt năng, chủ yếu chỉ là động năng chuyển động của các hạt trong vật thể. Năng lượng đàn hồi và hoá năng có cùng một nguồn gốc – lực tương tác giữa các nguyên tử. Khi các nguyên tử được sắp xếp lại theo một trật tự khác thì năng lượng biến thiên mà khi đại lượng này biến thiên thì một đại lượng khác nào đó phải thay đổi theo. Thí dụ như đốt một cái gì đó, thì hoá năng biến đổi và ta thu được nhiệt ở một nơi nào đó mà trước đây chưa có, vì lẽ tổng năng lượng phải giữ nguyên. Năng lượng đàn hồi và hoá năng, cả hai đều liên quan tới tương tác các nguyên tử và hiện nay chúng ta biết rằng các tương tác ấy là tổ hợp của hai cái này: điện năng và lại động năng nữa, nhưng lần này công thức động năng lại nằm trong cơ học lượng tử. Năng lượng ánh sáng chính là điện năng bởi vì ngày nay ánh sáng chẳng qua là sóng điện từ mà thôi. Năng lượng hạt nhân không thể biểu diễn qua các dạng năng lượng khác; bây giờ tôi chỉ có thể nói nó là kết quả của các lực hạt nhân. Tôi không chỉ muốn nói tới sự giải phóng năng lượng. Trong hạt nhân uran có chứa đựng một lượng năng lượng xác định và khi phân rã hạt nhân, năng lượng còn lại trong hạt nhân giảm đi, song năng lượng toàn phần trong Vũ trụ vẫn giữ nguyên, cho nên đã sinh ra nhiều nhiệt và nhiều hạt mới.

Định luật bảo toàn nói trên có nhiều ý nghĩa về mặt phương pháp. Tôi xin dẫn một vài thí dụ đơn giản để chứng minh rằng: khi biết định luật bảo toàn năng lượng và các công thức tính năng lượng, ta có thể hiểu rõ các định luật khác. Nói khác đi, nhiều định luật không phải là độc lập, mà nó chỉ là các cách diễn đạt khác nhau của định luật bảo toàn năng lượng. Đơn giản hơn cả là qui tắc đòn bẩy.



Trên gối tựa, đặt một đòn bẩy. Độ dài của một cánh tay đòn là 1m và của cánh tay đòn kia là 4m. Trước hết, hãy nhắc lại về năng lượng hấp dẫn: nếu ta có vài vật nặng, ta sẽ lấy trọng lượng của mỗi vật nhân với độ cao kể từ mặt đất, cộng tất cả lại ta sẽ được năng lượng hấp dẫn toàn phần. Giả sử trên cánh tay dài có vật nặng 2kg và trên cánh tay ngắn có một vật nặng x bí mật chưa biết; x luôn luôn không biết, vì vậy ta hãy gọi nó bằng W làm như là ta đã biết nó rồi. Câu hỏi là: vật nặng W phải bằng bao nhiêu để có cân bằng, để cho đòn bẩy chỉ đứng đưa nhẹ nhàng chứ không đổ? Nó đứng đưa nhẹ nhàng thì điều đó có nghĩa là năng lượng vẫn giữ nguyên, khi đòn bẩy nằm ngang cũng như khi nó nghiêng thế nào để vật nặng 2 kg được nâng lên 2 cm chẳng hạn. Khi một năng lượng giữ nguyên thì đòn bẩy có thể ở bất kì vị trí nào mà vẫn không đổ. Nếu vật nặng 2 kg được nâng lên 2 cm, thì vật nặng W sẽ tụt xuống bao nhiêu? Hình vẽ cho thấy rõ ràng nếu $OA = 1m$, còn $OB = 4m$ thì lúc $BB_1 = 2cm$ đoạn AA_1 sẽ bằng 0,5 cm. Giờ ta hãy ứng dụng định luật cho năng lượng hấp dẫn. Ban đầu cả hai độ cao BB_1 và AA_1 bằng không và năng lượng toàn phần bằng không. Để tìm được năng

lượng của đòn bẩy lệch, ta nhân trọng lượng 2 kg với độ cao 2 cm và cộng với trọng lượng chưa biết W nhân cho độ cao 0,5 cm. Tổng phải cho trị cũ của năng lượng là không. Vì vậy:

$$2 - \frac{W}{4} = 0, \text{ từ đó } W = 8$$

Đó là một trong các phương pháp để hiểu một định luật đơn giản mà ta đều biết rõ: qui tắc đòn bẩy. Song điều hay là không chỉ riêng định luật ấy mà, mà hàng trăm định luật khác có thể liên hệ chặt chẽ với các dạng khác nhau của năng lượng. Tôi dẫn ra thí dụ trên chỉ để thấy định luật bảo toàn năng lượng có ích như thế nào.

Nhưng điều tai hoạ là trong thực tế nó không được nghiệm đúng vì có ma sát của gối tựa. Nếu có một vật nào đó chuyển động, một quả cầu lăn trên một mặt phẳng ngang chẳng hạn, thì sớm hay muộn ma sát sẽ làm nó dừng lại. Động năng của quả cầu đi đâu? Năng lượng chuyển động của quả cầu đã chuyển thành năng lượng dao động của các nguyên tử của mặt sàn và quả cầu. Thế giới, nếu ta nhìn được nó từ xa, nó sẽ có vẻ là một quả cầu tròn trĩnh, trơn tru, bóng lộn, song nếu nhìn gần thì thấy nó rất phức tạp: hằng triệu triệu nguyên tử tí hon, mọi vẻ sần sùi có thể có! Nó giống như một bãi cát thô dưới chân anh, bởi vì nó gồm những quả cầu tí hon đó. Mặt sàn cũng thế - đó là một con đường gỗ ghề, đầy rẫy những quả cầu con. Nếu anh cho lăn một hòn sỏi to trên bãi cát, anh sẽ thấy các hạt cát - những nguyên tử tí hon nhảy nhót lên. Khi quả cầu đã lăn qua rồi, các nguyên tử phía sau vẫn tiếp tục rung động do những va chạm đã gặp. Như vậy trên mặt sàn còn lại nhiệt năng, còn lại dao động của các nguyên tử. Mới nhìn, tưởng là định luật bảo toàn năng lượng không đúng, bởi vì năng lượng đã lẫn chôn và chúng ta phải dùng nhiệt kế và những dụng cụ khác mới phát hiện được nó. Song quá trình xảy ra dù có phức tạp như thế nào, chúng ta vẫn luôn luôn thấy năng lượng bảo toàn, ngay cả khi chúng ta chưa biết những định luật khác, chi tiết hơn.

Lần đầu tiên chứng minh cho định luật bảo toàn năng lượng không phải là một nhà vật lý, mà là một thầy thuốc. Ông đã làm thí nghiệm với chuột. Nếu ta đốt thức ăn, ta có thể biết bao nhiêu nhiệt toả ra. Nếu ta cho chuột ăn lượng thức ăn đó, thì thức ăn sẽ cùng với oxi chuyển hoá thành khí cacbôníc giống như lúc đốt cháy. Đo năng lượng trong hai trường hợp, anh sẽ thấy điều xảy ra trong cơ thể sống cũng giống như trong giới vô cơ. Sự sống sẽ tuân theo định luật bảo toàn năng lượng như những hiện tượng khác. Cần nói thêm rằng, mọi định luật hay nguyên lý đúng trong thế giới vô cơ, vẫn đúng trong các hiện tượng diệu kì của sự sống. Về mặt định luật vật lý, đến nay vẫn không thấy một sự khác biệt nào giữa các vật vô cơ với các sinh vật, mặc dù các sinh vật được cấu tạo phức tạp hơn nhiều.

Lượng năng lượng trong thức ăn cho biết thức ăn đó có thể cung cấp bao nhiêu nhiệt, bao nhiêu công cơ học, v.v.. Người ta đo lường đại lượng đó bằng calo. Khi nói tới số calo trong thức ăn, thì điều đó có nghĩa là chúng ta đã ăn những calo đó - chúng chỉ là số đo nhiệt lượng chứa đựng trong thức ăn. Những nhà vật lý có khi nhìn những người khác một cách trịch thượng và tự cho mình là khôn ngoan đến mức mà thiên hạ cứ muốn vạch ra sai lầm cho họ bỏ ghét. Đây, tôi sẽ chộp sai lầm của họ cho mà xem. Họ sẽ phải xấu hổ vì điều này: để đo năng lượng họ đã phải dùng quá nhiều phương pháp và tên gọi. Năng lượng đo bằng calo, bằng ec, bằng êlectrôn - vôn, bằng kilôgam - mét, bằng đơn vị Anh của nhiệt, bằng jun, bằng kilôoat - giờ; đấy, cùng một đại lượng, bấy nhiêu phép đo! Như vậy có phải là điều vô nghĩa không? Điều đó cũng giống như tiền bạc có thể tính bằng đôla bằng steclinh, v.v..., song điều khác nhau là trong kinh tế thì giá trị hối đoái của đồng này so với đồng khác có thể lúc lên, lúc xuống, còn tỉ lệ của các đơn vị trên bao giờ cũng giữ nguyên. Nếu cần tìm một sự giống nhau, có chăng là giữa đồng sinlinh và đồng steclinh: mỗi steclinh bao giờ cũng ăn 20 sinlinh. Nhưng một trong những điều rắc rối là các nhà vật lý tự cho phép mình dùng những tỉ số vô tỉ ví dụ như 1,183178... sinlinh trong một steclinh thay cho những con số tròn đại loại như 20 chẳng hạn. Anh có thể nghĩ rằng, ít ra thì những nhà vật lý lý thuyết hiện đại cỡ lớn nhất phải công nhận một đơn vị chung mới phải chứ? Nhưng hãy liếc mắt xem các bài báo của họ: đấy năng lượng lại được đo bằng độ Kelvin, bằng megahec, và bây giờ lại đo bằng fecmi đảo ngược nữa - sáng tác mới nhất đấy! Nếu

ai muốn có một sự chứng minh rằng các nhà vật lý không phải là không có các nhược điểm của con người, thì trên đây là một: sự thừa thãi ngu xuẩn của các đơn vị để đo năng lượng.

Nhiều hiện tượng tự nhiên đã đề ra cho chúng ta những điều bí ẩn lý thú, có liên quan tới năng lượng. Gần đây đã khám phá ra những thực thể gọi là quasar. Chúng ở rất xa chúng ta những khoảng cách khổng lồ, nó bức xạ năng lượng dưới dạng ánh sáng và sóng điện từ nhiều tới mức ta phải đặt câu hỏi năng lượng ấy lấy ở đâu ra? Nếu năng lượng được bảo toàn thì trạng thái của các quasar, sau khi đã bức xạ một lượng năng lượng quá sức tưởng tượng như vậy, sẽ phải khác trước. Vấn đề là: hấp dẫn có phải là nguồn của năng lượng, - có phải là đã xảy ra sự chuyển hoá từ một trạng thái hấp dẫn này sang một trạng thái hấp dẫn khác trong quasar không? Hay năng lượng hạt nhân đã gây ra sự bức xạ vô cùng mạnh mẽ đó? Chưa ai biết. Anh sẽ bảo: “À! có lẽ định luật bảo toàn năng lượng không đúng?” Không, khi một hiện tượng nghiên cứu còn ít – như quasar (các quasar rất xa, xa đến mức các nhà thiên văn cũng phải khó khăn mới nhìn được chúng) - mà thấy hình như có mâu thuẫn với các định luật cơ bản, thì thường không phải là định luật sai, mà đơn giản là chúng ta chưa biết hiện tượng một cách đầy đủ.

