

ISSN : 1859 - 1744

# VẬT LÝ & TUOI TRẺ

HỘI VẬT LÝ VIỆT NAM

• TẠP CHÍ RA HÀNG THÁNG

10-6

NĂM THÚ 11

SỐ 120

THÁNG 8- 2013

MÁY ẢNH MẮT CÔN TRÙNG



MỘT SỐ CÂU HỎI HAY VÀ KHÓ  
TRONG ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2013

Tổng biên tập :

PHẠM VĂN THIỀU

Thu ký Tòa soạn :  
ĐOÀN NGỌC CĂN

### BAN BIÊN TẬP :

Hà Huy Bằng,  
Đoàn Ngọc Căn,  
Tô Bá Hạ,  
Lê Nhu Hùng,  
Bùi Thế Hung,  
Nguyễn Thế Khôi,  
Hoàng Xuân Nguyên,  
Nguyễn Văn Phán,  
Nguyễn Xuân Quang, (Phó trưởng ban)  
Đoàn Văn Ro,  
Phạm Văn Thiều (Trưởng ban),  
Chu Đình Thúy,  
Vũ Đình Túy.

### TRỊ SU & PHÁT HÀNH

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

Địa chỉ liên lạc và đặt mua báo

### TOÀ SOẠN VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

10 - Đào Tấn (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

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

\* TÍNH MÀ KHÔNG TÍNH (Tiếp theo kỳ trước)

### 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.....Tr7

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

### GIÚP BẠN ÔN TẬP .....Tr13

\* ÔN TẬP CHƯƠNG I LỚP 10 VÀ LỚP 11

### GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC .....Tr19

\* MỘT SỐ CÂU HỎI HAY VÀ KHÓ TRONG ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2013

### GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI .....Tr24

\* ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA TRUNG QUỐC – VÒNG I NĂM 2001

### VẬT LÝ ĐỜI SỐNG .....Tr26 & Bìa 3

\* MÁY ẢNH MẮT CÔN TRÙNG

### CLB VL&TT .....Bìa 4

*Ảnh bìa: Chuồn chuồn – Một loài côn trùng có mắt phức hợp.*





## TÍNH MÀ KHÔNG TÍNH

(tiếp theo kì trước)

### Đoán nghiệm như thế nào

Bây giờ xin nêu một ví dụ cho thấy làm thế nào có thể nhận biết được một số đặc điểm của nghiệm trước khi xây dựng công cụ để giải chính xác bài toán, thậm chí trước cả khi viết được các phương trình của bài toán. Đây cũng đồng thời là một ví dụ về phân tích thứ nguyên phức tạp hơn so với trường hợp dao động tử.

Một trong những bài toán phức tạp nhất và chưa giải được của vật lý lý thuyết, đó là mối liên hệ giữa các hiện tượng điện từ và hấp dẫn. Nếu một mối liên hệ như vậy thực sự tồn tại thì trong kết quả giải các phương trình (mà hiện còn chưa viết được) sẽ phải có mặt một hằng số không thứ nguyên cho mối quan hệ giữa hằng số hấp dẫn  $G$ , và các đại lượng đặc trưng cho các hiện tượng điện từ như vận tốc ánh sáng  $c$ , điện tích  $e$  và khối lượng  $m$  của electron. Nếu tồn tại những hiện tượng lượng tử nữa thì trong bài toán còn có cả hằng số Planck  $\hbar$ . Biết thứ nguyên của  $G$ ,  $c$ ,  $e$ ,  $m$  và  $\hbar$  không khó tin rằng chỉ có thể lập được hai tổ hợp không thứ nguyên từ các hằng số trên, đó là:

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} \quad \text{và} \quad \xi = \frac{\hbar c}{G m^2} \quad (\text{với } \hbar = \frac{h}{2\pi}).$$

Tổ hợp thứ nhất đặc trưng cho tương tác của electron với trường điện từ ("diện tích" không thứ nguyên của electron) và được gọi là hằng số cấu trúc tế vi. Thay các giá trị bằng số vào hai tổ hợp trên, ta tính được:  $\alpha = 1/137$  và  $\xi = 5 \cdot 10^{44}$ . Liệu có thể xuất hiện một con số lớn như  $\xi$  khi giải các phương trình hợp lý nào đó không? Các con số không thứ nguyên xuất hiện khi giải các bài toán vật lý, như đã nói ở trên, thường có cỡ vài đơn vị hay vài phần của đơn vị. Bởi vậy chúng ta có quyền hy vọng rằng đại lượng  $\xi$  có mặt trong bài toán dưới dạng sao cho kết quả sẽ nhận được một con số cỡ đơn vị. Bây giờ cần phải làm một bước nhảy logic nhỏ về mặt trực giác. Có nhiều khả năng trong lý thuyết sẽ phải đưa vào tổ hợp  $\alpha \ln \xi \sim 1$

Rõ ràng, biết được hệ thức kiểu như vậy sẽ làm giảm nhẹ đi nhiều việc tìm nghiệm của bài toán. Trong các nỗ lực lý thuyết hiện nay nhằm tìm lời giải cho bài toán về mối liên hệ giữa điện từ và hấp dẫn, đại lượng  $\xi$  được đưa vào đúng dưới dạng đó.

### XÉT CÁC TRƯỜNG HỢP GIỚI HẠN

#### Ý tưởng cơ bản của cơ học lượng tử

Chúng tôi sẽ đưa ra một ví dụ nữa cho thấy khi đơn giản bài toán đến mức giới hạn có thể xác định được những đặc điểm chủ yếu của hiện tượng. Ví dụ này cũng cho chúng ta thấy rõ cách tiếp cận định tính đối với một bài toán là như thế nào.

Theo cơ học lượng tử, năng lượng của electron trong nguyên tử chỉ có thể nhận các giá trị gián đoạn. Cụ thể, trong nguyên tử hyđrô, các giá trị khả dĩ của năng lượng được cho bởi biểu thức:

$$E_n = -\frac{me^4}{\hbar^2} \frac{1}{2n^2} \quad (4)$$

(Các nhà vật lý chuyên nghiệp ít khi sử dụng hệ đơn vị SI!). Hiệu hai giá trị của  $E_n$  với  $n$  khác nhau ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) xác định với độ chính xác rất cao tần số của các vạch phổ quan sát được trong thực nghiệm.

Ý tưởng cơ bản của cơ học lượng tử là ở chỗ mỗi hạt (trong trường hợp này là electron) được đặc trưng bởi

một sóng có bước sóng  $\lambda = \frac{2\pi\hbar}{mv}$  (5) trong đó  $m$  là

khối lượng của hạt và  $v$  là vận tốc của nó. Có thể nhận được các giá trị gián đoạn của năng lượng từ điều kiện yêu cầu rằng trên chiều dài quỹ đạo mà electron chuyển động phải đặt trọng một số nguyên lần các bước sóng đó. Nếu electron ở trạng thái thứ  $n$  có bán kính  $r$  thì điều kiện trên là:  $2\pi r = n\lambda$  (với  $n = 1, 2, 3, \dots$ ) hay  $mv_n = \hbar n / r$ . Từ đây dễ dàng tính được động

$$\text{năng của electron ở trạng thái } n: E_d = \frac{mv_n^2}{2} = \frac{\hbar^2 n^2}{2mr^2}$$

Thể năng của electron trong trường của hạt nhân âm và bằng  $E_d = -Ze^2 / r$ . Năng lượng toàn phần của electron trong nguyên tử hyđrô bằng

$$E_n = \frac{\hbar^2 n^2}{2mr^2} - \frac{e^2}{r} \quad (6)$$

Trong quá trình lập luận ở trên chúng ta đã ngầm giả thiết rằng bán kính  $r$  của quỹ đạo electron có giá trị cố định. Tuy nhiên, theo cơ học lượng tử thì quỹ đạo này bị nhòe đi xung quanh quỹ đạo cố định ổn định.

Để đánh giá bán kính này ta lấy giá trị của  $r$  ứng với cực tiểu của năng lượng  $E(r)$ .

Đặt  $x = 1/r$ , (6)

viết lại dưới dạng:

$$E = Ax^2 + Bx$$

với  $A = \frac{\hbar^2 n^2}{2m}$  và  $B = e^2$ . Từ đồ thị trên dễ dàng tính

được, giá trị của  $r$  ứng với cực tiểu của năng lượng:

$$r_n = \frac{1}{x} = \frac{2A}{B} = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2}$$

(Lưu ý rằng với  $n = 1$ , biểu thức này cho giá trị đúng của bán kính nguyên tử ở trạng thái năng lượng thấp nhất). Thay biểu thức trên vào (6), ta tìm được:

$$E_n = -\frac{me^4}{\hbar^2} \frac{1}{2n^2}$$

Đây chính là biểu thức (4) ở trên.

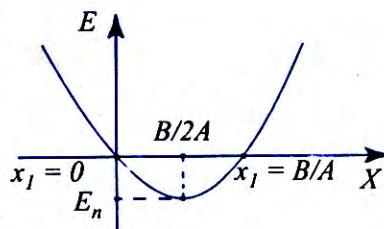
Thực ra, electron có thể hiện diện ở bất cứ khoảng cách nào đối với hạt nhân với những xác suất khác nhau. Sự đơn giản hóa của chúng ta là ở giả thiết cho rằng khoảng cách đó là xác định, bằng  $r$  và tìm được từ điều kiện cực tiểu năng lượng. Tất nhiên, giả thiết đó là thô. Bởi vậy không thể tin tưởng vào hệ số ở trước công thức đó, mặc dù nó ngẫu nhiên nhận được lại là đúng. Nhưng những thứ còn lại là đáng tin cậy. Đặc biệt quan trọng là sự phụ thuộc vào số “lượng tử”  $n$ .

Việc giải chính xác đòi hỏi biết phương trình cơ bản của cơ học lượng tử (phương trình Schrodinger) và một công cụ toán học rất phức tạp. Cái mà chúng ta nhận được chỉ là một lời giải định tính, khi mà kết quả nhận được sai khác với nghiệm chính xác chỉ là một nhân tử chưa biết, nhưng đặc tính về sự phụ thuộc vào các tham số của bài toán đã được truyền đạt một cách chính xác. Lời giải định tính đã làm cho việc nhận được nghiệm chính xác trở nên dễ dàng hơn rất nhiều, vì những đặc điểm chính của hiện tượng đã được bộc lộ rõ.

**Thêm một sự mở rộng nữa – dao động tử lượng tử**

Giải bài toán về dao động tử lượng tử cũng không phức tạp hơn nhiều. Cũng như trước, ta xét một dao động tử tổng quát (tức là không quan tâm tới bản chất của nó là con lắc lò xo hay mạch dao động) với năng

lượng được viết dưới dạng  $E = \gamma \frac{q^2}{2} + \beta \frac{\dot{q}^2}{2}$ . Có thể



hình dung dao động tử này là một “hạt” nào đó, khối lượng  $\beta$ , treo trên lò xo có độ cứng  $\gamma$ . Để phát biểu ý tưởng cơ bản của cơ học lượng tử cho đối tượng này, ta đưa vào bước sóng  $\lambda$  của quá trình sóng gắn với “hạt” đó (giống như (5)):  $\lambda = \frac{2\pi\hbar}{\beta\dot{q}}$

Mẫu số chính là tích của khối lượng và vận tốc của “hạt”. Vì vận tốc thay đổi theo chuyển động, nên bước sóng trên cũng thay đổi, nó cực tiểu ở gần VTCB và tăng khi vận tốc của “hạt” nhỏ.

Giả sử hạt chuyển động trong vùng từ  $-q_0$  đến  $q_0$ .

Để tạo thành một sóng đứng trên độ dài  $2q_0$  phải chứa trọn một số nguyên lần nữa bước sóng:

$2q_0 = (n+1)\lambda/2$  (với  $n = 0, 1, 2, \dots$ ). Để đánh giá vận tốc, ta lấy giá trị của vận tốc tại  $q_0$ , tức là:

$$(\dot{q})_0 = \frac{2\pi\hbar}{\beta\lambda} = \frac{\pi\hbar(n+1)}{2\beta q_0}$$

lượng ở trên, ta được:  $E_n(q_0) = \frac{(\pi\hbar)^2}{8\beta} \frac{(n+1)^2}{q_0^2} + \frac{\gamma q_0^2}{2}$

Áp dụng bất đẳng thức Cauchy, ta tìm thấy năng lượng cực tiểu tại  $q_0^2 = \frac{\pi\hbar(n+1)}{2\sqrt{\beta\gamma}}$

Thay vào biểu thức năng lượng, ta được:

$$E_n = \frac{\pi}{2} \hbar \sqrt{\gamma/\beta} (n+1) = \frac{\pi}{2} \hbar \omega (n+1) \text{ với } n = 0, 1, 2, \dots$$

Đại lượng  $\omega = \sqrt{\gamma/\beta}$  chính là tần số dao động của dao động tử cổ điển.

Thực tế, khi tính chính xác, công thức năng lượng là

$$E_n = \hbar\omega(n + \frac{1}{2})$$

Như vậy, kết quả định tính mà ta thu được chỉ sai khác một thừa số ( $\pi/2$  thay vì là 1), cũng như vậy, năng lượng thấp nhất với  $n = 0$  là  $\frac{\pi}{2} \hbar \omega$  thay vì là

$\frac{1}{2} \hbar \omega$ . Nay giờ sau khi đã nhận được kết quả, cần

phải suy ngẫm xem ta đã sử dụng cái gì để nhận được kết quả đó và sẽ suy ra cái gì từ biểu thức nhận được của năng lượng dao động tử và của đại lượng  $q_0^2$ .

Trước hết, chúng ta đã áp dụng cho dao động tử của chúng ta, bất chấp nó được cấu tạo ra sao, những nguyên lý của cơ học lượng tử mà ban đầu được áp dụng cho electron.

(Xem tiếp trang 25)



## ĐỀ RA KỲ NÀY

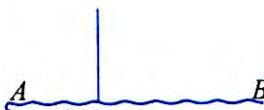
## TRUNG HỌC CƠ SỞ

**CS1/120.** Một ô tô buýt chạy trên đường nhựa thăng với vận tốc không đổi  $v_1 = 10m/s$ . Một người đứng tại vị trí cách đường nhựa là  $h = 50m$  để đón ô tô buýt.

- Người đó cần chạy theo hướng nào để đón được ô tô buýt nếu người đó chạy với vận tốc  $v_2 = 3m/s$  khi ô tô buýt cách người đó là  $l = 200m$ ?
- Người đó cần chạy với vận tốc nhỏ nhất là bao nhiêu để đón được ô tô buýt?

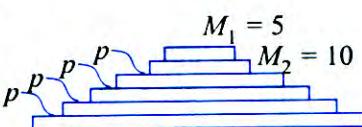
**CS2/120.** Một đoạn

dây thép thăng đều có khối lượng  $40g$  được treo bằng sợi dây tại trung điểm đoạn dây thép. Nửa trái của đoạn dây được gấp lại (hình vẽ). Để hệ nằm cân bằng, người ta phải treo thêm một vật; vật đó được treo tại đâu A hay B? Khối lượng vật treo thêm là bao nhiêu?



**CS3/120.** Từ nhiều

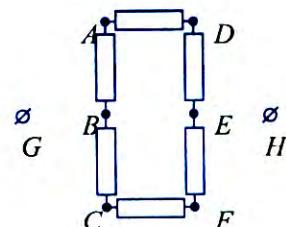
tấm đá hoa, người thợ chọn ra các tấm có bề dày như nhau nhưng diện tích khác nhau để



dựng lên một chiếc tháp. Tấm trên đỉnh tháp có khối lượng  $M_1 = 5kg$ , tấm thứ hai có khối lượng  $M_2 = 10kg$ . Các tấm tiếp theo người thợ chọn đặt các tấm sao cho áp suất giữa các tấm cạnh nhau bất kỳ luôn bằng nhau trừ tấm đầu và tấm thứ hai (hình vẽ). Tìm diện tích của tấm thứ 3, tấm thứ 4 và tấm thứ 5 của tháp. Tìm diện tích  $S_n$  của tấm thứ n và dựng đồ thị của  $S_n$  theo n. Cho biết tấm có diện tích  $1m^2$  được lấy ra từ các tấm đá hoa trên nặng  $100kg$ .

**CS4/120.** Người ta đổ một cốc nước đá vụn ở  $0^\circ C$  vào một bình chứa nước ở  $4^\circ C$ , khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của nước trong bình là  $0^\circ C$  và tất cả nước đá tan thành nước. Có thể nhận được bao nhiêu cốc nước đá vụn từ nước trong bình nếu làm lạnh bình nước. Cho nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4200J/kg.K$ , nhiệt nóng chảy của nước đá là  $\lambda = 330kJ/kg$ . Bỏ qua sự hao phí nhiệt bởi bình và môi trường.

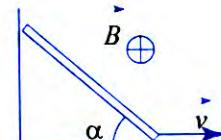
**CS5/120.** Tất cả các điện trở trong mạch điện (hình vẽ) đều có giá trị là  $1\Omega$ . Từ mạch điện trên, nhà thực nghiệm tạo ra các mạch “điện trở ngẫu nhiên”. Ban đầu ông chọn ngẫu nhiên một trong ba đỉnh A, B hoặc C. Tiếp theo ông lại chọn ngẫu nhiên một trong ba đỉnh D, E hoặc F. Sau đó ông mắc điện trở  $1\Omega$  giữa hai đỉnh đã chọn. Cuối cùng băng dây dẫn có điện trở không đáng kể, ông nối đầu vào G với đỉnh thứ nhất và nối đầu ra H với đỉnh thứ hai. Như vậy đã tạo được một mạch “điện trở ngẫu nhiên”. Ông tiếp tục làm như trên với các đỉnh khác.



Nhà thực nghiệm lấy 1155 mạch “điện trở ngẫu nhiên” như thế và mắc chúng nối tiếp với nhau. Theo cách mắc ngẫu nhiên trên thì mạch nhận được nào có khả năng xuất hiện nhiều nhất, điện trở mạch điện đó bằng bao nhiêu? Coi mỗi “điện trở ngẫu nhiên” được tạo ra không phụ thuộc vào các điện trở khác.

