

# VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

HỘI VẬT LÝ VIỆT NAM

• TẠP CHÍ RA HÀNG THÁNG

NĂM THÚ 11

SỐ 119

THÁNG 7 - 2013



TINH MA KHÔNG TỊNH

HIGGS BOSON

Tổng biên tập :  
PHẠM VĂN THIỀU

Thư ký Tòa soạn :  
ĐOÀN NGỌC CẨM

### BAN BIÊN TẬP :

Hà Huy Bằng,  
Đoàn Ngọc Cẩm,  
Tô Bá Ha,  
Lê Như Hùng,  
Bùi Thế Hùng,  
Nguyễn Thế Khôi,  
Hoàng Xuân Nguyên,  
Nguyễn Văn Phán,  
Nguyễn Xuân Quang, (Phó trưởng ban)  
Đoàn Văn Ro,  
Phạm Văn Thiều (Trưởng ban),  
Chu Đinh Thúy,  
Vũ Đinh Túy.

### TRI SỰ & PHÁT HÀNH

Lê Thị Phương Dung, Trịnh Tiến Bình,  
Đào Thị Thu Hằng

Địa chỉ liên lạc và đặt mua báo

**TOÀ SOAN VẬT LÝ & TUỔI TRẺ**  
10 - Đào Tán (46 Nguyễn Văn Ngọc),  
Thủ Lệ, Q. Ba Đình, Hà Nội  
Tel : (04) 37 669 209  
Email : tapchivatlytuotre@gmail.com

- Bạn có thể đặt mua báo ở Bưu điện
- Các tỉnh phía Nam có thể đặt mua tại Trung tâm Phát triển KHCN và DV (CENTEC),  
Hội Vật lý TP. HCM, 12 Nam Kỳ Khởi Nghĩa(lầu 1),  
Phường Nguyễn Thái Bình, Q. 1, TP. HCM

ĐT : (08) 38292954  
Email : detec@hcm.fpt.vn

**GIÁ : 10.000 Đ**

Giấy phép sản xuất số: 244/GP-BTTTT, ngày 9.2.2012 của Bộ Thông Tin Truyền Thông  
In tại nhà in Khoa học và Công nghệ, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội  
In xong nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2013

**TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP .....** Tr3

\* TÍNH MÀ KHÔNG TÍNH

**ĐỀ RA KỲ NÀY.....** Tr5

\* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,  
DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ,  
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

**GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC.....** Tr6

\* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,  
DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ,  
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

**GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI .....** Tr12

\* ĐỀ THI VÒNG CHUNG KẾT QUỐC GIA TRUNG QUỐC  
NĂM 2000

**GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI .....** Tr14

\* ĐỀ THI TUYỂN SINH THPT TỈNH SƠN ĐÔNG, TRUNG  
QUỐC NĂM 2009

**LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI.....** Tr24

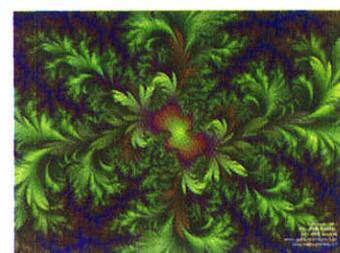
\* HIGGS BOSON

**VẬT LÝ ĐỜI SỐNG.....** Tr26 & Bìa 3

\* THÔNG TIN LASER (tiếp theo kì trước)

**CLB VL&TT.....** Bìa4

**Ảnh bìa:** Fractal – một hình tự  
đồng dạng.





## TÍNH MÀ KHÔNG TÍNH

*Nếu toán học là nghệ thuật để tránh tính toán thì vật lý lý thuyết là nghệ thuật tính mà không dùng toán học.*

**LTS. Tác giả bài viết này là viện sĩ A. Migdal, một nhà vật lý lý thuyết xuất sắc của Liên xô cũ. Ông là chuyên gia nổi tiếng về những đánh giá định tính trong nghiên cứu vật lý. VL&TT xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc.**

Câu nói được chọn làm đề từ ở trên đã xuất hiện do kết quả các cuộc tranh luận của các nhà vật lý và toán học và cần phải được giải thích. Ngay những phép tính đơn giản nhất trong vật lý cũng không thể tránh được tính toán. Tuy nhiên, ở giai đoạn làm việc đầu tiên, giai đoạn quan trọng nhất của nhà vật lý lý thuyết (VLLT), khi xác lập bức tranh vật lý của hiện tượng, thì toán học phải lùi về phía sau và chỉ đóng vai trò phụ trợ. Nhưng trước khi nói về mối quan hệ giữa vật lý và toán học, cần giải thích cho rõ VLLT là gì?

### I. CÁC NHÀ VẬT LÝ LÀM VIỆC NHƯ THẾ NÀO?

#### Nhà thực nghiệm và nhà lý thuyết

Có hai loại nhà vật lý: thực nghiệm và lý thuyết, đồng thời hai nghề nghiệp này hầu như không bao giờ dung hợp trong cùng một người. Các nhà thực nghiệm nghiên cứu mối quan hệ giữa các đại lượng vật lý, hay nói trang trọng hơn, là họ khám phá ra các định luật tự nhiên bằng cách sử dụng các thiết bị thí nghiệm, tức là tiến hành đo đạc các đại lượng vật lý nhờ các dụng cụ đó. Muốn vậy phải hiểu sâu sắc các hiện tượng cần nghiên cứu để biết đo như thế nào. Trong khi đó các nhà lý thuyết nghiên cứu tự nhiên chỉ dùng có giấy và bút, tức là rút ra những quan hệ mới giữa các đại lượng quan sát được dựa trên các định luật tự nhiên đã tìm được trước đó bằng thực nghiệm và lý thuyết. Nguyên nhân phải tách bạch riêng hai loại nghề nghiệp như thế không chỉ ở chỗ mỗi nghề đó đòi hỏi phải có những kiến thức chuyên môn riêng: kiến thức về các phương pháp đo trong nghề này và nắm vững các công cụ toán học trong nghề kia. Mà nguyên nhân chủ yếu là ở chỗ hai nghề đó tương ứng với các đặc tính tư duy khác nhau và các dạng trực giác khác nhau. Trực giác, tức khả năng tìm ra con đường đúng đắn bằng tiềm thức, là cực kỳ quan trọng, nếu không muốn nói là quan trọng nhất, trong những giai đoạn đầu tiên của quá trình

nghiên cứu. Thật đáng tiếc, trực giác lại không xuất hiện ngay lập tức mà là kết quả của một quá trình làm việc miệt mài như một sự ban thưởng cho việc giải quyết được nhiều bài toán.

Vì vật lý lý thuyết phải làm việc với nhiều khái niệm trừu tượng hơn là vật lý thực nghiệm, nên nhà vật lý đòi hỏi phải có một trực giác trừu tượng hơn, đôi khi rất gần với trực giác toán học. Trước thế kỷ 20, khi vật lý còn chưa được chuyên môn hóa, nhiều nhà vật lý dung hợp được cả hai nghề đó. Chẳng hạn, Maxwell, người đã nhận được các phương trình mô tả tất cả các hiện tượng điện từ bằng lý thuyết, cũng đã từng thực hiện nhiều thí nghiệm. Hertz, người đã phát hiện ra sóng điện từ bằng thực nghiệm, cũng đồng thời lại là một nhà lý thuyết giỏi. Nhưng dù sao, trong mỗi trường hợp đó cũng có thể chỉ ra nghề nào của họ là chủ yếu: đối với Maxwell là vật lý lý thuyết, còn đối với Hertz là vật lý thực nghiệm.

Trong thế kỷ 20, một trong những ví dụ nổi bật nhất về “nhà vật lý toàn năng” – vừa lý thuyết vừa thực nghiệm – là Enrico Fermi. Bên cạnh nhiều công trình khác, Fermi đã xây dựng thành công lý thuyết phân rã  $\beta$  nhưng đồng thời cùng các cộng sự ông đã phát hiện ra phóng xạ nhân tạo khi dùng neutron bắn phá các nguyên tố.

Tuy nhiên, đây chỉ là những ngoại lệ hiếm hoi và các bạn trẻ quan tâm tới vật lý cần phải quyết định cho mình lựa chọn nghề nghiệp nào: lý thuyết hay thực nghiệm. Dưới đây chúng ta sẽ chỉ nói tới công việc của nhà vật lý lý thuyết.

#### Vật lý và toán học

Như vậy, nhiệm vụ của nhà vật lý lý thuyết là phải nhận được các hệ thức giữa các đại lượng quan sát được nhờ những tính toán toán học. Nhưng điều đó liệu có nghĩa là VLLT chẳng qua chỉ là một loại toán ứng dụng hay không? Quan niệm như thế là hoàn toàn không đúng. Cả về đặc tính các bài toán cũng như về các phương pháp tiếp cận bài toán, VLLT và toán học là hoàn toàn khác nhau.

Trong toán học, đóng vai trò quan trọng nhất là tính chặt chẽ, tức là sự hoàn hảo về mặt logic của tất cả các kết luận suy ra từ một hệ tiên đề đã được chấp nhận, và sự nghiên cứu tất cả các quan hệ logic khả dĩ. Nhiệm vụ của vật lý là xây dựng một bức tranh

vật lý chính xác nhất có thể của thế giới mà không có “những luật chơi” chặt chẽ theo kiểu toán học, bằng cách sử dụng tất cả những dữ kiện thực nghiệm và lý thuyết đã biết, cũng như những phỏng đoán dựa trên trực giác mà sau đó sẽ được kiểm tra bằng thực nghiệm. Chẳng hạn, nhà toán học nghiên cứu tất cả các loại hình học khá dễ về mặt logic, còn nhà vật lý làm sáng tỏ những hình học nào tồn tại trong thế giới chúng ta.

Nhà toán học, ngay cả khi làm toán ứng dụng, tức là các bài toán không xuất hiện từ bản thân toán học, cũng chỉ giải các bài toán không đòi hỏi phải dùng các giả thiết phụ chưa được chứng minh. Thường thì nhà vật lý hay gặp các bài toán, trong đó các dữ liệu xuất phát hiện có chưa đủ chính xác để giải, vì vậy nghệ thuật là ở chỗ phải phỏng đoán còn thiếu những mối quan hệ nào tồn tại trong tự nhiên. Chính để thực hiện những phỏng đoán đó, đòi hỏi phải có một trực giác vật lý chứ không phải trực giác toán học.

Như vậy, toán học và vật lý học là hai khoa học có các bài toán khác nhau và các phương pháp tiếp cận các bài toán cũng khác nhau. Trong toán học, sự đúng đắn của các kết quả đạt được bằng sự chặt chẽ logic và bằng sự phân tích tất cả các lời giải khả dĩ về logic. Trong vật lý người ta chỉ xem xét các lời giải có thể thực hiện được trong tự nhiên, và sự đúng đắn đạt được bằng sự kiểm tra nhiều lần những giả thiết đã đưa ra. Sự chặt chẽ toán học trong vật lý là sự xa xỉ không thể và không cần thiết. Nhưng, dù sao nhà vật lý lý thuyết vẫn phải nắm vững công cụ toán học, tức là biết và sử dụng thành thạo tất cả các phương pháp toán học hữu ích cho việc giải các bài toán vật lý.

## II. PHÂN TÍCH ĐỊNH TÍNH

Bây giờ chúng tôi sẽ đưa ra một số ví dụ đơn giản minh họa sự làm việc của nhà vật lý lý thuyết ở giai đoạn đầu tiên – giai đoạn quan trọng nhất – khi tiến hành phân tích bài toán. Như chúng ta sẽ thấy, ở giai đoạn này, hầu như không cần tính toán gì ta cũng có thể nhận được những hệ thức thô của các đại lượng đưa vào bài toán. Giai đoạn tiếp sau, việc nhận được các hệ thức định lượng chính xác hơn nhờ công cụ toán học của lý thuyết, hoàn toàn dựa trên giai đoạn thứ nhất, trong đó bức tranh vật lý của hiện tượng đã được làm sáng rõ và đường hướng giải đã được hình thành. Không có đường hướng ấy thì không thể tiến hành tìm lời giải chính xác được. Đó là một quy tắc không có ngoại lệ.

Một trong những yếu tố chủ yếu của phân tích định tính là giải bài toán trên những mô hình đơn giản hóa,

trong đó đã vứt bỏ tất cả những thứ không căn bản. Phức tạp hóa một bài toán đã giải được đơn giản hơn nhiều giải mới một bài toán phức tạp.

Trong một số trường hợp đơn giản, sự phân tích thứ nguyên của các đại lượng có trong bài toán và của các hệ thức khai dãi giữa các đại lượng đó đôi khi làm sáng tỏ được rất nhiều điều.

### Phân tích thứ nguyên

Để minh họa, ta sẽ chứng minh định lý Pitagor bằng những lập luận về thứ nguyên. Từ thứ nguyên suy ra rằng diện tích  $S$  của một tam giác vuông bằng bình phương của cạnh huyền nhân với một hàm của một góc nhọn:  $S = c^2 f(\alpha)$ . Tương tự, ta cũng có thể biểu diễn diện tích của hai tam giác vuông đồng dạng nhận được bằng cách hạ đường cao từ góc vuông của tam giác ban đầu. Đối với hai tam giác đó, đóng vai trò cạnh huyền là hai cạnh góc vuông của tam giác ban đầu. Bởi vậy, ta có  $c^2 f(\alpha) = a^2 f(\alpha) + b^2 f(\alpha)$

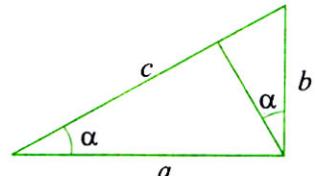
Ước lược  $f(\alpha)$  ở hai vé, ta được định lý Pitagor.

$$S_c = S_a + S_b$$

$$S_c = c^2 f(a), S_a = a^2 f(a),$$

$$S_b = b^2 f(a).$$

Trong đó,  $S_a, S_b, S_c$  lần lượt là diện tích



của tam giác vuông có cạnh huyền là  $c, a, b$ .

Một ví dụ khác là tìm chu kỳ dao động của con lắc lò xo. Trước hết, ta hãy xét xem những đại lượng nào có thể xuất hiện trong biểu thức của chu kỳ. Vì lực tác dụng lên vật là trọng lực và lực đàn hồi, nên rất tự nhiên ta giả thiết rằng chu kỳ dao động phụ thuộc vào giá tốc trọng trường  $g$ , khối lượng  $m$  của vật và độ cứng  $k$  của lò xo. Dĩ nhiên, các đại lượng như nhiệt độ và độ nhớt của không khí không hiện diện trong bài toán nếu ta bỏ qua sự tắt dần của dao động. (Để đơn giản hóa bài toán, phải biết có thể bỏ qua cái gì!). Từ các đại lượng  $g, m, k$  chỉ có lập được một biểu thức có thứ nguyên thời gian:  $\sqrt{m/k}$ . Do đó, chu kỳ của con lắc bằng  $T = C\sqrt{m/k}$

Gia tốc trọng trường  $g$  không có mặt trong đáp số. Hàng số không thứ nguyên  $C$  không thể tìm được nhờ các lập luận về thứ nguyên; mà ta chỉ có thể nói rằng nó không quá lớn, cũng không quá nhỏ, cỡ đơn vị. Thực vậy, giá trị của  $C$  phải tìm bằng cách giải phương trình chuyển động của vật mà ta không viết ra ở đây. Các hệ số không thứ nguyên xuất hiện khi giải các phương trình thường gặp trong vật lý đều có giá trị cỡ đơn vị. Giá trị chính xác của  $C$  trong ví dụ trên là  $2\pi$ . (Xem tiếp trang 23) ↗



## DỄ RA KỲ NÀY

## TRUNG HỌC CƠ SỞ

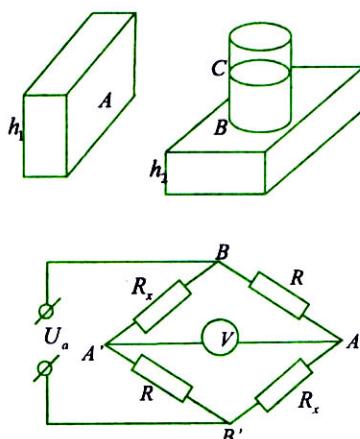
**CS1/119.** Một búp bê được chế tạo từ hai loại gỗ. Đầu của nó làm bằng gỗ sồi, phần thân thể còn lại của nó được làm bằng gỗ thông. Biết rằng khối lượng phần thân của búp bê bằng  $1/4$  khối lượng của nó, trọng khi đó thể tích chỉ bằng  $1/3$ . Biết khối lượng riêng của gỗ sồi là  $D_1 = 690 \text{ kg/m}^3$ . Tìm khối lượng riêng  $D_2$  của gỗ thông.

**CS2/119.** Công thức liên hệ giữa trọng lượng  $P$  của một vật và khối lượng  $m$  của nó là  $P = mg$  với  $g$  là hệ số tỷ lệ. Người ta chế tạo một dụng cụ để đo hằng số  $g$ . Dụng cụ gồm một bình trong có đặt một vật dạng khối trụ, vật này được gắn sát đáy bình nhờ một sợi chỉ. Biết khối lượng riêng của vật nhỏ hơn khối lượng riêng của nước. Khi tiến hành đo, người ta rót nước từ từ vào bình làm cho khối trụ ngập dần trong nước. Tới khi sợi chỉ bị đứt ra thì ngừng rót nước và ghi chiều cao mức nước trong bình. Khi tiến hành đo trên mặt đất, sợi chỉ bị đứt khi mức nước trong bình là 20cm, trên Mặt Trăng thì mức nước là 71 cm và trên sao Hỏa mức nước là 36cm. Biết rằng trong mọi trường hợp sợi chỉ bị đứt khi chịu cùng một lực căng. Hệ số  $g$  trên mặt đất đo được là  $9,8 \text{ N/kg}$ , trên Mặt Trăng là  $1,6 \text{ N/kg}$ . Tìm hệ số  $g$  trên sao Hỏa.

**CS3/119.** Hai viên gạch A và B giống nhau được đặt trên mặt bàn như hình vẽ. Trên viên gạch B đặt một bình C hình trụ thành mỏng và rất nhẹ, trong bình chứa nước. Diện tích tiếp xúc giữa C và B bằng  $1/5$  diện tích tiếp xúc giữa B và mặt bàn. Khoảng cách từ mặt trên của các viên gạch tới mặt bàn tương ứng là  $h_1$  và  $h_2$ . Biết khối lượng riêng của chất làm gạch là

$D$  và của nước là  $D_0$ . Khi đó áp suất do A và B gây ra trên mặt bàn là như nhau. Tìm độ cao mực nước trong bình C.