Một thí dụ lý thú khác về ứng dụng định luật bảo toàn năng lượng: phản ứng phân rã nơtron ra prôtôn, êlêctrôn và phản nơtrinô. Thoạt tiên người ta cho rằng nơtron đã biến thành prôtôn và êlêctrôn. Song khi đo năng lượng của tất cả các hạt lại thấy năng lượng prôtôn và êlêctrôn bé hơn năng lượng nơtron. Có thể có hai cách giải thích. Cách giải thích đầu tiên cho rằng định luật bảo toàn năng lượng không đúng. Bohr đưa ra một giả thiết rằng định luật bảo toàn năng lượng chỉ đúng một cách trung bình, một cách thống kê mà thôi. Song hiện nay rõ ràng cách giải thích khác mới đúng: năng lượng không ăn khớp vì trong phản ứng đã xuất hiện một hạt nào đấy nữa, hạt mà bây giờ chúng ta gọi là phản nơtrinô. Phản nơtrinô mang theo nó một phần năng lượng. Anh sẽ bảo: đó chẳng qua là bịa ra phản nơtrinô để cứu vớt lấy định luật bảo toàn năng lượng. Nhưng nó đã cứu vớt cả rất nhiều định luật khác - như định luật bảo toàn xung lượng - và rất gần đây chúng ta đã có những bằng chứng trực tiếp rằng phản nơtrinô tồn tại thực sự.

Thí dụ trên rất hùng hồn. Vì sao ta lại có thể mở rộng các định luật của mình vào những lĩnh vực chưa được nghiên cứu tỉ mỉ? Tại sao ta lại có thể chắc chắn rằng một hiện tượng mới nào đó tuân theo định luật bảo toàn năng lượng, nếu như chúng ta đã kiểm nghiệm nó dù chỉ là trong những hiện tượng đã biết? Có những lúc nào đó, anh đọc thấy trên báo chí nói rằng các nhà vật lý đã xác nhận sự sai lầm của một trong những định luật yêu quý của họ. Như vậy, có lẽ cũng không nên bảo rằng định luật nghiệm đúng trong lĩnh vực mà anh chưa biết, thì anh sẽ không biết được gì hết. Nếu anh chỉ thừa nhận định luật trong phạm vi các thí nghiệm đã làm mà thôi, anh sẽ không bao giờ dự đoán được điều gì cả. Điều có ích duy nhất của khoa học là nó giúp chúng ta nhìn tới phía trước, xây dựng những dự đoán. Vì vậy, chúng ta mãi mãi đi tới, cổ vũ dài ra. Còn năng lượng có lẽ nó được bảo toàn cả ở những nơi khác.

Vì thế khoa học không phải là hoàn mỹ. Khi anh nói một điều gì về một lĩnh vực thực nghiệm mà anh không tiếp xúc trực tiếp, tức khắc anh sẽ mất lòng tin. Song chúng ta bắt buộc phải nói tới những lĩnh vực mà chúng ta chưa hề nhìn thấy, nếu không thế, thì khoa học chẳng để làm gì cả. Chẳng hạn, lúc vật chuyển động, khối lượng của nó thay đổi vì năng lượng phải được bảo toàn. Do sự tương tác giữa khối lượng và năng lượng, năng lượng - gắn liền với chuyển động - sẽ xuất hiện như một khối lượng bổ sung. Khi chuyển động, vật trở nên “nặng” hơn. Newton đã quan niệm khác. Ông cho rằng khối lượng không đổi. Khi phát hiện ra quan niệm ấy của Newton là sai lầm, tất cả đều nói “Trời ơi! Thật kinh khủng! Các nhà vật lý đã phát hiện ra sai lầm của chính họ! Hừ! Không hiểu trước đây tại sao họ cứ nghĩ là họ đúng?”. Hiệu ứng ấy rất bé và chỉ bộc lộ khi vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng. Khi anh quay con quay, thì trọng lượng của nó vẫn như lúc nó đứng yên, với độ chính xác tới một phần số rất bé. Bây giờ họ sẽ phải nói thế này: “Nếu vận tốc chưa vượt tới một trị số nào đó, thì khối lượng con quay không đổi”. Tất cả đều sẽ rõ ràng, có phải thế không? Không. Nếu chỉ thí nghiệm với con quay bằng gỗ, bằng đồng và bằng sắt, thì phải nói thế này: “Khi con quay bằng gỗ, bằng đồng và bằng sắt quay không nhanh quá một vận tốc nào đó...” Anh thấy đấy, chúng ta không biết được hết các

điều kiện cần thiết cho thí nghiệm. Ta không biết khối lượng của con quay phóng xạ có được bảo toàn không. Vì vậy, nếu chúng ta muốn từ khoa học rút ra cái gì đó có ích, thì ta phải xây dựng các dự đoán. Muốn cho khoa học không biến thành những thủ tục đơn giản của các thí nghiệm đã tiến hành, chúng ta phải đề ra những định luật bao quát tới những chân trời xa lạ chưa từng biết. Ở đây chẳng có gì là ngu ngốc cả, chỉ do khoa học chưa hoàn mĩ mà thôi. Nếu anh nghĩ rằng khoa học phải hoàn mĩ - anh nhầm đấy.

Trong chừng mực chúng ta biết, năng lượng được bảo toàn một cách chính xác. Năng lượng không có đơn vị nguyên tố. Còn điều này nữa: nó có phải là nguồn của trường không? Có. Einstein đã cho rằng năng lượng sinh ra hấp dẫn. Năng lượng tương đương với khối lượng và vì vậy ý nghĩ của Newton cho rằng khối lượng sinh ra hấp dẫn, đã trở thành một khẳng định: năng lượng sinh ra hấp dẫn.

(Kỳ sau đăng tiếp)

GIẢI ĐỀ KÌ TRƯỚC

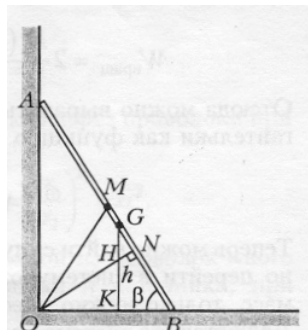
TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/2. Một thanh dài L được tựa vào bức tường thẳng đứng như hình vẽ. Đầu dưới B của thanh có một con bọ hung đang đậu. Vào thời điểm đầu dưới của thanh bắt đầu chuyển động theo nền nhà về bên phải với vận tốc v không đổi, con bọ hung cũng bắt đầu bò theo thanh với vận tốc u không đổi đối với thanh. Hỏi trong quá trình chuyển động theo thanh, con bọ hung lên được độ cao cực đại bằng bao nhiêu so với nền nhà? Biết rằng đầu A của thanh luôn tựa vào tường.

Giải:

Giả sử G là vị trí của con bọ hung ở thời điểm t nào đó kể từ lúc nó bắt đầu chuyển động (H.2), M là trung điểm của thanh, $GK = h$ là độ cao của con bọ hung so với nền nhà, $ON = H$ là khoảng cách từ góc O đến thanh. Khi đó $OB = vt$, $BG = ut$, $AM = OM = L/2$.

Các tam giác ONB và GKB đồng dạng vì đều là tam giác vuông và có góc β chung, bởi vậy:



$$\frac{GK}{ON} = \frac{BG}{OB} \quad \text{hay} \quad \frac{h}{H} = \frac{ut}{vt} = \frac{u}{v}$$

suy ra: $h = H \frac{u}{v}$.

Trong tam giác vuông OMN cạnh huyền $ON = H$ nhỏ hơn hoặc bằng cạnh huyền $OM = L/2$, đồng thời $H = L/2$ khi $\beta = 45^\circ$. Do đó:

$$h_{\max} = H_{\max} \frac{u}{v} = \frac{L}{2} \frac{u}{v}$$

Kết quả này là đúng nếu sau sau thời gian $t_{\max} = (L \cos 45^\circ)/v$ chú bọ hung chưa kịp bò tới đầu trên của thanh, tức là $ut_{\max} < L$, và điều này tương đương với bất đẳng thức $u \leq v\sqrt{2}$. Trong trường hợp ngược lại, độ cao h sẽ đạt cực đại ở thời điểm $t'_{\max} = L/u$ khi con bọ hung tới được điểm A và độ cao cực đại đó bằng:

$$h'_{\max} = \sqrt{L^2 - (vt'_{\max})^2} = L\sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}}$$

Các bạn có lời giải đúng (nhưng chưa đầy đủ): Nguyễn Bình Trung, Tổ 32 Phường Khương Trung, Thanh Xuân, **Hà Nội**; Nguyễn Hữu Thịnh, lớp 8A, trường THCS Đặng Thai Mai, Vinh, **Nghệ An**.

CS2/2. Có hai chậu chứa thủy ngân. ở mỗi chậu cắm một ống nghiệm và hút ra khỏi ống một phần không khí sao cho thủy ngân dâng lên trong mỗi ống tới độ cao h_1 và h_2 so với mực thủy ngân trong chậu ($h_1 < h_2$); mực thủy ngân ở hai chậu ngang nhau. Hai ống nghiệm được nối với nhau qua khoá K, lúc đầu khoá K đóng (Hình 2). Cho biết áp suất khí quyển là p_0 , trọng lượng riêng của thủy ngân là d_0 .

a) Tính áp suất của không khí trong mỗi ống.

b) Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất thủy ngân theo độ cao của cột thủy ngân trong mỗi ống. So sánh áp suất của thủy ngân tại điểm A và B.

c) Nếu mở khoá K để hai ống thông nhau thì hiện tượng xảy ra như thế nào? Giải thích.

Giải:

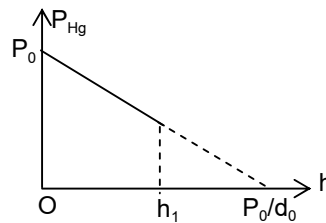
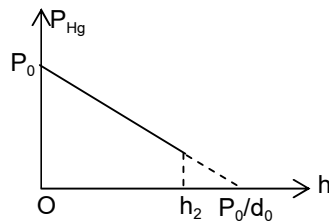
a) Áp suất không khí trong mỗi ống cân bằng với áp suất của thủy ngân tại bề mặt. Suy ra:

$$P_{KK(A)} = P_0 - d_0 h_2$$

$$P_{KK(B)} = P_0 - d_0 h_1$$

b) Vẽ đồ thị: Áp suất tại mỗi điểm trong cột thủy ngân được xác định theo công thức:

$$P_{Hg} = P_0 - d_0 h.$$



Vì $h_A > h_B$ nên P_{Hg} tại điểm A nhỏ hơn P_{Hg} tại điểm B.

c) Vì áp suất thủy ngân tại hai bên khoá K là như nhau và bằng $P_{Hg} = P_0 - d_0 h_K$, do đó khi mở khoá K để 2 ống thông nhau thì không có hiện tượng gì xảy ra.

CS3/2. Có ba bình dung tích như nhau đều bằng 2 lít chứa đầy nước ở nhiệt độ khác nhau là 20°C , 60°C và 100°C và một bình có dung tích 5 lít không chứa gì. Với các dụng cụ đã cho làm thế nào để tạo ra một lượng nước có nhiệt độ 56°C . Bỏ qua sự mất mát nhiệt do bình và môi trường.

Giải:

Đầu tiên đổ 2 lít nước 60°C và 2 lít nước 100°C vào bình 5 lít ta được 4 lít nước 80°C . Rót ra 2 lít nước 80°C , sau đó đổ 2 lít nước 20°C vào bình 5 lít ta được 4 lít nước ở 50°C . Rót thêm vào bình này 1 lít nước 80°C ta sẽ được 5 lít nước ở nhiệt độ 56°C .