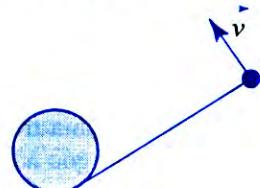
## TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

**TH1/120.** Một thanh mảnh tích điện đều với điện tích tổng cộng  $q$  một đầu tựa vào bức tường thẳng đứng, đầu kia tựa trên sàn nằm ngang.



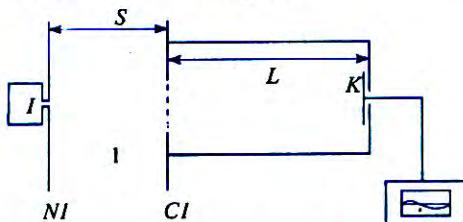
Người ta kéo đầu dưới ra xa tường với vận tốc không đổi  $v$ . Hệ đặt trong từ trường đều cảm ứng từ B có đường sức nằm ngang như hình vẽ. Tìm lực từ tác dụng lên thanh khi thanh lập với sàn góc  $\alpha$ .

**TH2/120.** Một hạt khối nhỏ được gắn vào đầu sợi dây mảnh chiều dài  $L$ , đầu kia của dây gắn vào thành bên của một hình trụ thẳng đứng bán kính  $R$ . Hạt đặt trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang. Cấp cho hạt vận tốc  $v$  vuông góc với dây để hạt quay quanh trụ. Tìm thời gian để sợi dây quấn hết vào trụ.



**TH3/120.** Các iôn có điện tích e bay từ nguồn iôn I với vận tốc nhỏ không đáng kể, sau đó rơi vào vùng điện trường 1 có tác dụng gia tốc, có bề rộng  $S$ . Trong vùng này, điện trường tạo bởi một hiệu điện thế  $U$  không đổi, đặt vào bản N1 (nằm ngay sát nguồn) và lưới C1. Các iôn được gia tốc tự do bay qua lưới và

sau khi đi qua khoảng đẳng thế  $L$ , chúng rơi vào máy thu (một thiết bị thu hồi các iôn) được mắc với một dụng cụ ghi cường độ dòng các iôn theo thời gian. Nguồn và thiết bị ghi đều được bật vào thời điểm  $t = 0$ . Nguồn phóng các iôn ra theo chế độ xung, tức là mỗi lần các iôn được phóng ra trong một khoảng thời gian ngắn  $\tau$ , và mật độ dòng các iôn trong khoảng thời gian đó có thể coi là không đổi.



1.1 Giả sử nguồn phát ra các iôn có khối lượng  $m$  giống nhau. Hãy dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của dòng iôn ghi được theo thời gian.

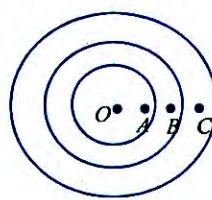
1.2 Giả sử nguồn phát ra 2 loại iôn có khối lượng hơi khác nhau:  $m$  và  $m + \delta m$  với  $\delta m \ll m$ . Sự hiện diện của hai loại iôn được thể hiện bằng hai xung trên đồ thị  $I(t)$ . Các iôn khác nhau này gọi là được phân giải nếu như hai xung tương ứng của chúng không phủ lên nhau theo thời gian. Chứng minh rằng sự khác nhau nhỏ nhất về khối lượng các iôn để còn phân giải được trong dụng cụ đang xét thỏa mãn điều kiện:  $\delta m = \alpha \sqrt{m}$  với  $\alpha$  là một hệ số.

1.3 Tìm công thức liên hệ hệ số  $\alpha$  với các thông số của dụng cụ. Tính trị số của hệ số đó với  $\tau = 1,0 \mu s$ ,  $S = 0,30\text{m}$ ,  $L = 2,0\text{m}$ ,  $U = 300\text{V}$  và đối với khối lượng các iôn, ta dùng đơn vị khối lượng nguyên tử ( $u$ ).

1.4 Khối phô kê trên liệu có phân giải được khối lượng của hai iôn  $^{54}Fe^+$  và  $^{56}Fe^+$  không?

TH4/120. Từ một điểm trên sườn núi lập một góc  $30^\circ$  với phương ngang, người ta ném đồng thời hai hòn đá với cùng vận tốc ban đầu  $20\text{m/s}$ . Người ta ném một hòn lên phía trên và một hòn xuống phía dưới núi dưới một góc nào đó. Hỏi điểm rơi của hai hòn đá trên sườn núi cách nhau một khoảng tối đa bằng bao nhiêu?

TH5/120. Trong chân không có ba vò cầu đồng tâm, dẫn điện. Bán kính của chúng lần lượt là  $2r$ ,  $4r$  và  $6r$ . Tại tâm cầu có một điện tích điểm  $Q$ . Tính điện tích trên hai mặt cầu bé, nếu biết cường độ điện trường tại các điểm A, B, C bằng nhau và vị trí của chúng cách tâm là  $r$ ,  $2r$  và  $3r$  tương ứng.

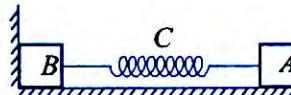


## DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN LÝ

L1/120. Một lò xo độ cứng  $k$ , nối hai cục gỗ có khối lượng  $m$ . Đặt cục gỗ B tựa vào vách ngăn của một máng ngang nhẵn. Nếu lò xo có độ co là  $d_0$  và sau khi thả ra thì:

1) Vị trí trung điểm C giữa hai cục gỗ sẽ chuyển động ra sao?

2) Hãy tính toán các đại lượng vật lý đặc trưng cho chuyển động này.



L2/120. Một tấm ván có khối lượng  $1\text{kg}$  và chiều dài  $1\text{m}$  với mặt trên ráp đứng yên trên mặt bàn nhẵn nằm ngang. Ở đầu trái của ván, người ta đặt một vật nhỏ có cùng khối lượng và trong suốt  $1\text{ giây}$  tác dụng lên nó một lực nằm ngang hướng dọc sang bên phải tấm ván, có độ lớn  $3\text{N}$ .

Tính lượng nhiệt toả ra trong hệ, biết rằng hệ số ma sát giữa vật và ván bằng  $0,1$ . Cho gia tốc rơi tự do  $g = 10\text{m/s}^2$ .



L3/120. Hai chất điểm  $A_1, A_2$  chuyển động biến đổi đều dọc theo trục Ox. Nếu tại thời điểm đầu,  $A_1$  bắt đầu chuyển động từ O với vận tốc đầu bằng  $v_0 = 6(m/s)$  thì sau đó  $6\text{s}$ , nó có tọa độ  $x_1 = 90(m)$ . Hai giây sau khi  $A_1$  xuất phát,  $A_2$  đi qua O với vận tốc  $v = 36(m/s)$  và sau đó  $3\text{s}$  nó đạt tọa độ cực đại. Với những giá trị nào của  $v_0$  thì 2 chất điểm không thể gặp nhau?

## DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/120. Tìm nghiệm nguyên của phương trình sau  $x^2(y-1) + y^2(x-1) = 1$ .

T2/120. Cho các số dương  $x_1, x_2, \dots, x_n$  thỏa mãn

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n} = n. \text{ Tìm giá trị nhỏ nhất của}$$

$$A = x_1 + \frac{x_2^2}{2} + \frac{x_3^3}{3} + \dots + \frac{x_n^n}{n}$$

T3/120. Cho tam giác  $ABC$  có  $AC \neq BC$ . Đường phân giác trong của góc  $C$  chia góc tạo bởi đường cao và đường trung tuyến từ đỉnh  $C$  thành hai phần bằng nhau. Chứng minh rằng tam giác  $ABC$  vuông.

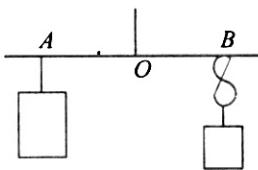


## GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

## TRUNG HỌC CƠ SỞ

**CS1/117.** Một thanh dài mỏng được treo bởi một sợi dây tại  $O$ . Tại  $A$  treo một quả cân bằng sắt. Để thanh thẳng bằng ta dùng móc cân treo một vật tại  $B$  cách  $O$   $0,25m$  (hình vẽ). Sau đó nhúng cả hệ ngập trong nước; Để thanh lại thẳng bằng phải dịch móc cân treo vật tới vị trí nào trên thanh?

Cho khối lượng riêng của sắt là  $2000 \text{ kg/m}^3$ , của nước là  $1000 \text{ kg/m}^3$  và của vật là  $800 \text{ kg/m}^3$ . Bỏ qua khối lượng của thanh và móc treo.



**Giải.** Ký hiệu  $V_1$  là thể tích quả cân,  $l$  là khoảng cách  $OA$ ,  $m$  là khối lượng của vật treo trên móc cân và  $x$  là khoảng cách  $OB$ . Trong không khí, hệ vật ở trạng thái cân bằng ta có phương trình

$$10V_1D_1l = 10mx \rightarrow x = \frac{V_1D_1l}{m} \quad (1)$$

Nhúng hệ ngập trong nước. Vì vật nhẹ hơn nước nên phải dịch móc treo tới  $B'$  nằm bên trái  $O$ . Gọi  $OB'$  là  $x'$ . Khi hệ ở trạng thái cân bằng ta có phương trình:

$$\left(10\frac{m}{D_2}D_0 - 10m\right)x' = 10(V_1D_1 - V_1D_0)l$$

Với  $D_0, D_1, D_2$  là khối lượng riêng của nước, của sắt và của vật.

$$\text{Suy ra: } x' = \frac{V_1l(D_1 - D_0)}{(D_0/D_2 - 1)m} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } \frac{x'}{x} = \frac{D_1 - D_0}{D_1} \cdot \frac{D_2}{D_0 - D_2}$$

$$\text{Thay các giá trị đã cho vào trên ta được } \frac{x'}{x} = 2$$

$$\text{Vậy } x' = 2x = 0,5m.$$

Các bạn có lời giải đúng: Trương Kiều Chinh 9A, THCS Yên Phong, huyện Yên Phong, Bắc Ninh; Trương Thành Trung 9B, THPT Hà Nội, Amsterdam Hà Nội; Phan Tùng Lâm 8C, THCS Lê Hồng Phong, Hưng Nguyên, Nghệ An. Ngô Văn Khoa 9A, THCS Phạm Huy Quang, Đông Hưng, Thái Bình.

**CS2/117.** Có nhiều vỏ bao diêm giống nhau, mỗi vỏ bao có kích thước các cạnh là  $a = 10\text{cm}, b = 8\text{cm}, c = 5\text{cm}$  và khối lượng là  $m = 40\text{g}$ .

Vỏ bao được làm từ vật liệu mà bất kỳ mặt nào của nó cũng chỉ chịu được áp suất tối đa là  $p = 800\text{Pa}$ . Bạn An định dùng các vỏ bao diêm chồng lên nhau để xếp thành một chiếc tháp cao. Hỏi chiều cao lớn nhất của tháp mà bạn An có thể dựng được là bao nhiêu?

**Giải.** Để tháp có được chiều cao lớn nhất, bạn An phải chọn cách sao cho đặt được nhiều bao diêm nhất. Trong cách đặt này theo thứ tự từ trên xuống ta phải xếp các bao diêm có chiều cao lớn nhất (là  $a$ ) dưới đó xếp các bao diêm có chiều cao là  $b$  tiếp theo các bao diêm có chiều cao là  $c$ .

1. Nếu xếp mặt tiếp xúc là  $S = b.c$ , cao là  $a$  thì khối lượng lớn nhất mà mặt này chịu được là  $m_1$ :

$$10m_1 = p.b.c \rightarrow m_1 = \frac{p.b.c}{10} = 0,320\text{kg} = \text{khối lượng 8 bao diêm.}$$

Nếu  $S_2 = ac$ , cao là  $b$  thì  $m_2 = 400\text{g} = \text{khối lượng 10 bao diêm.}$

Nếu  $S_3 = ab$ , cao là  $c$  thì  $m_3 = 640\text{g} = \text{khối lượng 16 bao diêm.}$

Vậy ta chọn cách đặt bao diêm ở dưới cùng có mặt tiếp xúc là  $S_3$  để xếp chồng được nhiều bao diêm nhất là 16 bao.

2. Trong 16 bao diêm này, ở trên cùng ta đặt 8 bao diêm có các mặt tiếp xúc là  $S_1$ , dưới đó ta đặt các bao diêm có mặt tiếp xúc là  $S_2$ , số lượng bao diêm xếp theo cách này là  $(10 - 8) = 2$ . Dưới 2 bao diêm này ta đặt các bao diêm có mặt tiếp xúc là  $S_3$  với số lượng là  $16 - (8 + 2) = 6$ . Do đó chiều cao lớn nhất của tháp mà bạn An có thể dựng được là:  $8a + 2b + 6c = 126\text{cm}$ .

**CS3/117.** Bạn Công đọc trên nhãn chai nước ngọt có ghi: "Giá trị năng lượng chứa trong một chai là  $Q = 19642\text{calo}$ ". Bạn Công muốn uống chai nước ngọt đó nhưng lại sợ tăng cân nên nghĩ cách cho nước đá vào chai trước khi uống để sau khi uống không nhận thêm calo. Hỏi bạn Công cần bao nhiêu nước đá ở  $0^\circ\text{C}$  cho mục đích trên?

Biết nhiệt độ ban đầu của chai nước ngọt là  $20^\circ\text{C}$ , nhiệt độ của bạn Công là  $36,6^\circ\text{C}$ . Nhiệt dung của chai nước ngọt là  $C = 1,8 \text{ kJ}/\text{độ}$ . Nhiệt nóng chảy của nước đá là  $\lambda = 333\text{kJ/kg}$ , nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4,2\text{kJ/kg}$ .

Một calo là nhiệt lượng cần để 1 gam nước tăng thêm  $1^\circ\text{C}$ .

**Giải.** Bạn Công muốn không tăng cân khi uống chai nước ngọt thì sau khi uống hết chai nước đó, bạn

Công không thu thêm năng lượng. Điều đó chứng tỏ năng lượng của chai nước ngọt chỉ đủ để làm tăng nhiệt độ của nước đá và chai nước ngọt lên tới  $36,6^\circ C$ .

Gọi khối lượng nước đá cần dùng là m thì phương trình cân bằng nhiệt là:

$$m\lambda + cm \cdot 36,6 + C(36,6 - 20) = Q$$

Suy ra  $m = \frac{Q - 16,6C}{\lambda + 36,6c}$

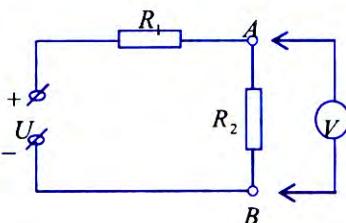
Theo bài ra:  $1cal = 4200 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 4,2J$

Vậy  $Q = 19642 \times 4,2 = 82496,4J$

Thay giá trị của Q vào trên ta tính được  $m \approx 108g$ . Thực tế khi thả lượng nước đá trên vào chai nước ngọt thì chai nước ngọt tỏa nhiệt (giảm năng lượng) để làm tan chảy nước đá, khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của nước ngọt xấp xỉ  $0^\circ C$ . Sau đó bạn Công uống chai nước đó thì phần năng lượng còn lại của chai nước ngọt đủ để tăng nhiệt độ của nước ngọt tới  $36,6^\circ C$ .

**Các bạn có lời giải đúng:** Phan Tùng Lâm 8C, THCS Lê Hồng Phong, Hưng Nguyên, Nghệ An. Ngô Văn Khoa 9A, THCS Phạm Huy Quang, Đông Hưng, Thái Bình.

**CS4/117.** Cho một mạch điện như hình vẽ. Biết  $U$  không đổi,  $R_1 = 5k\Omega$ ,  $R_2 = 10k\Omega$ . Dùng một vôn kế mắc vào hai chốt A, B để đo hiệu điện thế giữa A và B. Hỏi điện trở của vôn kế là bao nhiêu để khi mắc vôn kế vào A, B thì hiệu điện thế giữa A và B thay đổi không quá 2%.



**Giải.** Khi chưa mắc vôn kế thì  $U_{AB} = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Khi mắc vôn kế có điện trở  $R_V$  vào AB thì:

$$\frac{U}{R_1 + \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V}} \times \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V}$$

Lập tì số  $\frac{U'_{AB}}{U_{AB}}$  rồi giản ước ta được:

$$\frac{U'_{AB}}{U_{AB}} = \frac{R_V (R_1 + R_2)}{R_1 R_2 + R_V (R_1 + R_2)} < 1$$

Vậy  $U'_{AB} < U_{AB}$

Theo bài ra:  $\frac{U'_{AB}}{U_{AB}} = \frac{R_V (R_1 + R_2)}{R_1 R_2 + R_V (R_1 + R_2)} \geq \frac{98}{100}$

Thay các giá trị của  $R_1$  và  $R_2$  vào trên ta tìm được  $R_V \geq 163,3k\Omega$

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Đức Nam 9C, THCS Nguyễn Cao, Quế Võ, Bắc Ninh; Trương Thành Trung 9B, THPT Hà Nội - Amsterdam, Hà Nội; Ngô Văn Khoa 9A, THCS Phạm Huy Quang, Đông Hưng, Thái Bình.

**CS5/117.** Cho một thấu kính hội tụ có tiêu cự  $f = 50cm$ . Đặt nguồn sáng điểm S nằm trên trực chính và ở trước thấu kính này. Sau thấu kính đặt một màn M vuông góc với trực chính. Khi dịch chuyển thấu kính từ vị trí nguồn sáng đến vị trí màn ta chỉ quan sát thấy có một vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn. Hãy xác định khoảng cách từ nguồn tới màn.