**CS4/119.** Các điện trở và vôn kế lý tưởng được mắc vào mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế giữa A và A'



nhỏ hơn 3 lần so với hiệu điện thế giữa B và B'. Tìm giá trị của  $R_x$  theo R.

**CS5/119.** Trên nhãn của một ám “đun nhanh” có ghi: 220V - 400W, thể tích nước 0,5lít. Nước đun có nhiệt độ ban đầu là  $10^\circ\text{C}$ . Vào giờ cao điểm thì điện áp thực chỉ là 210V và ám nước được đun trên đỉnh Phẳng Xi Păng thì phải sau 9 phút 10 giây nước mới sôi. Tìm hiệu suất khi dùng ám trong trường hợp này. (Coi điện trở của ám không thay đổi theo nhiệt độ).

## TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

**TH1/119.** Một vật nhỏ khối lượng  $m$  trượt từ điểm cao nhất trên mặt nghiêng của nêm đứng yên trên một mặt bàn ráp. Mặt nghiêng của nêm lập với mặt phẳng ngang một góc  $\alpha$  và gồm hai phần mỗi phần dài  $L$ : phần trên cùng có hệ số ma sát biến thiên theo qui luật  $\mu = (x/L)\tan\alpha$  (trục x hướng dọc theo mặt phẳng nghiêng của nêm với gốc tại đỉnh nêm) và phần dưới cùng có hệ số ma sát  $\mu_1 = \tan\alpha$ . Hãy dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc theo thời gian của lực ma sát do bàn tác dụng lên nêm và đảm bảo cho nêm luôn đứng yên. Cho vận tốc ban đầu của vật bằng không.

**TH2/119** Các toạ độ của hạt thay đổi theo qui luật sau:  $x = A \cos \omega t$ ,  $y = A \sin \omega t$  và  $z = A \omega t (1 - \omega t/2)$ , trong đó A và  $\omega$  là các hằng số dương. Hãy tìm độ cong cực tiểu của quỹ đạo của hạt.

**TH3/119. 1** Một quả cầu nhỏ treo trên sợi dây thực hiện dao động trong mặt phẳng thẳng đứng, bị lệch tại các vị trí biên ở mức ngang với điểm treo (tức khi này sợi dây treo nằm ngang). Hãy xác định gia tốc toàn phần cực tiểu của quả cầu. Cho gia tốc rơi tự do là  $g$ .

**2.** Một quả cầu nhỏ treo trên sợi dây thực hiện dao động trong mặt phẳng thẳng đứng, bị lệch tại các vị trí biên một góc  $60^\circ$  so với phương thẳng đứng. Hãy xác định gia tốc toàn phần cực tiểu của quả cầu. Cho gia tốc rơi tự do là  $g$ .

**TH4/119.** Điện trở  $100 \Omega$  được mắc vào mạng điện biến đổi 220V, 50 Hz nối tiếp với diốt (diốt lý tưởng có điện trở bằng 0 khi dòng đi qua theo 1 chiều nào đó và bằng  $\infty$  khi dòng đi ngược lại). Tìm công suất nhiệt trung bình tỏa ra trên điện trở. Công suất này thay đổi bao nhiêu lần nếu mắc song song điện trở với tụ điện :

a)  $C = 1 \mu\text{F}$

b)  $C = 1000 \mu\text{F}$

**TH5/119.** Trong tay của bạn có 1 tụ điện có điện dung  $C$  không tích điện, 1 tụ điện có điện dung  $100\text{C}$  tích điện đến hiệu điện thế  $U$ , 1 cuộn cảm và 1 diốt bán dẫn. Có thể tích điện cho tụ điện C đến hiệu điện thế

lớn nhất bằng bao nhiêu? Cần phải làm như thế nào?  
Bạn có thể nghĩ ra nhiều hơn 1 cách không?

## DÀNH CHO CÁC BẠN KHÔNG CHUYÊN LÝ

**L1/119.** Trên xe A có gắn một cột nhỏ, đỉnh cột C có buộc một viên bi bằng một sợi dây mảnh, nhẹ, không dãn có chiều dài  $l$ . Khối lượng của xe A và cột là  $M_1$ , khối lượng của bi là  $m$  rất nhỏ so với  $M_1$ . Ban đầu, xe A và bi đứng yên. Xe B có khối lượng  $M_2$  chuyển động thẳng đều với tốc độ  $V$  tới va chạm mềm với xe A. Tìm giá trị nhỏ nhất của  $V$  để sau va chạm, viên bi có thể chuyển động tròn quanh C trong mặt phẳng thẳng đứng. Gia tốc trọng trường là  $g$ .

**L2/119.** Một thanh kim loại MN đồng chất tiết diện đều có khối lượng  $m_1$ , chiều dài  $l$  có thể quay quanh trục nằm ngang đi qua điểm M. Tại điểm O rất gần M có treo một con lắc đơn có chiều dài  $l$  và khối lượng  $m_2$ . Ban đầu hệ đứng yên ở vị trí cân bằng. Kéo thanh MN sao cho nó lệch so với phương thẳng đứng góc  $\alpha$  nhỏ rồi thả nhẹ. Thanh MN sau đó va chạm và dính vào con lắc. Gia tốc trọng trường là  $g$ .

a. Tìm góc lệch cực đại của thanh MN so với phương ngang.

b. Tìm chu kì dao động của MN?

**L3/119.** Thấu kính của một máy ảnh có tiêu cự  $50\text{mm}$  và đường kính rìa  $30\text{ mm}$ . Ảnh của những điểm đặt cách thấu kính  $2\text{m}$  cũng là những điểm trên phim. Giả sử rằng ảnh được coi là nét nếu ảnh của một điểm có kích thước không vượt quá  $0,1\text{ mm}$ . Không thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và phim. Vật đặt trước thấu kính nằm trong khoảng nào thì ảnh của nó trên phim là rõ nét?

## DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

**T1/119.** Cho  $x, y, z$  là các số không âm thỏa mãn  $x + y + z = 1$ . Tìm giá trị lớn nhất của

$$\frac{1}{x^2 - 4x + 9} + \frac{1}{y^2 - 4y + 9} + \frac{1}{z^2 - 4z + 9}$$

**T2/119.** Tìm tất cả các hàm số  $f : \mathbb{Q} \rightarrow \mathbb{Q}$  thỏa mãn  $f(x+y) + f(x-y) = 2f(x) + 2f(y)$

với mọi  $x, y \in \mathbb{Q}$ .

**T3/119.** Cho tam giác  $ABC$  ( $AB \neq AC$ ) nội tiếp đường tròn tâm  $O$ . Phân giác góc  $A$  cắt cạnh  $BC$  tại  $D$ . Gọi  $M$  là trung điểm của  $BC$ ,  $E$  là điểm đối xứng với  $D$  qua  $M$ . Từ  $D$  kẻ đường thẳng vuông góc với  $BC$  cắt  $AO$  tại  $P$ . Từ  $E$  kẻ đường thẳng vuông góc với  $BC$  cắt đường thẳng  $AD$  tại  $Q$ . Chứng minh rằng từ giác  $BPCQ$  nội tiếp.



## GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

### TRUNG HỌC CƠ SỞ

**CS1/116.** Hai thuyền máy đồng thời xuất phát từ bến A đi đến bến B. Vận tốc của thuyền thứ nhất là  $v_1 = 9\text{km/h}$  và của thuyền thứ hai là  $v_2 = 11\text{km/h}$ . Đến điểm C nằm giữa AB thuyền thứ nhất tăng vận tốc tới  $11\text{km/h}$ . Đến điểm D nào đó trên AB thuyền thứ hai giảm vận tốc tới  $9\text{km/h}$  và từ D đến B thuyền này đi mất nửa thời gian chuyển động. Biết  $AB = 3,6\text{km}$ .

1) Điểm nào gần điểm xuất phát: C hay D?

2) Xác định khoảng cách CD.

**Giải.** Ký hiệu khoảng cách  $AB$  là  $L$ ; khoảng cách từ điểm xuất phát tới  $C$  là  $L_C$  và tới  $D$  là  $L_D$ . Ta có

$$L_C = \frac{L}{2}. \text{ Thời gian thuyền máy thứ hai đi từ vị trí A}$$

$$\text{đến D là } t_1 = \frac{L_D}{v_2} \text{ và đi từ D đến B là } t_2 = \frac{L - L_D}{v_1}.$$

$$\text{Theo bài ra: } t_1 = t_2 \rightarrow \frac{L_D}{v_2} = \frac{L - L_D}{v_1} \rightarrow L_D = \frac{v_2 L}{v_1 + v_2}$$

Khoảng cách CD là:

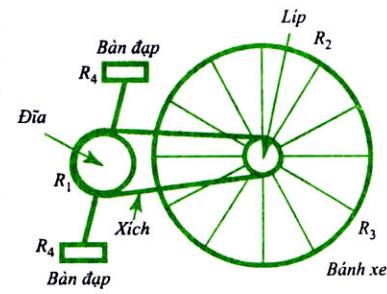
$$CD = L_D - L_C = \frac{v_2 L}{v_1 + v_2} - \frac{L}{2} = \frac{L}{2} \left( \frac{v_1 - v_2}{v_1 + v_2} \right)$$

Thay các giá trị đã cho, ta được  $L_D - L_C = 0,18\text{km}$ . Vậy điểm C gần điểm xuất phát hơn và khoảng cách  $CD = 0,18\text{km}$ .

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Tâm Nhi - THCS thị trấn Phú Mỹ, T. Bình Định; Nguyễn Thị Sen 6D THCS Lý Nhật Quang, H. Đô Lương, T. Nghệ An;

**CS2/116.** Trên

hình vẽ là các bộ phận chuyển động của chiếc xe đạp. Đĩa gắn với bàn đạp có bán kính  $R_1 = 15\text{cm}$ , lốp có bán kính  $R_2 = 5\text{cm}$ , bánh xe sau có



bán kính  $R_3 = 30\text{cm}$ . Bàn đạp quay theo vòng tròn bán kính  $R_4 = 20\text{cm}$ . Hỏi vận tốc của xe đạp đối với đất lớn gấp bao nhiêu lần vận tốc của bàn đạp đối với xe đạp.

**Giải.** Trước hết ta xét chuyển động của các bộ phận khi xe đạp đứng yên. Vì bàn đạp gắn với đĩa nên bàn

đạp và răng đĩa quay đồng bộ (bàn đạp quay được một vòng thì răng đĩa cũng quay được một vòng). Gọi  $t$  là thời gian để chúng quay được một vòng, thì vận tốc của các răng đĩa là  $v_1 = \frac{2\pi R_1}{t}$  và vận tốc bàn đạp là  $v_4 = \frac{2\pi R_4}{t}$ .

$$\text{Từ trên ta có: } \frac{v_1}{v_4} = \frac{R_1}{R_4} \rightarrow v_1 = \frac{R_1}{R_4} v_4 \quad (1)$$

Vì răng đĩa và răng lít liên hệ với nhau bởi xích nên vận tốc của chúng là như nhau. Vận tốc của răng lít là  $v_2 = v_1$ .

Vì răng lít và một điểm tương ứng trên bánh sau quay đồng bộ nên:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{R_3}{R_2} \rightarrow v_3 = v_2 \frac{R_3}{R_2} = v_1 \frac{R_3}{R_2} \quad (2)$$

Ở đây  $v_3$  là vận tốc quay của một điểm trên bánh sau. Khi xe đạp di chuyển trên mặt đất thì  $v_3$  chính là vận tốc của xe đạp đối với đất. Thay (1) vào (2) ta được:

$$v_3 = \frac{R_1}{R_4} \cdot \frac{R_3}{R_2} v_4.$$

Thay các giá trị đã cho vào hệ thức trên ta được:  $v_3 = 4,5v_4$ .

Vậy vận tốc của xe đạp đối với đất lớn hơn gấp 4,5 lần vận tốc của bàn đạp đối với xe đạp.

**Các bạn có lời giải đúng:** Trương Thành Trung 9B THPT Hà Nội Amsterdam, TP. Hà Nội; Phạm Lâm Tùng 8C THCS Lê Hồng Phong, H. Hưng Nguyên, Nghệ An.

**CS3/116.** Trong một cốc có đựng  $300\text{cm}^3$  benzô ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ ; ở một cốc khác đựng  $110\text{cm}^3$  benzô ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$ . Trộn lẫn hai lượng chất lỏng trên thì thể tích lượng benzô là bao nhiêu? Bỏ qua mọi hình thức mất mát nhiệt. Công thức nở khói của chất lỏng là  $V_t = V_0(1 + \beta t^\theta)$ , ở đây  $V_0$  là thể tích khói chất lỏng ở  $0^\circ\text{C}$ ,  $\beta$  là hệ số nở của khói chất lỏng. Benzô có  $\beta = 0,001/\text{độ}$ .

**Giải.** Kí hiệu

- C là nhiệt dung riêng của benzô.
- $m_1$  là khối lượng của benzô ở  $0^\circ\text{C}$
- $m_2$  là khối lượng của benzô ở  $100^\circ\text{C}$
- $t_1 = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ ,  $\theta$  là nhiệt độ của benzô khi cân bằng nhiệt.

Ta có phương trình cân bằng nhiệt:

$$Cm_1(\theta - t_1) = Cm_2(t_2 - \theta) \rightarrow \theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \quad (*)$$

Kí hiệu

- $D_0$  là khối lượng riêng của benzô ở  $0^\circ\text{C}$ .

-  $V_{01}$  là thể tích của  $m_1$  ở  $0^\circ\text{C}$  và bằng  $300\text{cm}^3$

-  $V_{02}$  là thể tích của  $m_2$  ở  $0^\circ\text{C}$

Ta có:  $m_1 = D_0 V_{01}$

$$m_2 = D_0 V_{02} = D_0 \frac{V_2}{(1 + \beta t_2)} \text{ với } V_2 = 110\text{cm}^3$$

Thay  $m_1$  và  $m_2$  từ các phương trình trên vào (\*) rồi thay các giá trị đã cho, ta được:

$$\theta = \frac{V_2 t_2}{V_{01} (1 + \beta t_2) + V_2} = 25^\circ\text{C}$$

Ở  $\theta = 25^\circ\text{C}$  thì thể tích các khối ben zôn là:

$$V'_1 = V_{01} (1 + \beta \cdot \theta) = 307,5\text{cm}^3$$

$$V'_2 = V_{02} (1 + \beta \cdot \theta) = \frac{V_2}{1 + \beta t_2} (1 + \beta \cdot \theta) = 102,5\text{cm}^3$$

Vậy hỗn hợp có thể tích là  $V' = V'_1 + V'_2 = 410\text{cm}^3$

**Các bạn có lời giải đúng:** Trương Thành Trung 9B THPT Hà Nội Amsterdam, TP. Hà Nội; Phạm Lâm Tùng 8C THCS Lê Hồng Phong, H. Hưng Nguyên, Nghệ An.

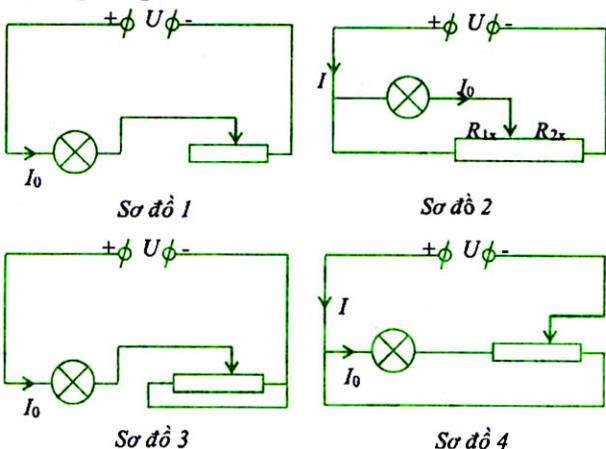
**CS4/116.** Cho các thiết bị sau: một ác quy có hiệu điện thế không đổi  $U = 6(V)$ , một bóng đèn có hiệu điện thế định mức  $U_{dm} = 4,5V$  và điện trở  $R_d = 2\Omega$ , một biến trở con chạy và các dây nối có điện trở không đáng kể.

1) Hãy sử dụng các thiết bị trên để lắp mạch thắp sáng bình thường bóng đèn, vẽ sơ đồ mạch điện đó.

2) Xác định mạch điện có hiệu suất thắp sáng lớn nhất, hiệu suất đó bằng bao nhiêu?

3) Trong các sơ đồ mạch điện trên có một sơ đồ cho hiệu suất thắp sáng là 50%. Tính điện trở toàn phần của biến trở.

**Giải.** 1. Có bốn sơ đồ mạch điện thắp sáng bình thường bóng đèn như hình vẽ:



2. Hiệu suất của mạch điện thắp sáng bình thường bóng

## VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

đèn là:  $H = \frac{U_0 I_0}{UI}$ . Trong đó  $U_0, I_0$  là các giá trị định mức của bóng đèn.  $U$  là hiệu điện thế của nguồn có giá trị không đổi.  $I$  là cường độ dòng điện ở mạch chính. Từ các sơ đồ trên ta thấy  $I \geq I_0$ . Vậy:  $H_{\max}$  khi  $I_{\min}$ , ở đây  $I_{\min} = I_0$

Vậy:  $H_{\max} = \frac{U_0}{U} = \frac{4,5}{6} = 75\%$ . Trường hợp này ứng với sơ đồ 1 và sơ đồ 3.

**3.** Ở sơ đồ 2, hiệu suất mạch thắp sáng bình thường bóng đèn là:

$$H_2 = \frac{U_0 I_0}{U \left( I_0 + \frac{U_0}{R_{lx}} \right)} \quad (R_{lx} \text{ là điện trở phần trái biến trở})$$

Thay  $H_2 = 50\%$  và các giá trị  $U_0 = 4,5V$ ,

$$I_0 = \frac{4,5}{2} = 2,25A \text{ vào phương trình trên ta tìm được}$$

$$R_{lx} = 4\Omega.$$

Khi đó cường độ dòng điện mạch chính là

$$I = I_0 + \frac{U_0}{R_{lx}} = 3,375A$$

Điện trở phần phải của biến trở là

$$R_{2x} = \frac{U - U_0}{I} = 0,44\Omega$$

Do đó điện trở toàn phần của biến trở là

$$R = R_{lx} + R_{2x} = 4,44\Omega$$

Ở sơ đồ 4, tính toán tương tự như trên ta được điện trở toàn phần của biến trở là  $6\Omega$

**CS5/116.** Một thấu kính mỏng có dạng một mặt phẳng một mặt lồi, có tiêu cự là  $f$ . Mặt phẳng của thấu kính được phủ một lớp mạ phản xạ tốt ánh sáng. Đặt một nguồn sáng điểm  $S$  cách thấu kính là  $d$  về phía mặt lồi. Xác định vị trí của ảnh. Với giá trị nào của  $d$  thì ảnh hưng được trên màn.