(Bạn có thể dùng phương trình cân bằng nhiệt để kiểm tra kết quả).

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Thị Oanh, lớp 7B, trường THCS Ninh Xá, Thị Xã **Bắc Ninh**; Đại Mạnh Tùng, Vũ Ngọc Duy, Tạ Quang Hiệp, Nguyễn Thị Nhuận, Nguyễn Văn Nam, Lưu Tiến Quyết, Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Tiến Thà, Tạ Phi Khánh, Hoàng Văn Thao, lớp 9 trường THCS Yên Lạc, **Vĩnh Phúc**; Nguyễn Đình Phúc, lớp 10T, trường THPT Đào Duy Từ, Nguyễn Bình Trung, số 1, Ngõ 186, Khương Trung, Thanh Xuân, **Hà Nội**.

CS4/2. Cho một bóng đèn $6V - 3W$ và một biến trở con chạy được nối với nhau, sau đó nối vào nguồn có hiệu điện thế không đổi $U = 9V$ nhờ dây dẫn có điện trở $R_d = 1\Omega$ (Hình 3).

a) Cho điện trở của toàn biến trở là 20Ω . Tìm điện trở R_{AC} của phần AC của biến trở, biết đèn sáng bình thường. Tìm hiệu suất của cách mắc mạch thấp sáng đèn đó.

b) Với nguồn U , dây dẫn R_d , đèn và biến trở như trên, hãy vẽ những sơ đồ khác để mắc cho đèn sáng bình thường. Tìm vị trí con chạy của biến trở ứng với mỗi sơ đồ.

c) Muốn cho hiệu suất của cách mắc mạch thấp sáng đèn như hình 3 không nhỏ hơn 60% khi đèn sáng bình thường thì giá trị toàn phần của điện trở biến trở nhỏ nhất là bao nhiêu?

Giải:

a) Ký hiệu $R_{AC} = x; R_{BC} = 20 - x$. Đèn sáng bình thường nên $I_d = 0,5 A$.

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I_C = \frac{6 + 0,5(20 - x)}{x} + 0,5 = \frac{16}{x}$$

Ta có: $U = U_{AC} + U_d$

$$\rightarrow 9 = 6 + 0,5(20 - x) + \frac{16}{x}$$

$$\rightarrow 0,5x^2 - 7x - 16 = 0$$

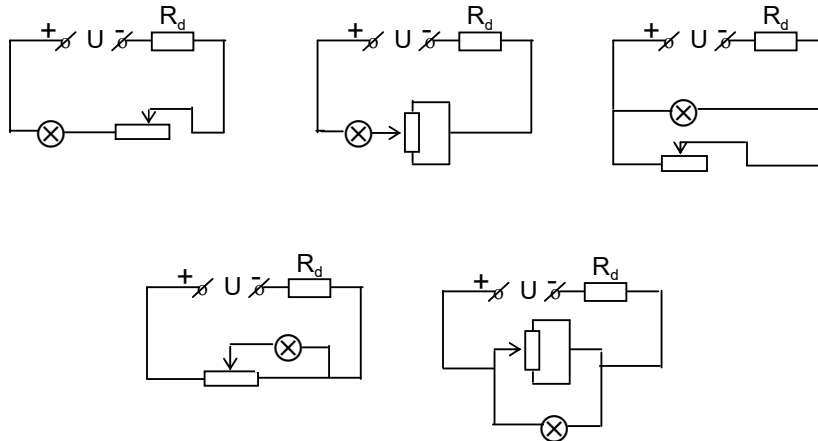
Giải phương trình trên ta được

$$x_1 = 16(\Omega) \text{ và } x_2 = -2 \text{ (loại)}.$$

Hiệu suất mạch thấp sáng đèn đó:

$$H = \frac{P_{ci}}{P_{tp}} \rightarrow H = \frac{3}{9 \cdot \frac{16}{16}} = 33,3\%$$

b) Mắc đèn theo các sơ đồ khác:



Sử dụng định luật Ohm để xác định R_{AC} cho mỗi sơ đồ ta được các giá trị lần lượt là: 5Ω ; 10Ω ; $2,4\Omega$; $2,55\Omega$ và $17,21\Omega$.

c) Muốn $H \geq 60/100$ thì $\frac{3}{9 \cdot I_C} \geq 0,6 \rightarrow I_C \leq \frac{5}{9} A$

$$U_{AC} \geq 9 - \frac{5}{9} = 76/9(V) \quad (1)$$

Kí hiệu $R_{AC} = x; R_{BC} = y$ thì $U_{AC} = 6 + 0,5y \geq 76/9$

$$\rightarrow y \geq 44/9. \text{ Vậy } y_{\min} = 44/9 \approx 4,89\Omega$$

Mặt khác: $U_{AC} = I_x \cdot x$

$$= (I_C - 0,5)x \leq (5/9 - 0,5)x = 5x/90$$

$$U_{AC} \leq 5x/90 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$5x/90 \geq 76/9 \rightarrow x \geq 760/5 = 125$$

$$\rightarrow x_{\min} = 125\Omega.$$

$$\text{Vậy } (R_{AB})_{\min} = 125 + 44,89 \approx 156,9(\Omega).$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Thị Oanh, lớp 7B, trường THCS Ninh Xá, Thị Xã Bắc Ninh.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/2. Một lực không đổi bắt đầu tác dụng lên một vật đang chuyển động với vận tốc v . Sau khoảng thời gian Δt độ lớn vận tốc của vật giảm 2 lần. Cũng sau khoảng thời gian Δt tiếp theo, độ lớn vận tốc lại giảm 2 lần. Hãy xác định độ lớn vận tốc sau khoảng thời gian $3\Delta t$ kể từ khi bắt đầu tác dụng lực không đổi ấy.

Giải:

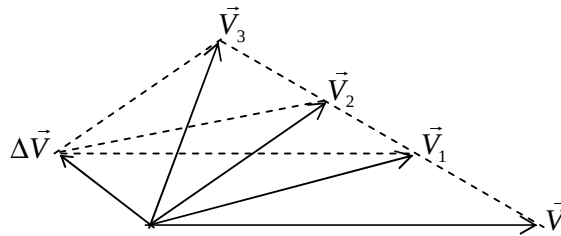
Gọi $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$ là vận tốc của vật sau những khoảng thời gian $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t$ kể từ khi tác dụng lực.

Từ định luật 2 Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$\rightarrow \Delta \vec{V} = \frac{\vec{F} \cdot \Delta t}{m}$$

Giản đồ vectơ vận tốc như hình vẽ.



Áp dụng định lý về trung tuyến ta có:

$$V_1^2 = \frac{V^2 + V_2^2}{2} - \left(\frac{2\vec{F}\Delta t}{m} \right)^2 \cdot \frac{1}{4} \quad (1)$$

$$V_2^2 = \frac{V_1^2 + V_3^2}{2} - \left(\frac{2\vec{F}\Delta t}{m} \right)^2 \cdot \frac{1}{4} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) và để ý rằng: $V_1 = \frac{V}{2}, V_2 = \frac{V}{4}$, ta được:

$$\left(\frac{V}{2} \right)^2 - \left(\frac{V}{4} \right)^2 = \frac{V^2 + \left(\frac{V}{4} \right)^2 - \left(\frac{V}{2} \right)^2 - V_3^2}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{8}V^2 = \frac{13}{16}V^2 - V_3^2$$

$$\Rightarrow V_3^2 = \frac{7}{16}V^2 \Rightarrow V_3 = \frac{\sqrt{7}}{4}V.$$

Lời giải trên là của bạn Đặng Thanh Tuấn, lớp A3, K31, trường Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**.

Các bạn có lời giải đúng: Bùi Hiếu, Vương Hoài Thu, lớp 11B, Ngô Tuấn Đạt, Hoàng Văn Tuệ, lớp 10A, Phạm Việt Đức, lớp 11A, Khối chuyên Lý, ĐHQG, **Hà Nội**; Nguyễn Bình Trung, số 1, Ngõ 186, Khương Trung, Thanh Xuân, **Hà Nội**; Trần Thị Phương Thảo, lớp 11 Lý, Nguyễn Đình Chinh, lớp 12 Lý, trường Chuyên Lương Văn Tụy, **Ninh Bình**; Dương Tiến Vinh, Lê Trung Sơn, lớp 11A3, Đặng Thu Trang, lớp 12A3, trường Chuyên **Vĩnh Phúc**; Lê Quang Duy, lớp 11 Lý, Nguyễn Bá Hùng, Nguyễn Mạnh Thành, lớp A3, K31, Lê Quang Duy, 11 Lý trường chuyên Phan Bội Châu, Vinh, **Nghệ An**; Lê Hữu Anh, lớp 10 Lý, Tôn Quốc Hoàn, trường Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Quyết Thắng, lớp 11 Lý, trường Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Lê Minh Huy, Trần Văn Minh, 12 Lý, trường Chuyên **Bắc Ninh**; Dương Trung Hiếu, lớp 11B, PT Năng Khiếu, Ngõ Sĩ Liên, **Bắc Giang**;

TH2/2. Một thanh đồng chất khối lượng m chiều dài l được giữ nằm ngang bởi hai ngón tay ở hai đầu của nó. Trong khi đưa chậm hai ngón tay cùng một lúc về gặp nhau ở khối tâm, thanh trượt trên ngón này hay ngón kia. Tìm công mà người đã thực hiện trong quá trình đó, nếu hệ số ma sát nghỉ và trượt tương ứng là μ_s và μ_k ($\mu_k \leq \mu_s$).

Giải:

Các phản lực của hai ngón tay tác dụng lên thanh theo phương thẳng đứng khi các ngón tay cách khối tâm G của thanh những khoảng x và y tương ứng thoả mãn điều kiện cân bằng:

$$F_x = mg \frac{y}{x+y} \quad \text{và} \quad F_y = mg \frac{x}{x+y}$$

Giả sử thanh trượt trên ngón trái trước. Khi ấy lực ma sát tác dụng lên ngón tay trái là:

$$F_{ms} = \mu_k F_x = \mu_k mg \frac{y}{x+y}$$

Do thanh chuyển động chậm (gia tốc theo phương ngang nhỏ không đáng kể) nên lực này bằng lực ma sát nghỉ tác dụng lên ngón tay phải và có giá trị cực đại là:

$$\mu_s F_y = \mu_s mg \frac{x}{x+y}$$

Như vậy, ngón tay trái có thể trượt chừng nào mà

$$\mu_k y \leq \mu_s x \quad \text{hay} \quad x \geq ky, \quad \text{trong đó} \quad k = \mu_k / \mu_s \leq 1.$$

Ban đầu $x_0 = y_0 = l/2$. Do vậy ngón tay trái trượt đến vị trí $x = x_1 = kl/2$, đồng thời thực hiện công để chống lại lực ma sát luôn luôn thay đổi. Công này có thể tính theo công thức:

$$A(x_0 \rightarrow x_1) = - \int_{x_0}^{x_1} \mu_k F_x dx = - \mu_k mg \int_{l/2}^{kl/2} \frac{l/2}{x+l/2} dx = mg \mu_k \frac{l}{2} \ln \frac{2}{k+1}$$

Ở giai đoạn hai, ngón tay phải trượt, trong khi $x = x_1$ và là không đổi, còn y thay đổi từ $l/2$ tới $y_1 = kx_1 = k^2 l/2$. Công thực hiện trong giai đoạn này là:

$$A(y_0 \rightarrow y_1) = - \int_{y_0}^{y_1} \mu_k F_y dy = - \mu_k mg \int_{l/2}^{k^2 l/2} \frac{x_1}{x_1+y} dy = mg \mu_k \frac{l}{2} \ln \frac{1}{k}$$

Cũng tương tự như vậy, công tổng cộng thực hiện trong tất cả các giai đoạn mà thanh lần lượt trượt trên ngón tay trái và phải là:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} mgl \mu_k \left[\ln \frac{2}{1+k} + (k+k^2+\dots) \ln \frac{1}{k} \right] \\ &= \frac{1}{2} mgl \mu_k \left[\ln \frac{2}{1+k} + \frac{k}{1-k} \ln \frac{1}{k} \right] \end{aligned}$$

Nếu $\mu_k \ll \mu_s$ (tức là $k \ll 1$), thì công thực hiện chỉ trong một bước và có giá trị bằng:

$$A = \frac{1}{2} mgl \mu_k \ln 2.$$

Nếu $\mu_k \approx \mu_s$ (tức $k \approx 1$) thì $\frac{k}{1-k} \ln \frac{1}{k} \approx 1$ và ta có:

$$A = \frac{1}{2} mgl\mu_k.$$

Bạn Phạm Việt Đức, 11A, Khối chuyên Lý, ĐHQG Hà Nội có ý tưởng đúng, nhưng tính toán chưa chính xác.