**Giải.** Ký hiệu khoảng cách từ nguồn sáng và màn tới thấu kính là d và d', khoảng cách từ nguồn sáng tới màn là L

Ta có:  $d + d' = L \quad (1)$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:  $d^2 - Ld + Lf = 0$

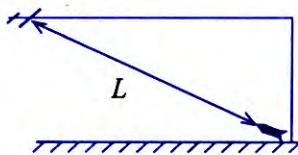
Khi dịch chuyển thấu kính thì d thay đổi mà chỉ có một vị trí của d cho ảnh rõ nét trên màn thì d là nghiệm kép của phương trình bậc 2 trên. Điều này xảy ra khi  $\Delta = L^2 - 4Lf = 0 \rightarrow L = 4f = 200cm$

Vậy khoảng cách từ nguồn tới màn là 200cm.

**Các bạn có lời giải đúng:** Trương Kiều Chinh 9A, THCS Yên Phong, huyện Yên Phong, Nguyễn Đức Nam 9C, THCS Nguyễn Cao, Quế Võ, Bắc Ninh; Trương Thành Trung 9B, THPT Hà Nội- Amsterdam, Hà Nội; Nhữ Mạnh Tuấn 9A, THCS Đinh Công Tráng, Thanh Liêm, Hà Nam; Ngô Văn Khoa 9A, THCS Phạm Huy Quang, Đông Hưng, Thái Bình.

## TRUNG HỌC PHỐ THÔNG

**TH1/117.** Sau khi phát hiện ở khoảng cách L một máy bay huấn luyện dùng làm bia đang bay với vận tốc V theo hướng đi tới trận địa phòng không, từ mặt đất người ta đã cho pháo một quả tên lửa (xem hình vẽ). Hệ thống điều khiển tên lửa trong quá trình bay luôn duy trì để vector vận tốc của tên lửa luôn hướng tới bia, còn độ lớn vận tốc của nó luôn tăng để đảm bảo tốc độ tiến tới gần bia là không đổi, đồng thời ngay tại thời điểm xuất phát vận tốc của tên lửa đã bằng vận tốc V của máy bay bia. Biết rằng tên lửa bắn trúng bia đúng ở vị trí ở ngay



bên trên thiết bị phóng. Hãy xác định thời gian từ lúc phóng cho tới khi tên lửa tiêu diệt mục tiêu. Hỏi vận tốc tên lửa bằng bao nhiêu khi vận tốc đó hướng thẳng đứng lên trên? Vận tốc tương đối giữa tên lửa và máy bay bia lớn nhất bằng bao nhiêu?

**Giải.** Kí hiệu  $\alpha$  là góc mà đường thẳng nối máy bay và tên lửa lập với phương ngang. Lúc đầu  $\alpha = \alpha_0$ . Do tốc độ của tên lửa hướng đến máy bay không đổi nên thời gian từ lúc phóng cho tới khi tên lửa tiêu diệt mục tiêu là:  $t = \frac{L}{V(1 + \cos\alpha_0)}$ .

Trong thời gian này máy bay bay được quãng đường  $L\cos\alpha_0$  nên ta có:

$$\frac{L\cos\alpha_0}{V} = \frac{L}{V(1 + \cos\alpha_0)}$$

Suy ra  $\cos\alpha_0 = \frac{\sqrt{5} - 1}{2}$ . Thời gian bay:  $t = \frac{L}{V} \frac{\sqrt{5} - 1}{2}$

Ở thời điểm nào đó, tốc độ tên lửa là  $V_1$ , tốc độ tương đối của nó so với máy bay là:

$$V_1 + V\cos\alpha = V(1 + \cos\alpha_0) \Rightarrow V_1 = V(1 + \cos\alpha_0 - \cos\alpha)$$

Khi vận tốc tên lửa hướng thẳng đứng đứng thì  $\alpha = 90^\circ$

$$\text{nên } V_1 = V(1 + \cos\alpha_0) = V \frac{\sqrt{5} + 1}{2}$$

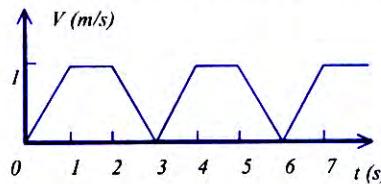
Vận tốc tương đối của tên lửa đối với máy bay là:

$$\begin{aligned} u^2 &= (V_1 + V\cos\alpha)^2 + V^2 \sin^2 \alpha \\ &= V^2(1 + \cos\alpha_0)^2 + V^2 \sin^2 \alpha \end{aligned}$$

$$\Rightarrow u_{\max} = V \sqrt{\frac{\sqrt{5} + 5}{2}}$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Phạm Viết Tài A3K41 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

**TH2/117.** Một viên bi thực hiện dao động tuần hoàn khi chuyển động theo một cung tròn có bán kính 1m. Sự thay đổi vận tốc của viên bi theo thời gian được biểu diễn như trên hình vẽ. Tìm giá tốc cực đại của viên bi.



**Giải.** Từ đồ thị ta thấy, giá tốc pháp tuyến cực đại khi vận tốc lớn nhất bằng 1m/s:

$$a_{n\max} = \frac{v_{\max}^2}{R} = 1m/s^2, \text{ khi } 1 \leq t \leq 2; 4 \leq t \leq 5 \dots$$

Giá tốc tiếp tuyến lớn nhất

$$a_{t\max} = 1m/s^2 \text{ khi } 0 \leq t \leq 1; 2 \leq t \leq 3 \dots$$

Vậy giá tốc toàn phần lớn nhất bằng  $\sqrt{2}m/s^2$  khi  $t = 1; 2; 4; 5 \dots$

**Các bạn có lời giải đúng:** Phạm Viết Tài A3K41, Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

**TH3/117.** Có điện tích  $Q_1$  phân bố đều trên mặt bán cầu bán kính  $R$ , phía dưới bán cầu có đặt vô số điện tích điểm  $Q_2$ . Các điện tích  $Q_2$  nằm trên đường thẳng qua tâm cầu và đỉnh bán cầu, khoảng cách giữa tâm cầu và điện tích thứ  $k$  là  $R.2^{k-1}$  (với  $k = 1, 2, 3, \dots$ ). Hãy tính  $Q_2$  theo  $Q_1$ . Biết rằng điện thế tại tâm cầu bằng 0.

**Giải.** Chia mặt bán cầu thành những phần tử rất nhỏ để có thể coi mỗi phần tử là một điện tích điểm  $\Delta Q_i$ . Điện thế do mỗi phần tử gây ra tại tâm bán cầu là:

$$V_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\Delta Q_i}{R}$$

Điện thế do điện tích  $Q_1$  gây ra tại tâm bán cầu là:

$$V_{Q_1} = \sum V_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{R} \cdot \sum \Delta Q_i = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Điện thế do điện tích  $Q_2$  thứ  $n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) gây

$$\text{ra tại tâm bán cầu: } V_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{R \cdot 2^{n-1}}$$

$$V_n = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R \cdot 2^{n-1}}$$

Điện thế do tổng các điện tích  $Q_2$  gây ra tại tâm bán cầu:

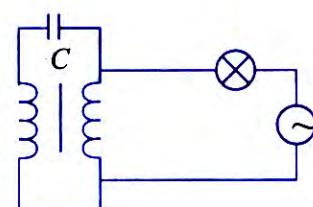
$$V_{Q_2} = \sum_{n=1}^k V_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{R} \left( \frac{1}{2^0} + \frac{1}{2^1} + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{2^{k-1}} \right)$$

$$\text{Do đó: } V_{Q_2} = \frac{2Q_2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Vì điện thế tại tâm bán cầu bằng 0 nên ta có  $Q_2 = -Q_1/2$

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Viết Sang 10 Lý THPT Chuyên Nguyễn Du – Dak Lak; Phạm Viết Tài A3K41, Nguyễn Hoài Nam A3K40 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

**TH4/117.** Người ta quấn 2 cuộn dây giống nhau lên lõi sắt từ với độ từ thẩm rất lớn tạo thành các cuộn cảm  $L$ . Mắc nối tiếp tụ điện  $C$  vào 1 cuộn cảm. Cuộn



còn lại mắc song song vào hệ trê. Dùng máy phát điện có điện thế hình sin và đèn để nghiên cứu tính chất của hệ. Độ nóng sáng của đèn sẽ thay đổi thế nào khi thay đổi tần số của máy phát? Điều gì bị thay đổi nếu đổi chỗ các đầu ra của 1 trong 2 cuộn dây?

**Giải.** Lúc đầu, khi hai cuộn quấn lên lõi thép giống hệt nhau, vì có hiện tượng cảm ứng điện từ xuất hiện trong hai cuộn dây giống hệt nhau nên điện áp giữa hai đầu tụ luôn bằng không. Phần mạch bên trái sẽ không có dòng điện, chỉ có dòng qua phần mạch bên phải. Vì cảm kháng tỉ lệ thuận với tần số nên độ sáng của bóng đèn tỉ lệ với tần số.

Bây giờ nếu một cuộn dây bị quấn ngược lại thì điện áp trên hai cuộn dây vẫn bằng nhau nhưng ngược dấu vì vậy điện áp trên tụ không bị triệt tiêu mà được tăng cường.

Giả sử điện áp đặt vào mạch là  $u = U_0 \cos \omega t$ , thì dòng điện qua tụ là  $i_2 = -2U_0 \omega C \sin \omega t$ .

Vì hai cuộn dây quấn chung trên một lõi thép nên khi đặt điện áp xoay chiều vào ta có

$$L(i_1 - i_2) = U_0 \cos \omega t \text{ và } i_1 - i_2 = \frac{U_0}{\omega L} \sin \omega t$$

Tổng hợp dòng điện trong mạch ta có

$$i_1 + i_2 = i_1 - i_2 + 2i_2 = U_0 \left( \frac{1}{\omega L} - 4\omega C \right) \sin \omega t$$

Sự phụ thuộc của  $Z = \frac{1}{(\frac{1}{\omega L} - 4\omega C)} = \frac{\omega L}{1 - 4\omega^2 LC}$  vào

$\omega$  giống như mạch gồm cuộn dây và tụ điện mắc song song. Do đó khi hoạt động ở tần số thấp, nó giống như một cuộn cảm. Khi hoạt động ở tần số cao, nó giống như một tụ điện. Vì vậy mạch hoạt động tốt cả ở tần số thấp và cao. Chỉ ở tần số  $\omega = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$ , Z có

giá trị rất lớn, dòng điện qua đèn giảm xuống gần như bằng không.

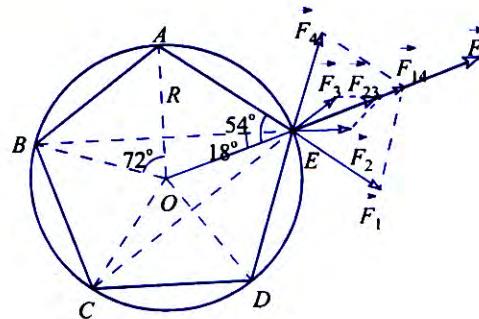
**TH5/117.** Năm con lắc đơn giống nhau chiều dài dây  $l = 0,5m$ , mỗi quả cầu kim loại có khối lượng  $m = 50(mg)$  được treo vào cùng một điểm. Mỗi quả cầu mang điện tích  $Q = 10^{-5}C$ . Khi hệ cân bằng, các quả cầu nằm trên một đường tròn nằm ngang.

a) Xác định bán kính của đường tròn đó.

b) Nếu các quả cầu không mang điện thì chúng phải quay xung quanh trực thăng đứng đi qua điểm treo với chu kì bằng bao nhiêu để các quả cầu sẽ chuyển động trên chu vi vòng tròn kể trên.

**Giải. a) Bán kính R:**

Xét trên mặt phẳng ngang chứa 5 quả cầu:



Do các quả cầu giống nhau và được tích điện như nhau nên khi cân bằng, 5 quả cầu sẽ tạo thành ngũ giác đều ABCDE. Ta tính được số đo các góc như trên hình vẽ.

Ta chỉ xét sự cân bằng của một quả cầu, các quả cầu còn lại tương tự. Gọi  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$  lần lượt là các lực đẩy tĩnh điện mà các quả cầu tại A, B, C, D tác dụng lên quả cầu tại E. Quả cầu cân bằng:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{P} + \vec{C} = 0 \text{ hay}$$

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{C} = 0. \text{ Do tính đối xứng nên:}$$

$$F_1 = F_4 = \frac{kQ^2}{(2R \sin 36^\circ)^2}; F_2 = F_3 = \frac{kQ^2}{(2R \sin 72^\circ)^2}$$

$$F_{14} = 2F_1 \cos 54^\circ = \frac{2kQ^2}{(2R \sin 36^\circ)^2} \cdot \sin 36^\circ = \frac{kQ^2}{2R^2 \sin 36^\circ}$$

$$F_{23} = 2F_2 \cos 18^\circ = \frac{2kQ^2}{(2R \sin 72^\circ)^2} \cdot \sin 72^\circ = \frac{kQ^2}{2R^2 \sin 72^\circ}$$

Lực tĩnh điện tổng hợp tác dụng lên quả cầu tại E:

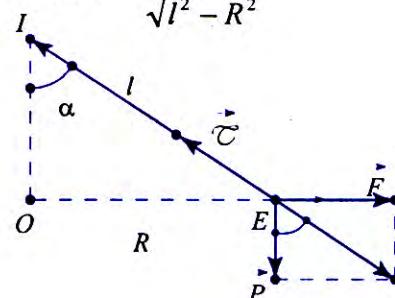
$$F = F_{14} + F_{23} = \frac{kQ^2}{2R^2} \left( \frac{1}{\sin 36^\circ} + \frac{1}{\sin 72^\circ} \right) = \frac{kQ^2}{2R^2} \cdot A$$

$$\text{với } A = \frac{1}{\sin 36^\circ} + \frac{1}{\sin 72^\circ}$$

Xét trên mặt phẳng thẳng đứng chứa điểm treo và

$$\text{điểm E: } \tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{kQ^2}{2R^2 mg} \cdot A$$

$$\text{Mặt khác: } \tan \alpha = \frac{R}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$



$$\text{Suy ra: } \frac{kQ^2}{2R^2mg} \cdot A = \frac{R}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

$$\text{Thay số với: } A \approx 2,7528, k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2};$$

$g = 10m/s^2$  ta được phương trình:

$$(R^2)^3 + (2477,52)^2 R^2 - (1238,76)^2 = 0$$

Giải phương trình ta chọn nghiệm:

$$R^2 = 0,2499 \Rightarrow R = 0,4999 \approx 0,5(m)$$

Như vậy  $R \approx l$

### b) Chu kì T:

Xét chuyển động của một quả cầu. Theo định luật II Niu-ton:

$$\vec{F}_{ht} = m\vec{g} + \vec{\tau} = m\vec{a}_{ht}. \text{ Suy ra:}$$

$$mg \tan \alpha = m\omega^2 R = m \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g \tan \alpha}} = 2\pi \sqrt{\frac{\sqrt{l^2 - R^2}}{g}}$$

Với  $R^2 = 0,2499$  ta được  $T \approx 0,20s$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Viết Sang 10 Lý THPT Chuyên Nguyễn Du – Dak Lak; Phạm Việt Tài A3K41 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An.

## DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ

L1/117. Một vòng dây đồng mảnh, kín, hình tròn được đặt trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây. Cảm ứng từ có độ lớn  $0,5T$ . Trong vòng dây có dòng điện cường độ  $5A$ . Tính lực căng của vòng dây.

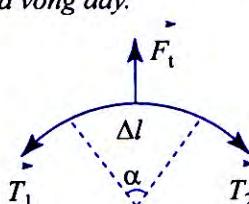
**Giải.** Xét đoạn dây rất nhỏ có chiều dài  $\Delta l$  tương ứng với góc ở tâm  $\alpha$  rất nhỏ (xem hình vẽ). Đoạn dây này chịu lực từ  $\vec{F}_t$ , với

$$F_t = BI\Delta l = BIR\alpha \text{ và các}$$

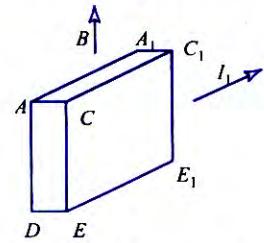
lực căng  $\vec{T}_1, \vec{T}_2$  với  $T_1 = T_2 = T$ . Từ điều kiện cân bằng

$$\text{lực } \vec{F}_t + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0 \text{ ta có: } F_t = 2T \sin \frac{\alpha}{2}$$

Với góc  $\alpha$  rất bé ta có  $\sin \alpha \approx \alpha$  nên  $F_t = T\alpha \Rightarrow T = BIR$ .



L2/117. Một khối kim loại hình hộp chữ nhật chứa dòng điện có cường độ  $I$  được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $\vec{B}$  như hình vẽ. Khi đó, giữa A và C có một hiệu điện thế  $U_{AC}$ . Biết  $AC = a$ ;  $AD = b$  và mật độ electron tự do trong kim loại bằng  $n$ . Tính  $U_{AC}$ .



**Giải.** Khi có dòng điện chạy qua khối kim loại, các electron chuyển động ngược chiều I và chịu tác dụng của lực Lorentz. Từ quy tắc bàn tay trái, ta thấy các electron chuyển động về phía mặt  $CC_1E_1E$ , làm cho mặt này bị tích điện âm. Do đó trong khối xuất hiện điện trường  $\vec{E}$  hướng từ A đến C. Điện trường này gây ra lực điện ngược chiều với lực Lorentz và cản trở các electron tiếp tục chuyển động về mặt  $CC_1E_1E$ . Khi lực điện và lực Lorentz bằng nhau thì điện trường đạt giá trị ổn định và giữa A và C có hiệu điện thế  $U_{AC} = Ea$ . Mặt khác khi đó lực điện bằng lực Lorentz nên  $eE = Bev \Rightarrow E = Bv$ .

Điện tích chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian  $\Delta t$  là  $\Delta Q = neabv\Delta t$  nên cường độ dòng điện là

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = neabv \Rightarrow v = \frac{I}{neab}$$

$$\Rightarrow E = \frac{BI}{neab} \Rightarrow U_{AC} = \frac{BI}{neab} \cdot a$$

Hiệu ứng trình bày trong bài tập này có tên là Hiệu ứng Hall và thường dùng để xác định nồng độ hạt tải điện của các vật liệu dẫn điện.