**Giải.** Đối với hệ quang học ta cần chú ý:

1. Ảnh tạo thành qua quang cụ thứ nhất sẽ là vật đối với quang cụ tiếp theo.

2. Tổng khoảng cách từ ảnh đến quang cụ thứ nhất với khoảng cách từ vật tới quang cụ tiếp theo bằng khoảng cách giữa hai quang cụ đó

Vận dụng vào bài toán đã cho, ta thấy:

- Ảnh sáng từ nguồn  $S$  truyền qua thấu kính rồi phản xạ qua mặt phẳng phủ lớp mạ, tiếp tục truyền qua thấu kính lần thứ hai đi về phía nguồn sáng. Vậy hệ quang học gồm ba quang cụ: thấu kính – gương phẳng – thấu kính.

- Khoảng cách giữa các quang cụ bằng 0 vì chúng đặt liền kề nhau. Khoảng cách từ ảnh đến thấu kính thứ nhất là  $d'_1 = \frac{df}{d-f}$

Ảnh này là vật đối với gương phẳng và cách gương phẳng là với  $d_2 + d'_1 = 0$  hay  $d_2 = -d'_1 = -\frac{df}{d-f}$

Ảnh qua gương phẳng cách gương phẳng là  $d'_2$ . Ta có  $d'_2 = -d_2 = \frac{df}{d-f}$

Ảnh này là vật đối với thấu kính thứ hai và cách thấu kính là  $d_3$ .

$$\text{Với } d_3 + d'_2 = 0 \text{ hay } d_3 = -\frac{df}{d-f} \quad (1)$$

Ảnh cuối cùng qua quang hệ cách thấu kính là  $d'_3$ . Ta có:

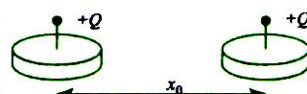
$$d'_3 = \frac{d_3 f}{d_3 - f} \quad (2)$$

$$\text{Thay (1) vào (2) ta được } d'_3 = \frac{df}{2d-f}$$

Muốn hứng được ảnh này trên màn thì  $d'_3$  phải dương hay  $2d-f > 0$ . Suy ra  $d > \frac{f}{2}$ , màn hứng ảnh này đặt cùng phía với vật (so với thấu kính).

## TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

**TH1/116.** Hai đĩa nhỏ cách điện, có khối lượng  $m$  đặt trên mặt phẳng nằm ngang, ban đầu chúng cách nhau  $x_0 = 5cm$ . Trên mặt mỗi đĩa có gắn cố định điện tích điểm  $Q = 8.10^{-8} C$ .



Một đĩa được giữ cố định còn đĩa kia được thả tự do. Hệ số ma sát giữa đĩa và bàn là  $\mu = 0,3$

a) Khi vận tốc của đĩa chuyển động có giá trị cực đại thì tâm hai đĩa cách nhau khoảng  $x_1$  bằng bao nhiêu?

b) Xác định khoảng cách  $x_m$  giữa hai tâm đĩa sau khi đĩa dừng lại.

c) Tim mối quan hệ giữa  $x_0, x_1$  và  $x_m$

**Giải.** a) Khi hai đĩa cách nhau một đoạn  $x$ , áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$\frac{kQ^2}{x_0} - \frac{kQ^2}{x} - \mu mg(x - x_0) = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Khi vận tốc của đĩa có giá trị cực đại thì:

$$F_d = F_m \Leftrightarrow \frac{kQ^2}{x_1^2} = \mu mg \Rightarrow x_1 = \sqrt{\frac{kQ^2}{\mu mg}} \quad (2)$$

b) Khi các đĩa đã dừng lại,  $v = 0$ , từ (1) suy ra:

$$x_m = \frac{kQ^2}{\mu mg x_0} \quad (3)$$

c) Từ (2) và (3) suy ra:  $x_1^2 = x_0 \cdot x_m$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An; Phạm Văn Hạnh 10A1 Toán, THPT Chuyên KHTN, ĐHQG Hà Nội; Hoàng Phương Anh 11 Lý THPT Chuyên Lương Văn Tụy, Ninh Bình.

**TH2/116.** Bốn thanh giống nhau được gắn với nhau bởi các khớp không ma sát và được đặt nằm trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang. Ban đầu hệ có dạng hình vuông. Tác dụng lực vào đỉnh P

theo phương đường chéo thì đỉnh này bắt đầu chuyển động với giá tốc  $a_p$ . Xác định giá tốc của đỉnh Q ngay khi nó bắt đầu chuyển động.

**Giải.** Gọi G là khối tâm của hệ. Giá tốc của Q ngay sau khi truyền lực là  $\bar{a}_Q$ . Do G luôn là trung điểm của

$$QP \text{ nên: } \bar{a}_G = \frac{\bar{a}_Q + \bar{a}_P}{2} \Rightarrow \bar{a}_Q = 2\bar{a}_G - \bar{a}_P$$

Dùng phương trình tịnh tiến và các phương trình quay ta sẽ tìm được giá tốc của khối tâm:

$$\bar{a}_G = \frac{2}{5} \bar{a}_P. \text{ Từ đó ta tìm được } \bar{a}_Q = -\bar{a}_P / 5$$

**TH3/116.** Trong một xi lanh cách nhiệt, đặt thẳng đứng, ở dưới pittông có một lượng khí lý tưởng đơn nguyên từ ở nhiệt độ  $T_1 = 200K$ . Dưới pittông người ta giữ một vật sao cho nó chỉ hơi tiếp xúc với bề mặt của pittông rồi sau đó buông ra. Sau khi đã xác lập cân bằng người ta đột ngột lấy vật đi. Tìm nhiệt độ của khí sau khi hệ thiết lập lại cân bằng. Biết khối lượng của vật bằng khối lượng pittông. Biết rằng bên trên pittông không có khí. Bỏ qua mọi ma sát và trao đổi nhiệt.

**Giải.** Gọi p là áp suất do pittông tạo ra. Khí biến đổi đoạn nhiệt nên khi chuyển từ trạng thái  $(p_1, V_1)$  sang trạng thái  $(p_2, V_2)$  nó sẽ sinh công bằng:

$$A = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\gamma - 1}$$

Khi đặt vật trên pittông, ở trạng thái cân bằng khí có thể tích  $V_2$ , công do khí sinh ra là:

$$A_1 = \frac{p_1 V_1 - 2p_2 V_2}{\gamma - 1} = 2p_2 (V_2 - V_1)$$

Từ đó ta tìm được  $5V_2 = 4V_1$  (1)

Khi lấy vật đi, pittông cân bằng ở thể tích  $V_3$ , khi đó công do khí sinh ra là:

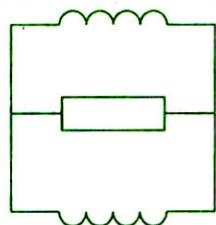
$$A_2 = \frac{2p_2 V_2 - p_3 V_3}{\gamma - 1} = p_3 (V_3 - V_2) \text{ suy ra } 25V_3 = 28V_1 \quad (2)$$

$$\text{Mặt khác: } \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1} \quad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) ta tìm được:  $T_3 = 224K$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An; Hoàng Phương Anh 11 Lý THPT Chuyên Lương Văn Tụy, Ninh Bình.

**TH4/116.** Trong mạch điện trên hình vẽ, các cuộn dây có độ tự cảm như nhau và có điện trở thuần bằng không. Có một dòng điện không đổi chạy trong mạch. Đột nhiên người ta rút nhanh lõi thép của một cuộn dây ra ngoài, do đó làm giảm độ tự cảm của nó xuống 2 lần. Sau khi dòng điện đã ổn định, người ta lại từ từ đưa lõi thép trở lại cho cuộn dây. Hãy tính tỷ phần năng lượng ban đầu đã được toả ra dưới dạng nhiệt trên điện trở.



**Giải.** Chọn chiều dương của dòng điện trong hai cuộn theo chiều kim đồng hồ.

Giả sử ban đầu dòng điện trong các cuộn là I. Khi rút nhanh lõi thép thì từ thông trong cuộn dây bảo toàn, dòng điện lúc đó bằng  $I'$ , ta có:  $LI' = 2LI \Rightarrow I' = 2I$

Do hiệu điện thế hai đầu các cuộn dây luôn bằng nhau nên:

$$LI'_1 = -2LI'_2 \Rightarrow L(I_1 - 2I) = -2L(I_2 - I) \quad (1)$$

$$\text{Khi dòng điện ổn định thì } I_1 = I_2 = I_3 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra } I_3 = \frac{4I_1}{3}$$

Nhiệt lượng tỏa ra trên R:

$$Q_1 = \frac{L(2I)^2}{2} + \frac{2LI^2}{2} - \frac{3L}{2} \left( \frac{4I}{3} \right)^2 = \frac{LI^2}{3}$$

Khi đưa lõi vào, tương tự ta tìm được dòng điện khi ổn định  $I_4 = I$ . Nhiệt lượng tỏa ra trên R:

$$Q_2 = \frac{3L}{2} \left( \frac{4I}{3} \right)^2 - \frac{4LI^2}{2} = \frac{2}{3} LI^2$$

Tỷ phần năng lượng ban đầu đã được toả ra dưới dạng nhiệt trên điện trở:

$$k = \frac{Q_1 + Q_2}{W_0} = \frac{1}{2}$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

**TH5/116.** Hai con lắc đơn giống nhau treo vào cùng một điểm có cùng chiều dài  $l$ . Một quả cầu được kéo ra lệch một đoạn  $d$  rồi thả nhẹ ( $d \ll l$ ). Các quả cầu va chạm không đàn hồi với nhau, mỗi lần va chạm vận tốc của chúng giảm với hệ số  $k$  trong hệ quy chiếu khối tâm. Các quả cầu sẽ chuyển động như thế nào? Biên độ các dao động bằng bao nhiêu sau rất nhiều va chạm?

**Giải.** Dao động của các quả cầu có biên độ nhỏ nên chu kì dao động của chúng bằng nhau. Giả sử quả cầu trái ban đầu được kéo ra đoạn  $d$ . Trước va chạm vận tốc của nó trong HQC đứng yên là:  $v = d\sqrt{\frac{g}{l}}$  nên khói tâm hệ trước va chạm có vận tốc:  $v_G = v/2$ . Xét chuyển động của hai quả cầu trong HQC khói tâm. Ngay trước va chạm đầu tiên vận tốc các quả cầu là:  $v_1 = v - v_G = v_G$ ;  $v_2 = -v_G$

Sau va chạm thứ  $n$ , vận tốc các quả có giá trị:  $v_{1n} = v_{2n} = v_G k^n$ .

Chuyển sang HQC đắt:  $v_1 = v_G(1 - k^n)$ ;  $v_2 = v_G(1 + k^n)$

Sau va chạm thứ  $n$ , biên độ dao động của các quả cầu là:

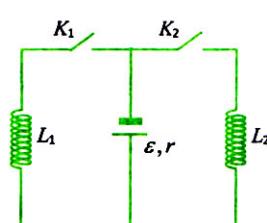
$$d_1 = v_1 \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{d}{2}(1 - k^n); d_2 = v_2 \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{d}{2}(1 + k^n)$$

Sau rất nhiều va chạm thì  $k^n \rightarrow 0$ , các quả cầu sẽ dao động với biên độ bằng nhau và bằng  $d/2$ .

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

## DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ

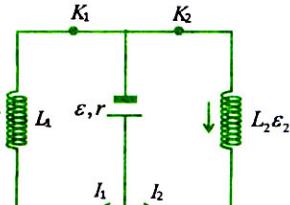
**L1/116.** Cho sơ đồ mạch điện vẽ hình  $L_1$  và  $L_2$  hai cuộn cảm, có hệ số tự cảm là  $L_1$  và  $L_2$ . Nguồn có suất điện động  $\epsilon$  và điện trở trong  $r$ . Ban đầu hai khóa đều ngắt. Sau đó đóng  $K_1$  ngắt  $K_2$ . Khi đó dòng qua  $L_1$  tăng. Khi dòng này đạt  $I_0$  thì đóng  $K_2$ . Hỏi sau đó dòng qua  $L_1$  và  $L_2$  khi ổn định có trị số bao nhiêu? (giả thiết điện trở cuộn cảm không tính)



**Giải.** Vào thời điểm  $K_2$  đóng dòng qua  $L_1$  là  $I_0$ , còn dòng qua  $L_2$  bắt đầu tăng từ 0 cho đến giá trị ổn định. Khi ổn định dòng qua hai cuộn là  $I_1$ ,  $I_2$  thỏa mãn định luật ôm:  $I_1 + I_2 = \frac{\epsilon}{r}$

Sau khi đóng  $K_2$  dòng qua  $L_1$  thay đổi từ  $I_0$  đến  $I_1$ , trên  $L_1$  xuất hiện suất điện động cảm ứng  $\epsilon_1$

$$\epsilon_1 = L_1 \frac{I_1 - I_0}{\Delta t}$$



Mũi tên trên hình vẽ chỉ chiều của suất điện động; dòng qua  $L_2$  tăng từ 0 đến  $I_2$  và suất điện động là  $\epsilon_2$

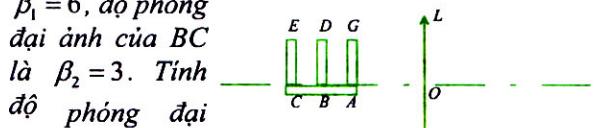
$$\epsilon_2 = L_2 \frac{I_2}{\Delta t}. Trong mạch kín K_1 K_2 L_2 L_1 ta có:$$

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = L_1 \frac{I_1 - I_0}{\Delta t} + L_2 \frac{I_2}{\Delta t} = 0$$

Từ đó ta có:

$$I_1 = \frac{L_2 \epsilon + L_1 I_0 r}{r(L_1 + L_2)}; I_2 = \frac{L_1 \epsilon - L_1 I_0 r}{r(L_1 + L_2)}$$

**L2/116.** Đặt trước thấu kính hội tụ một vật ABCEDG hình chữ E đặt ngửa. Trong đó: tung AC đặt trên trục chính với BA = BC. Độ phóng đại ảnh của AB là  $\beta_1 = 6$ , độ phóng đại ảnh của BC là  $\beta_2 = 3$ . Tính độ phóng đại ảnh của BD.



**Giải.** Vì  $\beta_1 = \frac{d'_A - d'_B}{d_B - d_A} = 6$ ;  $\beta_2 = \frac{d'_B - d'_C}{d_C - d_B} = 3$

Áp dụng các công thức thấu kính

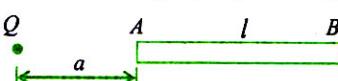
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d'_A} + \frac{1}{d_A} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{d'_B} + \frac{1}{d_B} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{d'_C} + \frac{1}{d_C}$$

Từ đó rút ra:

$$\beta = \frac{d'_B}{d_B} = \sqrt{\frac{2\beta_1\beta_2}{\beta_1 + \beta_2}} = 2$$

Các bạn có lời giải đúng: Trần Đình Sơn Sớ 11A1, THPT Đông Hà, Quảng Trị.

**L3/116.** Đặt một đoạn dây dẫn thẳng AB, chiều dài  $l$  hướng vào điện tích điểm  $Q$  như hình vẽ. Đầu A cách điện tích điểm một đoạn  $a$ . Tính cường độ điện trường trung bình sinh ra do  $Q$  trên bề mặt dây dẫn.



**Giải.** Coi điện trường cảm ứng trung bình bằng tổng các điện trường của các đoạn nhỏ

$$E_{tb} = \frac{\sum Q_i \Delta l}{l}$$

Nên có thể chia đều đoạn dây dài  $l$  thành  $n$  đoạn nhỏ và khi  $n \rightarrow \infty$  ta được cường độ điện trường trung bình

$$\begin{aligned} E_{tb} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum Q_i \Delta l}{l} \\ &= \frac{1}{l} \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{kQ}{r_1^2} + \frac{kQ}{r_2^2} + \dots + \frac{kQ}{r_n^2} \right) \frac{l}{n} \\ &= \frac{kQ}{l} \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} + \dots + \frac{1}{r_n^2} \right) \frac{l}{n} \end{aligned}$$

Khi  $n \rightarrow \infty$  thì  $r_n^2 = r_n r_{n-1}$ ;  $r_0 = a$ ,  $r_n = a+l$  nên

$$\begin{aligned} E_{tb} &= \frac{kQ}{l} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_1} - \dots + \frac{1}{r_{n-1}} - \frac{1}{r_n} \right) \\ &= \frac{kQ}{l} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{a+l} \right) = \frac{kQ}{a(a+l)} \end{aligned}$$

## DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

**T1/116.** Cho các số  $x, y, z$  không âm thỏa mãn  $x+y+z+xyz=4$ . Chứng minh rằng:

$$x+y+z \geq xy+yz+zx.$$

**Giải.** Đặt  $S = y+z, P = yz$ . Ta có  $x = \frac{4-S}{1+P}$ .

$$\text{Ta có } (1) \Leftrightarrow S + \frac{4-S}{1+P} \geq S \frac{4-S}{1+P} + P$$

$$\Leftrightarrow 4+PS \geq P+P^2+4S-S^2$$

$$\Leftrightarrow (S-2)^2 \geq P(P+1-S) \quad (2).$$

Nếu  $P(P+1-S) \leq 0$  thì (2) đúng. Nếu

$P(P+1-S) > 0$  thì

$$P(P+1-S) \leq \frac{S^2(S^2+4-4S)}{16} = (S-2)^2 \frac{S^2}{16} \leq (S-2)^2$$

(vì  $P \leq \frac{S^2}{4}$ ). ĐPCM.