TH3/2. Một ống hình trụ thẳng đứng có thể tích V . Ở phía dưới một pittông nhẹ có một lượng khí hêli ở nhiệt độ T_0 . Pittông nằm ở vị trí cân bằng chia ống thành hai nửa bằng nhau (xem hình vẽ). Người ta đun nóng khí từ từ đến khi nhiệt độ khí hêli là $3T_0$ ở phía trên có làm hai vấu để pittông không bật ra khỏi ống. Hỏi khí hêli đã nhận được một nhiệt lượng là bao nhiêu? Bỏ qua ma sát giữa pittông và thành ống. Áp suất khí quyển bên ngoài là P_0 .

Giải:

Khi pittông ở vị trí cân bằng chia pittông làm 2 phần bằng nhau nên khí có các thông số là $\frac{V}{2}$,

$$T_0, p_0 \Rightarrow \text{số mol khí hêli là: } n = \frac{p_0 V}{2RT_0} \text{ mol.}$$

Trong giai đoạn đầu khi pittông chưa chạm vào vấu, thì khí biến đổi đẳng áp. Khi bắt đầu chạm vấu, khí có nhiệt độ:

$$T_1 = \frac{V}{V/2} T_0 = 2T_0$$

Trong quá trình này, nhiệt lượng truyền cho khí làm giãn nở sinh công và làm tăng nội năng của khí.

$$\text{Theo nguyên lý I nhiệt động lực học: } Q = A + \Delta U = p_0 \frac{V}{2} + n \cdot C_v T_0$$

$$\text{Vì hêli là khí đơn nguyên tử nên } C_v = \frac{3R}{2}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{p_0 V}{2} + \frac{p_0 V}{2RT_0} \frac{3R}{2} T_0 = \frac{p_0 V}{2} + \frac{3p_0 V}{4} = \frac{5}{4} p_0 V$$

Tiếp theo khi pittông đã chạm vào vấu, bị vấu giữ lại, làm cho thể tích khí không thay đổi. Trong quá trình này khí không sinh công nên nhiệt lượng truyền cho khí chuyển thành nội năng của khí.

$$Q_2 = nC_v T_0 = \frac{p_0 V}{2RT_0} \frac{3}{2} RT_0 = \frac{3}{4} p_0 V$$

Vậy nhiệt lượng tổng cộng mà khí nhận được trong toàn bộ quá trình là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2p_0 V.$$

Các bạn có lời giải đúng: Ngô Tuấn Đạt, Hoàng Văn Tuệ, lớp 10A, Phạm Việt Đức, lớp 11A, Khối chuyên Lý, ĐHQG, Hà Nội; Nguyễn Bình Trung, số 1, Ngõ 186, Khương Trung, Thanh Xuân, Hà Nội; Trần Thị Phương Thảo, lớp 11 Lý, Nguyễn Đình Chính, lớp 12 Lý, trường Chuyên Lương Văn Tụy, Ninh Bình; Dương Tiến Vinh, lớp 11A3, trường Chuyên Vĩnh Phúc; Nguyễn Bá Hùng, Nguyễn Mạnh Thành, lớp A3, K31, trường chuyên Phan Bội Châu, Vinh, Nghệ An; Tôn Quốc Hoàn, trường Chuyên Hà Tĩnh; Dương Trung Hiếu, lớp 11B, PT Năng Khiếu, Ngõ Sĩ Liên, Bắc Giang; Hoàng Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quốc Khánh, Tô Thanh Tuyền, lớp 11 Lý, PT Năng Khiếu, ĐHQG T.p. Hồ Chí Minh; Nguyễn Văn Tuệ, Trương Hữu Trung, lớp 11 Lý, Lê Minh Huy, 12 Lý, trường Chuyên Bắc Ninh.

TH4/2. Hai thanh ray song song với nhau được đặt trong mặt phẳng lập với mặt phẳng nằm ngang một góc α và được nối ngắn mạch ở hai đầu dưới. Khoảng cách giữa hai thanh ray là L . Một thanh dẫn có điện trở R và khối lượng m có thể trượt không ma sát trên hai ray. Thanh này được nối với một sợi dây mảnh không giãn vắt qua một ròng rọc cố định và đầu kia của dây có treo một vật có khối lượng M . Đoạn dây giữa thanh và ròng rọc nằm trong mặt phẳng chứa hai ray và song song với chúng. Hệ trên được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B hướng thẳng đứng lên trên (xem hình vẽ). Ban đầu giữ cho hệ đứng yên, rồi thả nhẹ ra. Bỏ qua điện trở của hai thanh ray. Hãy xác định:

- a) Vận tốc ổn định của thanh.
b) Gia tốc của thanh ở thời điểm vận tốc của nó bằng một nửa vận tốc ổn định.

Giải:

Khi thanh chuyển động trên thanh xuất hiện s.đ.đ E_{cu} có chiều xác định theo quy tắc bàn tay phải vì mạch kín nên xuất hiện dòng điện I . Do đó có lực điện từ tác dụng lên thanh có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái.

- a) Gọi vận tốc ổn định của thanh là v (khi ấy thanh chuyển động đều). Suất điện động cảm ứng xuất hiện trên thanh là:

$$E_{cu} = [\vec{B} \times \vec{V}]L = BLv \cos \alpha$$

Cường độ dòng cảm ứng chạy trong mạch:

$$I = \frac{E_{cu}}{R} = \frac{BLv \cos \alpha}{R}.$$

Lực điện từ tác dụng lên thanh:

$$F_d = IBL \cos \alpha = \frac{B^2 L^2 v \cos^2 \alpha}{R}$$

Áp dụng định luật II Newton:

$$T - F_d - mg \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow Mg - mg \sin \alpha = \frac{B^2 L^2 v \cos^2 \alpha}{R}$$

$$\Rightarrow v = \frac{gR(M - m \sin \alpha)}{B^2 L^2 \cos^2 \alpha}.$$

Nếu $M > m \sin \alpha$ thì thanh chuyển động lên trên, và thanh sẽ chuyển động xuống dưới nếu

$$M < m \sin \alpha.$$

$$b) \text{ Khi } v_1 = \frac{v}{2} = \frac{gR(M - m \sin \alpha)}{2B^2 L^2 \cos^2 \alpha}$$

$$F_{d1} = I_1 BL \cos \alpha = \frac{BLv \cos \alpha}{2R} BL \cos \alpha = (M - m \sin \alpha) \frac{g}{2}$$

Áp dụng định luật 2 Newton, ta có:

$$Mg - T = Ma$$

$$T - F_{d1} - mg \sin \alpha = ma. \text{ Do đó:}$$

$$Mg - mg \sin \alpha - F_{d1} = (M + m)a$$

$$\Leftrightarrow Mg - mg \sin \alpha - \frac{(M - m \sin \alpha)g}{2} = (M + m)a$$

Từ biểu thức này rút ra gia tốc của thanh:

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

Lời giải trên của bạn Nguyễn Đình Chính, lớp 12 Lý, trường Chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**.

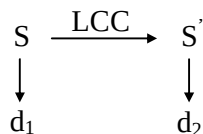
Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Bình Trung, số 1, Ngõ 186, Khương Trung, Thanh Xuân, **Hà Nội**. Dương Tiến Vinh, Lê Trung Sơn, 11A3, Đặng Thu Trang lớp 12A3, trường Chuyên **Vĩnh Phúc**; Nguyễn Bá Hùng, Thái Bá Sơn, lớp A3, K31, Lê Quang Duy, 11 Lý trường chuyên Phan Bội Châu, Vinh, **Nghe An**; Dương Trung Hiếu, lớp 11B, PT Năng Khiếu, Ngõ Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Lê Quốc Khánh, lớp 11 Lý, PT Năng Khiếu, ĐHQG T.p. **Hồ Chí Minh**; Nguyễn Văn Tuệ, lớp 11 Lý, Lê Minh Huy, 12 Lý, trường Chuyên **Bắc Ninh**.

TH5/2. Một quả cầu trong suốt, chiết suất n , đặt trong không khí. Trên đường thẳng đứng đi qua tâm quả cầu, ở phía trên quả cầu và cách mặt cầu một khoảng h , có đặt một vật nhỏ (coi như một nguồn

sáng điểm). Lúc $t = 0$ thả vật không vận tốc ban đầu cho rơi tự do. Hãy xác định vận tốc của ảnh ở thời điểm t (trong khi đang rơi). Chỉ xét ảnh tạo ra do một lần khúc xạ.

Giải:

Vì chỉ xét ảnh tạo ra do một lần khúc xạ nên có:



$$+ \text{Ta có: } d_1 = h - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

+ Theo công thức lưỡng chất cầu ta có:

$$\frac{1}{d_1} - \frac{n}{d_2} = \frac{n-1}{R} \rightarrow d_2 = \frac{Rnd_1}{R - (n-1)d_1} \quad (2) \text{ (R là bán kính quả cầu)}$$

Thay (1) vào (2) được

$$d_2 = \frac{Rn\left(h - \frac{1}{2}gt^2\right)}{R - (n-1)\left(h - \frac{1}{2}gt^2\right)}$$

Vậy, vận tốc của ảnh ở thời điểm $t \left(0 \leq t \leq \sqrt{\frac{2h}{g}}\right)$ là:

$$V = \frac{d(d_2)}{dt} = \left|d_2'\right| = \frac{ngt}{\left[1 - \frac{(n-1)}{R}\left(h - \frac{gt^2}{2}\right)\right]^2}$$

Lời giải trên của bạn Trần Thị Phương Thảo, lớp 11 Lý, trường Chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Bá Hùng, Thái Bá Sơn, lớp A3, K31, Lê Quang Duy, 11 Lý trường chuyên Phan Bội Châu, Vinh, **Nghệ An**; Dương Trung Hiếu, lớp 11B, PT Năng Khiếu, Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Nguyễn Quyết Thắng, 11 Lý, trường Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Nguyễn Bình Trung, số 1, 7Ngõ 186, Khương Trung, Thanh Xuân, **Hà Nội**.

ĐÁP ÁN VÀ GỢI Ý GIẢI MỤC CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TN1/2. Trả lời: **(D)**.

Gợi ý: Dựa vào định luật Ohm đối với đoạn mạch nối tiếp:

$$V_A - V_B = V_A = I R_{AB} = 1,5V.$$

$$V_B - V_D = -V_D = I R_{BC} - e = 2,5 - 2 = 0,5 V \Rightarrow V_D = -0,5 V$$

TN2/2. Trả lời: **(D)**

Gợi ý: Áp dụng công thức $q = CU$. Hai tụ $2\mu F$ mắc nối tiếp, có điện dung tương đương bằng $1\mu F$, điện tích mỗi tụ $2\mu F$ bằng điện tích của tụ tương đương và bằng điện tích của tụ $1\mu F$.