L3/117. Một vòng dây dẫn kín, hình tròn bằng kim loại được đặt trong một từ trường đều sao cho vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây. Vòng dây có điện trở  $R$ . Độ lớn của cảm ứng từ biến đổi theo qui luật  $B = aB_0t$ . Tính cường độ dòng điện chảy trong vòng dây và hiệu điện thế giữa hai điểm đối xứng qua tâm vòng dây.

**Giải.** Từ thông qua vòng dây  $\Phi = BS = \pi r^2 B_0 t$  với  $r$  là bán kính của vòng dây.

$$\text{Suất điện động cảm ứng có độ lớn: } |\mathcal{E}_c| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \pi r^2 B_0 \cdot$$

Cường độ dòng điện chảy trong vòng dây

$$I = \frac{|\mathcal{E}_c|}{R} = \frac{\pi r^2 B_0}{R} \cdot$$

Xét 2 điểm M và N bất kì trên dây. Vì suất điện động trên vòng dây phân bố đều theo chiều dài của vòng

dây nên ta có  $\varepsilon_{c(MN)} = \frac{\widehat{MN}}{2\pi r} \varepsilon_c$ . Hiệu điện thế giữa 2 điểm M và N là  $U_{MN} = \varepsilon_{c(MN)} - IR_{MN}$

$$\text{Mà } R_{MN} = \frac{\widehat{MN}}{2\pi r} R \text{ nên } U_{MN} = \varepsilon_c \frac{\widehat{MN}}{2\pi r} - \frac{\varepsilon_c}{R} \frac{\widehat{MN}}{2\pi r} R = 0.$$

Vậy hiệu điện thế giữa 2 điểm bất kì trên vòng dây bằng 0.

## DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

**T1/117.** Cho  $a > 1$ ,  $b > 2$  là các số nguyên dương. Chứng minh rằng  $a^b + 1 \geq b(a+1)$ , dấu bằng xảy ra khi nào?

**Giải.** Ta sẽ chứng minh bằng phương pháp quy nạp theo  $a$ . Với  $a = 2$  bất đẳng thức trở thành  $2^b + 1 \geq 3b$  (bạn đọc tự chứng minh bất đẳng thức này bằng phương pháp quy nạp). Giả sử bất đẳng thức đúng với  $a$ , tức là  $a^b + 1 \geq b(a+1)$  ta có

$$(a+1)^b + 1 \geq a^b + ba^{b-1} + 1 \geq b(a+1) + b = b(a+2).$$

Do đó bất đẳng thức đúng với  $a+1$ . ĐPCM.

**Các bạn có lời giải đúng:** Lê Duy Nhất, THPT TP Cao Lãnh, Đồng Tháp.

**T2/117.** Tìm hàm  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  sao cho với mọi  $x, y \in \mathbb{R}$  ta có  $f(x^2 + f(y)) = y + f^2(x)$ .

**Giải.** Với  $x = 0$  ta có  $f(f(y)) = y + f^2(0)$  do đó  $f(f(x^2 + f(y))) = f(y) + f^2(x)$   
 $\Rightarrow f(f(x^2 + y + f^2(0))) = f(f^2(x) + f(y))$   
 $\Rightarrow x^2 + y + 2f^2(0) = y + f^2(f(x)) =$

$$y + x^2 + 2xf^2(0) + f^4(0) \Rightarrow 2f^2(0) = 2xf^2(0) + f^4(0).$$

Đo biểu thức đúng với mọi  $x$  nên  $f(0) = 0$ . Do đó  $f(f(y)) = y$  nên  $f$  là đơn ánh. Với  $y = 0$  ta có  $f(x^2) = f^2(x)$ , suy ra  $f(x)$  nhận giá trị dương với mọi  $x$  dương và  $f(-x) = \pm f(x)$  mà  $f$  là đơn ánh nên  $f(-x) = -f(x)$ . Với  $x \geq 0$  ta có

$$f(x+y) = f(y) + f^2(\sqrt{x}) = f(y) + f(x).$$

Mà  $f(-x) = -f(x)$  nên  $f(x+y) = f(y) + f(x)$  với mọi giá trị  $x, y$ . Mặt khác, vì  $f(x^2) = f^2(x)$  nên  $f(x) > 0$  với mọi giá trị  $x$  dương. Do đó ta có

$f(x) - f(y) = f(x-y) > 0 \forall x > y$  nên  $f(x)$  là hàm tăng. Vì  $f(x)$  là hàm cộng tính và tăng do đó dẽ

dàng chứng minh được  $f(x) = ax$ .

Do  $f(f(x)) = x \Rightarrow a^2 = 1 \Rightarrow a = \pm 1$ . Thử lại, ta thấy chỉ có  $f(x) = x$  thỏa mãn yêu cầu của đề bài.

**Các bạn có lời giải đúng:** Lê Duy Nhất, THPT TP Cao Lãnh, Đồng Tháp; Lê Hùng Cường, lớp 10A7, THPT Lương Đắc Bằng, Thanh Hóa.

**T3/117.** Cho tam giác ABC có  $AC + BC = 3AB$ . Đường tròn nội tiếp tâm I của tam giác ABC tiếp xúc với các cạnh BC, AC lần lượt tại D và E. Gọi K, L lần lượt là các điểm đối xứng của D và E qua I. Chứng minh rằng các điểm A, B, K, L nằm trên một đường tròn.

**Giải.** Gọi M là điểm đối xứng với C qua I, P là một điểm nằm trên tia CA sao cho  $CP = 2AB$ , Q là một điểm nằm trên tia CB sao cho  $CQ = 2AB$ .

$$\text{Vì } AC + BC = 3AB \text{ nên } CP = CQ = \frac{AB + AC + BC}{2}$$

và  $MP \parallel IE$  nên  $MP$  vuông góc với  $AC$ , tương tự  $MQ$  vuông góc với  $BC$ . Do đó M là tâm đường tròn bàng tiếp của tam giác ABC. Do đó A, B nằm trên đường tròn đường kính MI. Mặt khác, vì I là trung điểm của CM và là trung điểm của DK nên KM song song và bằng CD, do đó KM vuông góc với IK. Hay K nằm trên đường tròn đường kính IM. Tương tự ta có L nằm trên đường tròn đường kính IM. Do đó các điểm A, B, K, L nằm trên một đường tròn.

**Các bạn có lời giải đúng:** Lê Duy Nhất, THPT TP Cao Lãnh, Đồng Tháp.

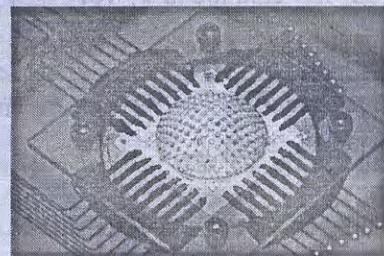
## VẬT LÝ & ĐỜI SỐNG (Tiếp theo trang bìa 3)

### 3. Máy ảnh mắt côn trùng

Trên một tấm silic mỏng dày hời các nhà chế tạo đã làm ra các cảm biến ánh sáng dưới dạng dây ngang dọc các diốt quang (photodiode) nhỏ xíu. Trên các cảm biến ánh sáng này là một tấm các thấu kính con làm bằng chất polyme cũng co giãn được. Mỗi thấu kính con nằm trên một cảm biến ánh con. Bước đầu đã làm được 180 thấu kính con đặt trên cảm biến con như vậy. Sau khi chuẩn bị dưới dạng tấm phẳng, cả tấm phẳng được thỏi ép thành dạng hình bán cầu như là một mắt côn trùng có 180 mắt con. Hệ thống các đường dẫn vi mô ở dưới thu tín hiệu từ các cảm biến con để đưa về bộ xử lý trung tâm tính toán ra ảnh.

Hình 3.

Cáu tạo của máy ảnh mắt côn trùng



(Xem tiếp trang 19)



## ÔN TẬP CHƯƠNG I VẬT LÝ LỚP 10 (ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM)

### PHẦN I. TRẮC NGHIỆM

Câu 1. Trong chuyển động tịnh tiến của một vật thì

- A. quỹ đạo có thể là đường cong bất kì.
- B. ta chỉ cần nghiên cứu quy luật chuyển động của một điểm trên vật.
- C. đường nối 2 điểm trên vật lúc nào cũng song song với chính nó.
- D. Ba ý trên đều đúng.

Câu 2. Một chất điểm chuyển động thẳng với gia tốc  $a < 0$ . Kết luận đúng nhất là:

- A. Chất điểm chuyển động chậm dần đều.
- B. Chất điểm chuyển động nhanh dần đều.
- C. Sau thời gian đủ lớn thì chất điểm chắc chắn chuyển động nhanh dần đều.
- D. Không thể kết luận được.

Câu 3. Một người đi trên tàu hỏa chạy theo hướng bắc – nam thấy gió từ cửa sổ thổi vào làm cho rèm bay về phía tây bắc. Nếu tàu dừng lại thì người đó thấy gió thổi tới từ hướng

- A. tây. B. đông nam.
- C. đông bắc. D. tây nam

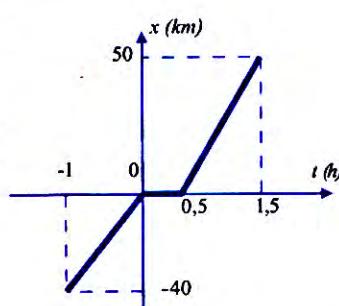
Câu 4. Cho đồ thị tọa độ của xe ô tô chuyển động thẳng như sau:

Tốc độ trung bình của xe trong nửa thời gian sau bằng:

- A. 40km/h
- B. 50km/h
- C. 45km/h
- D. 36km/h

Câu 5. Kim giây đồng hồ dài gấp 1,5 lần chiều dài kim giờ. Tỉ số tốc độ dài của điểm đầu kim giờ so với điểm giữa của kim giây là

- A.  $\frac{1}{1080}$
- B.  $\frac{1}{75}$
- C.  $\frac{10}{3}$
- D.  $\frac{1}{2160}$



Câu 6. Một vật nhỏ rơi tự do trong giây cuối cùng ngay trước khi chạm đất di chuyển được quãng đường 39,2m. Biết  $g = 9,8m/s^2$ . Tốc độ trung bình của vật đó trong suốt quá trình chuyển động là

- A. 33m/s. B. 22m/s. C. 44m/s. D. 11m/s.

Câu 7. Một viên đạn được bắn lên từ mặt đất theo phương thẳng đứng với tốc độ ban đầu 49 m/s. Lấy  $g = 9,8m/s^2$  và bỏ qua sức cản của không khí. Độ cao cực đại mà vật đạt được là

- A. 245(m) B. 122,5(m) C. 49(m) D. 98(m)

Câu 8. Một vận động viên chạy từ vạch xuất phát tới vạch đích cách đó 60m hết 8s. Giả sử nửa thời gian đầu anh ta chạy nhanh dần đều, còn nửa thời gian sau anh ta chạy đều với tốc độ đạt được ở cuối giai đoạn trước. Gia tốc của vận động viên là

- A.  $3(m/s^2)$  B.  $1,875(m/s^2)$  C.  $5(m/s^2)$  D.  $2,5(m/s^2)$

Câu 9. Nam thường đạp xe với tốc độ 12 km/h. Một lần, bạn gặp đoàn tàu khách TN1 chạy cùng chiều vượt qua mình và đo được thời gian để tàu vượt qua mình là 20s. Lần khác, Nam đang đạp xe thì lại gặp đoàn tàu đó chạy ngược chiều với vận tốc như trước và đo được thời gian để tàu đi qua mình là 12s. Tốc độ của tàu TN1 khi đi qua đoạn đường trên là

- A. 54(km/h) B. 36(km/h)
- C. 48(km/h) D. 60(km/h)

Câu 10. Một đoàn tàu đi vào ga chuyển động chậm dần đều. Một người khi gặp đầu tàu thì bắt đầu đi bộ đều ngược chiều với đoàn tàu với tốc độ  $v_0 = 1m/s$ . Sau khi gặp đoàn tàu 20s thì người đó tới đuôi tàu vừa đúng lúc đoàn tàu dừng lại. Khi đó, quãng đường người này đi được bằng một phần ba chiều dài đoàn tàu. Tốc độ của tàu khi gặp người này là

- A. 5(m/s) B. 2(m/s) C. 4(m/s) D. 3(m/s)

Câu 11. Một người đang đi xe máy với tốc độ 54km/h thì bất ngờ có một người đi từ ngõ ra chắn ngang đường. Biết rằng khi đó xe máy cách người kia 10m. Để va chạm không xảy ra thì gia tốc khi phanh của người đi xe máy tối thiểu là

- A.  $11,25(m/s^2)$  B.  $20(m/s^2)$
- C.  $7,5(m/s^2)$  D.  $3,75(m/s^2)$

Câu 12. Đúng lúc một xe ô tô bắt đầu chuyển động từ nghỉ với gia tốc  $0,5(m/s^2)$  thì một xe máy vượt qua nó với tốc độ 9(km/h) và gia tốc  $0,3(m/s^2)$ . Tại thời điểm đuổi kịp xe máy, tốc độ của ô tô là

- A. 13,5(km/h) B. 22,5(m/s)
- C. 22,5(km/h) D. 3,75(m/s)

**Câu 13.** Một vật nhỏ được bắn thẳng đứng lên từ mặt đất. Tính từ lúc ném, nó qua điểm M hai lần: lần 1 vào thời điểm  $t_1 = 2(s)$ ; lần 2 vào thời điểm  $t_2 = 3(s)$ . Biết  $g = 9,8m/s^2$ . Độ cao của điểm M so với mặt đất là

- A.  $24,5(m)$       B.  $49(m)$   
 C.  $30,625(m)$       D.  $29,4(m)$

**Câu 14.** Khi chất điểm chuyển động thẳng theo một chiều và ta chọn chiều đó làm chiều âm thì :

- A. Độ dời bằng quãng đường đi được.  
 C. Vận tốc luôn luôn âm.  
 B. Vận tốc trung bình bằng tốc độ trung bình.  
 D. Cả 3 ý trên đều đúng.

**Câu 15.** Một chất điểm chuyển động trên trục Ox.

Phương trình có dạng  $x = t^2 - 10t + 8$  ( $m, s$ ) ( $t \geq 0$ ) chất điểm chuyển động:

- A. Nhanh dần đều, rồi chậm dần đều theo chiều âm của trục Ox.  
 B. Chậm dần đều theo chiều âm, rồi nhanh dần đều theo chiều dương của trục Ox.  
 C. Nhanh dần đều, rồi chậm dần đều theo chiều dương của trục Ox.  
 D. Chậm dần đều, rồi nhanh dần đều theo chiều âm của trục Ox

## PHẦN II. TỰ LUẬN

**Câu 1.** Một vật nhỏ chuyển động chậm dần đều lần lượt đi qua 2 điểm A và B hết 3s. Biết  $AB = 36(m)$  tốc độ hụt khi qua B là  $10(m/s)$ . Tìm vị trí vật dừng lại.

**Câu 2.** Một vật được ném thẳng đứng lên với tốc độ ban đầu  $v_0 = 4,9(m/s)$ . Vào thời điểm vật này đạt độ cao cực đại, từ vị trí ban đầu của nó, người ta tiếp tục ném thẳng đứng lên trên một vật khác cũng với tốc độ ban đầu  $v_0$ . Xác định thời điểm và vị trí hai vật gặp nhau. Lấy  $g = 9,8m/s^2$ .

**Câu 3.** Hai vận động viên A và B đang luyện tập phần thi chạy tiếp sức trên một đường thẳng. Khi A cách B 20 m thì B bắt đầu xuất phát, 2 người gặp nhau cách vị trí B xuất phát 30 m. Giả sử A chạy đều với vận tốc 8 m/s và B chạy nhanh dần đều.

a. Viết phương trình chuyển động của A và B. Góc tọa độ chọn ở vị trí xuất phát của B, góc thời gian lúc B xuất phát.

b. Vận tốc của B lúc gặp A là bao nhiêu?

**Câu 4.** Một người bước ra khỏi toa tàu và đi về phía đầu tàu với vận tốc  $5,4km/h$ . Hai giây sau, tàu bắt

đầu chuyển động với vận tốc không đổi và qua 6 giây nữa đuôi tàu đi ngang qua người đó. Tại thời điểm này vận tốc của tàu gấp 6 lần vận tốc của người. Hỏi người đó bước ra khỏi toa tàu ở cách đuôi tàu bao nhiêu mét?

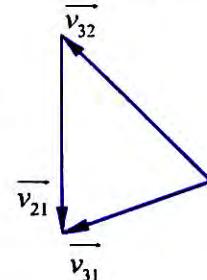
**Câu 5.** Một nam châm thẳng có chiều dài 30 cm được thả rơi tự do từ trạng thái nghỉ đi qua một vòng dây đặt trong mặt phẳng ngang. Hỏi đầu dưới của nam châm phải cao hơn mặt phẳng chừa vòng dây một đoạn bằng bao nhiêu để thời gian nam châm chuyển động qua vòng dây chỉ là 0,1 s. Lấy  $g = 9,8m/s^2$ .

## ĐÁP ÁN VÀ GỢI Ý

### Phản I. Trắc nghiệm

Câu 1	Câu 2	Câu 3	Câu 4	Câu 5
D	C	C	A	A
Câu 6	Câu 7	Câu 8	Câu 9	Câu 10
B	B	D	C	C
Câu 11	Câu 12	Câu 13	Câu 14	Câu 15
A	C	D	D	C

**Câu 3.** Kí hiệu vật 1 là đất, vật 2 là tàu và vật 3 là gió. Theo bài ra có:  $\vec{v}_{21}$  hướng bắc – nam,  $\vec{v}_{32}$  hướng tây bắc. Áp dụng công thức cộng vận tốc  $\vec{v}_{31} = \vec{v}_{32} + \vec{v}_{21}$ . Từ hình vẽ thấy: vì  $\vec{v}_{32}$  và  $\vec{v}_{21}$  đã có hướng xác định nên hướng của  $\vec{v}_{31}$  chỉ phụ thuộc vào độ lớn của  $\vec{v}_{32}$  và  $\vec{v}_{21}$ . Do đó, hướng tới của  $\vec{v}_{31}$  chỉ có thể nằm trong khoảng từ bắc cho tới đông nam (nhưng không thể là đông nam vì khi đó  $|\vec{v}_{21}| = 0$ ). Trong các đáp án đề bài đưa ra, chỉ có đáp án C có thể xảy ra.