**T2/116.** Tìm tất cả các số nguyên dương  $n$  sao cho  $3^n+1$  chia hết cho  $n^2$ .

**Giải.** Với  $n=1$  thỏa mãn yêu cầu đề bài. Với  $n>1$ , gọi  $p$  là ước nguyên tố nhỏ nhất của  $n$ , khi đó  $n=pk$  và  $p-1$  và  $k$  nguyên tố cùng nhau và  $p-1$  nhỏ hơn tất

SỐ 119 THÁNG 7 - 2013

cả các ước nguyên tố của  $k$ . Ta có  $p$  không là 3 vì  $3^n+1$  không chia hết cho 3,  $p$  không là 2 vì khi đó  $n$  chẵn và  $3^n+1 \equiv 2 \pmod{4}$ . Ta có

$$3^{pk}+1 \pmod{p} \Rightarrow 3^{pk} \equiv -1 \pmod{p}.$$

$$3^p \equiv 3 \pmod{p} \Rightarrow 3^k \equiv -1 \pmod{p}$$

$\Rightarrow 3^{2k} \equiv 1 \pmod{p}$ . Gọi  $d$  là bậc của 3 ( $\pmod{p}$ ), ta có  $2k$  chia hết cho 3 và  $p-1$  chia hết cho 3. Do  $p-1$  và  $k$  nguyên tố cùng nhau nên 2 chia hết cho  $d$ , do đó  $d \in \{1; 2\}$ . Dễ dàng kiểm tra cả hai trường hợp  $d=1$  hoặc 2 đều không thỏa mãn. Vậy  $n=1$ .

**T3/116.** Cho ngũ giác nội tiếp  $ABCDE$  có  $AC$  song song với  $DE$  và  $\angle AMB = \angle BMC$  trong đó  $M$  là trung điểm cạnh  $BD$ . Chứng minh rằng đường thẳng  $BE$  đi qua trung điểm đoạn  $AC$ .

**Giải.** Gọi  $L$  là giao điểm của  $BE$  và  $AC$ . Theo định lí hàm số sin ta có

$$\begin{aligned} \frac{AB}{\sin \angle AMB} &= \frac{AM}{\sin \angle ABD} = AM \cdot \frac{2R}{AD}, \\ \frac{BC}{\sin \angle BMC} &= \frac{CM}{\sin \angle CBD} = CM \cdot \frac{2R}{CD} \\ \Rightarrow \frac{AB}{BC} &= \frac{AM}{MC} \cdot \frac{CD}{AD} \Rightarrow \frac{AM}{MC} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{AD}{CD}. \end{aligned}$$

Mặt khác, ta có

$$\begin{aligned} \cos \angle AMB &= \frac{AM^2 + BM^2 - AB^2}{2AM \cdot BM} \\ &= \frac{2AB^2 + 2AD^2 - BD^2}{4} + \frac{BD^2}{4} - AB^2 = \frac{AD^2 - AB^2}{AM \cdot BD} \end{aligned}$$

$$\text{Hoàn toàn tương tự ta có } \cos \angle BMC = \frac{CD^2 - AB^2}{2CM \cdot BD}$$

Vì  $\angle AMB = \angle BMC$  nên ta có

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{AD^2 - AB^2}{CD^2 - BC^2} \cdot \frac{MC}{AM} = \frac{AD^2 - AB^2}{CD^2 - BC^2} \cdot \frac{CD \cdot BC}{AB \cdot AD} \\ &\Rightarrow \frac{AD^2 - AB^2}{AB \cdot AD} = \frac{CD^2 - BC^2}{CD \cdot BC} \Rightarrow \frac{AD}{AB} = \frac{CD}{CB} \\ &\Rightarrow AD \cdot BC = AB \cdot CD \quad (1) \end{aligned}$$

Theo định lí hàm số sin ta có

$$\frac{AL}{LC} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{\sin \angle ABE}{\sin \angle EBC} = \frac{AB \cdot AE}{BC \cdot EC}.$$

Do  $AC$  song song với  $DE$  nên  $EC = AD$  và  $AE = CD$ . Do đó ta có

$$\frac{AL}{LC} = \frac{AB \cdot AE}{BC \cdot EC} = \frac{AB \cdot CD}{BC \cdot AD} \quad (2).$$

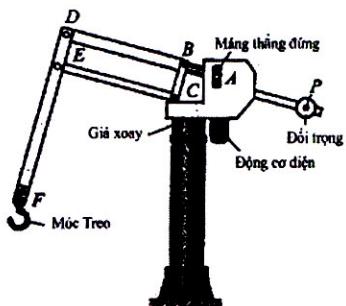
Từ (1) và (2) ta có  $\frac{AL}{LC} = 1$ . Hay  $L$  là trung điểm của  $AC$ . ĐPCM.



## GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

## ĐỀ THI VÒNG CHUNG KẾT QUỐC GIA TRUNG QUỐC NĂM 2000

**Bài I.** Gần đây, loại cần trục “treo thẳng bằng” kiểu mới được ứng dụng rộng rãi để vận chuyển treo các vật nặng có khối lượng từ vài chục tới vài trăm kg. Lược đồ của kết cấu này được vẽ trên **Hình 1**. Cấu tạo của cần trục gồm: trụ đứng, giá xoay và hệ thanh giằng. Hệ thanh giằng là cơ cấu gồm 4 thanh cứng ABD, DEF, BC, CE được kết nối bằng các bản lề tròn. Trong bất kỳ tình huống nào thì DECB luôn là một hình bình hành. Chốt A của hệ là một trục quay nằm ngang, được điều khiển nhờ một mô-tơ điện để có thể cố định ở những vị trí khác nhau trên một rãnh thẳng đứng, từ đó điều tiết độ cao của trọng vật treo trên móc cầu nối với bản lề F. Thanh ABD có thể chuyển động không ma sát quanh trục quay A trong mặt phẳng thẳng đứng. Điểm C của hệ là một bản lề có thể trượt trong một rãnh nhẵn nằm ngang. Các thanh BC và EC đều có thể quay quanh điểm C trong mặt phẳng thẳng đứng. Ma sát của các chuyển động quay quanh bản lề đều bỏ qua. Gọi  $l_1$  là độ dài AD,  $l_2$  là độ dài AB,  $l_3$  là độ dài DF,  $l_4$  là độ dài BC.



Hình 1.

1. Coi trọng lượng các thanh cứng là không đáng kể và không sử dụng đối trọng P. Tìm điều kiện của  $l_1, l_2, l_3, l_4$  để móc treo ở trạng thái cân bằng ứng với mọi vị trí của cần cầu.

2. Các đoạn AD, DF, BC và CE có trọng lượng lần lượt là  $G_1, G_3, G_4$  và  $G_5$ . Sử dụng đối trọng treo tại điểm P ở đầu kia của thanh ABD: điểm P cách trục A khoảng  $l_p$ , bỏ qua trọng lượng của đoạn AP. Biết các độ dài  $l_1, l_2, l_3, l$  và  $l_p$ , đồng thời có  $l_1 = l_3, l_2 = l_4$ . Để móc treo ở trạng thái cân bằng ứng với mọi vị trí của cần cầu thì trọng lượng  $G_p$  của đối trọng P bằng bao nhiêu?

**Bài II.** Gió Mặt Trời là dòng các hạt mang điện từ tầng ngoài của khí quyển Mặt Trời (còn gọi là quầng sáng Mặt Trời) phát xạ liên tục và ổn định vào khoảng

không của bầu trời sao. Dòng hạt này được tạo thành bởi số lượng proton và electron bằng nhau. Khối lượng hao hụt hàng năm của Mặt Trời rất nhỏ so với khối lượng  $M_s$  của nó nên có thể bỏ qua. Các phép đo đã thực hiện cho thấy giá trị tốc độ  $v$  của gió Mặt Trời tăng nhanh theo khoảng cách  $r$  tới tâm Mặt Trời. Một mô hình đơn giản nhằm giải thích cơ chế thay đổi tốc độ gió mặt trời như sau:

Coi electron trong quầng sáng Mặt Trời là khí lý tưởng đẳng nhiệt (với nhiệt độ  $T$ ); có tính chất giống nhau theo mọi hướng.

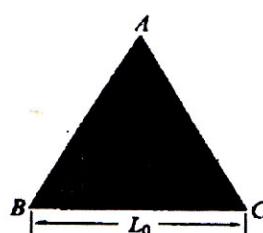
Vận tốc  $\bar{v}(r)$  (của gió Mặt Trời) đối xứng cầu, hướng nở ra ngoài.

Tốc độ chuyển động của proton trong gió Mặt Trời nhỏ hơn nhiều so với tốc độ chuyển động của electron nên tốc độ của gió Mặt Trời thực chất chính là tốc độ chuyển động của electron. Tức là có thể coi như gió Mặt Trời được tạo thành do hiện tượng giãn nở đẳng nhiệt hướng ra ngoài quầng sáng mặt trời của khí electron.

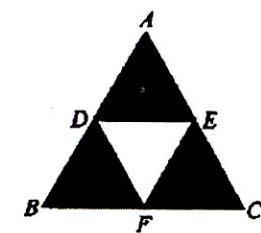
Bỏ qua va chạm, tương tác giữa proton và electron.

Lưu ý rằng tốc độ của gió mặt trời biến đổi theo sự biến đổi khoảng cách  $r$  tới tâm Mặt Trời theo tỉ lệ  $= \Delta v / \Delta r$ . Hãy tìm công thức  $\tau(r)$  về mối quan hệ biến đổi  $\tau$  theo  $r$ ?

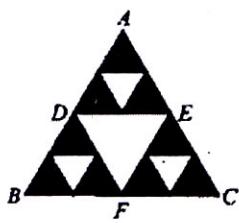
**Bài III.** Năm 1916, nhà toán học người Ba Lan Sierpinski đã nghiên cứu một hình hình học rất thú vị: ông lấy một tam giác đều ABC bôi đen như thấy ở **Hình 2** chia đôi các cạnh thành 2 phần bằng nhau rồi nối điểm giữa các cạnh để được 4 tam giác đều, sau đó cắt bỏ tam giác ở giữa và nhận được **Hình 3**, xử lý tiếp như vậy với 3 tam giác đều còn lại sẽ được **Hình 4**, sau 3 lần cắt tách ta được **Hình 5**. Đó là dãy hình tự đồng dạng được gọi là khóm Sierpinski. Tính tự đồng dạng của nó được thể hiện ở chỗ nếu lấy trong đó một đơn nguyên nhỏ (chẳng hạn  $\Delta BJK$  trong **Hình 5**) phóng to lên thì lại được hình giống **Hình 2**. Nếu như quá trình chia cắt cứ tiếp tục mãi đến vô cùng thì phần màu đen trong khóm Sierpinski sẽ bị khắc chìm liên tục. Sierpinski đã nghiên cứu tính tự đồng dạng của những



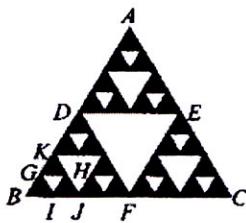
Hình 2.



Hình 3.



Hình 4.



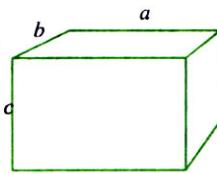
Hình 5.

hình này, sáng tạo và phát triển thành một môn khoa học mới gọi là “hình học phân hình”. Hơn 30 năm lại đây các nhà vật lý đã dùng thành quả và phương pháp nghiên cứu của hình học phân hình vào lĩnh vực vật lý và đã thu được nhiều tiến triển có ý nghĩa.

Trong bài toán này, chúng ta sẽ tìm điện trở tương đương của mạch điện có các điện trở là những dây dẫn đồng chất, tiết diện đều xếp theo các cạnh của các tam giác trong khảm Sierpinski. Giả sử điện trở trên các cạnh dài  $L_0$  của tam giác ABC trên Hình 2 đều bằng  $r$ .

1. Hãy tính điện trở tương đương giữa 2 đỉnh tùy ý của tam giác ABC sau 3 lần cắt tách, n lần cắt tách.
2. Từ kết quả của câu 1 ta thấy: số lần cắt tách càng nhiều, cạnh của tam giác càng ngắn, điện trở tương đương giữa các đỉnh  $\Delta ABC$  phụ thuộc vào chiều dài các cạnh của các tam giác nhỏ trong nó. Để thảo luận vấn đề này từ góc độ “hình học phân hình”, trước hết chúng tôi giới thiệu khái niệm “chi số” của một mạng điện trở 2 đầu. Một dây dẫn tiết diện hình chữ nhật kích thước dài, rộng và cao lần lượt là  $a, b, c$  như vă

trên Hình 6. Nếu dòng điện đi vào vật dẫn theo hướng song song với chiều dài  $a$  của vật thì điện trở giữa 2 mặt bên theo phương vuông góc với dây dẫn là



Hình 6.

$$R = \rho \frac{a}{bc}, \text{ trong đó } \rho \text{ là điện trở suất của vật dẫn.}$$

Nếu  $b, c$  giữ nguyên không đổi, còn chiều dài  $a$  biến đổi và dùng  $L$  để biểu thị độ dài khả biến này, điện trở của vật dẫn 1 chiều như vậy tỉ lệ thuận với  $L$ , trong đó

$$\text{điện trở được biểu diễn } R_{(1)}(L) = \rho \frac{1}{bc} \infty L^1$$

Số 1 trong công thức là chỉ số vật dẫn 1 chiều. Nếu độ dài  $c$  giữ nguyên không đổi, còn  $a$  và  $b$  đều có thể biến đổi, đồng thời cũng dùng  $L$  để biểu thị độ dài khả biến này, tức là  $a = b = L$  thì điện trở của vật dẫn 2 chiều được cấu thành như vậy không phụ thuộc vào

$$\text{các độ dài khả biến } R_{(0)}(L) = \rho \frac{1}{c} \infty L^0$$

Số 0 trong công thức là chỉ số vật dẫn 2 chiều. Nếu độ dài cả 3 cạnh  $a, b, c$  đều có thể biến đổi và  $L$  được dùng để biểu thị độ dài khả biến tức là  $a = b = c = L$  thì điện trở của vật dẫn 3 chiều được cấu thành như vậy tỉ lệ nghịch bậc nhất với chiều dài khả biến và có

$$\text{thể biểu diễn dưới dạng } R_{(-1)}(L) = \rho \frac{-1}{L} \infty L^{-1}$$

Số -1 trong công thức là chỉ số vật dẫn 3 chiều. Có thể dùng kết luận nêu trên suy rộng ra cho trường hợp tổng quát, nếu điện trở tương đương của mạng điện trở 2 đầu phụ thuộc vào chiều dài khả biến  $L$  thì

$$R_{(s)}(L) = kL^s$$

Trong đó  $k$  là hằng số không phụ thuộc vào  $L$  và  $s$ , còn  $s$  được gọi là chỉ số của mạng điện trở 2 đầu.

Trên khảm Sierpinski: độ dài cạnh tam giác ban đầu là  $L_0$ , qua nhiều lần cắt tách, mỗi độ dài của cạnh tam giác nhỏ nhất biến đổi và có thể coi độ dài khả biến là  $L$ . Hãy tìm quan hệ giữa điện trở tương đương của 2 điểm A, B trên khảm Sierpinski với độ dài khả biến  $L$  sau  $n$  lần cắt tách, đồng thời tính chỉ số tương ứng.

**Bài IV.** Hai dụng cụ quang học đặt đồng trục, vị trí cố định. Các dụng cụ đó có thể là thấu kính mỏng hoặc gương phẳng. Một vật nhỏ đặt vuông góc với trực chính của hệ. Biết rằng khi vật nhỏ ở vị trí tùy ý giữa 2 quang cụ thì số lượng ánh do hệ tạo thành là hữu hạn, còn 2 ánh cuối cùng có cùng độ lớn. Hãy qua phân tích các trường hợp để tìm các hệ thỏa mãn và không thỏa mãn các yêu cầu nêu trên?

**Bài V.1.** Meson  $\omega$  có khối lượng khác 0 khi đứng yên có thể phân rã thành 3 meson  $\pi$ :  $\omega \rightarrow 3\pi$ . Động năng của mỗi meson  $\pi$  sau phân rã tương ứng là  $T_1, T_2, T_3$ . Phương pháp biểu thị giá trị của mỗi nhóm động năng ( $T_1, T_2, T_3$ ) như sau: Dựng một tam giác đều  $\Delta A_1 A_2 A_3$  với chiều cao  $Q$  là tổng động năng của 3 meson  $\pi$ :  $Q = T_1 + T_2 + T_3$ . Trong tam giác lấy một điểm P, khoảng cách từ P tới các cạnh đối diện với các đỉnh  $A_i$  là  $T_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) thì mỗi điểm P ứng với một nhóm giá trị động năng ( $T_1, T_2, T_3$ ). Có thể biểu diễn các nhóm giá trị khà dĩ của  $(T_1, T_2, T_3)$  bằng khu vực tồn tại khà dĩ của điểm P trong  $\Delta A_1 A_2 A_3$ . Giả sử tốc độ của meson  $\pi$  sau phân rã rất nhỏ so với tốc độ ánh sáng. Hãy tìm trong  $\Delta A_1 A_2 A_3$  khu vực cho phép xảy ra phân rã  $\omega \rightarrow 3\pi$ .

2. Do yếu tố ngẫu nhiên, một electron đứng yên có thể tự hủy tạo ra 3 photon:  $P_x \rightarrow 3\gamma$ . Hãy tìm trong  $\Delta A_1 A_2 A_3$  khu vực cho phép xảy ra phân rã trên.

(Xem lời giải trang 17) ↗



## GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

# ĐỀ THI TUYỂN SINH THPT TỈNH SƠN ĐÔNG, TRUNG QUỐC NĂM 2009

### I. Loại câu hỏi một đáp án đúng (10 câu, mỗi câu 2 điểm; tất cả 20 điểm)

1. Hoạt động có bức xạ điện từ nhưng không ảnh hưởng đến sức khỏe con người là:

- A. trò chơi điện tử trên máy tính
- B. sử dụng đèn pin
- C. nghe điện thoại
- D. xem tivi.

2. Kết luận đúng về “quan hệ giữa chuyển động và lực” là:

- A. Lực là nguyên nhân duy trì chuyển động của vật.
- B. Vật chuyển động thì cần có lực cần thiết tác dụng.
- C. Lực là nguyên nhân biến đổi trạng thái chuyển động của vật.
- D. Không có lực tác dụng, vật chuyển động chậm dần cho đến khi dừng lại.