TN3/2. Trả lời: **(A)**.

Gợi ý: (bài này cần xem lại, đáp án cho là (C) nhưng tính ra thì phải là (A)). Thực vậy, vệ tinh địa tĩnh có chu kì quay bằng chu kì quay của Trái Đất, tức $T = 24h$. Ta hãy tìm mối liên hệ giữa chu kì quay T của một vệ tinh với độ cao h của quỹ đạo của nó. Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vệ tinh là lực hướng tâm giữ cho nó chuyển động theo quỹ đạo.

$$P = G \frac{Mm}{(h+R)^2}, \quad (1)$$

ở đây G là hằng số hấp dẫn, M là khối lượng Trái Đất, R là bán kính Trái Đất. Mặt khác theo công thức của lực hướng tâm ta có:

$$P = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (h+R) \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) rút ra:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{GM}} (h+R)^{3/2} \quad (3)$$

Áp dụng (3) cho vệ tinh địa tĩnh $h = 6R$ và vệ tinh ở độ cao $h = 2,5R$ so với mặt đất ta sẽ tính được chu kỳ quay $T = 6\sqrt{2}h$. Vậy câu trả lời là (A).

TN4/2. Trả lời: (A).

Gợi ý: Công do người đó thực hiện được bằng $A = mgh$. Công suất cần tìm là $N = A/t = 80 \cdot 9,8 \cdot 6/10 = 470,4J = 0,63hp$.

TN5/2. Trả lời: (C).

Gợi ý: Ở thời điểm $t = 1s$ vật động đều với $v = \frac{x}{t} = \frac{3}{4} m/s$, do đó động lượng $p = mv = 3kg.m/s$.

Đến $t = 5s$ vật đã dừng lại (toạ độ x không còn thay đổi theo thời gian) nên $v = 0$.

Bạn Dương Trung Hiếu, lớp 11B, PT Năng Khiếu, Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang** có lời giải đúng.

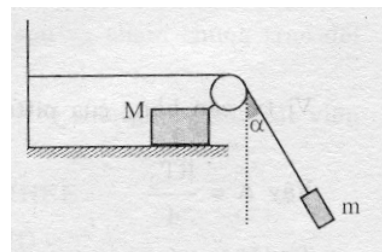
GIẢI ĐÁP THẮC MẮC

Trong một cuốn sách tham khảo có bài toán sau:

Cho cơ hệ như hình vẽ. Vật A có khối lượng M có thể trượt không ma sát trên đường ray. Tại thời điểm ban đầu, người ta kéo lệch vật m treo bằng sợi dây khỏi phương thẳng đứng một góc α rồi buông ra. Tìm khối lượng m nếu góc α không thay đổi khi hệ chuyển động.

Giải:

Do góc α không thay đổi trong khi các vật chuyển động nên xét theo phương ngang các vật có cùng vận tốc, cùng gia tốc, tức là $a_M = a_m = a_x$. Ta có:



$$T \sin \alpha = m a_x$$

$$T - T \sin \alpha = M a_x$$

Từ hai phương trình trên, ta được:

$$m = M \frac{\sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Theo bạn lời giải trên có đúng không? Tại sao?

GIAI THOẠI VỀ CÁC NHÀ VẬT LÝ

Chỉ trong 18 tháng...

Tất cả những phát minh cơ bản (mà số này không ít) của Newton đã được thực hiện chỉ trong 18 tháng, thời gian mà trường Đại học Luân Đôn, nơi chàng thanh niên Newton đang theo học đã phải đóng cửa do một nạn dịch và ông phải sơ tán về quê. Tuy nhiên, những công trình này đã được giữ kín để kiểm tra lại và chính xác thêm mãi tới 20 ...40 năm sau mới được công bố. (Vị tất có nhà bác học hiện đại nào nên theo tấm gương này!)

Toán học cũng là một ngôn ngữ...

Nhà vật lý Mỹ vĩ đại Gibbs vốn là một người kín đáo và thường ngồi im lặng trong các cuộc họp của Hội đồng khoa học thuộc trường đại học nơi ông giảng dạy. Nhưng trong một cuộc họp bàn về vấn đề nên dành nhiều thời gian giảng dạy cho toán học hay ngoại ngữ, không nên được, ông đã đứng bật dậy nói một câu ngắn gọn: "*Toán học cũng là một ngôn ngữ!*"

Người vĩ đại...

Albert Einstein rất thích các bộ phim của Charles Chaplin và rất có cảm tình với những nhân vật do ông này đóng. Một lần ông đã viết thư cho Chaplin: "Bộ phim *Cơn sốt vàng* của Ngài cả thế giới đều hiểu được, nhất định Ngài sẽ trở thành một người vĩ đại. Einstein." Chaplin đã đáp lại như sau: "Tôi còn khâm phục Ngài hơn thế nữa. Thuyết tương đối của Ngài không có ai trên thế giới này hiểu được, thế mà Ngài đã trở thành một người vĩ đại. Chaplin".

P.V.T (sưu tầm)

TRAO ĐỔI

GIỚI THIỆU SÁCH GIÁO KHOA THÍ ĐIỂM VẬT LÝ LỚP 10 BAN KHOA HỌC TỰ NHIÊN BỘ SÁCH THỨ NHẤT

Phạm Quý Tư

Bắt đầu từ năm học 2003-2004 Bộ Giáo dục và Đào tạo đã cho thí điểm dạy vật lý theo chương trình thí điểm đổi mới ở lớp 10 tại một số trường trung học phổ thông. Có hai bộ sách của hai nhóm tác giả khác nhau được đem dạy thí điểm. Bài này giới thiệu sách lớp 10 Ban khoa học tự nhiên thuộc một trong hai bộ sách ấy, gọi là bộ sách thứ nhất Bộ sách thứ nhất do Nguyễn Thế Khôi làm tổng chủ biên, sách lớp 10 có nhóm tác giả là : Lương Tất Đạt, Lê Chân Hùng, Nguyễn Ngọc Hưng, Phạm Đình Thiết, Bùi Trọng Tuấn, Lê Trọng Tường và Phạm Quý Tư, do Phạm Quý Tư làm chủ biên.

Sách giáo khoa thí điểm (SGKTĐ) viết theo chương trình thí điểm (không bao gồm các chuyên đề tự chọn) nối tiếp với chương trình THCS mới. Như vậy là SGKTĐ không những viết theo chương trình mới, mà còn dùng cho những học sinh mới, có kiến thức, thói quen và phương pháp học tập có phần khác trước. Một số khái niệm đã học ở THCS sẽ được tiếp tục phát triển, một số định luật định lượng mà THCS mới không học (thí dụ như định luật Pascal, ẩn nhiệt biến đổi trạng thái,...) sẽ được trình bày lại từ đầu.

Hiện nay, một yêu cầu bức xúc đối với việc giảng dạy ở PTTH là đổi mới phương pháp dạy học theo tinh thần phát huy tính chủ động của học sinh, tạo điều kiện cho học sinh hoạt động trí tuệ trong giờ học và cả ở nhà. Trong giờ học, thông qua những hoạt động trí tuệ đa dạng như quan sát và theo dõi thí nghiệm, lập luận theo những vấn đề giáo viên đặt ra, thực hiện một số tính toán cần thiết, học sinh có thể tự mình tìm được một số quy luật, thiết lập được một số phương trình mà giáo viên cần truyền đạt. Sách giáo khoa thí điểm cố gắng viết để tạo điều kiện cho giáo viên đổi mới phương pháp theo cách nói ở trên. Trong từng bài có phần để cho học sinh nhận xét, suy luận, đối chiếu, vận

dụng...giáo viên khai thác những phần ấy để dẫn dắt học sinh hoạt động trí tuệ một cách chủ động kết hợp với việc thuyết giảng của mình. Có nhiều cách khai thác nội dung khác nhau, tùy theo đối tượng học sinh, tùy theo tính cách của giáo viên. Trong sự đa dạng của phương pháp, giáo viên sẽ là người chủ động. SGKTD không quy định một phương pháp giảng dạy duy nhất cho mỗi bài.

Một yêu cầu rất quan trọng khác của chương trình vật lý là coi trọng thí nghiệm, cố gắng để 30% tiết học vật lý có làm thí nghiệm. Để thực hiện được yêu cầu ấy, cần có trang thiết bị thích hợp ở mức độ tương đối hiện đại. SGKTD đã trình bày một số thí nghiệm với những thiết bị bình thường mà phần lớn các trường PTTH đã được trang bị, kết quả thí nghiệm trên các thiết bị ấy có khi chưa đạt độ chính xác cao, phạm vi khảo sát có khi còn hẹp, nhưng nếu thực hiện được những thí nghiệm trên lớp học thì có tác dụng tốt để học sinh nắm được phương pháp thực nghiệm của vật lý học. Những thí nghiệm nêu trong SGKTD đều đã được thực hiện trong phòng thí nghiệm Vật lý phổ thông của khoa Vật lý trường Đại học Sư phạm Hà nội, kết quả đo viết trong các bài là kết quả nhận được trong thí nghiệm.

Khi viết SGKTD các tác giả cố gắng trình bày những kiến thức và phương pháp đúng của vật lý học. Có thể có những phần đã được đơn giản hoá, được trình bày chưa hoàn toàn chặt chẽ cho phù hợp với trình độ học sinh phổ thông. Tuy nhiên, không chấp nhận sự đơn giản hoá dẫn đến sai về kiến thức hoặc không đúng về phương pháp khoa học. Bên cạnh việc coi trọng phương pháp thực nghiệm, SGKTD rất coi trọng các phương pháp khác của vật lý dựa trên những suy luận.

Khi dạy phần cơ học, cần cho học sinh thấy rõ phương pháp của cơ học: từ những quan sát các hiện tượng tự nhiên, từ những thí nghiệm dẫn đến một số nhận xét và kết luận, những nhận xét và kết luận ấy được khái quát hoá thành ba định luật Niuton, trên cơ sở ba định luật ấy, bằng suy luận và tính toán, có thể xây dựng toàn bộ môn cơ học.

Thí dụ khi nghiên cứu chuyển động của một vật trên mặt phẳng nghiêng, SGKTD dùng phương pháp suy diễn: áp dụng định luật Niuton tính gia tốc của vật và suy ra rằng vật chuyển động nhanh dần đều với gia tốc đã tính, sau đó mới dùng thí nghiệm kiểm chứng lại kết quả tính toán trên, kiểm chứng như thế tức là kiểm chứng định luật Niuton và biểu thức của lực ma sát. Ngày nay vô số ứng dụng kĩ thuật đã chứng tỏ rằng định luật Niuton và biểu thức của lực ma sát là đúng nên khi phải giải quyết một bài toán cơ học mà các dữ liệu đã rõ ràng thì chỉ cần tính toán, không phải làm thí nghiệm nữa.

Một thí dụ khác: khi viết về chuyển động bằng phản lực, sách đã nêu định luật bảo toàn động lượng là nguyên tắc của chuyển động này, sau đó mới trình bày con quay nước như một thí nghiệm minh hoạ. Không dùng con quay nước như một thí nghiệm phát hiện ra nguyên tắc của chuyển động bằng phản lực.