**Câu 4.** Từ đồ thị có thời gian chuyển động của vật là  $t = 2,5h$ . Vậy nửa thời gian sau là  $t' = t/2 = 1,25h$  và quãng đường đi được trong thời gian này là  $s' = 50km$ . Tốc độ trung bình trong thời gian này là  $40km/h$ .

**Câu 5.** Chu kì của kim giờ và kim giây lần lượt là  $T_1 = 24h = 86400s$ ,  $T_2 = 60s$

Tốc độ dài của điểm đầu kim giờ và điểm giữa kim giây là:  $v_1 = \frac{2\pi}{T_1} \cdot R_1$ ;  $v_2 = \frac{2\pi}{T_2} \cdot \frac{R_2}{2}$

Mặt khác:  $\frac{R_2}{R_1} = 1,5$ . Vậy  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{1080}$

**Câu 6.** Ta có  $39,2 = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2$ . Thay số tìm

được  $t = 4,5(s) \Rightarrow h = gt^2 / 2 = 99,225(m)$

$$\Rightarrow \bar{v} = h/t \approx 22m/s$$

**Câu 7.** Thời gian để tốc độ của vật giảm về 0 là  $t = v_0/g = 5(s)$ .

Độ cao cực đại  $h_{max} = v_0t - gt^2/2 = 122,5(m)$ .

**Câu 8.** Tốc độ của vận động viên ở cuối giai đoạn 1 là  $v = at$ .

Quãng đường anh ta chạy được là  $s = at^2/2 + vt$ .

Thay  $t = 4(s)$  và  $s = 60(m)$  tìm được  $a$ .

**Câu 9.** Thời gian để tàu đi qua Nam trong các trường hợp trên là  $t_1 = \frac{l}{v_2 - v_1}$  và  $t_2 = \frac{l}{v_2 + v_1}$ .

Từ đó suy ra  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2 + v_1}{v_2 - v_1}$ . Thay số giải ra  $v_2$ .

**Câu 10.** Quãng đường đi được của người và tàu lần lượt là  $l/3 = v_0t$  và  $2l/3 = v_1t - at^2/2$

$$\Rightarrow v_1t - at^2/2 = 2v_0t \Leftrightarrow v_1 - at/2 = 2v_0.$$

$$\text{Mặt khác } v_1 - at = 0 \Rightarrow v_1/2 = 2v_0 \Rightarrow v_1 = 4v_0.$$

**Câu 11.** Từ công thức  $s = v_0t - at^2/2$  và  $v_0 - at = 0$  tìm được  $t = 4/3(s)$  và  $a = 11,25(m/s^2)$ .

**Câu 12.** Phương trình chuyển động của ô tô và xe máy lần lượt là  $x_1 = a_1t^2/2$  và  $x_2 = v_0t + a_2t^2/2$ .

$$2 \text{ xe gặp nhau} \Leftrightarrow v_0t + a_2t^2/2 = a_1t^2/2$$

$$\Leftrightarrow t = 12,5(s) \Rightarrow v_1 = 6,25(m/s)$$

**Câu 13.** Theo đề, vật đạt độ cao cực đại tại thời điểm  $t_0 = 2,5(s) \Rightarrow v_0 = gt_0 = 24,5(m/s)$

$$\Rightarrow h_M = v_0t_1 - gt_1^2/2 = 29,4(m)$$

## Phần II. Tự luận

**Câu 1.** Ta có :  $\begin{cases} v_B = v_A + a\Delta t \\ AB = v_A\Delta t + a\Delta t^2/2 \end{cases}$

Thay số và giải hệ tìm được

$$v_A = 14(m/s); a = -4/3(m/s^2)$$

Tính từ lúc vật qua B, thời gian để vật dừng lại  $t = v_B/(-a) = 7,5(s)$

Vật dừng lại cách B :  $s = v_Bt + at^2/2 = 37,5(m)$ .

**Câu 2.** Chọn trục tọa độ có phương thẳng đứng hướng lên, gốc tọa độ tại nơi ném các vật, gốc thời gian lúc ném vật thứ 2.

Độ cao cực đại của vật 1 là  $x_0 = \frac{v_0^2}{2g}$ . Phương trình chuyển động của các vật là :

$$\text{Vật 1: } x_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Vật 2: } x_2 = v_0t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Hai vật gặp nhau khi } x_1 = x_2 \Leftrightarrow t = \frac{v_0}{2g}.$$

$$\text{Khi đó } x = \frac{3v_0^2}{8g}. \text{ Thay số tìm được}$$

$$t = 0,25(s); x \approx 0,92(m).$$

**Câu 3.** a. Phương trình chuyển động của A và B tương ứng là  $x_A = x_A(0) + v_A t = -20 + 8t(m)$

$$x_B = x_B(0) + a_B t^2/2 = a_B t^2/2.$$

Hai người gặp nhau khi

$$x_A = x_B = 30 \Leftrightarrow \begin{cases} t = 6,25(s) \\ a_B = 1,536(m/s^2) \end{cases}$$

$$\text{Vậy } x_B = 0,768t^2(m).$$

b. Vận tốc của B lúc gặp A:  $v_B = a_B t = 9,6(m/s)$

**Câu 4.** Gọi l là khoảng cách từ người tới đuôi tàu khi người vừa bước ra khỏi tàu. Chọn trục tọa độ có gốc tại vị trí người bước ra khỏi tàu, chiều dương cùng chiều chuyển động của người. Gốc thời gian là lúc tàu bắt đầu chạy. Lúc tàu bắt đầu chuyển động thì người cách gốc tọa độ  $x_0 = v_1 t_1 = 1,5 \cdot 2 = 3(m)$ .

Phương trình chuyển động của người và một điểm trên đuôi tàu lần lượt là

$$x_1 = 3 + 1,5t(m), x_2 = -l + at^2/2$$

Lưu ý rằng tại thời điểm  $t_2 = 6(s)$  thì

$$v_2 = 6v_1 \Leftrightarrow a_2 t_2 = 6v_1 \Rightarrow a_2 = 1,5(m/s^2)$$

Lúc đuôi tàu vượt qua người thì  $t = 6(s)$  và

$$x_1 = x_2 = 12(m) \Rightarrow l = 15(m).$$

**Câu 5.** Gọi L là độ cao của đầu dưới nam châm so với vòng dây ở thời điểm thả nam châm.

0,1 s chính là thời gian đầu dưới nam châm di chuyển một đoạn dài 30 cm tính từ vị trí vòng dây. Ta có  $L = gt^2 / 2$  và  $L + 0,3 = g(t + 0,1)^2 / 2$ . Thay số giải ra ta được  $L \approx 32\text{cm}$ .

## ÔN TẬP CHƯƠNG I VẬT LÝ LỚP 11 (ĐIỆN TÍCH – ĐIỆN TRƯỜNG)

### Phần I. Trắc nghiệm

**Câu 1.** Khối lượng và điện tích của electron tương ứng là  $9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$  và  $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ . Tốc độ của electron sau khi đi được 2 cm trong điện trường đều  $10^6\text{V/m}$  từ trạng thái nghỉ là

- A.  $8,4 \cdot 10^7\text{m/s}$
- B.  $84 \cdot 10^7\text{m/s}$
- C.  $6,0 \cdot 10^7\text{m/s}$
- D.  $60 \cdot 10^7\text{m/s}$

**Câu 2.** Ba điện tích điểm  $0,3\mu\text{C}$ ;  $0,4\mu\text{C}$ ;  $0,4\mu\text{C}$  được đặt tại 3 điểm A, B, C với  $AC = 3\text{cm}$ ;  $BC = 4\text{cm}$ ;  $AB = 5\text{cm}$ . Để điện tích đặt tại C nằm cân bằng thì cần đặt vào nó ngoại lực có độ lớn là

- A.  $1,5\text{N}$
- B.  $150\text{N}$
- C.  $1,5 \cdot 10^{-4}\text{N}$
- D.  $1,5 \cdot 10^{-8}\text{N}$

**Câu 3.** Hai quả cầu kim loại cùng kích thước, cùng khối lượng được tích điện và được treo bằng hai dây mảnh cách điện. Khi đưa chúng lại gần thì chúng hút nhau, sau đó cho chúng chạm vào nhau thì chúng đẩy nhau. Trước lúc chạm nhau

- A. cả hai quả cầu đều tích điện dương.
- B. cả hai quả cầu đều tích điện âm.
- C. cả hai quả cầu tích điện có độ lớn bằng nhau và trái dấu.
- D. cả hai quả cầu tích điện có độ lớn không bằng nhau và trái dấu.

**Câu 4.** Tại hai điểm A và B có hai điện tích  $q_1$  và  $q_2$ . Tại một điểm M nằm trên đường thẳng AB, một electron được thả không vận tốc đầu thì nó chuyển động ra xa các điện tích. Tình huống không thể xảy ra là

- A.  $q_1 < 0$ ,  $q_2 > 0$
- B.  $q_1 > 0$ ,  $q_2 < 0$
- C.  $|q_1| = |q_2|$
- D.  $q_1 > 0$ ,  $q_2 > 0$ .

**Câu 5.** Cho một quả cầu trung hoà về điện tiếp xúc với một vật nhiễm điện dương thì khối lượng của quả cầu

- A. giảm rõ rệt.
- B. tăng rõ rệt.
- C. có thể coi như không đổi.
- D. lúc đầu tăng, sau đó giảm.

**Câu 6.** Hai quả cầu kim loại được tích điện cùng dấu, cùng độ lớn. Biết kích thước của quả cầu thứ nhất lớn hơn nhiều so với quả cầu thứ hai. Hiện tượng xảy ra khi đặt hai quả cầu cạnh nhau nhưng không tiếp xúc là

- A. đẩy nhau.
- B. hút nhau.
- C. lúc đầu đẩy nhau, sau đó hút nhau
- D. lúc đầu hút nhau, sau đó đẩy nhau.

**Câu 7.** Hai điện tích điểm nằm yên đặt cách nhau một khoảng  $r$  trong chân không và lực tĩnh điện giữa chúng là  $F$ . Giữ nguyên điện tích  $q_1$ , thay đổi điện tích  $q_2$  và  $r$  thì lực tương tác giữa chúng là  $2F$  và đổi chiều. Vậy điện tích và khoảng cách sau khi thay đổi là

- A.  $q'_2 = -8q_2$ ;  $r' = 2r$
- B.  $q'_2 = -8q_2$ ;  $r' = r/2$
- C.  $q'_2 = -q_2/8$ ;  $r' = 2r$
- D.  $q'_2 = -q_2/8$ ;  $r' = r/2$

**Câu 8.** Hai điện tích điểm nhiễm điện dương, cùng độ lớn điện tích  $q$  đặt cách nhau một khoảng  $r$  trong không khí. Một điện tích điểm  $q_3$  được đặt tại trung điểm của đoạn thẳng nối hai điện tích trên. Chọn đáp án đúng:

- A.  $q_3 < 0$ , lực điện tác dụng lên  $q_3$  có độ lớn  $8k \frac{qq_3}{r^2}$

- B.  $q_3 < 0$ , lực điện tác dụng lên  $q_3$  có độ lớn bằng 0.
- C.  $q_3 > 0$ , lực điện tác dụng lên  $q_3$  có độ lớn 0.
- D. cả B và C

**Câu 9.** Hai điện tích điểm mang điện trái dấu, có cùng độ lớn  $q_1 = -q_2 = 3\mu\text{C}$  và đặt tại A, B với  $AB = 10\text{cm}$ . C là điểm nằm trên đường trung trực của AB và cách AB 5cm. Cường độ điện trường tại C có phương song song với AB và

- A. chiều từ  $A \rightarrow B$ , độ lớn  $10,8 \cdot 10^6\text{V/m}$ .
- B. chiều từ  $B \rightarrow A$ , độ lớn  $10,8 \cdot 10^6\text{V/m}$ .
- C. chiều từ  $A \rightarrow B$ , độ lớn  $7,6 \cdot 10^6\text{V/m}$ .
- D. chiều từ  $B \rightarrow A$ , độ lớn  $7,6 \cdot 10^6\text{V/m}$ .

**Câu 10.** Một điện tích điểm  $q$  được đặt tại O. Cường độ điện trường tại A và B lần lượt là  $2 \cdot 10^6\text{V/m}$  và  $6 \cdot 10^6\text{V/m}$ . Biết A, B cùng thuộc một đường sức điện. M là một điểm nằm trong đoạn AB và  $BM = AB/3$ . Cường độ điện trường tại M là

- A.  $5,3 \cdot 10^6\text{V/m}$
- B.  $3,9 \cdot 10^6\text{V/m}$
- C.  $2,7 \cdot 10^6\text{V/m}$
- D.  $3 \cdot 10^6\text{V/m}$

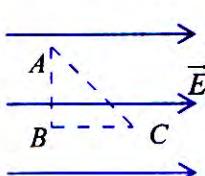
**Câu 11.** Hai quả cầu kim loại nhỏ giống hệt nhau có cùng khối lượng  $m = 10\text{g}$ , cùng điện tích  $|q| = 5n\text{C}$  và

được treo bởi hai sợi dây nhẹ, cách điện vào cùng một điểm. Khi hệ cân bằng, góc hợp bởi hai quả cầu là  $\alpha = 10^\circ$ , lấy  $g = 10m/s^2$ . Vậy khoảng cách giữa hai quả cầu là

- A. 5mm   B. 1,5mm   C. 3,6mm   D. 10mm

**Câu 12.** Gọi công của lực điện khi điện tích dương  $q$  di chuyển trong điện trường đều  $E$  theo các quỹ đạo ABC, BC, ACB lần lượt là  $A_1; A_2; A_3$ . Biết tam giác ABC vuông tại B (hình vẽ). Hệ thức đúng là

- A.  $A_2 < A_1 < A_3$    B.  $A_3 < A_2 < A_1$   
C.  $A_3 < A_2 = A_1$    D.  $A_2 < A_1 = A_3$



**Câu 13.** Một tụ điện phẳng có điện dung  $5nF$ . Trong một khoảng thời gian có  $6.10^{12}$  electron mới di chuyển đến bản âm của tụ. Hiệu điện thế của tụ điện là

- A. 192V   B. 300V   C. 480V   D. 120V

**Câu 14.** Một tụ điện phẳng có điện môi là không khí và có điện dung là  $3\mu F$ . Khoảng cách giữa hai bản tụ là 1mm. Năng lượng tối đa mà tụ tích được là 6J. Điện trường giới hạn đối với lớp điện môi giữa hai bản của tụ có cường độ là

- A.  $6.3.10^4 V/m$    B.  $2.10^6 V/m$   
C.  $1.4.10^6 V/m$    D.  $2.10^5 V/m$

**Câu 15.** Một electron được phóng đi từ O với vận tốc ban đầu  $v_0$  theo phương vuông góc với các đường sức của một điện trường đều có cường độ  $E$ . Biết khối lượng và độ lớn điện tích của electron là  $m$  và  $e$ , bỏ qua tác dụng của trọng lực. Khi đến B cách O một đoạn  $h$  theo phương đường sức thì độ dời của electron theo phương vuông góc với đường sức là

- A.  $\frac{v_0^2 hm}{E.e}$    B.  $v_0 \sqrt{\frac{E.e}{hm}}$    C.  $\frac{v_0^2 E.e}{hm}$    D.  $v_0 \sqrt{\frac{hm}{E.e}}$

## II. Phần tự luận

**Câu 1.** Một proton bay theo phương đường sức của điện trường đều. Vận tốc tại A là  $3.10^4 m/s$  và khi đến B có vận tốc bằng 0. Bỏ qua tác dụng của trọng lực, biết khối lượng và điện tích của proton là  $1,67.10^{-27} kg$ ;  $1,6.10^{-19} C$ . Gọi M là trung điểm của AB. Tìm điện thế tại M biết điện thế tại A là 100V.

**Câu 2.** Ba quả cầu nhỏ giống nhau mang điện tích  $q$ , khối lượng  $m = 20g$ , được treo vào 3 sợi dây nhẹ

cùng chiều dài  $l = 0,4m$  rồi cùng treo lên trần nhà tại một điểm. Khi đó, 3 điện tích và điểm treo lập thành một tứ diện đều. Tìm điện tích  $q$ . Lấy  $g = 9,8m/s^2$ .

**Câu 3.** Ba điện tích điểm  $q_1 = q_2 = -q_3 = -10(\mu C)$

đặt tương ứng tại 3 đỉnh của tam giác đều ABC có độ dài cạnh  $a = 20(cm)$ . Xác định cường độ điện trường tại đỉnh D của hình thoi ACBD.

**Câu 4.** Giả thiết rằng trong một lần sét đánh, có  $3.10^{21}$  electron được phóng từ đám mây dông xuống mặt đất và khi đó hiệu điện thế giữa mặt đất và đám mây là  $U = 1,5.10^8(V)$ . Năng lượng của tia sét này có thể làm hóa hơi bao nhiêu kilôgam nước ở  $100^\circ C$ ? Biết nhiệt hóa hơi của nước bằng  $2,3.10^6(J/kg)$ .

**Câu 5.** Ba tụ điện có điện dung lần lượt là  $C_1 = 2C_2 = 4C_3$  được mắc theo kiểu  $C_1nt(C_2//C_3)$  rồi được nối vào nguồn có hiệu điện thế  $U$ . Sau khi điện tích trên các tụ ổn định, người ta tháo rời các tụ rồi nối các cực cùng dấu với nhau. Năng lượng điện trường tổng cộng của bộ tụ thay đổi như thế nào trong quá trình trên?