3. Tìm câu sai:

- A. Ngồi trên đất thì ngừa mặt lên cây, ngồi trên cây thì nhìn xuống đất, làm việc với sức nhỏ sẽ làm dịu căng thẳng trong cuộc sống.
- B. Dùng bàn hút để hút đồ vải may mặc; đó là nhờ tác dụng của khí quyển.
- C. Muốn chặt, cắt trước hết phải chọn dao: cùng một lực cắt, diện tích chịu lực nhỏ thì áp suất lớn.
- D. Người ta thiết kế máy cơ khí tránh cấu trúc đối xứng trên dưới và chú ý tới quan hệ giữa tốc độ và áp suất của vật.

4. Tìm câu đúng:

- A. Vật thể nào không dao động thì cũng không thể phát ra âm thanh.
- B. Phương pháp duy nhất giảm thiểu tiếng ồn là không để ý đến vật phát ra tiếng ồn.
- C. Dùng máy siêu âm để tán sỏi trong cơ thể con người là lợi dụng năng lượng của sóng âm.
- D. “Đi nhẹ, nói khẽ” là khẩu hiệu yêu cầu mọi người giảm tiếng ồn đi một chút nơi công cộng.

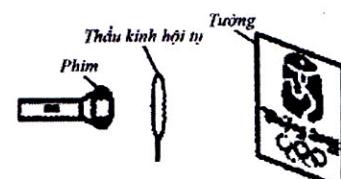
5. Bạn Minh tự chế một máy chiếu hình đơn giản (**Hình 1**). Minh dùng một tấm phim có hình, mỏng áp vào đầu chiếc đèn pin, ánh sáng đèn pin chiếu qua phim. Coi vị trí tấm phim là vị trí vật và bức tường trắng là màn ảnh, trong khoảng giữa bức tường và đầu đèn pin đặt một thấu kính hội tụ tiêu cự 10cm. Điều chỉnh khoảng cách tương đối giữa tường, đèn pin và thấu kính để thu được ảnh phóng đại và rõ nét. Kết luận đúng là:

A. Đề có ảnh cùng chiều và lớn hơn vật thì khoảng cách giữa bức tường và thấu kính phải lớn hơn 10cm và nhỏ hơn 20cm.

B. Đề có ảnh ngược chiều và lớn hơn vật thì khoảng cách giữa bức tường và thấu kính phải lớn hơn 10cm và nhỏ hơn 20cm.

C. Đề có ảnh cùng chiều và lớn hơn vật thì khoảng cách giữa bức tường và thấu kính phải nhỏ hơn 10cm.

D. Đề có ảnh cùng chiều và lớn hơn vật thì khoảng cách giữa bức tường và thấu kính phải lớn hơn 10cm.



**Hình 1.**

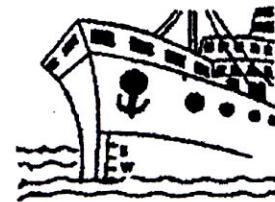
6. Trên hông tàu viễn dương thường có sơn 5 “vạch mờn nước” còn gọi là “vạch tải trọng” như **Hình 2**. Trong đó biểu thị chữ W là vạch tải trọng Bắc Đại Tây Dương, chữ S là vạch tải trọng Ấn Độ Dương. Gọi khối lượng riêng của nước biển Bắc Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương tương ứng là  $\rho_1$  và  $\rho_2$ . Nếu tàu đi từ Bắc Đại Tây Dương sang Ấn Độ Dương thì kết luận đúng là:

A. Lực Ácsimet tăng và  $\rho_1 < \rho_2$ .

B. Lực Ácsimet giảm và  $\rho_1 > \rho_2$ .

C. Lực Ácsimet không đổi và  $\rho_1 > \rho_2$ .

D. Lực Ácsimet không đổi và  $\rho_1 < \rho_2$ .



**Hình 2.**

7. Một bạn học sinh khi tìm hiểu về “Quan hệ giữa hiệu điện thế hai đầu điện trở và dòng điện đi qua điện trở đó” đã thu được đồ thị thực nghiệm là hai đường thẳng a, b trên **Hình 3**. Kết luận đúng là:

A. Khi điện trở không đổi, hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở tăng thì dòng qua điện trở sẽ giảm.

B. Với hiệu điện thế hai đầu điện trở như nhau, điện trở nào lớn thì dòng qua nó sẽ lớn hơn.

- C. Khi dòng điện như nhau qua điện trở nào có trị số nhỏ thì hiệu điện thế trên hai đầu điện trở đó sẽ lớn.

- D. Quan hệ hai điện trở trên hai đường thẳng a, b là  $R_a > R_b$ .

8. Câu nói nào đúng trong các câu sau?

- A. Chúng ta có thể nhìn thấy ảnh chúng ta trong gương phẳng do có những tia sáng đi từ ảnh đã vào mắt chúng ta.

- B. Dùng tám bàng chắn sáng đặt sau gương phẳng ta sẽ thu được ảnh ảo trên tám chắn đó.

- C. Ảnh của vật lớn trong gương phẳng không thể là ảnh hoàn chỉnh được.

- D. Khi người đứng trước gương phẳng lui ra xa dần thì kích thước ảnh của anh ta sẽ nhỏ dần.

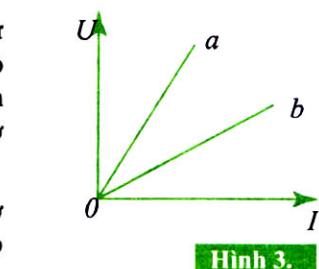
9. Trong sơ đồ mạch điện **Hình 4**, hiệu điện thế nguồn không đổi, sau khi đóng mạch điện và dịch chuyển con chìa biến trở  $R_1$  sang trái hiện tượng xảy ra là:

- A. Số chỉ vôn kế và ampe kế không đổi.

- B. Số chỉ ampe kế tăng mạnh nhưng số chỉ vôn kế giảm ít.

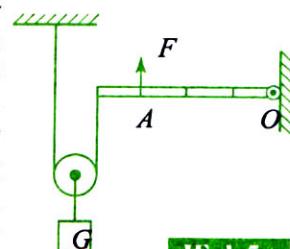
- C. Số chỉ ampe kế và vôn kế đều tăng mạnh.

- D. Số chỉ ampe kế giảm ít còn vôn kế tăng mạnh.



Hình 3.

10. Trên **Hình 5**, ròng rọc động có trọng lượng là 20N, trọng vật G có trọng lượng là 280N; đòn bẩy có thể quay không ma sát quanh trục nằm ngang, khối lượng dây và thanh đòn bẩy không đáng kể. Tại điểm A có một lực đỡ F theo phương thẳng đứng hướng lên giữ cho thanh đòn bẩy thẳng bằng như hình vẽ. Lực F có độ lớn:



Hình 5.

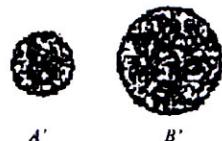
- A. 150N    B. 200N    C. 3000N    D. 400N

- II. Loại câu hỏi điện chở trống (7 câu, mỗi chở trống 1 điểm, tất cả 10 điểm):

11. Máy phát điện chạy bằng sức gió được chế tạo dựa trên hiện tượng ..... Năng lượng gió là nguồn

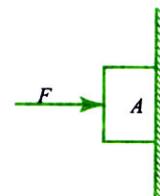
năng lượng tái sinh; có thể coi là nguồn năng lượng liên tục được thiên nhiên ban tặng cho. Một nguồn năng lượng tái sinh khác là.....

12. Hai quả bóng rỗ A, B bè ngoài hoàn toàn như nhau được phân biệt bằng cách cho mặt ngoài của chúng dính ướt rồi thả từ cùng một độ cao cho rơi tự do xuống đất. Dấu vết của chúng in trên đất tương ứng là A' và B' như trên **Hình 6**. Từ đó suy ra thể năng trọng trường của ..... lớn hơn.



Hình 6.

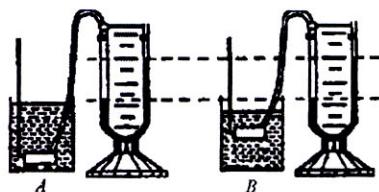
13. Trên **Hình 7**, vật A có trọng lượng 30N. Dùng lực F bằng 50N hướng vuông góc với bức tường để giữ A đứng yên. Vậy A chịu tác dụng của lực ma sát là .....N.



Hình 7.

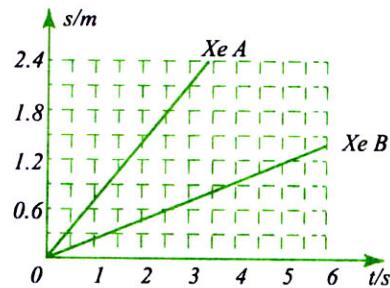
14. Trên **Hình 8** là hai dụng cụ đo áp lực trên các hộp kim loại có số đo như nhau mà mỗi vật được thả vào một chất lỏng khác nhau.

Từ hình vẽ có thể thấy quan hệ giữa khối lượng riêng của chúng là:  $\rho_A \dots \rho_B$  (chọn điền dấu: " $>$ ", " $<$ " hoặc " $=$ ").



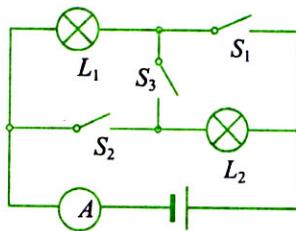
Hình 8.

15. **Hình 9** là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc quãng đường đi vào thời gian của hai xe con A và B trong chuyến động thẳng đều. Quan hệ giữa độ lớn vận tốc hai xe là:  $v_A \dots v_B$  (Chọn điền dấu " $>$ ", " $<$ " hoặc " $=$ ").



Hình 9.

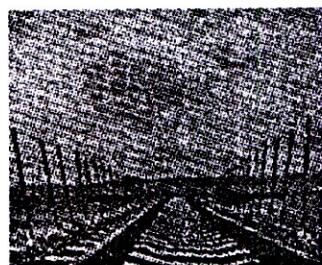
16. Trong mạch điện **Hình 10**: hiệu điện thế nguồn 6V không đổi, hai bóng đèn  $L_1$  và  $L_2$  như nhau, đều có hiệu điện thế và điện trở định mức tương ứng là là 6V,  $10\Omega$  (Bỏ qua ảnh hưởng



Hình 10.

của nhiệt độ đèn điện trở). Khi đóng công tắc ..... thì đèn  $L_1$  sáng, đèn  $L_2$  không sáng; khi chỉ đóng công tắc  $L_3$  công suất tiêu thụ toàn mạch là .....

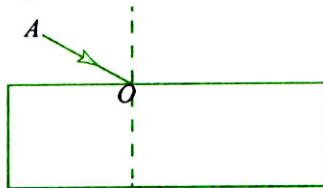
17. Trên **Hình 11** là một đoạn đường sắt Thanh Tạng mà hai bên ven nền đường người ta trồng những cột sắt cao khoảng 2m. Người ta gọi những cây này là cây nhiệt. Cây nhiệt được chôn sâu 5m dưới nền đường. Cây nhiệt hoạt động trong không khí, phía trong cây có đường dẫn chất lỏng amoniac. Ngày nóng cây làm việc như một máy làm lạnh. Nguyên lý làm việc của cây nhiệt là: vào ngày nhiệt độ nền đường tăng cao, dung dịch amoniac hấp thụ nhiệt ..... biến thành thể khí và bay lên cao phía đầu cây. Khí amoniac ở đầu cây gặp lạnh, giải phóng nhiệt ..... biến thành dung dịch amoniac và lại chảy về trong cây. Vòng tuần hoàn liên tục như vậy sẽ làm giảm nhiệt độ ven đường sắt.



**Hình 11.**

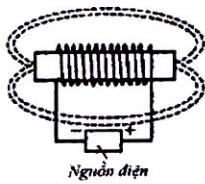
### III. Loại câu hỏi vẽ hình, thực nghiệm và nghiên cứu (7 câu, tất cả 24 điểm)

18. (2 điểm) Trên **Hình 12**, AO là tia sáng tới chiếu vào tâm thuỷ tinh có hai mặt song song. Bạn hãy vẽ ra một tia sáng đi qua tâm thuỷ tinh này.



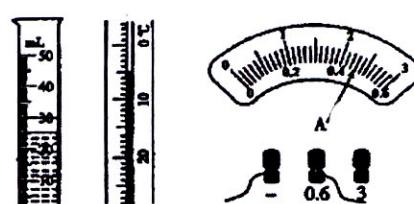
**Hình 12.**

19. (2 điểm) Hãy vẽ ra trên **Hình 13** các cực nam châm điện và chiều đường sức ngoài ống dây.



**Hình 13.**

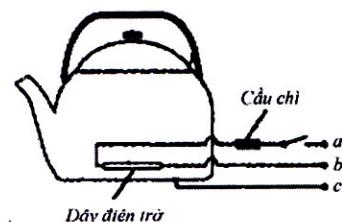
20. (3 điểm) Hãy đọc đúng các con số thực nghiệm trên **Hình 14**. Thể tích dung dịch trong ống đồng là .....; nhiệt kế đang chỉ ở nhiệt độ .....; số chỉ trên ampe kế là .....



**Hình 14.**

21. (3 điểm) Kết cấu ấm điện như

**Hình 15.** Khi cắm phích cắm vào ổ điện thì : đầu a nối với ..... , đầu b nối với ..., đầu c nối với ..... (chọn điền : "dây đất", "dây trung hoà", "dây nóng")



**Hình 15.**

22. (4 điểm) **Hình 16** là lọ mứt hoa quả của bạn Sa.

Lọ mứt thuỷ tinh có nắp xoáy kim loại. Sau khi rửa lọ bằng nước nóng, bạn Sa vặn chặt lại. Ngày thứ hai bạn Sa rất khó mở nắp lọ. Bạn hãy dùng kiến thức vật lý của mình hãy đề xuất hai phương pháp mở nắp lọ mứt này:

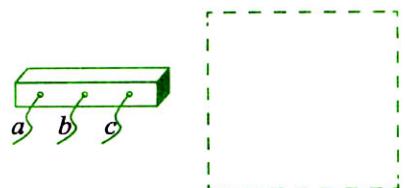


**Hình 16.**

Phương pháp (1) .....

Phương pháp (2) .....

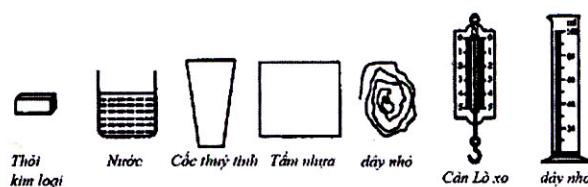
23. (4 điểm) **Hình 17** là hộp đèn có ba đầu dây dẫn a, b, c lấy ra. Biết rằng trong đó có một pin 3V và hai điện trở có giá trị như nhau nối với nhau thành một bộ phận của mạch điện. Lấy ampe kế đo giữa a và b, số chỉ là 0,3A; đo giữa a và c cũng chỉ 0,3A; dòng giữa b và c bằng 0.



Bạn hãy đoán các linh kiện được nối với nhau như thế nào trong hộp đèn và vẽ sơ đồ mạch điện vào khung chữ nhật dưới đây.

**Hình 16.**

24. (6 điểm) Trong một buổi sinh hoạt của tổ học sinh yêu thích vật lí các bạn học sinh đã cung cấp cho thầy giáo Lý dụng cụ thí nghiệm và nước đủ dùng như:



Dùng các dụng cụ và vật liệu các bạn có thể nghiên cứu rất nhiều các quy luật và hiện tượng vật lí. Bạn hãy chọn ra những nhóm vật liệu và dụng cụ (gọi là



$$G_1 \frac{l_1}{2} + G_3 l_1 + G_4 l_2 + G_5 \frac{l_1 + l_2}{2} - G_p l_p$$

$$= G_3 \frac{l_1}{2} + G_4 \frac{l_2}{2} + G_5 l_2$$

Từ đó tìm được:

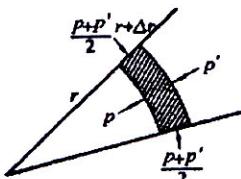
$$G_p = \frac{1}{2l_p} [G_1 l_1 + G_3 l_1 + G_4 l_2 + G(l_1 - l_2)]$$

**Bài II.** Xét một lớp vỏ cầu mỏng chứa khí electron:

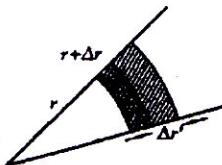
Tại thời điểm  $t$ : vỏ cầu được giới hạn bởi 2 mặt cầu cách tâm Mặt Trời khoảng  $r$  và  $r + \Delta r$ . Khối lượng của lớp này là  $m$ , tốc độ  $v$ . Diện tích mặt trong của vỏ cầu bán kính  $r$  là  $S$ , diện tích mặt ngoài bán kính  $r + \Delta r$  là  $S'$ . Đó là vùng được đánh dấu gạch chéo như trên **Hình 9**.

Sau khoảng thời gian  $\Delta t$ : rìa trong của nó dịch chuyển khoảng  $\Delta r$  tới vị trí rìa trước, còn rìa trước lại dịch chuyển đoạn  $\Delta r'$ . Nghĩa là tại thời điểm  $t + \Delta t$  độ dày của lớp vỏ cầu là  $\Delta r'$ , tốc độ là  $v'$ . (**Hình 10**)

Trong quá trình đó xung lực của lực hút Mặt Trời tác dụng lên nó là:  $I_1 = -G \frac{M_s m}{r^2} \Delta t$  (1)



Hình 9.



Hình 10.

Gọi  $p'$  và  $p$  lần lượt là áp suất tác dụng lên mặt ngoài và mặt trong của vỏ cầu. Do  $\Delta r$  rất nhỏ nên có thể coi áp suất của khối khí bị nhốt giữa hai lớp vỏ cầu bán kính  $r$  và  $r + \Delta r$  là  $(p + p')/2$ .