Phần Nhiệt học thì có hai phương pháp quan trọng là phương pháp nhiệt động lực học và phương pháp vật lý phân tử, nhưng ở trình độ phổ thông, như quy định của chương trình thí điểm, không thể trình bày kiến thức một cách chặt chẽ theo hai phương pháp ấy. SGKTD xây dựng các khái niệm và định luật bằng con đường tiếp cận vĩ mô, từ thí nghiệm tìm ra những định luật định lượng về chất khí, về sự nở vì nhiệt và biến dạng của vật rắn ..., sau đó có một số lý giải định tính dựa vào cấu trúc phân tử. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng được xây dựng dựa vào hai định luật về chất khí, không xuất phát từ thuyết động học chất khí. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học được trình bày cùng với một vài ứng dụng đơn giản, nguyên lý thứ hai được giới thiệu sơ lược.

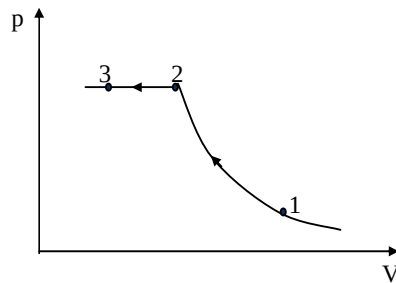
SGKTD bao gồm 8 chương, 61 mục, đánh số từ \$1 đến \$ 61, và 3 phụ lục. Sách dày 291 trang khổ 17 x 24 cm. Nhà xuất bản Giáo dục ấn hành, năm 2003.

CHUYÊN ĐỀ

Mét sè bài to, n vÒ h-i n-íc

Các bài toán liên quan hơi nước chủ yếu gặp trong hai loại.

Trong loại thứ nhất, cùng với các chất khí khác, hơi nước tham gia vào các quá trình khí khác nhau, trong các quá trình đó các chất khí được xem là khí lý tưởng. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng, kể cả của hỗn hợp khí, có thể viết dưới dạng $p = nkT$, ở đây p là áp suất, T là nhiệt độ tuyệt đối, k là hằng số Boltzmann, n là mật độ các hạt (số nguyên tử hay phân tử trong một đơn vị thể tích). Trong phương trình này không có mặt các tính chất riêng của khí như khối lượng nguyên tử hay phân tử, kích thước của chúng .v.v. Áp suất riêng phần của hơi nước p_h trong hỗn hợp khí được xác định bởi công thức $p_h = n_h kT$, n_h là mật độ các phân tử hơi nước.



Tuy nhiên hơi nước còn có đặc tính riêng, không giống với các khí khác. Đặc tính này thể hiện rất rõ rệt nếu như ta khảo sát quá trình biến đổi đẳng nhiệt của một lượng hơi nước nào đó. Ở một nhiệt độ T khi giảm thể tích thì mật độ tăng lên, nhưng đến một mật độ n_{bh} xác định (ứng với trạng thái 2 ở trên giản đồ) nếu tiếp tục giảm thể tích thì mật độ khí không tăng lên và do đó áp suất cũng không tăng. Đó là trạng thái bão hoà của hơi nước. Tương tác của các phân tử hơi nước trong trạng thái này lớn đến mức mà nếu giảm thể tích của khối hơi nước thì dẫn đến các phân tử sẽ kết lại với nhau, hơi nước bắt đầu chuyển sang trạng thái lỏng hay nói cách khác là bắt đầu quá trình ngưng tụ. Quá trình ngưng tụ này xảy ra ở một nhiệt độ không đổi mà cũng có nghĩa là với áp suất không đổi - áp suất hơi bão hoà. Chúng ta nhận thấy rằng khi giảm thể tích từ V_2 đến V_3 (xem giản đồ) lượng hơi nước m_n ngưng tụ thành nước sẽ thoả mãn phương trình sau:

$$p_b(V_2 - V_3) = \frac{m_n}{M} RT_0,$$

ở đây M là khối lượng của một mol hơi nước. Phương trình này sẽ được sử dụng trong một số bài toán dưới đây.

Chúng ta cũng cần nhớ rằng áp suất hơi bão hoà phụ thuộc rất mạnh vào nhiệt độ. Thí dụ ở 0°C ($T = 273\text{K}$) áp suất này bằng 4mmHg, ở 20°C (293K) nó lớn gấp 5 lần tức bằng 20mmHg, còn ở 100°C (373K) nó đạt đến 760mmHg (1at). Như vậy khi nhiệt độ thay đổi từ 273K đến 373K áp suất hơi bão hoà tăng 190 lần. Trong các bài toán dưới đây, giá trị của áp suất hơi bão hoà ở 373K (100°C) bằng 1at hay 760mmHg coi như đã biết.

Loại bài toán thứ hai liên quan đến sự tham gia của hơi nước trong các quá trình toả nhiệt hoặc thu nhiệt. Khi chưa bão hoà hơi nước tham gia vào các quá trình này như là khí lý tưởng 3 nguyên tử. Khi đó nội năng của x mol hơi nước bằng $U = x \cdot 3kT$, còn nhiệt dung phân tử đẳng tích bằng $C_v = 3R$. Còn nếu hơi nước đã trở nên bão hoà và xảy ra quá trình ngưng tụ hay quá trình nước bay hơi thì bài toán sẽ phức tạp hơn. Đặc biệt nhiệt lượng cần cung cấp để làm nước hoá hơi hay nhiệt lượng toả ra khi hơi nước ngưng tụ phụ thuộc vào các điều kiện xảy ra các quá trình này.

Theo nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học, nhiệt hoá hơi riêng $r = \Delta U + A$, ở đây ΔU là độ biến thiên nội năng của hệ nước - hơi nước, A là công hơi nước chống lại các ngoại lực. Thường trong quá trình toả nhiệt khi ngưng tụ hay thu nhiệt khi hoá hơi thì nhiệt độ và áp suất được giữ không đổi (các bảng số liệu về nhiệt hoá hơi được cho trong điều kiện như thế). Độ biến thiên nội năng chủ yếu liên quan đến sự thay đổi thế năng tương tác của các phân tử vật chất trong trạng thái lỏng và khí.

Công A có thể tính nhờ phương trình trạng thái. Thí dụ để làm bay hơi $m = 1\text{g}$ nước ở nhiệt độ $T = 373\text{K}$ và áp suất hơi bão hoà bằng $p_{bh} = 10^5\text{Pa}$ cần cung cấp một nhiệt lượng $r = 2260\text{J/g}$. Công của hơi nước chống lại ngoại lực, để duy trì áp suất không đổi, bằng $A = p_{bh}(V_c - V_0)$, ở đây V_0 là thể tích ban đầu mà 1g nước ở nhiệt độ 100°C chiếm (tức là 1cm^3), V_c là thể tích cuối mà thể tích 1g hơi nước ở 100°C chiếm. Dựa vào phương trình trạng thái ta thấy khối lượng riêng của hơi nước ở nhiệt độ phòng (khoảng 300K) nhỏ hơn hàng ngàn lần khối lượng riêng của nước (1g/cm^3), vì vậy:

$$A \approx p_{bh} V_c = \frac{m}{M} RT \approx 170\text{J}.$$

Như vậy phần đóng góp của công chống lại áp suất bên ngoài vào nhiệt lượng hoá hơi là không đáng kể ($\sim 8\%$). Tuy nhiên cũng có những bài toán phải tính đến công đó.

Dưới đây là một số ví dụ về hai loại bài toán trên.

Bài toán 1. Về mùa hè, trước khi có giông, khối lượng riêng của không khí ẩm (khối lượng của cả hơi nước và không khí trong 1cm^3) bằng $\rho = 1140\text{g/m}^3$, ở áp suất $p = 100\text{kPa}$ và nhiệt độ $t = 30^\circ\text{C}$. Hãy tìm tỉ số giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và áp suất riêng phần của không khí khô. Cho khối lượng một mol không khí là $M_k = 29\text{g/mol}$ và của hơi nước là 18g/mol . Hằng số khí lý tưởng $R = 8,31\text{J/(mol.K)}$.

Giải : Áp suất của không khí ẩm bằng tổng áp suất riêng phần của không khí khô và của hơi nước:

$$p = p_k + p_h \quad (1)$$

Khối lượng riêng của không khí ẩm bằng

$$\rho = \rho_k + \rho_h, \quad (2)$$

ở đây ρ_k là khối lượng riêng của không khí khô, ρ_h là khối lượng riêng của hơi nước.

Theo phương trình trạng thái:

$$p_h = \frac{\rho_h}{M_h} RT \quad (3) \quad \text{và} \quad p_k = \frac{\rho_k}{M_k} RT \quad (4)$$

Thay (3) và (4) vào (1) và (2) rồi giải ra sẽ được:

$$\rho_k = \frac{\rho M_k - p M_k M_h / (RT)}{M_k - M_h}, \quad \rho_h = \frac{p M_h M_k / (RT) - \rho M_h}{M_k - M_h}$$

Từ các phương trình trạng thái (3) và (4) tìm được:

$$\frac{p_h}{p_k} = \frac{M_k \rho_h}{M_h \rho_k} = \frac{1 - p M_k / (RT \rho)}{p M_h / (RT \rho) - 1} \approx \frac{1}{37}$$

Nếu dùng bảng tra cứu chúng ta sẽ thấy rằng hơi nước trong điều kiện của bài toán ở trạng thái gần bão hoà.

Bài toán 2. Trong một buồng tắm hơi, ở nhiệt độ $t_1 = 100^\circ\text{C}$ độ ẩm tương đối của không khí là $a_1 = 50\%$. Sau khi nhiệt độ không khí giảm đến $t_2 = 97^\circ\text{C}$ và hơi đã ngưng tụ thì độ ẩm tương đối của không khí là $a_2 = 45\%$. Hỏi một lượng nước bằng bao nhiêu đã tách ra khỏi không khí ẩm nếu thể tích của buồng hơi $V = 30\text{m}^3$?. Biết rằng áp suất hơi bão hoà ở nhiệt độ t_2 nhỏ hơn ở nhiệt độ t_1 là 80mmHg .

Giải: Áp suất hơi bão hoà ở $t_1 = 100^\circ\text{C}$ là $p_{1h} = 10^5\text{Pa} = 760\text{mmHg}$, còn ở $t_2 = 97^\circ\text{C}$ là $p_{2h} = 680\text{mmHg}$. Từ phương trình trạng thái suy ra khối lượng hơi nước trong buồng hơi ở hai nhiệt độ t_1 và t_2 tương ứng bằng:

$$m_1 = \frac{a_1 p_{1h} VM_h}{RT_1 100\%} \quad \text{và} \quad m_2 = \frac{a_2 p_{2h} VM_h}{RT_2 100\%}$$

ở đây $M_h = 18\text{g/mol}$. Như vậy lượng nước tạo thành do hơi nước ngưng tụ là:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{VM_h}{R \cdot 100\%} \left(\frac{a_1 p_{1h}}{T_1} - \frac{a_2 p_{2h}}{T_2} \right) \approx 1,6\text{kg}$$

Bài toán 3. Xét thí nghiệm sau. Trong một xilanh có một ít nước và hơi được giữ ở phía dưới pittông gắn với một lò xo. Khối lượng của nước bằng $M = 1\text{g}$. Nhiệt độ trong xilanh được duy trì không đổi và bằng 100°C . Khi cho một phần hơi khối lượng $m = 7\text{g}$ thoát ra khỏi xilanh thì pittông bắt đầu chuyển động. Sau khi trạng thái cân bằng đã được xác lập thì thể tích dưới pittông bằng một nửa lúc đầu. Hỏi lúc bắt đầu thí nghiệm thì khối lượng và thể tích của hơi nước trong xilanh bằng bao nhiêu? Biết pittông sẽ nằm cân bằng ở đáy của xilanh khi lò xo không bị biến dạng.