## DÁP ÁN VÀ GỢI Ý

### Phản I. Trắc nghiệm

Câu 1	Câu 2	Câu 3	Câu 4	Câu 5
A	A	D	D	C
Câu 6	Câu 7	Câu 8	Câu 9	Câu 10
D	A	D	C	B
Câu 11	Câu 12	Câu 13	Câu 14	Câu 15
A	C	A	B	D

**Câu 1.** Electron được tăng tốc trong điện trường. Áp dụng bảo toàn năng lượng có

$$\frac{1}{2}mv^2 = qEd \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}.$$

Thay số được  $v \approx 8,4.10^7 m/s$

**Câu 2.**  $\vec{F}_1$  là lực tĩnh điện do điện tích điểm tại A

tác dụng lên C có phương AC và hướng ra xa C.  $\vec{F}_2$  là lực tĩnh điện do điện tích điểm tại B tác dụng lên C có phương BC và hướng ra xa C.

$$F_1 = k \frac{q_A q_C}{AC^2} = 1,2N \text{ và } F_2 = k \frac{q_B q_C}{BC^2} = 0,9N.$$

Mặt khác, tam giác ABC vuông tại C, vậy  $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$ . Để điện tích tại C cân bằng thì cần tác dụng ngoại lực có độ lớn  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 1,5N$ .



Chú ý rằng  $\overrightarrow{AD} + \overrightarrow{BD} = \overrightarrow{CD}$ .

$$\text{Vậy } \vec{E}_D = \frac{kq}{a^3} \left(1 - \frac{1}{3\sqrt{3}}\right) \overrightarrow{CD}.$$

Tức là  $\vec{E}_D$  có chiều từ C đến D và độ lớn

$$|\vec{E}_D| = \frac{kq}{a^2} \left(1 - \frac{1}{3\sqrt{3}}\right) \sqrt{3} \approx 3,15 \cdot 10^6 (V/m).$$

**Câu 4.** Ta có  $E = Q \Leftrightarrow qU = Lm \Leftrightarrow m = \frac{qU}{L} = \frac{NeU}{L}$ .

Thay số tìm được  $m \approx 31,3 \cdot 10^3 (kg)$ .

**Câu 5. Đặt**  $C_3 = C$ .

Điện tích bộ tụ ban đầu là  $\frac{1}{C_{B1}} = \frac{1}{4C} + \frac{1}{C+2C}$

$$\Rightarrow C_{B1} = \frac{12}{7}C \Rightarrow Q_{B1} = \frac{12}{7}CU = Q_1 = Q_{23}$$

$$\text{Lại có } \begin{cases} U_2 = U_3 \Leftrightarrow \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q_3}{C_3} \\ Q_{23} = Q_2 + Q_3 = \frac{12}{7}CU \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q_2 = \frac{8}{7}CU \\ Q_3 = \frac{4}{7}CU \end{cases}$$

Năng lượng ban đầu của bộ tụ

$$E_1 = \frac{1}{2}C_{B1}U^2 = \frac{6}{7}CU^2.$$

Lúc sau ghép các tụ song song thì

$$C_{B2} = C_1 + C_2 + C_3 = 7C$$

Điện tích của bộ tụ  $Q_{B2} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \frac{24}{7}CU$ .

Năng lượng của bộ tụ lúc này là  $E_2 = \frac{Q_{B2}^2}{2C} = \frac{288}{343}CU^2$

Năng lượng bộ tụ lúc này giảm đi so với trước một lượng  $\approx 2\%$ .

### VẬT LÝ & ĐỜI SỐNG (Tiếp theo trang 12)

Nói chung là ảnh hiện lên mặt bán cầu, nhưng có thể xử lý để in ra ảnh phẳng trên giấy được.

Thực tế thử nghiệm cho thấy máy ảnh này có góc thu ảnh đến và ảnh ở rìa không bị xoắn, bị méo, và vật ở xa cũng như ở gần đều rõ như nhau, độ sâu gần như vô tận.

Đây mới chỉ là ảnh đen trắng, xem như chỉ 180 pixel, tương đương với số mắt con của mắt kiến lừa. Tương lai sẽ bắt chước mắt bọ ngựa có 15.000 mắt con và mắt chuồn chuồn có 28.000 mắt con và việc tạo ảnh màu về nguyên tắc không phải là quá khó khăn.

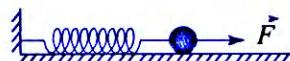


### GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC

## MỘT SỐ CÂU HỎI HAY VÀ KHÓ TRONG ĐỀ THI ĐẠI HỌC NĂM 2013

**Câu 1.** Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ có khối lượng 100g và lò xo có

độ cứng 40 N/m được đặt trên mặt phẳng ngang không ma sát. Vật nhỏ đang nằm yên ở vị trí cân bằng, tại  $t = 0$ , tác dụng lực  $F = 2$  N lên vật nhỏ (hình vẽ) cho con lắc dao động điều hòa đến thời điểm  $t = \frac{\pi}{3}$  s thì ngừng tác dụng lực F.



Dao động điều hòa của con lắc sau khi không còn lực F tác dụng có giá trị biên độ gần giá trị nào nhất sau đây?

- A. 9 cm.    B. 11 cm.    C. 5 cm.    D. 7 cm.

**Đáp án:** A

**Hướng dẫn:** Chọn trục Ox cùng chiều  $\vec{F}$ , gốc O trùng vị trí cân bằng của vật.

Khi có ngoại lực tác dụng, con lắc dao động với chu kỳ  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{10}$  s và vị trí cân bằng mới tại  $O'$  cách O đoạn  $x_0 = \frac{F}{k} = 5$  cm.

$t = 0$  vật ở O nên biên độ dao động của vật A = 5cm.

Sau khoảng thời gian  $t = \frac{\pi}{3} = 3T + \frac{T}{3}$ , từ giàn đồ

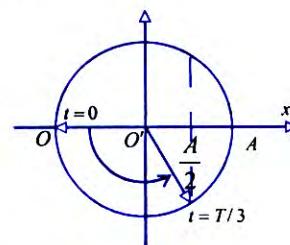
Fresnel ta thấy vật có li độ và vận tốc là:

$$\frac{A}{2} = 2,5 \text{ cm};$$

$$v = \frac{\omega A \sqrt{3}}{2} = 50\sqrt{3} \text{ cm/s}$$

Khi không còn lực tác dụng, vật sẽ dao động quanh vị trí cân bằng là O. Tại thời điểm ngừng tác dụng lực  $\vec{F}$  thì

$$\begin{cases} x = 7,5 \text{ cm} \\ v = 50\sqrt{3} \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow A' = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} \approx 8,66 (\text{cm})$$



**Câu 2.** Gọi M, N, I là các điểm trên một lò xo nhẹ, được treo thẳng đứng ở điểm O cố định. Khi lò xo có chiều dài tự nhiên thì OM = MN = NI = 10cm. Gắn vật nhỏ vào đầu dưới I của lò xo và kích thích để vật

dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Trong quá trình dao động, tần số độ lớn lực kéo lớn nhất và độ lớn lực kéo nhỏ nhất tác dụng lên O bằng 3; lò xo giãn đều; khoảng cách lớn nhất giữa hai điểm M và N là 12 cm. Lấy  $\pi^2 = 10$ . Vật dao động với tần số là

- A. 2,9 Hz.    B. 3,5 Hz.    C. 1,7 Hz.    D. 2,5 Hz.

**Dáp án:** D

**Hướng dẫn:** Ta có:  $\frac{F_{dh\max}}{F_{dh\min}} = \frac{\Delta l_o + A}{\Delta l_o - A} = 3 \quad (1)$

Khoảng cách lớn nhất giữa hai điểm MN bằng 12cm  
 $\Rightarrow$  Độ giãn cực đại của lò xo là  $\Delta l_o + A = 6 \text{ (cm)}$  (2)

Từ (1) và (2) tìm được:  $\Delta l_o = 4 \text{ cm}$  và  $A = 2 \text{ cm} \Rightarrow$

Tần số dao động là:  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta l_o}} = 2,5 \text{ Hz}$

**Câu 3.** Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là 81 cm và 64 cm được treo ở trần một căn phòng. Khi các vật nhỏ của hai con lắc đang ở vị trí cân bằng, đồng thời truyền cho chúng các vận tốc cùng hướng sao cho hai con lắc dao động điều hòa với cùng biên độ góc, trong hai mặt phẳng song song với nhau. Gọi  $\Delta t$  là khoảng thời gian ngắn nhất kể từ lúc truyền vận tốc đến lúc hai dây treo song song nhau. Giá trị  $\Delta t$  gần giá trị nào nhất sau đây?

- A. 8,12s.    B. 2,36s.    C. 7,20s.    D. 0,45s.

**Dáp án:** D

**Hướng dẫn:** Chọn gốc thời gian lúc chúng bắt đầu chuyển động từ vị trí cân bằng, chiều dương cùng chiều chuyển động, phương trình dao động góc của hai con lắc lần lượt là

$$\alpha_1 = \alpha_0 \cos\left(\frac{10\pi}{9}t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ và } \alpha_2 = \alpha_0 \cos\left(\frac{5\pi}{4}t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Hai con lắc song song

$$\Leftrightarrow \alpha_1 = \alpha_2 \Leftrightarrow \cos\left(\frac{10\pi}{9}t - \frac{\pi}{2}\right) = \cos\left(\frac{5\pi}{4}t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{10\pi}{9}t - \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{4}t - \frac{\pi}{2} + k2\pi \\ \frac{10\pi}{9}t - \frac{\pi}{2} = -\left(\frac{5\pi}{4}t - \frac{\pi}{2}\right) + k2\pi \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} t = -14,4k \quad (k \leq 0) \\ t = \frac{36}{85} + \frac{72}{85}k \quad (k \geq 0) \end{cases}$$

$$\Rightarrow t_{\min} \approx 0,424 \text{ (s)}$$

**Câu 4.** Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp  $O_1$  và  $O_2$  dao động cùng pha, cùng biên độ. Chọn hệ tọa độ vuông góc Oxy (thuộc mặt nước) với gốc tọa độ là vị trí đặt nguồn  $O_1$  còn nguồn  $O_2$  nằm trên trục Oy. Hai điểm P và Q nằm trên Ox có  $OP = 4,5 \text{ cm}$  và  $OQ = 8 \text{ cm}$ . Dịch chuyển nguồn  $O_2$  trên trục Oy đến vị trí sao cho góc  $\widehat{PO_2Q}$  có giá trị lớn nhất thì phần tử nước tại P không dao động còn phần tử nước tại Q dao động với biên độ cực đại. Biết giữa P và Q không còn cực đại nào khác. Trên đoạn OP, điểm gần P nhất mà các phần tử nước dao động với biên độ cực đại cách P một đoạn là

- A. 1,1 cm.  
 B. 3,4 cm.  
 C. 2,5 cm.  
 D. 2,0 cm.

**Dáp án:** D

**Hướng dẫn:**

Theo đề:  $y = O_1O_2$

$$\Rightarrow \tan(\widehat{PO_2Q}) = \tan(\beta - \alpha) = \frac{\tan \beta - \tan \alpha}{1 - \tan \beta \cdot \tan \alpha}$$

$$= \frac{8 - 4,5}{1 - \frac{8}{4,5}} = \frac{3,5}{y - 8,4,5} \Rightarrow \tan(\widehat{PO_2Q}) \text{ có giá trị lớn nhất} \Leftrightarrow y = \sqrt{8 \cdot 4,5} = 6 \text{ (cm)}.$$

Từ đó tìm được  $PO_2 = 7,5 \text{ cm}$  và  $QO_2 = 10 \text{ cm}$ .

Phần tử môi trường tại P không dao động:

$$PO_2 - PO_1 = (k + 0,5)\lambda \quad (1)$$

Phần tử nước tại Q dao động với biên độ cực đại và giữa P và Q không còn cực đại nào khác:

$$QO_2 - QO_1 = k\lambda \quad (2)$$

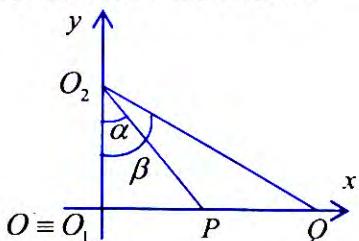
Từ (1) và (2):  $(PO_2 - PO_1) - (QO_2 - QO_1) = \lambda / 2$ .

Thay số tìm được  $\lambda = 2 \text{ cm} \Rightarrow PO_2 - PO_1 = 1,5\lambda$ .

$\Rightarrow$  Điểm M gần P nhất trên đoạn OP dao động cực đại thì  $MO_2 - MO_1 = 2\lambda$  (3)

Mà  $MO_2^2 = MO_1^2 + O_1O_2^2$  (4). Giải hệ (3) và (4) tìm được  $MO_1 = 2,5 \text{ cm} \Rightarrow MP = 2 \text{ cm}$ .

**Câu 5.** Một sóng hình sin đang truyền trên một sợi dây theo chiều dương của trục Ox. Hình vẽ mô tả hình dạng của sợi dây tại thời điểm  $t_1$  (đường nét đứt) và  $t_2 = t_1 + 0,3 \text{ (s)}$  (đường liền nét). Tại thời điểm  $t_2$ ,





L và tụ điện có điện dung  $176,8\mu F$ . Bỏ qua điện trở thuận của các cuộn dây của máy phát. Biết rôto máy phát có hai cặp cực. Khi rôto quay đều với tốc độ  $n_1 = 1350$  vòng/phút hoặc  $n_2 = 1800$  vòng/phút thì công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB là như nhau. Độ tự cảm L có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

- A. 0,8 H.    B. 0,7 H.    C. 0,6 H.    D. 0,2 H.

**Đáp án: C**

Hướng dẫn: Ta có  $P = I^2 R \Rightarrow P = P' \Leftrightarrow I = I'$ .

Mà:  $I = \frac{NBS\omega}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{C^2} \frac{1}{\omega^2} + \left( R^2 - \frac{2L}{C} \right) \frac{1}{\omega^2} + L^2 - \frac{(NBS)^2}{2I^2} = 0.$$

Ở đây  $\omega = 2\pi f = 2\pi np$ .

Tồn tại 2 giá trị  $\omega_1$  và  $\omega_2$  cho cùng công suất nghĩa là phương trình trên có 2 nghiệm phân biệt, theo Vi-ét ta có:

$$\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} = C^2 \left( \frac{2L}{C} - R^2 \right). \text{ Thay số tìm được } L \approx 0,477 \text{ H}$$

**Câu 9.** Đặt điện áp  $u = U_0 \cos \omega t$  ( $U_0$  và  $\omega$  không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở  $R$ , tụ điện có điện dung  $C$ , cuộn cảm thuận có độ tự cảm  $L$  thay đổi được. Khi  $L = L_1$  và  $L = L_2$ ; điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm có cùng giá trị; độ lệch pha của điện áp ở hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện lần lượt là  $0,52$  rad và  $1,05$  rad. Khi  $L = L_0$ ; điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại; độ lệch pha của điện áp ở hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện là  $\varphi$ . Giá trị của  $\varphi$  gần giá trị nào nhất sau đây?

- A. 1,57 rad.    B. 0,83 rad.    C. 0,26 rad.    D. 0,41 rad.

**Đáp án: B**

Hướng dẫn:

$$U_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{1 - \frac{2Z_C}{Z_L} + \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_L^2}}}.$$

$$U_{L1} = U_{L2} \Leftrightarrow \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_{L1}^2} - \frac{2Z_C}{Z_{L1}} = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_{L2}^2} - \frac{2Z_C}{Z_{L2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{Z_{L1}} + \frac{1}{Z_{L2}} = \frac{2Z_C}{R^2 + Z_C^2} \quad (1)$$

$$U_L = U_{Lmax} \Leftrightarrow 2 \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_{L0}} - 2Z_C = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{Z_{L0}} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow \tan \varphi_0 = \frac{Z_{L0} - Z_C}{R} = \frac{R}{Z_C}.$$

Lại có:  $\tan \varphi_1 = \frac{Z_{L1} - Z_C}{R} \Leftrightarrow Z_{L1} = Z_C + R \tan \varphi_1$ ;

tương tự  $Z_{L2} = Z_C + R \tan \varphi_2$ ; Thay vào (1) được

$$\frac{1}{Z_C + R \tan \varphi_1} + \frac{1}{Z_C + R \tan \varphi_2} = \frac{2Z_C}{R^2 + Z_C^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{1 + \frac{R}{Z_C} \tan \varphi_1} + \frac{1}{1 + \frac{R}{Z_C} \tan \varphi_2} = \frac{2}{1 + \frac{R^2}{Z_C^2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{1 + \tan \varphi_0 \tan \varphi_1} + \frac{1}{1 + \tan \varphi_0 \tan \varphi_2} = \frac{2}{1 + \tan^2 \varphi_0}$$

$$\Leftrightarrow (\tan \varphi_1 + \tan \varphi_2) \tan^3 \varphi_0 + 2(1 - \tan \varphi_1 \tan \varphi_2) \tan^2 \varphi_0$$

Vì  $\tan \varphi_1 \tan \varphi_2 \approx 1$  và  $\tan \varphi_0 \neq 0$  nên  
 $\tan \varphi_0 \approx 1 \Rightarrow \varphi_0 \approx 0,784 \text{ rad.}$

**Câu 10.** Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp  $M_1$  một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp  $M_2$  vào hai đầu cuộn thứ cấp của  $M_1$  thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp của  $M_2$  để hở bằng 12,5 V. Khi nối hai đầu cuộn thứ cấp của  $M_2$  với hai đầu cuộn thứ cấp của  $M_1$  thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp của  $M_2$  để hở bằng 50 V. Bỏ qua mọi hao phí.  $M_1$  có tỉ số giữa số vòng dây cuộn sơ cấp và số vòng dây cuộn thứ cấp bằng

- A. 6.    B. 15.    C. 8.    D. 4.

**Đáp án: C**

Hướng dẫn: Với biến áp 1:  $U_{12} = \frac{N_{12}}{N_{11}} U_{11}$ .