Lực tác dụng lên mặt ngoài và mặt trong tương ứng là:

$$F' = \left( p' - \frac{p + p'}{2} \right) S'; F = \left( p - \frac{p + p'}{2} \right) S$$

Hợp lực do khí electron bên trong và bên ngoài tác dụng lên vỏ cầu là

$$F - F' = (p - p') \left( \frac{S + S'}{2} \right)$$

Vậy xung lực của khí electron trong và ngoài vỏ cầu tác dụng lên nó là

$$I_2 = (p - p') \left( \frac{S + S'}{2} \right) \Delta t \quad (2)$$

Mặt khác, khí electron là khí lý tưởng tuân theo phương trình trạng thái nên:

$$p = \frac{mRT}{m_e N_A V} = \frac{mRT}{m_e N_A \frac{S + S'}{2} \Delta r} \quad (3)$$

$$p' = \frac{mRT}{m_e N_A V'} = \frac{mRT}{m_e N_A \frac{S' + S''}{2} \Delta r} \quad (4)$$

Trong đó  $m_e$  là khối lượng electron,  $N_A$  là số Avogadro,  $S''$  là diện tích mặt cầu có bán kính  $r + \Delta r + \Delta r'$ . Theo định luật bảo toàn động lượng :

$$m\Delta v = (p - p') \left( \frac{S + S'}{2} \right) \Delta t - G \frac{M_s m}{r^2} \Delta t \quad (5)$$

Thay các công thức (1); (2); (3); (4) vào (5) được

$$m\Delta v = \frac{mRT \Delta t}{m_e N_A \Delta r} - \frac{mRT \Delta t}{m_e N_A \Delta r'} \left( \frac{S + S'}{S' + S''} \right) - G \frac{M_s m}{r^2} \Delta t \quad (6)$$

$$\text{Mặt khác: } \frac{S'}{S} = \left( \frac{r + \Delta r}{r} \right)^2 \approx 1 + 2 \frac{\Delta r}{r} \text{ và } \frac{S''}{S'} = 1 + 2 \frac{\Delta r'}{r}$$

Do đó

$$\Rightarrow \frac{S + S'}{S' + S''} = \frac{1 + \frac{S'}{S}}{1 + \frac{S''}{S'}} = \frac{2 - 2 \frac{\Delta r}{r}}{2 + 2 \frac{\Delta r'}{r}} \approx 1 - \frac{\Delta r}{r} - \frac{\Delta r'}{r} \approx 1 - 2 \frac{\Delta r}{r}$$

Thay vào (6) ta được:

$$m\Delta v = \frac{mRT}{m_e N_A v} - \frac{mRT}{m_e N_A v'} + 2 \frac{mRT}{m_e N_A r} \Delta t - G \frac{M_s m}{r^2} \Delta t$$

$$\Leftrightarrow \Delta v = \frac{RT}{m_e N_A} \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} \right) + \left( \frac{2RT}{m_e N_A r} - G \frac{M_s}{r^2} \right) \Delta t$$

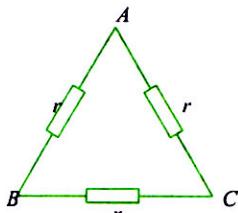
$$\approx \frac{RT}{m_e N_A} \left( \frac{\Delta v}{v^2} \right) + \left( \frac{2RT}{m_e N_A r} - G \frac{M_s}{r^2} \right) \Delta t$$

$$\Leftrightarrow \Delta v = \frac{\left( \frac{2RT}{m_e N_A r} - G \frac{M_s}{r^2} \right) \Delta t}{\left( 1 - \frac{RT}{m_e N_A v^2} \right)}.$$

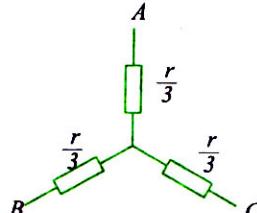
$$\text{Chia cho } \Delta r \text{ được: } \tau = \frac{\Delta v}{\Delta r} = \frac{\left( \frac{2RT}{m_e N_A r} - G \frac{M_s}{r^2} \right) v}{\left( v^2 - \frac{RT}{m_e N_A} \right)}.$$

**Bài III.** Trước hết, ta chứng minh một mạng điện trở có dạng  $\Delta ABC$  do 3 điện trở có cùng giá trị  $r$  tạo thành có thể thay bằng một mạng hình chữ Y do 3 điện trở có giá trị bằng  $r/3$  tạo thành mà điện trở

tương đương giữa 2 đầu tay ý của mạch là như nhau. Nghĩa là mạng hình  $\Delta$  trên **Hình 11** được thay bằng mạng hình chữ Y trên **Hình 12**, trạng thái mạch điện của mạch ngoài và của lối vào tương ứng sẽ không thay đổi, sự biến đổi như vậy được gọi là hoán đổi tương đương  $\Delta - Y$ .



Hình 11.



Hình 12.

$$\text{Trên Hình 11: } R_{AB}(\Delta) = \frac{r \cdot 2r}{r + 2r} = \frac{2}{3}r$$

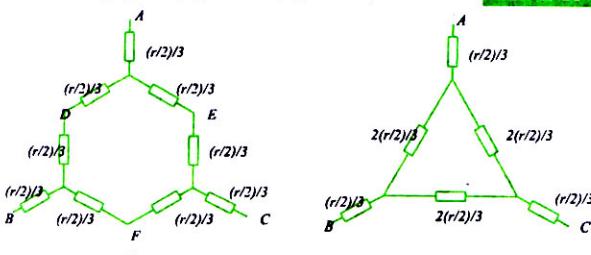
$$\text{Và trên Hình 12: } R_{AB}(Y) = \frac{1}{3}r + \frac{1}{3}r = \frac{2}{3}r$$

Như vậy, ta đã chứng minh được là mạng 3 điện trở sau khi tiến hành thay thế thì:  $R_{AB}(\Delta) = R_{AB}(Y)$

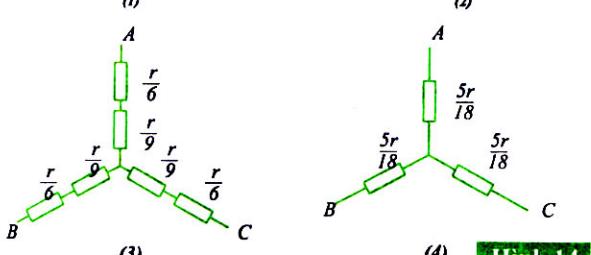
Khi chưa qua cắt tách, điện trở tương đương giữa 2 đỉnh bất kỳ trong  $\Delta ABC$  trên **Hình 2** là

$$R_{AB}(0) = \frac{2}{3}r \quad (1)$$

Tam giác ABC sau 1 lần cắt tách được 3 tam giác nhỏ là  $\Delta ADE$ ,  $\Delta DBF$ ,  $\Delta EFC$ ; điện trở của mỗi cạnh đều bằng  $r/2$  như vẽ trên **Hình 13**. Thay 3 tam giác nhỏ bằng mạng Y ta được **Hình 14(1)**. Tiếp đó được các **Hình 14(2)**, **14(3)** và **14(4)**.



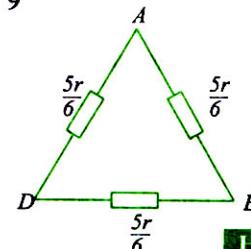
Hình 13.



Hình 14.

$$\text{Giải ra được } R_{AB}(1) = \frac{5}{9}r \quad (2)$$

Thay mạng điện trở Y trên **Hình 14(4)** thành mạng tam giác trên **Hình 15** thì điện trở của mỗi cạnh tam giác tương ứng là  $5r/6$ .



Hình 15.

**Hình 4** là trường hợp sau khi tách cắt  $\Delta ABC$  lần thứ 2. Ta thấy rằng:  $\Delta ADE$  trên **Hình 4** chính là  $\Delta ABC$  trên **Hình 3** với các cạnh có độ dài giảm đi một nửa nên có thể thay  $\Delta ADE$  trên **Hình 4** thành một mạng tam giác có điện trở mỗi cạnh là  $5r/12$  như **Hình 15**. Khi đó, **Hình 4** trở lại là **Hình 3** với cạnh của tam giác lớn nhất là  $5r/6$ . Vậy thì

$$R_{AB}(2) = \frac{5}{6}R_{AB}(1) \quad (3)$$

**Hình 5** là trường hợp sau khi tách cắt  $\Delta ABC$  lần thứ 3. Ta thấy rằng:  $\Delta ADE$  trên **Hình 5** chính là  $\Delta ABC$  trên **Hình 4** với các cạnh có độ dài giảm đi một nửa. Giống như trường hợp trên ta có:

$$R_{AB}(3) = \frac{5}{6}R_{AB}(2) \quad (4)$$

Từ (1); (2); (3); (4) tìm được  $R_{AB}(3) = \frac{125}{324}r$  và

$$R_{AB}(n) = \left(\frac{5}{6}\right)^n \frac{2}{3}r \quad (5).$$

2. Biết rằng khi chưa cắt tách điện trở tương đương giữa 2 đỉnh của tam giác ABC là

$$R(L_0) = \frac{2}{3}r = kL_0^s \quad (6)$$

Qua n lần tách cắt điện trở tương ứng sẽ là

$$R\left[\left(\frac{1}{2}\right)^n L_0\right] = \left(\frac{5}{6}\right)^n \frac{2}{3}r = k\left[\left(\frac{1}{2}\right)^n L_0\right]^s \quad (7)$$

$$\text{Khử k từ (6), (7) được } \frac{5}{6} = \left(\frac{1}{2}\right)^s$$

$$\Leftrightarrow \ln \frac{5}{3} = (s-1) \ln \frac{1}{2} \rightarrow s = 1 + \frac{\ln(5/3)}{\ln(1/2)} \approx 0.263$$

**Bài IV.** Lần lượt khảo sát các trường hợp dưới đây:

1. Hai gương phẳng đặt song song, mặt phản xạ hướng vào nhau: một vật thực để giữa 2 gương sẽ cho vô số ảnh, không phù hợp với đề bài.

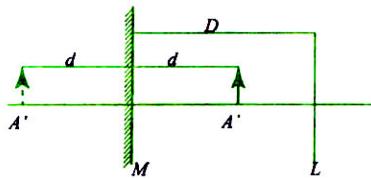
2. Một thấu kính mỏng L tiêu cự f và một gương

phẳng M như trong **Hình 16.**

Do tia sáng hướng về bên phải qua L tạo ảnh của vật A, theo công thức tạo ảnh  $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  nhận được một vị trí ảnh cuối cùng  $v_1 : u_1 = D - d$ ;  $v_1 = \frac{(D-d)f}{D-d-f}$

Trong đó  $v_1$  (và cả  $v_2$  dưới đây cũng có cùng ý nghĩa) là khoảng cách từ L hướng sang phải tới ảnh của A tạo bởi thấu kính ( $v_1 > 0$  thì ảnh ở bên phải).

Do tia sáng hướng về bên trái đi qua gương phẳng M tạo ảnh của vật A tại A', tia phản xạ lại



Hình 16.

hướng về bên phải tạo ảnh qua L, đó là ảnh cuối cùng thứ 2 được hệ quang học tạo ra. Vị trí thứ 2 này tìm được theo công thức dưới đây

$$u_2 = D + d, v_2 = \frac{(D+d)f}{D+d-f}$$

Hai ảnh cuối cùng có cùng độ lớn nếu:  $\frac{v_1}{u_1} = \pm \frac{v_2}{u_2}$

Nghĩa là  $D - d - f = \pm(D + d - f)$  (1)

Nếu công thức (1) lấy dấu (+) thì  $2d = 0$  hay  $d = 0$ , đây là vị trí đặc biệt không thể thỏa mãn yêu cầu của đề bài.

Nếu công thức (1) lấy dấu (-) thì

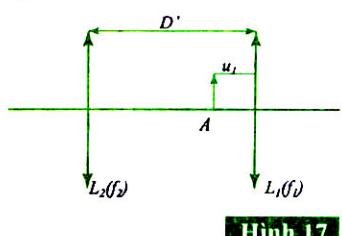
$D - d - f = -D - d + f$ , nghĩa là  $2D = 2f$  hay  $D = f$  biểu thức cho thấy rằng khoảng cách giữa 2 quang cụ bằng tiêu cự của thấu kính. Đồng thời do  $D > 0$  nên  $f > 0$ , thấu kính là một thấu kính hội tụ. Kết luận này không phụ thuộc vào giá trị của d. Vậy 2 quang cụ là một thấu kính hội tụ mỏng và một gương phẳng đặt cách thấu kính một khoảng bằng tiêu cự thấu kính, mặt phản xạ hướng về phía thấu kính.

3. Hai thấu kính  $L_1$  và  $L_2$  có tiêu cự là  $f_1$  và  $f_2$

Như trên **Hình 17** tia sáng từ vật A hướng về bên phải qua thấu kính  $L_1$  tạo một ảnh cuối cùng

$$v_1 = \frac{u_1 f_1}{u_1 - f_1}$$

Trong đó  $v_1$  là khoảng cách về phía phải  $L_1$  ( $v_1 > 0$ )



Hình 17.

thì ảnh ở bên phải  $L_1$ ). Khi tia sáng từ vật A hướng về bên trái qua  $L_2$  tạo ảnh thứ 2

$$u_2 = D' - u_1$$

$$v_2 = \frac{(D' - u_1)f_2}{D' - u_1 - f_2}$$

$v_2$  là khoảng cách về phía trái  $L_2$  ( $v_2 < 0$  ảnh ở bên phải  $L_2$ ). Độ lớn 2 ảnh như nhau, tức là

$$\frac{v_1}{u_1} = \pm \frac{v_2}{u_2} \Leftrightarrow \frac{f_1}{u_1 - f_1} = \pm \frac{f_2}{D' - u_1 - f_2} \quad (2)$$

Nếu công thức (2) lấy dấu + thì

$$f_1(D' - u_1 - f_2) = f_2(u_1 - f_1)$$

$$\Leftrightarrow f_1(D' - u_1) = f_2 u_1 \Leftrightarrow D' = \frac{f_1 + f_2}{f_1} u_1$$

$u_1$  buộc phải thỏa mãn biểu thức trên mới có thể thu được 2 ảnh bằng nhau và không thỏa mãn với yêu cầu (tùy ý) của đề bài.

Nếu công thức (2) lấy dấu - thì

$$\frac{f_1}{u_1 - f_1} = -\frac{f_2}{D' - u_1 - f_2}$$

$$\Leftrightarrow f_1(D' - u_1 - f_2) = -f_2(u_1 - f_1)$$

$$\Leftrightarrow f_1 D' = (f_1 - f_2) u_1 + 2 f_1 f_2$$

$$\Leftrightarrow D' = \frac{f_1 - f_2}{f_1} u_1 + 2 f_2$$

Để công thức trên đúng với mọi  $u_1$  thì  $f_1 = f_2$ . Khi đó  $D' = 2f_2 = 2f_1$ . Do  $D' > 0$  nên  $f_1 = f_2 > 0$ . Thấu kính là thấu kính hội tụ. Như vậy hai quang cụ là 2 thấu kính hội tụ có tiêu cự bằng nhau và đặt cách nhau một khoảng bằng 2 lần tiêu cự.

**Bài V.1.** Giả sử động lượng và động năng của 3 meson  $\pi$  sau phân rã tương ứng là  $\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3$ , và  $T_1, T_2, T_3$  thì chúng cần thỏa mãn các điều kiện sau:

Bảo toàn năng lượng

$$T_1 + T_2 + T_3 = m_0 c^2 - 3m_\pi c^2 = Q \quad (1)$$

$$\text{Bảo toàn động lượng } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = 0 \quad (2)$$

Một điểm bất kỳ trong tam giác  $A_1 A_2 A_3$  luôn thỏa mãn biểu thức (1). Ta chỉ cần tìm phạm vi vị trí của điểm P thỏa mãn (2).

$$\text{Từ (2) có: } p_3^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos \theta_{12} \quad (3)$$

Trong công thức này  $p_i = |\vec{p}_i|$  nên:

$$\cos \theta_{12} = \frac{p_3^2 - p_2^2 - p_1^2}{2p_1p_2} \quad (4)$$

Vì  $|\cos \theta_{12}| \leq 1$  nên điều kiện (2) trở thành:

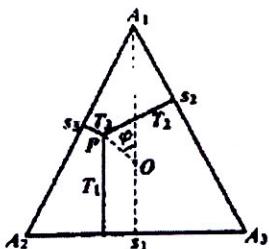
$$\left( \frac{p_3^2 - p_1^2 - p_2^2}{2p_1p_2} \right)^2 \leq 1 \quad (5). \text{ Mặt khác: } T = \frac{p^2}{2m} \quad (6)$$

Và công thức trên trở thành:  $\frac{(T_3 - T_1 - T_2)^2}{4T_1T_2} \leq 1$

Nghĩa là  $(T_3 - T_1 - T_2)^2 \leq 4T_1T_2 \quad (7)$

Bây giờ trong tam giác  $A_1A_2A_3$  lấy một điểm P, để thuận lợi, vị trí này được biểu thị bằng hệ tọa độ cực, điểm O trực tâm của tam giác là điểm gốc của tọa độ cực,  $OA_1$  là hướng dương của trục cực,  $\overline{OA_1} = \frac{2}{3}Q$ ,

từ **Hình 18** có  $T_3 = \frac{Q}{3} + \rho \cos \varphi \quad (8)$



**Hình 18.**

$$\text{Còn } T_1 = \frac{Q}{3} - \rho \cos(\varphi - 60^\circ) \quad (9)$$

$$T_2 = \frac{Q}{3} - \rho \cos(\varphi + 60^\circ) \quad (10)$$

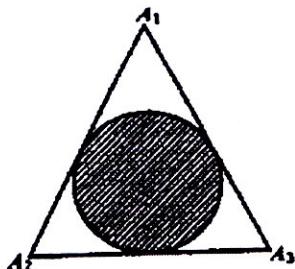
Lấy (8), (9), (10) thay vào (7) được

$$\text{Vé trái của (7)} = \left( -\frac{Q}{3} + 2\rho \cos \varphi \right)^2 \quad (11)$$

Vé phải của (7)

$$= -\frac{4Q^2}{9} - \frac{4}{3}Q\rho \cos \varphi - 4\rho^2 \cos^2 \varphi - 3\rho^2 \quad (12)$$

Vì vậy  $0 \leq \frac{1}{3}Q - 3\rho^2$ . Nghĩa là  $\rho \leq \frac{Q}{3} \quad (13)$



**Hình 19.**

Như vậy khu vực cho phép xảy ra phân rã 3 meson  $\pi$  là phần bên trong của hình tròn nội tiếp tam giác  $A_1A_2A_3$  như được vẽ trên **Hình 19**.