Giải: Lúc đầu nước chiếm thể tích 1cm^3 , trong khi đó thì từ phương trình trạng thái dễ thấy hơi chiếm thể tích không nhỏ hơn 12lít , vì vậy có thể bỏ qua thể tích của nước. Vì trong xilanh có nước nên hơi lúc đầu là bão hoà và áp suất của nó bằng $p_{1h} = 10^5\text{Pa}$. Ở cuối thí nghiệm áp suất của hơi bằng $p_2 = 0,5p_{1h} = 0,5 \cdot 10^5\text{Pa}$, khi đó lực tác dụng của lò xo lên pittông cũng giảm đi một nửa. Toàn bộ nước khi đó đã bay hơi vì pittông ngừng chuyển động và hơi không còn bão hoà.

Giả sử lúc đầu khối lượng hơi nước bằng m_h . Khi đó, lúc bắt đầu thí nghiệm:

$$p_{1h} V = \frac{m_h}{M_h} RT,$$

ở đây M_h là khối lượng một mol hơi nước. Lúc cuối thí nghiệm:

$$\frac{1}{2} \frac{p_{1h} V}{2} = \frac{m_h + M - m}{M_h} RT$$

Từ hai phương trình này chúng ta nhận được:

$$m_h = \frac{4}{3}(m - M) = 8\text{g}$$

Thể tích của hơi sẽ là

$$V = \frac{m_h RT}{M_h p_{1h}} = 13,8\text{ lít}$$

Bài toán 4. Trong một bình thể tích $V_1 = 20\text{lít}$ có một ít nước, hơi bão hoà và không khí. Tăng chậm dần thể tích của bình ở nhiệt độ không đổi đến thể tích $V_2 = 40\text{lít}$, khi đó áp suất trong bình sẽ giảm từ $p_1 = 3\text{at}$ đến $p_2 = 2\text{at}$. Hãy xác định khối lượng nước trong bình cuối thí nghiệm nếu như khối lượng tổng cộng của nước và hơi là $m = 36\text{g}$. Bỏ qua thể tích của nước trong cả quá trình thí nghiệm.

Giải: Phân tích đường đẳng nhiệt của hơi nước (xem giản đồ ở trên) chứng tỏ rằng trong suốt thời gian thí nghiệm áp suất riêng phần của hơi nước không thay đổi (vì lúc đầu và cuối thí nghiệm trong bình đều có nước do đó hơi ở trạng thái bão hoà). Như vậy áp suất trong bình thay đổi chỉ là do sự thay đổi của áp suất không khí. Vì thể tích của khí tăng lên 2 lần ở nhiệt độ không đổi, nên áp suất của nó ở cuối quá trình thí nghiệm cũng phải giảm đi 2 lần. Giả sử cuối thí nghiệm khối lượng hơi còn lại trong bình là m_{h2} . Vì hơi bão hoà ở áp suất và nhiệt độ không đổi mà thể tích của nó tăng lên gấp đôi nên lúc bắt đầu thí nghiệm khối lượng của nó là $m_{h1} = m_{h2}/2$.

Sau khi phân tích sơ bộ như vậy bây giờ chúng ta tìm áp suất hơi p_h trong bình. Lúc bắt đầu thí nghiệm:

$$p_h + p_k = p_1,$$

ở đây p_k là áp suất không khí lúc đầu. Lúc cuối thí nghiệm:

$$p_h + \frac{1}{2} p_k = p_2.$$

vì vậy

$$p_h = 2p_2 - p_1 = 1 \text{ at.}$$

Vì hơi nước bão hoà nên nhiệt độ của nó vẫn là 100°C . Theo phương trình trạng thái bây giờ ta có thể tìm được khối lượng của hơi trong bình:

$$p_h(V_2 - V_1) = \frac{m_{h2} - m_{h1}}{M_h} RT = \frac{m_{h2}}{2M_h} RT,$$

ở đây $M_h = 18\text{g/mol}$, từ đó:

$$m_{h2} = \frac{2M_h p_h}{RT} (V_2 - V_1)$$

Như vậy khối lượng nước còn lại trong bình là: $m_n = m - m_{h2} = 12\text{g}$.

Bài toán 5. Trong một xilanh, ở dưới pittông có một ít chất lỏng và hơi bão hoà của nó ở nhiệt độ nào đó. Khi nung đẳng áp chậm nhiệt độ của hệ tăng lên đến 100°C còn thể tích tăng thêm 54%. Nhiệt độ trong xilanh đã tăng lên bao nhiêu độ nếu lúc đầu khối lượng của hơi bằng $2/3$ khối lượng toàn bộ của hỗn hợp? Bỏ qua thể tích ban đầu của chất lỏng so với thể tích của hệ.

Giải: Giả sử khối lượng của hơi và chất lỏng lúc đầu là m_h và m_l , còn nhiệt độ trong bình là T_d . Khi nung nóng đẳng áp nhiệt độ của hỗn hợp không thay đổi chừng nào mà chất lỏng còn bay hơi. Theo giả thiết nhiệt độ được tăng đến $T_c = 373\text{K}$ thì có nghĩa là toàn bộ chất lỏng đã bay hơi (trạng thái 2 ở giản đồ trên) và hơi bây giờ có khối lượng $m_h + m_l$ đã được nung nóng thêm $\Delta T = T_c - T_d$. Chúng ta viết phương trình trạng thái cho trạng thái đầu và cuối của hệ:

$$pV_d = \frac{m_h}{M_h} RT_d$$

$$pV_c = \frac{m_h + m_l}{M_h} RT_c,$$

ở đây M_h khối lượng một mol hơi nước. Theo giả thiết

$$V_c = \beta V_d = 1,54V_d \quad \text{và} \quad \frac{m_h}{m_h + m_l} = \alpha = \frac{2}{3}.$$

Từ các phương trình trên chúng ta tìm được:

$$\frac{T_c}{T_d} = \beta\alpha,$$

và cuối cùng ta có:

$$\Delta T = T_c - T_d = T_c \frac{\beta\alpha - 1}{\beta\alpha} \approx 10\text{K}$$

Bài toán 6. Trong một bình có chứa chất lỏng và hơi bão hoà của nó. Trong quá trình giãn nở đẳng nhiệt thể tích của hơi chiếm tăng lên $\beta = 3$ lần, còn áp suất của hơi giảm đi $\alpha = 2$ lần. Hãy tìm tỉ số giữa khối lượng của chất lỏng m_l và khối lượng hơi của nó m_h lúc đầu trong bình. Bỏ qua thể tích chất lỏng.

Giải: Trong quá trình đẳng nhiệt áp suất giảm 2 lần còn thể tích tăng lên 3 lần. Vì vậy hệ chất lỏng - hơi với khối lượng $m_l + m_h$ từ trạng thái ban đầu ứng với điểm 3 trên giản đồ chuyển sang trạng thái cuối ứng với điểm 1 trên giản đồ. Đến trạng thái trung gian 2, toàn bộ chất lỏng đã bay hơi hết dưới áp suất không đổi $p = p_{hd}$ và chiếm thể tích V_2 :

$$p_{hd}V_2 = \frac{m_h + m_l}{M_h} RT$$

ở đây M_h là khối lượng một mol hơi nước. Ở trạng thái cuối, cũng khối lượng hơi đó dưới áp suất $p_1 = p_{hd} / \alpha$ và cũng ở nhiệt độ đó chiếm thể tích V_1 :

$$p_1 V_1 = \frac{m_h + m_l}{M_h} RT$$

Theo điều kiện của bài toán ở trạng thái đầu hơi nước có khối lượng m_h chiếm thể tích $V_3 = V_1 / \beta$:

$$p_{hd} V_3 = \frac{m_h}{M_h} RT$$

Từ các phương trình này chúng ta tìm được:

$$V_1 = \alpha V_2, \quad \frac{m_h + m_l}{m_h} = \frac{V_2}{V_3} = \frac{V_1 / \alpha}{V_1 / \beta} = \frac{\beta}{\alpha}$$

Suy ra:

$$\frac{m_l}{m_h} = \frac{\beta}{\alpha} - 1 = \frac{1}{2}$$

Bài toán 7. Trong một xilanh, ở dưới pittông có một hỗn hợp chứa q_l mol chất lỏng và q_h mol hơi bão hoà của nó ở nhiệt độ T . Trong một quá trình đẳng áp chậm hỗn hợp trong xilanh được cung cấp một nhiệt lượng Q và nhiệt độ tăng lên ΔT . Hãy tìm sự biến đổi nội năng của hỗn hợp trong xilanh. Bỏ qua thể tích của chất lỏng.

Giải: Trong quá trình đẳng áp khi nhiệt lượng được cung cấp một cách chậm thì nhiệt độ sẽ không thay đổi chừng nào mà chất lỏng chưa bay hơi hết. Sau đó lượng hơi sẽ bằng $q_h + q_l$ và nhiệt độ tăng lên ΔT . Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$Q = \Delta U + p(V_c - V_d),$$

ở đây $p(V_c - V_d)$ là công của hơi chống lại áp suất bên ngoài. Theo phương trình trạng thái:

$$pV_d = q_h RT, \quad pV_c = (q_l + q_h)R(T + \Delta T)$$

Cuối cùng ta nhận được:

$$\Delta U = Q - q_l RT - (q_l + q_h)R\Delta T.$$

Bài toán 8 Trong một xilanh, dưới pittông có một mol hơi chưa bão hoà ở nhiệt độ T . Nén đẳng nhiệt hơi sao cho đến trạng thái cuối cùng thì một nửa khối lượng của nó đã ngưng tụ thành chất lỏng còn thể tích hơi giảm đi $k = 4$ lần. Hãy tìm nhiệt ngưng tụ phân tử (nhiệt lượng toả ra khi một mol hơi ngưng tụ hoàn toàn thành chất lỏng), nếu như trong quá trình trên hệ đã toả ra một nhiệt lượng Q ($Q > 0$). Coi hơi nước là khí lý tưởng.

Giải: Công do y mol hơi thực hiện được trong quá trình giãn nở đẳng nhiệt từ thể tích V_1 đến thể tích V_2 bằng:

$$A = yRT \ln(V_2/V_1).$$

Hơi nước bắt đầu ngưng tụ ở trạng thái 2 (xem giản đồ trên) và tiếp tục cho đến trạng thái cuối cùng 3, áp suất không thay đổi. Lượng chất lỏng tạo thành bằng một nửa lượng hơi ban đầu, tức là $y_l = y/2$. Lượng nhiệt toả ra trong giai đoạn 1 - 3 bằng

$$Q_{13} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Trong đoạn 1-2 hơi vẫn chưa bão hoà, nội năng của nó trong quá trình đẳng nhiệt không thay đổi, vì thế nhiệt lượng toả ra về trị số bằng công của ngoại lực nén:

$$Q_{12} = y_h RT \ln(V_1/V_2).$$

Trong đoạn 2 - 3, hơi ngưng tụ và sự toả nhiệt xảy ra ở áp suất và nhiệt độ không đổi và $Q_{23} = y_l \Lambda$, ở đây Λ nhiệt ngưng tụ phân tử của hơi. Ngoài ra, đối với đoạn này, từ phương trình trạng thái ta tìm được:

$$p_2(V_2 - V_3) = y_l RT.$$

Phương trình trên cùng phương trình trạng thái $p_2 V_2 = y_h RT$ và điều kiện $V_1 = kV_3$ cho phép tìm được tỉ số các thể tích V_1/V_2 :

$$\frac{V_1}{V_2} = k \frac{y_h - y_l}{y_h}$$

Như vậy, cuối cùng ta được:

$$Q_{13} = Q = y_h RT \ln\left(k \frac{y_h - y_n}{y_h}\right) + \Lambda y_n$$

từ đó: $\Delta = 2Q - 2RT \ln 2$.