Nối biến áp 2 lần 1:  $U_{22} = \frac{N_{22}}{N_{21}} U_{21}$ ; với

$$U_{21} = U_{12} = \frac{N_{12}}{N_{11}} U_{11} \Rightarrow U_{22} = \frac{N_{22}}{N_{21}} \cdot \frac{N_{12}}{N_{11}} U_{11} \quad (1)$$

Nối biến áp 2 lần 2:

$$U'_{22} = \frac{N_{21}}{N_{22}} U_{21} = \frac{N_{21}}{N_{22}} \cdot \frac{N_{12}}{N_{11}} U_{11} \quad (2). \text{ Từ (1) và (2) ta có}$$

$$U_{22} \cdot U'_{22} = \left( \frac{N_{12}}{N_{11}} \right)^2 U_{11}^2. \text{ Thay số tìm được } \frac{N_{11}}{N_{12}} = 8.$$

**Câu 11.** Điện năng được truyền từ nơi phát đến một khu dân cư bằng đường dây một pha với hiệu suất truyền tải là 90%. Coi hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây và không vượt quá 20%. Nếu công suất sử dụng điện của khu dân cư này tăng 20% và giữ nguyên điện áp ở nơi phát thì hiệu suất truyền tải điện năng trên chính đường dây đó là

- A. 85,8%.    B. 87,7%.    C. 89,2%.    D. 92,8%.

**Đáp án:B**

**Hướng dẫn:** Hiệu suất truyền tải ban đầu:

$$H_1 = \frac{P_{CI1}}{P_{TP1}} = \frac{P_{TP1} - P_{HP1}}{P_{TP1}}, \text{ ở đây } P_{CI1} \text{ là công suất nơi}$$

tiêu thụ và  $P_{HP1}$  là công suất tỏa nhiệt trên đường dây.

Thay số ta được  $P_{CI1} = 0,9P_{TP1}$  và  $P_{HP1} = 0,1P_{TP1}$ .

Lúc sau:  $P_{CI2} = 1,2P_{CI1} = 1,08P_{TP1}$

$$\Rightarrow P_{IIP2} = P_{TP2} - P_{CI2} = P_{TP2} - 1,08P_{TP1} \quad (1).$$

$$\text{Mặt khác lại có } P_{HP} = \frac{P_{TP}^2 R}{U^2}.$$

$$\text{Vì } U \text{ và } R \text{ không đổi nên } \frac{P_{IIP1}}{P_{IIP2}} = \frac{P_{TP1}^2}{P_{TP2}^2}.$$

$$\Rightarrow P_{IIP2} = \frac{P_{TP2}^2}{P_{TP1}^2} P_{HP1} = \frac{0,1P_{TP2}^2}{P_{TP1}^2} \quad (2).$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có } P_{TP2} - 1,08P_{TP1} = \frac{0,1P_{TP2}^2}{P_{TP1}^2}$$

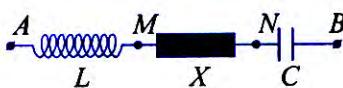
$$\Leftrightarrow \left( \frac{P_{TP2}}{P_{TP1}} \right)^2 - 10 \frac{P_{TP2}}{P_{TP1}} + 10,8 = 0.$$

Giải phương trình trên được

$$\frac{P_{TP2}}{P_{TP1}} = 8,77 \text{ hoặc } \frac{P_{TP2}}{P_{TP1}} = 1,23$$

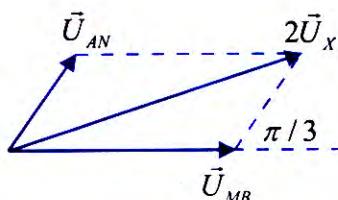
Từ đó tìm được  $H_2 \approx 12,3\%$  (loại vì không thỏa mãn  $H_2 \geq 80\%$ ) hoặc  $H_2 \approx 87,8\%$ .

**Câu 12. Đoạn mạch nối tiếp gồm cuộn cảm thuận, đoạn mạch X và tụ điện (hình vẽ). Khi đặt**



vào hai đầu A, B điện áp  $u_{AB} = U_0 \cos(\omega t + \phi)$  (V) ( $U_0$ ,  $\omega$  và  $\phi$  không đổi) thì:  $LC\omega^2 = 1$ ,  $U_{AN} = 25\sqrt{2}$  V và  $U_{MB} = 50\sqrt{2}$  V, đồng thời  $u_{AN}$  sớm pha  $\frac{\pi}{3}$  so với  $u_{MB}$ . Giá trị của  $U_0$  là

- A.  $25\sqrt{14}$  V
- B.  $25\sqrt{7}$  V
- C.  $12,5\sqrt{14}$  V
- D.  $12,5\sqrt{7}$  V



**Đáp án:B**

**Hướng dẫn:**

$$LC\omega^2 = 1 \Leftrightarrow Z_L = Z_C \Leftrightarrow u_L = -u_C$$

$$\Rightarrow u_{AB} = u_L + u_X + u_C = u_X$$

Lại có:  $u_{AN} + u_{MB} = u_L + u_X + u_X + u_C = 2u_X$ .

Từ giản đồ vector, dùng hệ thức lượng trong tam giác thường tính được  $U_X = 12,5\sqrt{14}$  (V)  $\Rightarrow U_0 = 25\sqrt{7}$  (V)

**Câu 13.** Giả sử một vệ tinh dùng trong truyền thông đang đứng yên so với mặt đất ở một độ cao xác định trong mặt phẳng Xích Đạo Trái Đất; đường thẳng nối vệ tinh với tâm Trái Đất đi qua kinh độ số 0. Coi Trái Đất như một quả cầu, bán kính là 6370 km, khối lượng là  $6.10^{24}$  kg và chu kì quay quanh trục của nó là 24 giờ; hằng số hấp dẫn  $G = 6,67.10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>. Sóng cực ngắn ( $f > 30$  MHz) phát từ vệ tinh truyền thẳng đến các điểm nằm trên Xích Đạo Trái Đất trong khoảng kinh độ nào nêu dưới đây?

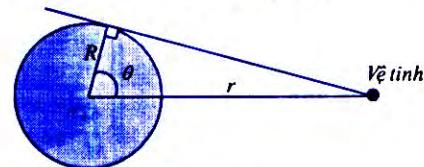
- A. Từ kinh độ  $79^{\circ}20'Đ$  đến kinh độ  $79^{\circ}20'T$ .
- B. Từ kinh độ  $83^{\circ}20'Đ$  đến kinh độ  $83^{\circ}20'D$ .
- C. Từ kinh độ  $85^{\circ}20'Đ$  đến kinh độ  $85^{\circ}20'T$ .
- D. Từ kinh độ  $81^{\circ}20'T$  đến kinh độ  $81^{\circ}20'D$ .

**Đáp án:D** **Hướng dẫn:**

Chu kì chuyển động của vệ tinh địa tĩnh đúng bằng chu kì tự quay của Trái Đất  $T = 24h$ .

Bán kính quỹ đạo của vệ tinh  $r = \sqrt[3]{\frac{G.M.T^2}{4\pi^2}}$ . Thay số tìm được  $r \approx 42,2.10^6$  (m).

Trên hình vẽ là mặt cắt Trái Đất theo đường Xích Đạo. Từ đó ta có  $\cos\theta = \frac{R}{r} = \frac{6,37.10^6}{42,3.10^6} \Rightarrow \theta \approx 81^{\circ}20'$



**Câu 14.** Hai mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích của tụ điện trong mạch dao động thứ nhất và thứ hai lần lượt là  $q_1$  và  $q_2$  với:  $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17}$ , q tính bằng C. Ở thời điểm t, điện tích của tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ nhất lần lượt là  $10^{-9}$  C và 6 mA, cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ hai có độ lớn bằng

- A. 4 mA. B. 10 mA. C. 8 mA. D. 6 mA.

**Đáp án:C** **Gợi ý:** Đạo hàm theo thời gian 2 về của biểu thức  $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17}$  (1) được:

$$4q_1q'_1 + q_2q'_2 = 0 \Leftrightarrow 4q_1i_1 + q_2i_2 = 0 \quad (2)$$

Thay số vào (1) và (2) tìm được  $i_2$ .

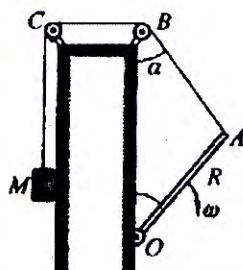


## GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

### ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA TRUNG QUỐC

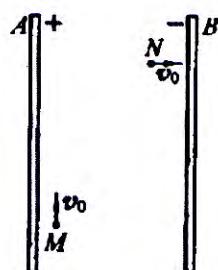
#### VÒNG I NĂM 2001

**Bài I.** Trên **Hình 1** thanh OA có chiều dài R, có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng quanh trục nằm ngang đi qua O, đầu A của thanh nối với vật nặng M bằng một dây mảnh không thể co giãn vắt qua 2 ròng rọc cố định B, C. Bán kính các ròng rọc có thể bù qua, khoảng cách OB là H. Khi đoạn dây BA tạo với OB góc  $\alpha$  tốc độ góc của thanh là  $\omega$ , hãy tìm vận tốc  $v_M$  của vật M tại thời điểm đó.



Hình 1.

**Bài II.** Hai bàn kim loại phẳng, lớn A, B đặt thẳng đứng, song song cách nhau khoảng d, hiệu điện thế giữa 2 bàn là U. Một chất diêm mang điện dương từ điểm M giữa 2 bàn chuyển động theo phương thẳng đứng lên phía trên với tốc độ ban đầu  $v_0$ , khi nó tới điểm N nào đó trong điện trường, phương của vận tốc đổi thành phương ngang nhưng có độ lớn không đổi (**Hình 2**). Tìm hiệu điện thế giữa 2 điểm M, N. (bỏ qua ảnh hưởng của các diện tích phân bố đều trên các bàn kim loại tác động lên chất diêm mang điện).



Hình 2.

**Bài III.** Chiều một chùm tia sáng tới song song với trục chính của một thấu kính mỏng, một mặt lồi và một mặt phẳng. Sau khi khúc xạ qua thấu kính, chùm sáng hội tụ ở phía sau thấu kính, cách thấu kính khoảng  $f = 48(cm)$ . Chiết suất của thủy tinh làm thấu kính  $n = 1,5$ . Nếu mạ bạc mặt lồi của thấu kính rồi đặt vật ở cách mặt phẳng 12 cm thì ảnh cuối cùng tạo bởi hệ năm ở đâu?

**Bài IV.** Trong lò phản ứng hạt nhân dùng U235 làm nhiên liệu, hạt nhân U235 sau khi hấp thu một động năng khoảng 0,025 eV của neutron nhiệt (neutron chậm) có thể sinh phản ứng phân rã giải phóng năng

lượng và 2 ~ 3 neutron nhanh, loại này không có lợi đối với sự phân rã U235. Để quá trình phân rã có thể tiếp tục cần làm giảm tốc độ của các neutron nhanh trong lò phản ứng. Có một phương pháp là sử dụng than chì (C12) làm chất giảm tốc. Giả sử giữa neutron và nguyên tử cacbon xảy ra va chạm đàn hồi xuyên tâm. Hồi một neutron nhanh có năng lượng ban đầu  $E_0 = 1,75 MeV$  cần bao nhiêu lần va chạm với nguyên tử cacbon đứng yên mới có thể giảm tốc thành neutron nhiệt 0,025 eV?

**Bài V.** Trên **Hình 3** là một bàn gỗ có khối lượng M, chiều dài L mang một bàn chặn mỏng P đứng yên trên mặt đất nằm ngang ; giả sử hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát động giữa bàn gỗ và mặt đất là bằng nhau và đều bằng  $\mu$ . Một người có khối lượng m từ trạng thái đứng yên ở một đầu tăng tốc chạy tới đầu kia rồi đột nhiên dừng lại nắm chặt lấy bàn chặn P. Biết rằng hệ số ma sát giữa người và bàn gỗ đủ lớn để người không trượt trên bàn gỗ . Hỏi trong điều kiện nào thì khoảng dịch chuyển về phía trước của bàn gỗ là cực đại? Hãy tính giá trị đó?



Hình 3.

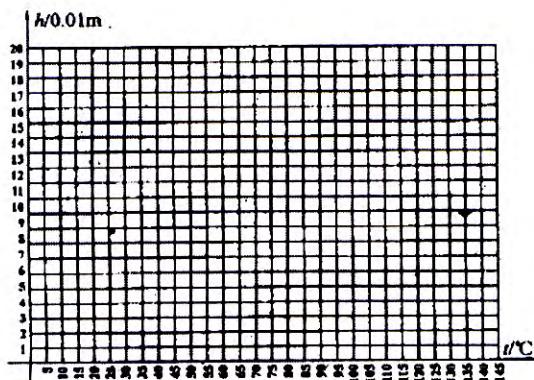
**Bài VI.** Trong một ngày mùa đông, một nhóm học sinh làm một thí nghiệm như sau: Họ đốt một quả cầu nhôm đặc, to lên tới nhiệt độ t nào đó sau đó đặt nó lên mặt hồ băng cứng (lớp băng đủ dày) khiến quả cầu nhôm lún vào trong băng. Khi quả cầu nhôm không lún nữa, họ đo độ sâu điểm dưới cùng quả cầu lún trong băng là h. Thí nghiệm được lặp lại 8 lần, số liệu cuối cùng được liệt kê trong bảng dưới đây:

Lần đo	1	2	3	4
Nhiệt độ của cầu nhôm °C	55	70	85	92
Độ sâu lún h (cm)	9,0	12,9	14,8	16,0

Lần đo	5	6	7	8
Nhiệt độ của cầu nhôm °C	104	110	120	140
Độ sâu lún h (cm)	17,0	17,0	17,0	16,8

Biết rằng trọng lượng riêng của nhôm gấp 3 lần của nước. Giả sử khi làm thí nghiệm nhiệt độ của môi trường và của băng trên mặt hồ là 0°C. Nhiệt nóng chảy của băng là  $\lambda = 3.34 \times 10^5 J / kg$ .

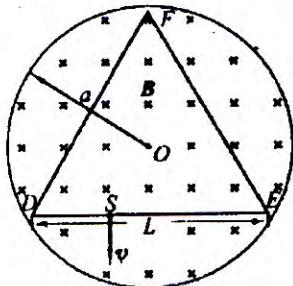
- Dùng các số liệu trên vẽ đồ thị sử dụng gợi ý trên **Hình 4** và dùng một vài số liệu để tính nhiệt dung riêng C của nhôm
- Với những số liệu không được bạn dùng, hãy giải thích lý do.



Hình 4.

**Bài VII.** Trên **Hình 5**, choán đầy bên trong ống trụ rỗng bán kính  $a$  (hình tròn trên hình vẽ là tiết diện ngang của nó) là từ trường đều có cường độ cảm ứng từ  $B$  song song với trục ống trụ, hướng vào trong mặt phẳng giấy. Trên mặt phẳng vuông góc với trục ống trụ, ta đặt một khung làm bằng vật liệu cách điện dạng tam giác đều  $DEF$  độ dài cạnh  $L = 1.6 a$ , trọng tâm  $O$  của tam giác nằm trên đường trục ống. Tại điểm  $S$  trên cạnh  $DE$  ( $DS = L/4$ ) có một nguồn phát hạt mang điện, phương chuyển động của hạt phát ra nằm trong mặt phẳng hình vẽ, vuông góc với  $DE$ , hướng xuống dưới. Điện tích các hạt đều bằng  $q (>0)$ , khối lượng đều bằng  $m$  nhưng tốc độ  $v$  có giá trị khác nhau. Nếu va chạm của các hạt này với khung hình tam giác là va chạm hoàn toàn đàn hồi và mỗi lần va chạm, phương của tốc độ vuông góc với phương va chạm. Hỏi:

- Với giá trị vận tốc  $v$  nào của chùm hạt mang điện thì có thể khiến các hạt xuất phát từ điểm  $S$  cuối cùng lại quay trở về  $S$ ?
- Trong các hạt này, thời gian ngắn nhất để hạt quay lại là bao nhiêu?



Hình 5.

(Xem Hướng dẫn giải  
kỳ sau)

### TÌM HIỂU SÂU THÊM ... (tiếp theo trang 4)

Dĩ nhiên, ta phải chờ đợi rằng những nguyên lý chung phải là như thế đối với cả những hạt khác, có khối lượng khác electron. Thực tế, sự khai quát hóa như thế đã được thực nghiệm xác nhận. Nhưng tại sao những nguyên lý như thế lại áp dụng được cả cho đối tượng là một mạch dao động mà điện tích trên các bán tụ lại đóng vai trò là “tọa độ”? Ở đây chúng ta đi tới một giả thiết quan trọng đã và sẽ được sử dụng rộng rãi trong vật lý lý thuyết thế kỷ 20. Nếu hai hệ có năng lượng phụ thuộc như nhau vào tọa độ và vận tốc, thì những hệ như vậy sẽ có những tính chất như nhau, mặc dù các “tọa độ” và “vận tốc” trong các hệ đó có thể có ý nghĩa hoàn toàn khác nhau. Thực tế, không có một ví dụ nào mà giả thiết đó mâu thuẫn với thực nghiệm. Bởi vậy, chúng ta có quyền xem rằng chúng ta đã giải được bài toán về áp dụng cơ học lượng tử cho mọi dao động tử khà dĩ.

Bây giờ chúng ta sẽ suy ngẫm xem kết quả mà ta nhận được ở trên có ý nghĩa gì. Làm thế nào chúng ta có thể chuyển những kết quả đó về các công thức cổ điển. Trước hết, kết quả chúng ta đã thu được cho thấy năng lượng không thay đổi liên tục mà theo những lượng có giá trị  $\hbar\omega$ . Thật ra, đại lượng  $\hbar$  rất nhỏ và đối với các dao động tử vĩ mô thông thường sự thay đổi nhảy bậc đó của năng lượng thực tế là không quan sát được. Tuy nhiên, có những hệ vĩ mô đặc biệt, trong đó sự nhảy bậc lại đóng vai trò quyết định (như các laser). Sự đúng đắn của biểu thức năng lượng của dao động tử mà ta nhận được ở trên đã được kiểm tra với độ chính xác rất cao đối với nhiều loại dao động tử.