Về trường hợp electron phân rã ngẫu nhiên thành 3 photon  $\gamma$ , các công thức 1~5 đều sử dụng được, nhưng tốc độ của photon là c nên năng lượng và động lượng đều phải sử dụng các biểu thức tương đối tính. Vì photon không có khối lượng nghỉ, nên động năng T được coi như là bằng năng lượng E của nó mà  $E = hv$ ,  $p = hv/c$  nên  $T = E = cp \quad (14)$

Trong đó h là hằng số Plank, c là tốc độ ánh sáng. Do đó công thức (5) đổi thành  $\left| \frac{T_3^2 - T_1^2 - T_2^2}{2T_1T_2} \right| \leq 1$

Nghĩa là  $T_3^2 - T_1^2 - T_2^2 \leq 2T_1T_2$  Hoặc  $T_3^2 \leq (T_1 + T_2)^2$

$$\text{Cũng tức là } T_3 \leq \pm(T_1 + T_2) \quad (15)$$

$$\text{Lý luận tương tự có } T_1 \leq \pm(T_2 + T_3) \quad (16)$$

$$\text{và } T_2 \leq \pm(T_3 + T_1) \quad (17)$$

Công thức (15) có 2 lời giải

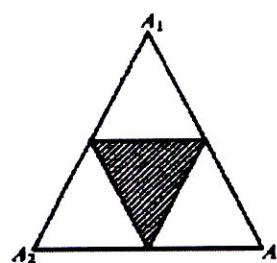
$$T_3 \leq T_1 + T_2 \quad (18)$$

$$T_3 + T_1 + T_2 \leq 0 \quad (19)$$

Công thức (19) không hợp lý nên có thể bỏ qua. Công thức (18) có thể viết lại thành

$$2T_3 \leq T_1 + T_2 + T_3 = Q \quad \text{Do đó } T_3 \leq \frac{Q}{2} \quad (20)$$

$$\text{Tương tự, từ (16), (17) có } T_2 \leq \frac{Q}{2} \quad (21) \quad T_1 \leq \frac{Q}{2} \quad (22)$$



**Hình 20.**

Điều kiện điểm P cần thỏa mãn là các công thức (20), (21), (22). **Hình 20** cho thấy điểm P nằm trong miền gạch chéo đồng thời thỏa mãn 3 điều kiện trên. Khu vực cho phép xảy ra phân rã 3 photon  $\gamma$  là phần bên trong của tam giác tạo bởi 3 đường trung bình của  $\Delta A_1A_2A_3$ .

## ĐÁP ÁN

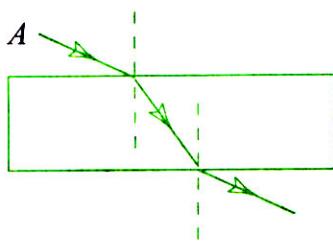
I.(20 điểm) 1.B 2.C 3.A 4.C 5.B 6.C  
7.D 8.A 9.A 10.B

II.(10 điểm) 11. cảm ứng điện từ; năng lượng nước (hoặc năng lượng Mặt trời)

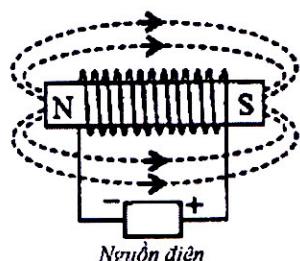
12.B 13.30 14.nhỏ hơn 15.lớn hơn  
16.S<sub>1</sub>; 1,8W 17.hóa hơi; hóa lỏng

III.(24 điểm)

18.(2 điểm) **Hình 1**



19.(2 điểm) **Hình 2**



**Hình 1.**

**Hình 2.**

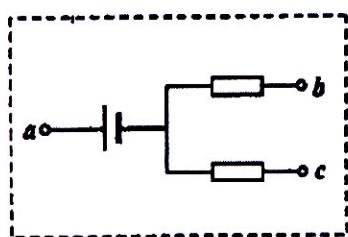
20.(3 điểm) 25ml; -5°C; 0,46A

21.(3 điểm) dây nóng; dây trung hoà; dây đất

22.(4 điểm) Cách 1: Làm nóng nắp kim loại

Cách 2:Làm lạnh lọ thủy tinh

23.(4 điểm) **Hình 3.**



**Hình 3.**

24.(6 điểm)

STT	Khí tài	Vấn đề nghiên cứu, hiện tượng hoặc quy luật
1	cục kim loại, dây nhở lò xo và cân	Nghiên cứu cục kim loại chịu tác dụng của lực Ácsimet
2	cục kim loại, nước, dây cân lò xo và ống đồng	Nghiên cứu khối lượng riêng cục kim loại
3	nước, cốc, tấm nhựa	Nghiên cứu sự tồn tại áp suất khí quyển

IV.(16 điểm)

25. (1) Áp suất của vận động viên cù tạ đối với đất là:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} = \frac{1612N}{4 \cdot 10^{-7} m^2} = 4,03 \cdot 10^4 Pa \text{ (2 điểm)}$$

(2) Công cù tạ của vận động viên:

$$W = Ph = 1146N \cdot 1,5m = 1749J \text{ (2 điểm)}$$

(3) Trong quá trình cù tạ, năng lượng hoá học của vận động viên chuyển hoá thành cơ năng của quả tạ; quá trình tạ rơi xuống đất: thế năng chuyển hoá thành động năng. (2 điểm)

26. (1) Khối lượng nước nóng đã dùng:

$$m_N = \rho_N V_N = 1,0 \cdot 10^3 (kg/m^3) \cdot 0,05m^3 = 50kg \text{ (2 điểm)}$$

(2) Nhiệt lượng nước trong bình nước nóng thu vào:

$$Q = c_N m_N \Delta t = 4,2 \cdot 10^3 J/(kg \cdot ^\circ C) \cdot 50kg \cdot (40^\circ C - 10^\circ C) = 6,3 \cdot 10^6 J \text{ (2 điểm)}$$

(3) Nhiệt lượng khí đốt thiên nhiên toả ra :

$$Q_T = \frac{Q}{\eta} = \frac{6,3 \cdot 10^6}{70\%} J = 9 \cdot 10^6 J \text{ (1 điểm)}$$

Thể tích khí đốt thiên nhiên tiêu tốn:

$$V = \frac{Q}{q} = \frac{9 \cdot 10^6 J}{4 \cdot 10^7 J \cdot m^{-3}} = 0,225m^3 \text{ (1 điểm)}$$

(4) Dòng điện làm việc bình thường của bình nước nóng chạy điện là:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{880W}{220V} = 4A \text{ (2 điểm)}$$

Điện trở của dây gia nhiệt cho bình nước nóng là :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220V}{4A} = 55\Omega \text{ (2 điểm)}$$

## TÌM HIỂU SÂU ... (Tiếp theo trang 4)

Như vậy, không cần tính toán, mà chỉ sử dụng phân tích thứ nguyên ta đã tìm được cỡ giá trị của chu kỳ dao động của con lắc lò xo.

### Ví dụ tổng quát hóa: dao động từ

Trong tất cả các lĩnh vực của vật lý học, người ta rất thường gặp những bài toán liên quan đến dao động của các hệ xung quanh vị trí cân bằng (VTCB). Để hiểu nhiều hiện tượng và do đó để phân tích định tính các hiện tượng đó, cần phải biết những tính chất chung của các hệ như vậy. Các hệ thực hiện dao động quanh VTCB, bất kể cơ cấu của nó, đều được gọi là các *dao động từ*. Ví dụ đơn giản nhất về các dao động từ là con lắc lò xo và con lắc toán học. Ví dụ phức tạp hơn là dây đàn; ở đây có nhiều loại dao động: dao động với một bụng ở giữa (âm cơ bản), với 1 nút, rồi 2 nút, v.v (các họa âm). Do đó, dây đàn là tập hợp các dao động từ với các tần số khác nhau. Một ví dụ tương tự là cột không khí trong ống đàn organ; có thể buộc nó dao động với tần số thấp nhất (âm cơ bản) hoặc với tần số cao hơn khi mà ở một số điểm của cột khí các phân tử khí đứng yên (tương tự như các nút trong dao động của dây đàn).

Tính chất chung của tất cả các dao động là: bất kể cấu trúc cụ thể của dao động từ, năng lượng của hệ ở bất kỳ thời điểm nào cũng có thể được viết dưới dạng

$$E = \gamma \frac{q^2}{2} + \beta \frac{\dot{q}^2}{2} \quad (2)$$

với  $q$  là đại lượng đặc trưng cho độ lệch khỏi VTCB (như ly độ, chặng hạn), còn  $\dot{q}$  ( $\dot{q} = \frac{dq}{dt}$ ) là tốc độ biến thiên theo thời gian của  $q$ . Số

hạng  $E_d = \gamma \frac{q^2}{2}$  là thế năng của dao động từ (đối với con lắc lò xo là thế năng đàn hồi, còn  $\gamma$  là độ cứng của lò xo). Còn số hạng  $E_d = \beta \frac{\dot{q}^2}{2}$  là động năng của

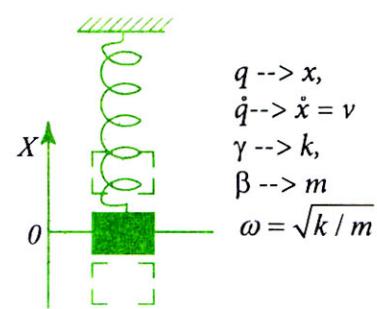
dao động từ với hệ số  $\beta$  gọi là khối lượng của nó.

Bất kể cấu tạo của dao động từ là thế nào, tần số góc ( $\omega$ ) và chu kỳ ( $T$ ) của nó luôn bằng:

$$\omega = \sqrt{\frac{\gamma}{\beta}} \quad \text{và} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{\beta}{\gamma}} \quad (2)$$

Việc đưa vào dao động từ “tổng quát” với tọa độ ( $q$ ) của nó không nhất thiết phải là khoảng cách đến VTCB mà có ý nghĩa bất kỳ, chỉ năng lượng là có cấu trúc

núi  $E$  trong biểu thức (1) cho phép ta có thể kết luận ngay về hành vi dao động của hệ mà không cần phải xem xét bản chất vật lý của các quá trình xảy ra trong đó.



$$\begin{aligned} q &\rightarrow x, \\ \dot{q} &\rightarrow \dot{x} = v \\ \gamma &\rightarrow k, \\ \beta &\rightarrow m \\ \omega &= \sqrt{k/m} \end{aligned}$$

Để làm sáng tỏ điều vừa nói, chúng tôi đưa thêm một ví dụ nữa không giống những ví dụ nêu ở trên. Xét một mạch dao động LC, ban đầu tụ được nạp điện tích  $Q_0$ . Trong mạch xuất hiện dao động điện từ. Nếu cuộn cảm được làm bằng chất siêu dẫn, thì thực tế, dao động sẽ không tắt dần.

Năng lượng của hệ đang xét gồm hai số hạng: năng lượng từ trường trong cuộn cảm và năng lượng điện trường trong tụ điện. Năng lượng điện trường có dạng

$$E_d = \frac{Q^2}{2C}, \text{ còn năng lượng từ trường } E_t = \frac{LI^2}{2}$$

Nhưng vì  $I = \dot{Q} = \frac{dQ}{dt}$ , nên ta có  $E_t = \frac{L\dot{Q}^2}{2}$ . Do đó, năng lượng của hệ ở một thời điểm bất kỳ là

$$E = \frac{Q^2}{2C} + \frac{L\dot{Q}^2}{2} \quad (3)$$

Vậy hệ đang xét là một dao động từ: đóng vai trò tọa độ trong trường hợp này điện tích  $Q$ , thế năng của dao động từ là năng lượng của tụ, còn động năng là năng lượng từ của cuộn cảm. Từ (3) dễ thấy rằng “độ cứng” của dao động từ là  $1/C$  còn đóng vai trò khối lượng bấy giờ là độ tự cảm  $L$ . Từ đây, ta có thể viết

ngay tần số góc của dao động:  $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ .



$$\begin{aligned} q &\rightarrow Q, \\ \dot{q} &\rightarrow \dot{Q} = I \\ \gamma &\rightarrow 1/C, \\ \beta &\rightarrow L \\ \omega &= \sqrt{1/LC} \end{aligned}$$

(Kì sau đăng tiếp)

**Lượng Tử** (sựu tâm và giới thiệu)



## HIGGS BOSON

Nguyễn Trần

### I. Vì sao có tên “Higgs boson” ?

Trong Vật lý, người ta rất tôn trọng trật tự thời gian: nếu nhiều người cùng phát hiện ra một hiện tượng, thì người nào phát hiện (công bố) trước thường được đánh giá cao hơn, và tên của người ấy thường được gán cho hiện tượng mới đó. Trong câu chuyện Higgs boson đã có một chút nhầm lẫn. Thực ra, thứ tự công bố là như sau: bài của Englert và Brout công bố sớm nhất, trên *Physical Review Letters*, volume 13, ngày 31/8/1964; Bài đầu của Higgs công bố sau đó 2 tuần, trên *Physics Letters*, volume 12, thêm 5 tuần nữa thì bài quan trọng hơn của Higgs mới được công bố trên *Physical Review Letters*, volume 13; Còn bài của nhóm Guralnik-Hagen-Kibble thì đăng muộn nhất, tận ngày 16/11/1964. Như vậy, theo thông lệ, đáng lẽ phải gọi hạt được tiên đoán là Englert-Brout boson. Có lẽ Benjamin Lee (nhà Vật lý Mỹ gốc Hàn Quốc) là người đầu tiên đã dùng cái tên “Higgs boson” vào 1966. Nhưng, nhầm lẫn của Weinberg mới có vai trò quyết định, “đóng đinh” cái tên này vào lịch sử Vật lý. Trong bài báo quan trọng 1967 Weinberg đã trích dẫn bài của Higgs trước bài của Englert-Brout. Tiếp nữa, trong một bài đăng năm 1971 Weinberg lại ghi nhầm bài của Higgs ở *Physical Review Letter*, volume 12 (nhầm với bài trên *Physics Letters*), mà đã 12 thì tất là sớm hơn bài của Englert-Brout trên volume 13 rồi ! Vì Weinberg là nhân vật số 1 trong lĩnh vực này, nên nhầm lẫn của ông được truyền đi rộng rãi trong hàng chục năm, đê rồi năm 2010 “Higgs boson” xuất hiện trên *Review of Particle Physics* như một cái tên chuẩn, miễn bàn, miễn thay đổi. Weinberg đã thừa nhận nhầm lẫn của mình trong một bài viết trên *The New York Review of Books*, tháng 5/2012.

### II. Higgs Boson – Ai sẽ đoạt Nobel ?

Ngày 04/07/2012 CERN công bố đã phát hiện một hạt mới, có thể là Higgs Boson (HB). Ngày 14/03/2013 các nhà khoa học của CERN khẳng định lại rằng, khả năng 90 % hạt phát hiện được là HB, chỉ chưa rõ đó có phải chính xác là HB của Mô hình chuẩn hay không. Liệu phát hiện này sẽ đoạt giải Nobel 2013 và nếu được, thì giải sẽ trao cho những ai. Câu hỏi thoạt

đầu tưởng đơn giản, hóa ra không dễ trả lời.

**Ngược dòng lịch sử.** Chỉ nói về lý thuyết, thì đã có tới 6 người (tạm gọi là nhóm 6) là tác giả của các bài báo được xem là đồng thời tiên đoán sự tồn tại của Higgs boson (HB) vào năm 1964, đó là: Peter Higgs ở University of Edinburgh (UK); Francois Englert và Robert Brout ở Free University of Brussels; Tom Kibble ở Imperial College London, Gerald Guralnik ở Brown University, và Carl Hagen ở University of Rochester, New York.

Không chỉ có vậy, các nhà lý thuyết cho rằng, về lịch sử, trước 1964 đã từng có những ý tưởng quan trọng, là tiền đề và cơ sở cho phát hiện của nhóm 6. Trước hết phải kể đến Sheldon Glashow (Boston University), năm 1961 đã phát triển một lý thuyết mô tả đồng thời lực điện từ (do photon mang) và lực hạt nhân yếu (do W- và Z-bosons mang). Khác với photon, W- và Z-boson có khối lượng. Glashow gặp khó khăn là, nếu thay đổi mô hình để cho W- và Z-boson có khối lượng, thì lại vi phạm giả thiết cơ bản về tính đối xứng địa phương, mà chính nó dẫn đến sự tồn tại của các hạt này. Làm thế nào để W- và Z-boson có khối lượng, mà không thay đổi tính đối xứng của lý thuyết ? Phát hiện của nhóm 6 chính là đáp án cho câu hỏi này: họ đã tìm ra cơ chế mang lại khối lượng cho một hạt mang lực (boson). Như vậy, có thể xem, chính Glashow đã đặt bài toán cho nhóm 6, cho dù trong các bài báo 1964 họ không hề nhắc đến W- và Z-boson.

Người tiếp theo phải kể đến là Jeffrey Goldstone (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge) với định lý nổi tiếng mang tên ông. Kibble, một tác giả trong nhóm 6 đã nói: “Định lý Goldstone là một vật cản đáng ngại, vì thế rất tự nhiên là mọi người gắng tìm cách đi vòng qua nó”. Phát hiện của nhóm 6 chính là một cách “đi vòng” như vậy. Còn những cái tên khác nữa, như Yoichiro Nambu ở University of Chicago, hay thậm chí Philip Anderson ở Princeton University. Nhưng, về mặt Vật lý, quan trọng nhất có lẽ là đóng góp của Steven Weinberg (University of Texas, Austin) và Abdus Salam (ICTP, Trieste). Hai ông đã thổi vào phát hiện nặng tính toán học của nhóm 6 một cái hồn Vật lý sâu sắc, mà theo nhà lý thuyết Michael Peskin (SLAS National Accelerator Laboratory, California) thì ”Trường Higgs của tương tác yếu – trường Higgs thực sự - là ý tưởng của Weinberg và Salam”. Thành thử, trong vụ này, ngoài nhóm 6, ít ra phải tính đến 4 người nữa: Glashow, Goldstone, Weinberg, và Salam. Những 10 người, thê

mà một Nobel không trao cho quá 3 người !