Bài tập

1. Sau một cơn mưa mùa hè độ ẩm tương đối của không khí đạt 100%. Khi đó khối lượng riêng của không khí ẩm (khối lượng của hơi nước và không khí trong một cm^3) $\rho = 1171 \text{ g/m}^3$, áp suất của nó bằng $p = 100 \text{ kPa}$ và nhiệt độ $t = 22^\circ\text{C}$. Hãy tìm áp suất hơi bão hoà ở nhiệt độ $t = 22^\circ\text{C}$. Cho biết khối lượng một mol không khí bằng $M_k = 29 \text{ g/mol}$ và của hơi nước $M_h = 18 \text{ g/mol}$, hằng số khí lý tưởng $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$.

ĐS:

$$p_{bh} = (pM_k - \rho RT)/(M_k - M_h) \approx 2,7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

2. Một lượng hơi nước thể tích $V_1 = 4 \text{ lít}$ được giữ trong một xilanh dưới pittông gắn với một lò xo. Nhiệt độ trong xilanh được duy trì không đổi và bằng 100°C . Một lượng nước khối lượng $m = 4 \text{ g}$ được bơm vào xilanh và pittông bắt đầu chuyển động. Sau khi cân bằng thì một phần nước đã bay hơi, còn thể tích dưới pittông tăng lên 2 lần. Lúc đầu khối lượng hơi nước trong xilanh bằng bao nhiêu? Đến cuối quá trình thí nghiệm có bao nhiêu nước đã bay hơi?

ĐS: $m_h = 1,2 \text{ g}$;

$$\Delta m = 3,6 \text{ g}$$

3. Một hỗn hợp nước và hơi bão hoà có thể tích nào đó ở nhiệt độ 90°C . Nếu nung nóng đẳng tích hỗn hợp thì toàn bộ nước sẽ bay hơi khi nhiệt độ tăng thêm 10°C . Áp suất hơi bão hoà ở nhiệt độ 90°C bằng bao nhiêu nếu lúc đầu khối lượng nước chiếm 29% khối lượng của toàn bộ hỗn hợp? Cho biết thể tích của nước nhỏ không đáng kể so với thể tích toàn bộ hỗn hợp.

ĐS: $p = (1 - 0,29) p_2 T_1 / T_2 = 0,69 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, ở đây

$$T_1 = 363 \text{ K}, T_2 = 373 \text{ K}, p_2 = 10^5 \text{ Pa}$$

4. Trong một xilanh, dưới pittông, có chứa hơi nước bão hoà ở nhiệt độ $t = 120^\circ\text{C}$. Khi nén chậm đẳng nhiệt, hơi bắt đầu ngưng tụ. Đến khi $m = 5 \text{ g}$ hơi nước đã được ngưng tụ, thì thể tích của hơi giảm đi $\Delta V = 4,5 \text{ lít}$. Tính công mà ngoại lực đã thực hiện được trong quá trình này. Lúc đầu trong xilanh có bao nhiêu hơi nước nếu cuối thí nghiệm nước chiếm 0,5% thể tích của hỗn hợp?

ĐS: $A = 907 \text{ J}$;

$$m_h \approx 6,1 \text{ g}$$

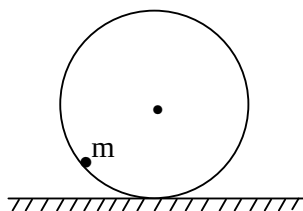
Phạm Tô
(Sưu tầm và giới thiệu)

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

ĐỀ THI CHỌN ĐỘI TUYỂN HỌC SINH GIỎI
MÔN VẬT LÝ THPT
thành phố Hồ Chí Minh - Năm học 2002 - 2003
 (Thời gian làm bài: 180 phút)

Bài 1 (4 điểm)

Một vành tròn bán kính R , khối lượng M phân bố đều. Trên vành gắn một vật nhỏ khối lượng m (h.1). Kéo cho vành lăn không trượt trên mặt ngang để tâm của vành có vận tốc không đổi v_0 . Hỏi v_0 phải thoả điều kiện gì để vành không nảy lên?



Hình 1

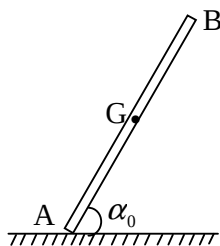
Bài 2 (4 điểm)

Một thanh AB đồng chất khối lượng m , tiết diện đều, có khối tâm G , chiều dài $2d$. Đặt đầu A trên mặt đất nằm ngang và nghiêng một góc α_0 so với mặt đất (h.2). Bỏ qua thanh, thanh đổ xuống không vận tốc đầu. Giả sử đầu A trượt không ma sát trên mặt đất.

a- Xác định quỹ đạo của khối tâm G .

b- Tính vận tốc của G khi thanh chạm đất.

Lưu ý: Momen quán tính của thanh đối với đường trung trục là $I = \frac{1}{3}md^2$

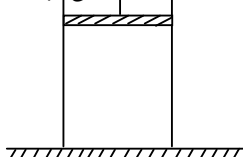


Hình

Bài 3 (4 điểm)

Một xi lanh như hình vẽ (h.3) chứa khí lý tưởng, được đóng kín bằng một pittông khối lượng M , tiết diện S , có thể chuyển động trong xi lanh. Lúc đầu giữ pittông ở vị trí sao cho áp suất trong bình bằng áp suất khí quyển bên ngoài. Thành xi lanh và pittông đều cách nhiệt.

Bỏ qua pittông, pittông chuyển động từ vị trí ban đầu đến vị trí cuối cùng có độ cao h so với đáy xi lanh. Tuy nhiên, trước khi đạt đến vị trí cân bằng này, pittông đã thực hiện những dao động nhỏ. Giả sử trong giai đoạn pittông dao động nhỏ, quá trình biến đổi của khí là thuận nghịch, hãy tính chu kỳ dao động nhỏ đó.



Hình 3

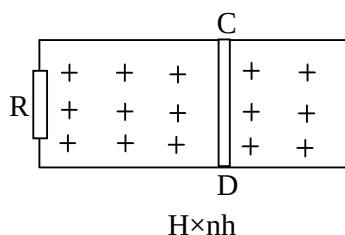
Bài 4 (4 điểm)

Hai thanh kim loại song song, cùng nằm trong mặt phẳng ngang, cách nhau một khoảng l , điện trở không đáng kể và có một đầu nối vào điện trở $R = 0,5\Omega$. Một đoạn dây dẫn CD, chiều dài l , điện trở $r = 0,3\Omega$, khối lượng $m = 0,1\text{kg}$ đặt nằm trên và thẳng góc với hai thanh kim loại. Tất cả đặt trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ thẳng đứng, hướng xuống (h.4).

Kéo dây CD bằng một lực $\vec{F}$ không đổi để đoạn dây chuyển động về phía phải. Khi dây CD trượt không ma sát trên hai thanh kim loại với vận tốc đều $v = 2\text{m/s}$ thì hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R đo được 1V.

a- Tính F

b- Bỏ lực kéo $\vec{F}$, dây CD chuyển động chậm dần rồi dừng lại trên hai thanh kim loại. Tìm điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của điện trở R từ lúc bỏ lực $\vec{F}$ đến lúc dây CD dừng hẳn.

**Bài 5** (4 điểm)

Một chùm tia sáng đơn sắc và song song chiếu đến một khối cầu trong suốt, đồng chất, chiết suất $n = \frac{4}{3}$. Xét một tia sáng đến khối cầu với góc tới i ($0 < i < 90^\circ$), tia sáng khúc xạ vào khối cầu với góc khúc xạ r . Sau k lần phản xạ trong khối cầu, tia sáng ló ra khỏi khối cầu.

a- Tính góc lệch D của tia ló so với tia tới ban đầu theo i, r .

b- Tìm i để D đạt cực trị Δ , Δ này là cực đại hay cực tiểu? Tính các giá trị Δ ứng với $k = 1$ và $k = 2$.

c- Từ các kết quả trên, hãy giải thích hiện tượng cầu vồng thường quan sát được trên bầu trời vào lúc trước hay sau cơn mưa.

HỌC SINH VIẾT**DÙNG TÍCH VÉCTƠ 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:

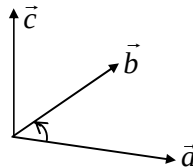
- $\vec{a} \perp \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0$ (1)
- $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{c} + \vec{d})$
 $= \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{a} \cdot \vec{d} + \vec{b} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{d}$ (2)

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

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

Ta có: $[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] = [\vec{v}_0 \wedge (\vec{v}_0 + \vec{g}t)]$

$$= [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}_0] + [\vec{v}_0 \wedge \vec{g}t]$$

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

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

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

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

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

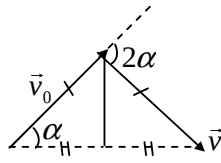
Vậy L lớn nhất khi $\sin(\vec{v}_0, \vec{v}) = 1$ hay hai vận tốc $\vec{v}_0$ và $\vec{v}$ vuông góc với nhau.

- **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

$$\text{thì thời gian rơi là: } t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

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 $\vec{v}_0$

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

$$\text{Xét: } [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] = [\vec{v}_0 \wedge (\vec{v}_0 + \vec{g}t)]$$

$$\Leftrightarrow [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] = [\vec{v}_0 \wedge \vec{g}t]$$

$$\Rightarrow v_0 \cdot v \cdot \sin \varphi = v_0 g t \cos \alpha$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{v \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

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 vectơ 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 .

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

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

TIẾNG ANH VẬT LÝ

Problem: A balloon is filled with helium at the atmospheric pressure P . The volume of the balloon is V . The balloon is made of the material of mass m and density d . After being released, the balloon bursts at an altitude where the atmospheric pressure is $P/2$. Immediately before bursting, the balloon has a volume of $1.25V$. Find the maximum stress σ that the balloon material can withstand. Assume that the temperature of helium remains constant, the balloon remains spherical, and the density of the material remains virtually constant.

Solution: Let us denote the final volume and pressure by $V'=1.25V$ and P' , respectively. Taking helium to be an ideal gas, we can write that $PV = P'V'$ under isothermal conditions, so that $P'=0.8P$. Since the external pressure is $0.5P$, the net outward pressure on the surface of the balloon is $0.3P$. Thus the net pressure force on half of the balloon is $0.3P\pi R^2$, where R is the final radius of the balloon, given by $1.25V = 4\pi R^3/3$. But this must just

balance the elastic force $\sigma\Delta A$, where $\Delta A = 2\pi R t$ is the cross-sectional area of the balloon *material* at its mid-plane. Here t is the thickness of the balloon material, obtained from $d = m/(4\pi R^2 t)$. Combining the equations gives:

$$\sigma = \frac{9PVd}{16m}$$

Từ mới

- **balloon** - khí cầu
- **pressure** - áp suất (*atmospheric pressure* - áp suất khí quyển)
- **material** - vật liệu
- **(to) burst** - nổ
- **density** - mật độ hay khối lượng riêng
- **altitude** - độ cao
- **volume** - thể tích
- **stress** - ứng suất
- **(to) withstand** - chịu được
- **(to) remain** - còn là
- **Let us denote by....** - Ta ký hiệu..... là...
- **respectively** - tương ứng
- **the net outward pressure** - áp suất tổng hợp hướng ra ngoài
- **pressure force** - áp lực
- **elastic force** - lực đàn hồi
- **area** - diện tích (*cross-sectional area* - diện tích tiết diện ngang)
- **mid-plane** - mặt phẳng giữa (đi qua tâm khí cầu)