Còn một tính chất quan trọng nữa của dao động tử lượng tử mà ta đã nhận được ở trên. Ta biết rằng, trong vật lý cổ điển, khi năng lượng cực tiểu, dao động tử sẽ đứng yên ở VTCB. Tuy nhiên, dao động tử lượng tử vẫn dao động ngay khi ở trạng thái có năng lượng thấp nhất (người ta gọi chúng là dao động “điểm không”). Thể năng và động năng của những dao động đó cỡ  $\hbar\omega$ . Khi đó giá trị trung bình của tọa độ dao động tử bằng 0, còn giá trị trung bình của bình phương tọa độ được cho bởi công thức ở trên đối với  $q_0^2$ . Tính chất đặc biệt đó của các dao động tử lượng tử đã được thực nghiệm khẳng định

và đóng vai trò quan trọng trong vật lý hiện đại.

Nếu xét những dao động âm trong vật rắn như một tập các dao động từ lượng tử, thì chúng ta thu được kết quả cho thấy rằng ở không độ tuyệt đối các nguyên tử của vật rắn cũng không đứng yên mà vẫn dao động. Điều này đã được thực nghiệm xác nhận khi nghiên cứu tán xạ của ánh sáng ở những nhiệt độ thấp! Nếu chúng ta xem các sóng điện từ (lan truyền trong chân không) như tập hợp của các dao động từ thì chúng ta sẽ đi tới kết luận rằng trong chân không, ngay cả khi không có các hạt và các lượng tử nào, thì vẫn xảy ra dao động “điểm không” của trường điện từ. Và những dao động đó cũng đã được phát hiện bởi thực nghiệm.

### Trong quá trình làm việc rồi ta sẽ hiểu

Chúng tôi đã đưa ra trong bài một số thuật ngữ khó hiểu mà không giải thích như: lượng tử hóa, quá trình sóng gắn với hạt, dao động tử lượng tử, ... Và chúng ta cứ hành động mà không hiểu gì lăm. Tuy nhiên, chúng ta đã tìm ra năng lượng của nguyên tử hyđrô phụ thuộc vào số lượng tử  $n$  như thế nào, đã biết dao động tử lượng tử ở trạng thái năng lượng thấp nhất vẫn dao động, và thậm chí đã bắt đầu ứng dụng những kết quả của sự lượng tử hóa của dao động tử cho đối tượng là những dao động của trường điện từ trong chân không. Và kết quả của những hành động đó đã làm cho ta hiểu được phần nào.

Như vậy, sự hiểu sẽ xuất hiện trong quá trình làm việc. Nếu như chúng ta cố gắng để hiểu được hết rồi mới bắt đầu những tính toán đơn giản thì bạn sẽ chẳng thu được gì hết. Sự hiểu sẽ không xuất hiện một cách nhảy vọt mà theo mức độ tiến triển của công việc. Và ngược lại, công việc sẽ tiến triển theo mức độ hiểu sâu sắc của chúng ta.

Để đạt được sự hiểu biết một cách sâu sắc, chúng ta cần phải giải các bài toán trong một lĩnh vực nhất định của vật lý. Học một cách thụ động chỉ cho chúng ta một quan niệm lờ mờ về những vẻ đẹp – những vẻ đẹp chỉ được mờ ra trong quá trình làm việc độc lập.

### Lượng Tử (sưu tầm và giới thiệu)



## MÁY ẢNH MẮT CÔN TRÙNG

*Nguyễn Xuân Chánh*

Đầu tháng 5 năm 2013 nhiều báo khoa học danh tiếng trên thế giới đưa tin là các nhà khoa học của Đại học Illinois ở Urbana-Champaign (Mỹ) đứng đầu là giáo sư John A. Rogers đã phát triển kỹ thuật mới bắt chước mắt côn trùng chế tạo được máy ảnh có góc thu ảnh xấp xỉ và độ sâu gần như vô cực. Ứng dụng nổi bật nhất của máy ảnh mắt côn trùng này là ở lĩnh vực do thám và nội soi.

Để hiểu rõ hơn những khả năng đặc biệt của loại máy này ta xem lại hai hạn chế của máy ảnh vốn có lâu nay là góc thu ảnh và độ sâu có giới hạn.

### Góc thu ảnh và độ sâu khi chụp ảnh.

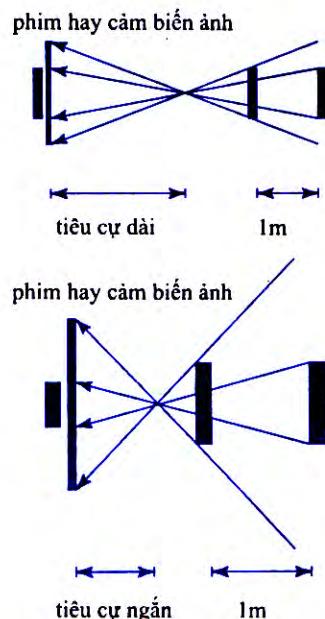
Bộ phận quan trọng nhất của máy ảnh là ống kính, thực chất là thấu kính hội tụ tạo ra ảnh của cảnh vật trước ống kính hiện lên cảm biến ảnh để ghi lại. Ở máy ảnh chụp phim, cảm biến ảnh là phim ảnh, ở máy ảnh số cảm biến ảnh là cảm biến CCD hoặc CMOS. Để dễ hiểu cụ thể trong bài này ta lấy thí dụ về máy ảnh dùng phim, đối với máy ảnh số lập luận cũng tương tự.

Kích thước của tấm phim ảnh là nhất định nên không phải toàn bộ cảnh vật trước ống kính đều hiện lên phim mà chỉ là trong phạm vi một góc nhìn nào đó của ống kính, người ta gọi phạm vi đó là góc thu ảnh. Thường gần đúng xem như ảnh của cảnh vật hiện lên phim đặt ở mặt tiêu (mặt đi qua tiêu điểm của ống kính) nên với phim ảnh có kích thước là D, có thể tính ra được góc thu ảnh khi biết tiêu cự  $f$  của ống kính (xem hình 1).

Hình 1.

Trên: ống kính có tiêu cự dài góc thu ảnh hẹp

Dưới: ống kính có tiêu cự ngắn góc thu ảnh rộng





Thí dụ ở máy ảnh phô biến 35mm, phim ảnh hình chữ nhật  $36mm \times 24mm$ , quy ước kích thước D của phim ảnh là đường chéo của hình chữ nhật  $D = 43,5mm$  với ống kính thông thường (gọi là ống kính chuẩn) có tiêu cự  $f=50mm$  thì góc thu ảnh của ống kính tính ra là  $46^\circ$ . Với ống kính thông thường này, thí dụ muốn chụp ảnh nhóm người dàn hàng ngang cách máy ảnh 5 mét thì chỉ những người trong phạm vi rộng cỡ 5 mét mới có ảnh hiện lên phim. Nếu lùi máy ảnh ra xa thí dụ cách hàng người 10 mét thì chụp được ảnh của những người trong phạm vi rộng cỡ 10 mét. Chụp được nhiều người hơn nhưng ảnh của từng người nhỏ, không rõ. Để vẫn ở gần nhưng chụp được phạm vi rộng, phải dùng ống kính góc rộng (wide angle lens), tức là ống kính có tiêu cự f nhỏ hơn. Thực tế máy ảnh thông thường 35mm có ba loại ống kính góc rộng có tiêu cự là 35mm, 28mm và 24mm ứng với góc thu ảnh là  $64^\circ$ ,  $75^\circ$  và  $84^\circ$ . Ống kính có tiêu cự dưới 24mm gọi là ống kính góc siêu rộng, nhưng tiêu cự ngắn nhất cũng chỉ là  $f=16 mm$  ứng với góc thu ảnh lớn nhất là  $115^\circ$ . Việc chế tạo ống kính góc càng rộng càng khó khăn vì ống kính góc càng rộng càng nhiều tia sáng rất nghiêng so với quang trục tham gia tạo ảnh trên phim ảnh, ảnh rất dễ bị méo mó biến dạng ở phần gần rìa.

Khi chụp ảnh một vấn đề cần quan tâm nữa là độ sâu của ảnh. Vì phim ảnh (cảm biến ảnh) là phẳng nên về nguyên tắc với ống kính có tiêu cự f nhất định khi điều chỉnh ống kính tới lui, lúc ống kính cách phim ảnh một khoảng là  $p'$  ta thấy vật cần chụp có ảnh trên phim rõ nhất thì vật đó cách ống kính một khoảng  $p$

nghiệm đúng công thức  $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ . Nói cách khác

khi đã điều chỉnh thật rõ nét ở  $p$  thì chỉ những vật (những điểm) nằm trong mặt phẳng cách ống kính một khoảng  $p$  mới cho ảnh rõ nét trên phim. Tuy nhiên thực tế thì tùy theo khoảng cách lấy nét  $p$  và tùy theo khẩu độ chấn bót ánh sáng để chụp, những vật ở trước và sau khoảng cách rõ nét  $p$  vẫn có ảnh ở phim với độ nét chấp nhận được. Người ta gọi khoảng cách giữa hai vị trí xa nhau nhất cho độ nét chấp nhận được là **vùng rõ nét**, vùng này càng lớn thì ảnh chụp có **độ sâu** càng lớn. Thí dụ ở máy ảnh phim 35mm với ống kính chuẩn  $f = 50mm$  khi điều chỉnh để lấy rõ nét nhất vật cách thấu kính  $p = 4m$ , nếu ống kính mở với khẩu độ 2,8 thì vùng rõ nét là từ 3,5m đến 4,5m, còn ống kính mở với khẩu độ 5,6, vùng rõ nét là từ 3m đến 6m nghĩa là độ sâu lớn hơn so với trường hợp ống kính mở với khẩu độ 2,8.

Góc thu ảnh và độ sâu của ảnh có giới hạn là hai hạn chế của máy ảnh vẫn dùng lâu nay (máy ảnh phim cũng như máy ảnh số) nguyên nhân chính là máy ảnh chỉ có một ống kính và cảm biến ảnh cũng chỉ có một và là phẳng.

Trong hoạt động theo dõi, giám sát chẳng hạn nếu bố trí một máy ảnh để tự động ghi lại những diễn biến xảy ra thì vì giới hạn của góc thu ảnh và độ sâu nên có những vùng trước ống kính máy ảnh không bị che lấp nhưng vẫn là khuất không ghi được ảnh hoặc có ảnh nhưng rất mờ.

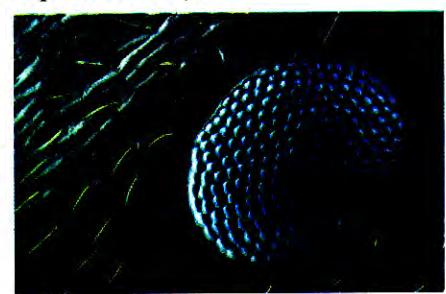
Tương tự ở phương pháp nội soi, đưa một máy ảnh cực nhỏ vào cơ thể thì được nhưng không phải dễ dàng đưa máy ảnh tới lui nghiêng qua nghiêng lại để có được ảnh rõ nét. Vì vậy trong nhiều trường hợp, rất cần máy ảnh có góc thu ảnh lớn và độ sâu cũng thật lớn.

## 2. Tuyệt diệu mắt của côn trùng

Con ruồi đậu một chỗ trên mặt đất. Rón rén cầm cái vỉ ruồi từ phía sau hoặc phía bên để đập ruồi. Ruồi không quay đầu ra sau, không xoay đầu ra hai bên nhưng khi cái vỉ ruồi ở cao trên lưng, ruồi rất dễ thấy và nhanh chóng bay thoát. Bản năng tự vệ, tìm mồi đã tạo cho ruồi không nhìn rõ phía trước mà nhìn rõ cả ở xung quanh. Con kiến, con chuồn chuồn cũng vậy. Phân tích, tìm hiểu kỹ bằng kính hiển vi thì thấy nhiều loại côn trùng chân có đốt có mắt rất đặc biệt, gọi là **mắt phức hợp**. Tùy loài, mỗi mắt có đến hàng trăm đến hàng nghìn đơn vị tạo ảnh gọi là **mắt con** hay **ommatidia**.

Mỗi mắt con là một thấu kính nhỏ dưới đó là một tinh thể hình nón để chuyển ánh sáng đến tế bào nhạy sáng, tín hiệu tế bào thu được sẽ qua dây thần kinh về não phân tích, xử lý. Chưa thật hiểu nǎo của côn trùng phân tích xử lý như thế nào nhưng chắc chắn cách bố trí không phải một thấu kính lớn mà là rất nhiều thấu kính nhỏ nằm trên một mặt hình bán cầu và dưới mỗi thấu kính nhỏ là một cảm biến nhỏ đã cho phép côn trùng thấy được ảnh với góc thu ảnh gần  $180^\circ$  và rõ ở khắp mọi vùng xung quanh nghĩa là độ sâu xem như vô hạn. Chính bắt chước những đặc điểm kỳ diệu này của mắt côn trùng giáo sư J.A.Roger mới chế tạo được máy ảnh mắt côn trùng như mô tả ở phần sau đây.

**Hình 2. Mắt côn trùng gồm nhiều mắt con, mỗi mắt con bên trên là thấu kính nhỏ dưới là tế bào cảm biến ảnh.**



(Xem tiếp trang 12)

**"CHỈ CÓ MỘT LÝ DO DUY NHẤT CHO SỰ CÓ MẶT CỦA THỜI GIAN, ĐÓ LÀ MỌI THỨ KHÔNG XÂY RA CÙNG MỘT LÚC."**

**"The only reason for time is so that everything doesn't happen at once."**

**Albert Einstein**



## BẠN CÓ BIẾT

Các nhà khoa học tại trường Đại học Southampton vừa tiến một bước quan trọng hướng tới việc làm sáng tỏ những bí ẩn cấu trúc của vũ trụ của chúng ta. Giáo sư Kostas Skenderis, trưởng Toán-Lý tại Southampton, cho biết: "Một trong những tiến bộ chính gần đây trong ngành Vật lý lí thuyết là nguyên lí toàn kí. Theo quan điểm này, Vũ trụ của chúng ta có thể được xem là một ảnh toàn kí và chúng ta sẽ muốn biết làm thế nào thiết lập các định luật vật lí cho một Vũ trụ toàn kí như thế." Một bài báo mới công bố của giáo sư Skenderis và tiến sĩ Marco Caldarelli thuộc trường Đại học Southampton, tiến sĩ Joan Camps thuộc trường Đại học Cambridge và tiến sĩ Blaise Goutéraux thuộc Viện Vật lí Lí thuyết Bắc Âu ở Thụy Điển, đăng trên tạp chí Physical Review D, trình bày các liên hệ giữa không-thời gian cong âm và không-thời gian phẳng. Không-thời gian thường được hiểu là mô tả không gian tồn tại trong ba chiều, với thời gian giữ vai trò một chiều thứ tư và cả bốn chiều hòa hợp với nhau thành một liên tục, hay một trạng thái trong đó bốn thành phần không thể phân biệt với nhau. Không-thời gian phẳng và không-thời gian âm mô tả một môi trường trong đó Vũ trụ không bị cuộn lại, với không gian trải ra vô hạn, mãi mãi trong thời gian, theo mọi hướng. Lực hấp dẫn, ví dụ như lực tạo ra bởi một ngôi sao, được mô tả tốt nhất bởi không-thời gian phẳng. Không-thời gian cong âm mô tả một Vũ trụ chứa đầy năng lượng chân không có giá trị âm. Cơ sở toán học của lí thuyết toàn kí được hiểu tốt nhất đối với thời gian-thời gian cong âm. Giáo sư Skenderis đã phát triển một mô hình toán học tìm kiếm những tương đồng giữa không-thời gian phẳng và không-thời gian cong âm, tuy rằng loại thứ hai vừa nói hình thành trong một số âm chiều, tức là nằm ngoài phạm vi nhận thức vật lí của chúng ta.

Skenderis cho biết: "Theo lí thuyết toàn kí, ở một cấp độ cơ bản vũ trụ có ít hơn một chiều so với chúng ta cảm nhận trong cuộc sống hàng ngày và bị chi phối bởi những định luật tương tự như lực điện từ. Quan điểm là tương tự với ảnh toàn kí bình thường trong đó một ảnh ba chiều được mã hóa trong một mặt hai chiều, ví dụ như ảnh toàn kí trên cái thẻ tín dụng, nhưng lúc này là toàn bộ Vũ trụ được mã hóa theo một kiểu như thế". "Nghiên cứu của chúng tôi đang triển khai, và chúng ta hi vọng tìm thấy nhiều liên hệ hơn giữa không-thời gian phẳng, không-thời gian cong âm và ảnh toàn kí. Các lí thuyết truyền thống mô tả cách thức Vũ trụ vận hành mỗi lí thuyết mô tả rất cẩn bản, nhưng mỗi lí thuyết chỉ xét một phạm vi hẹp khác nhau. Mục tiêu tối hậu của chúng tôi là đi tìm một kiến thức kết hợp mới của Vũ trụ, nó vận hành trên diện rộng."

## CÂU HỎI KỲ NÀY

Vì sao sau đuôi máy bay thường hay kéo theo một vệt khói trắng dài?

## ĐÁP ÁN CÂU HỎI KỲ TRƯỚC (117)

Về mặt định tính, ta thấy rằng, khi tấm ván đã được chèn cố định vào lỗ hổng, khi ấy lực tác dụng lên tấm ván là do áp suất tĩnh của nước gây nên, còn khi chưa chèn được tấm ván vào lỗ hổng, khi ấy lực tác dụng lên tấm ván sẽ do áp suất động của nước (áp suất này cũng chính bằng áp suất tĩnh ở trên) và một áp suất phụ do xung lực của nước chuyển động tác dụng lên ván. Ta hoàn toàn có thể dễ dàng tính toán định lượng và cho kết quả lực tác dụng lên tấm ván lúc này gấp đôi ở trên.

## GÓC VUI CƯỜI