**Vì sao vẫn còn băn khoăn ?** Theo tôi cái chốt là ở chỗ, các nhà lý thuyết chưa thật phục nhóm 6. Họ cho rằng, các bài báo 1964 của nhóm này mới chỉ dừng lại ở mô hình toán học, chứ chưa mang một nội dung vật lý dù sâu. Có thể kể ra một số đánh giá như sau. Một là, thực ra, nhóm 6 không tiên đoán HB của Mô hình chuẩn với ý nghĩa như chúng ta đang hiểu. Mục đích của các bài báo 1964 không phải là chỉ ra sự tồn tại của HB, và vì việc xuất hiện hạt này chỉ là một sản phẩm phụ trong lý thuyết của mình, nên các tác giả đã không quan tâm đến nó. Ngay trong bài quan trọng nhất của Higgs, bàn về hạt nhận được, cũng chỉ có vèn vẹn một câu: " Phương trình (2b) mô tả các sóng mà lượng tử của chúng có khối lượng". Không ai nhắc tới W- và Z - boson. Các tác giả có buông một câu rằng, cơ chế tạo khối lượng của họ có thể giúp dễ giải thích tương tác mạnh, nhưng cũng chỉ dừng ở đó. Thành ra, dân lý thuyết cho rằng, cái hạt mới phát hiện ở CERN với các tính chất đã được tiên đoán trước, là sản phẩm không phải của nhóm 6, mà trước hết là của Weinberg và Salam, những người đã khai sinh ra Mô hình chuẩn.

Hai là, nhóm 6 không giải thích nguồn gốc của khối lượng. Cơ chế Higgs mang lại khối lượng cho W- và Z-boson (hạt mang lực), nhưng không giải thích sự tồn tại của tất cả khối lượng trong vũ trụ. Weinberg mới là người chỉ ra cách thức mà cơ chế này mang lại khối lượng cho các hạt cơ bản khác, như electron hay quarks.

Ba là, các bài báo của nhóm 6 đều dài không quá 3 trang, chưa đủ rõ ràng và chặt chẽ. Tính toán của Englert và Brout chỉ dừng lại ở gần đúng "bậc nhất" (bậc thấp nhất). Higgs trình bày chỉ phương án lý thuyết trường cổ điển và trong phần ghi chú viết "về lý thuyết lượng tử, thì chưa có gì được chứng minh". Bài của Guralnik, Hagen, và Kibble thì có phần hoàn thiện hơn. Frank Close (University of Oxford, UK) cho biết, thoát đầu chẳng ai để ý đến các bài báo này. Chỉ sau công trình 1967 của Weinberg, thì nhóm 6 mới được biết đến.

**Dự đoán chung cuộc ?** Dù sao, đa phần các nhà Vật lý cho rằng, việc nhóm 6 tìm ra cơ chế đem lại khối lượng cho một hạt mang lực mà không làm đảo lộn toàn bộ lý thuyết cũng là xứng đáng để nhận Nobel rồi. Tuy nhiên, Chris Quigg ở FermiLab (Illinois) lưu ý, Ủy ban Nobel cần thận trọng, để nếu những người này được Nobel thì đó là do những gì mà họ thực sự

đã làm được, chứ không phải do những gì người ta nói là họ đã làm được. Cũng may là hầu hết những ứng viên tiềm năng, không thuộc nhóm 6, đều đã nhận Nobel rồi (Anderson 1977, Glashow-Weinberg-Salam 1979; Nambu 2008). Vậy, cứ cho là nhóm 6 sẽ được Nobel, thi vẫn còn một việc là, phải chọn 3 trong 5 (Brout đã mất năm 2011). Nhóm 3 đồng tác giả, Guralnik, Hagen, và Kibble, đã tự nguyện đứng sau, vì bài báo của họ công bố muộn hơn. Thành thử, ứng viên số 1 là Higgs, số 2 là Englert. Nếu có thêm một nữa, thì Kibble có lẽ trội hơn vì các nghiên cứu tiếp theo của ông đã góp phần dẫn tới lý thuyết Weinberg-Salam. Chung cuộc, tôi mạnh dạn đặt cược một Nobel lý thuyết cho Higgs, Englert, và Kibble.

Còn về thực nghiệm, hẳn là cũng phải được một Nobel, nhưng sẽ trao cho ai, khi mà hai nhóm ATLAS và CMS đồng thời phát hiện ra HB, mà mỗi nhóm gồm khoảng 3000 thành viên ? Chris Quigg cho rằng, chọn 1 trong 3000 có khi còn dễ hơn chọn 3 trong 5. Theo Michael Peskin, thì Lyndon Evans, nhà Vật lý gia tốc ở CERN, người phụ trách xây dựng LHC, phải là ứng viên số 1 cho Nobel thực nghiệm. Việc đề cử Nobel năm nay đã khép lại vào tháng 2. Cũng chưa rõ tên và thứ tự các ứng viên. Hãy chờ xem!



Từ trái sang phải: Tom Kibble; Gerald Guralnik ; Carl Hagen; Francois Englert và Robert Brout



Peter Higgs



## THÔNG TIN LASER

(Tiếp theo kỳ trước)

**Nguyễn Xuân Chánh**

### 2. Thông tin laser

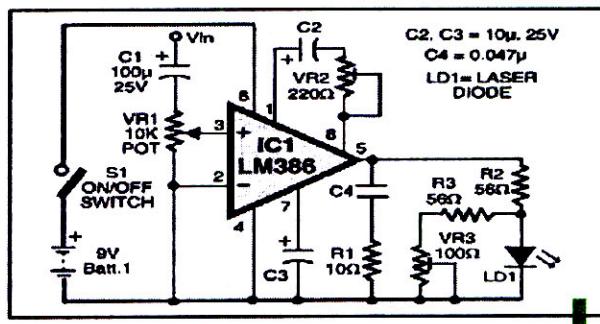
Thông tin laser là một kỹ thuật thông tin không dây mới được phát triển. Nguyên tắc hoạt động của thông tin laser tương tự như thông tin sợi quang, khác biệt chính là ánh sáng mang thông tin không phải được truyền theo sợi quang mà truyền trong không gian mở thí dụ như trong khí quyển, trong khoảng không vũ trụ v.v... Đặc điểm của thông tin laser là máy phát và máy thu phải thẳng hàng “nhìn thấy được nhau”

Máy phát có đầu vào tiếp nhận thông tin cần truyền đi (âm thanh, hình ảnh v.v...) để điều chế sao cho gửi được thông tin đó vào sóng ánh sáng do diốt phát sáng (LED) hay diốt laser phát ra. Ánh sáng phát ra này đi thẳng vào trong không gian hướng tới máy thu. Máy thu có nhiệm vụ thu sóng ánh sáng mà máy phát gửi đến, xử lý để có được thông tin đã được gửi đi trên sóng ánh sáng.

Nói chung với kỹ thuật vi mạch và kỹ thuật phát ánh sáng mạnh bằng LED hoặc diốt laser hiện nay, máy phát cũng như máy thu dùng cho truyền thông laser khá gọn nhẹ và rẻ tiền.

Để dễ hình dung ta xét thí dụ về một máy phát và máy thu đơn giản học sinh có thể làm được với vật liệu, linh kiện dễ kiếm ở thị trường.

Ở sơ đồ máy phát (hình 2) thông tin cần gửi đi thí dụ là âm thanh ca nhạc lấy từ đầu ra của một máy CD được nối vào chỗ  $V_{in}$ . Vì mạch chủ yếu là IC1 LM386 có nhiệm vụ khuếch đại âm thanh để làm biến đổi sóng ánh sáng do diốt laser LD1 phát ra. Có thể lấy diốt laser ở bút trỏ làm nhiệm vụ này.



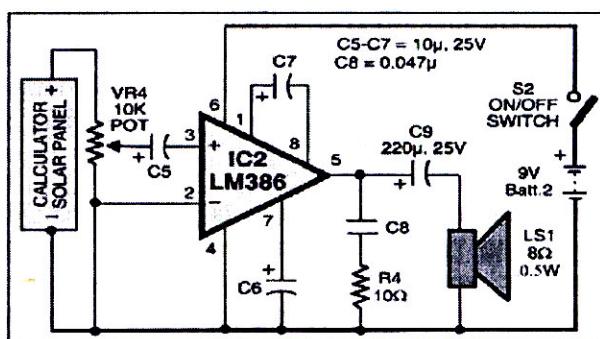
Hình 2. Sơ đồ máy phát (loại đơn giản) ở thông tin laser

Máy thu (hình 3) có bộ phận thu ánh sáng laser để biến thành tín hiệu điện. Có thể sử dụng tấm pin mặt trời nhỏ ở máy tính con cầm tay làm nhiệm vụ này. Vì mạch chủ yếu IC2 LM386 tách và khuếch đại tín hiệu thông tin mà sóng ánh sáng từ máy phát gửi đến. Loa LS1 là đầu ra cho thông tin (ở đây là âm thanh) máy phát gửi đi máy thu nhận được.

Tùy theo công suất của laser ở máy phát và môi trường dọc đường đi từ máy phát đến máy thu, khoảng cách truyền được thông tin laser có thể là hàng trăm mét (như ở máy phát, máy thu đơn giản nói trên) cho đến hàng nghìn kilômét (như ở thông tin laser giữa Trái Đất và Mặt Trăng mà NASA đang thử nghiệm). Trên mặt đất, khoảng cách truyền được thông tin laser tối đa chỉ vào khoảng 2-3 kilometer và rất dễ bị ảnh hưởng vì mưa tuyết, bụi bặm, khói ... Ra khỏi mặt đất, trong không gian vũ trụ, thông tin laser rất thuận lợi vì tia sáng laser hầu như không bị hấp thụ trong chân không.

Những ưu điểm của thông tin laser là:

Giá thành rẻ, dễ triển khai. So với các phương tiện thông tin thường thấy, các máy phát, thu trong thông tin laser nhỏ, nhẹ hơn dễ lắp đặt trên mặt đất cũng như trên vệ tinh.



Hình 3. Sơ đồ máy thu (loại đơn giản) ở thông tin laser



Dùng ánh sáng để truyền tin đi xa nhưng không cần dây như ở thông tin cáp quang, không cần phải đăng ký tần số như ở thông tin vô tuyến điện.

Sóng mang thông tin là sóng ánh sáng tần số rất cao, hàng trăm lần cao hơn tần số vô tuyến. Sóng mang thông tin tần số càng cao thì lưu lượng thông tin truyền đi càng cao, tốc độ truyền thông tin (số bit truyền đi trong một giây) càng lớn, có thể từ vài trăm kilobit/giây cho đến 10 gigabit/giây.

Ở thông tin laser tia sáng phát đi rất mạnh, đi thẳng đến máy thu, không lan rộng như ở thông tin vô tuyến, do đó ít tốn năng lượng, khó bị nghe lén, có nghe lén thì rất dễ bị phát hiện.

Nhược điểm chính của thông tin laser là máy phát và máy thu phải thẳng hàng “nhìn thấy được nhau” trong khoảng không gian gần trên mặt đất dễ bị các yếu tố thời tiết như mưa to, tuyết nhiều... cản trở. Hiện nay thông tin laser đã có nhiều ứng dụng trên mặt đất, đặc biệt là trong không gian vũ trụ.

Thông tin cho một sự kiện đặc biệt tổ chức ở dã ngoại. Thí dụ có biểu diễn sân khấu ca nhạc ở một địa điểm ngoài trời, xa thành phố. Các hình ảnh, âm thanh... muốn cho đến thẳng công chúng ở xa

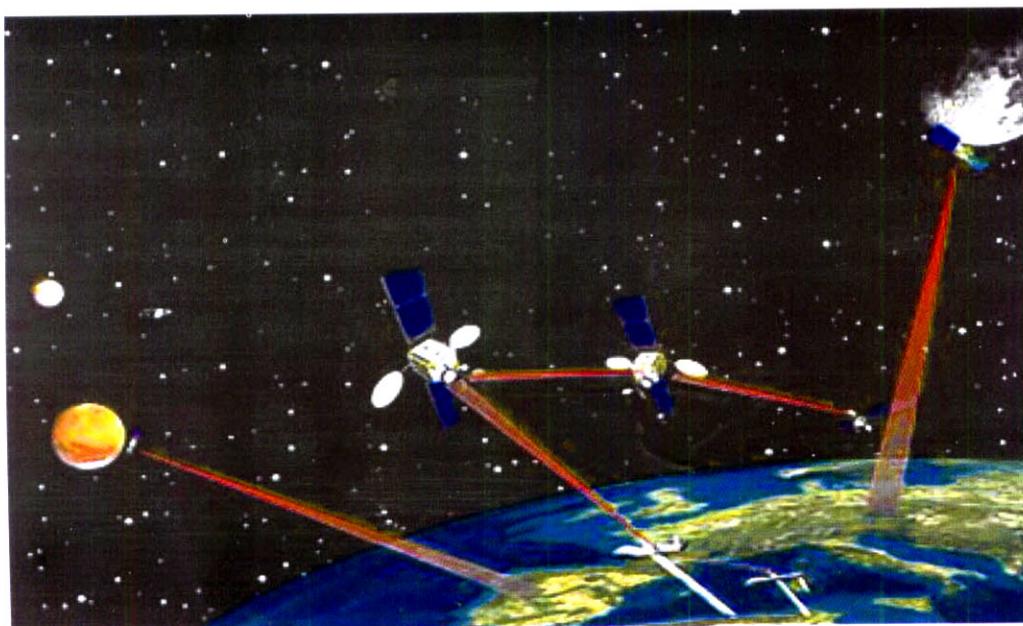
phải được quay trực tiếp và dùng máy phát thông tin laser để truyền đến máy thu thông tin laser đặt ở thành phố, nơi có nhiều điều kiện phát lại để truyền đi xa bằng thông tin cáp quang thông tin vô tuyến....vv

Triển khai phát triển và thu theo thông tin laser không cần xin phép như ở thông tin vô tuyến ở đây việc quản lý tần số luôn luôn chặt chẽ.

Thông tin thiết lập khẩn cấp cho nơi bị thiên tai. Ở đây rất nhiều thông tin, hình ảnh... cần truyền đi xa rất kịp thời trong điều kiện dã chiến, nhiều cơ sở thông tin vốn có bị hư hỏng. Máy phát và máy thu thông tin laser rất gọn nhẹ, dễ triển khai nhanh.

Thông tin từ mặt đất lên vệ tinh, từ mặt đất lên các hành tinh gần (Mặt Trăng), thông tin giữa các vệ tinh v.v.. Đây là lĩnh vực có nhiều ứng dụng và phát triển nhất của thông tin laser. Ưu điểm chính ở đây là không gian rộng rãi dễ dàng cho các tia sáng đi thẳng ít bị nhiễu, ít bị hấp thụ. Người ta dễ dàng bố trí thông tin hai chiều, mỗi nơi có cả máy phát và máy thu. Vì máy tương đối gọn nhẹ nên lắp vào vệ tinh không ảnh hưởng đáng kể đến trọng lượng.

Ý tưởng sử dụng ánh sáng để mang thông tin đã có từ lâu nhưng từ khi có laser phát ra ánh sáng cực mạnh mới phát triển nhanh. Thực ra tên gọi đầy đủ phải là thông tin laser trong không gian tự do (*Free Space Laser Communication*) để phân biệt với thông tin dùng laser ở cáp quang.



Hình 4. Ứng dụng thông tin laser trong vũ trụ

*Đặt bàn tay của bạn trên một bếp lò nóng trong một phút, ta cảm thấy lâu như một giờ. Ngồi với một cô gái xinh đẹp trong một giờ, ta lại cảm thấy nhanh như một phút. Đó là sự tương đối*

**"Put your hand on a hot stove for a minute, and it seems like an hour. Sit with a pretty girl for an hour, and it seems like a minute. THAT'S relativity"**

Albert Einstein



## CÂU HỎI KỲ NÀY

Vì sao có lúc đường ống dẫn nước lại phát ra tiếng kêu ọc ọc?

## ĐÁP ÁN CÂU HỎI KỲ TRƯỚC

Khi có gió thổi ta nghe thấy tiếng u...u.... ở trong tai là do các rung động. Do gió thổi, cây cối cột điện, đường dây tải điện, ống khói, cầu, nóc nhà, góc nhà, ... gây ra rung động, giống như khi ta thổi Hacmonica, dòng khí làm rung động lam rung. Khi thổi Hacmonica, cùng một dòng khí đã làm rung động những lam rung dài ngắn khác nhau nên âm thanh phát ra không giống nhau, khi gió thổi vào các vật chướng ngại khác nhau, chúng có thể gây ra những âm thanh cao thấp khác nhau.

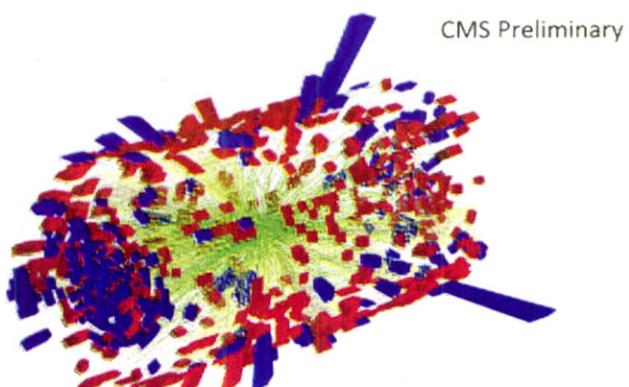
## GÓC VUI CƯỜI



## BẠN CÓ BIẾT

### Giọt chất lỏng nhỏ nhất thế giới

Các nhà khoa học cho rằng, họ đã tạo ra được giọt chất lỏng nhỏ nhất, kích cỡ chỉ cỡ ba đến năm proton. Các giọt chất lỏng đó được tạo ra bên trong cỗ máy gia tốc hạt lớn nhất hành tinh: Máy Va chạm Hadron Lớn (LHC) ở Thụy Sĩ, nơi các hạt được gia tốc đến gần tốc độ ánh sáng rồi được lái lao vào nhau. Khi các nhà nghiên cứu cho proton va chạm với hạt nhân chì, họ đã bất ngờ thấy kết quả là những giọt chất lỏng nhỏ xíu, li ti. Những giọt chất lỏng này khoảng bằng  $1/100.000$  kích cỡ của một nguyên tử hydrogen hoặc  $1/100.000.000$  kích cỡ của một con virus tiêu biếu. Các nhà nghiên cứu xem những giọt ấy là lỏng bởi vì chúng chảy giống với chất lỏng hơn là bất kì trạng thái nào khác của vật chất.



CMS Preliminary

*Bên trong LHC, các proton lao vào hạt nhân chì, tạo ra những giọt lỏng nhỏ li ti, cùng với những hạt nguyên tử khác. Các đường xanh lục thể hiện quỹ đạo của những hạt nguyên tử được tạo ra; cột đỏ và cột xanh lam thể hiện năng lượng đo bởi hai bộ nhiệt lượng kế của máy dò CMS. Ảnh: CMS.*