

# GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

LTS. Do khuôn khổ có hạn, Vật lý & Tuổi trẻ xin giới thiệu với bạn đọc một bài toán trong đề thi Lý thuyết của kỳ thi Olympic Vật lý châu Á lần thứ 5 tổ chức tại Việt Nam, mùa hè vừa qua. Bạn đọc nào muốn có toàn bộ đề thi và đáp án (cả tiếng Anh lẫn tiếng Việt) xin liên hệ trực tiếp với Toà soạn.

## Bài thi lí thuyết số 1

### ĐO KHỐI LƯỢNG TRONG TRẠNG THÁI KHÔNG TRỌNG LƯỢNG

Trong một trạm không gian quay quanh Trái đất có trạng thái không trọng lượng, do đó ta không thể dùng những dụng cụ đo trọng lượng thông thường để từ đó suy ra khối lượng của các nhà du hành vũ trụ. Trạm vũ trụ Skylab 2 và một vài trạm nghiên cứu vũ trụ khác được trang bị một Thiết bị đo khối lượng của vật. Thiết bị này gồm có một cái ghế gắn ở đầu một lò xo. Đầu kia của lò xo được gắn vào một điểm cố định của trạm. Trục của lò xo đi qua khối tâm của trạm, độ cứng của lò xo là  $k = 605,6 \text{ N/m}$ .

1. Khi trạm đang cố định trên bề phóng thì chiếc ghế (không có người) dao động với chu kỳ  $T_0 = 1,28195 \text{ s}$ . Tính khối lượng  $m_0$  của chiếc ghế. [2,0 điểm]
2. Khi trạm đang quay trên quỹ đạo quanh Trái đất, nhà du hành vũ trụ ngồi và buộc mình vào chiếc ghế, rồi đo chu kỳ dao động  $T'$  của chiếc ghế. Anh ta thu được  $T' = 2,33044 \text{ s}$ . Anh ta tính đại khái khối lượng của mình thì thấy nghi ngờ và tìm cách xác định khối lượng thực của mình. Anh ta đo lại chu kỳ dao động của chiếc ghế (không có người) và tìm được  $T_0' = 1,27395 \text{ s}$  (lúc đó anh ta đang trong trạng thái lơ lửng trong trạm). Tính khối lượng thực của nhà du hành vũ trụ và khối lượng của trạm. [4,0 điểm].

Chú ý: Bỏ qua khối lượng của lò xo.

### BÀI GIẢI

1. Biểu thức chu kỳ dao động:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{k}} \tag{1}$$

Suy ra:

$$m_0 = \frac{k}{4\pi^2} T_0^2 = 25,21 \text{ kg} \tag{2}$$

2. Khi con tàu bay trên quỹ đạo quanh Trái Đất, hệ dao động gồm lò xo một đầu có gắn ghế, khối lượng  $m_0$ , một đầu gắn vào con tàu, khối lượng  $M$ . Hệ này dao động như một vật có khối lượng :

$$m_0' = \frac{m_0 M}{m_0 + M} \tag{3}$$

gắn vào đầu lò xo, còn đầu kia của lò xo giữ cố định ( $m_0'$  là khối lượng rút gọn của hệ con tàu-ghế). Chu kỳ dao động là  $T_0'$ . Ta suy ra:

$$\frac{m_0}{m_0'} = \left( \frac{T_0}{T_0'} \right)^2 = \left( \frac{1,28195}{1,27395} \right)^2 \tag{4}$$

Từ (3) và (4) ta tính được khối lượng con tàu:

$$M = \frac{m_0}{\frac{m_0}{m_0'} - 1} = \frac{25,21}{\left(\frac{T_0}{T_0'}\right)^2 - 1} = \frac{25,21}{\left(\frac{1,28195}{1,27395}\right)^2 - 1} = 2001 \text{ kg} \quad (5)$$

Gọi  $m$  là khối lượng của nhà du hành và cái ghế, thì khối lượng rút gọn tương ứng là  $m'$ :

$$m' = \frac{mM}{m + M} \quad (6)$$

Biểu thức của  $m$  là

$$m = \frac{m'}{1 - \frac{m'}{M}}$$

Ta tính được  $m'$  từ chu kì dao động  $T'$  theo công thức (2)

$$m' = \frac{605,6}{4} \cdot \left(\frac{2,33044}{3,1416}\right)^2 = 83,31 \text{ kg}$$

Giá trị thực của khối lượng  $m$  là:

$$m = \frac{83,31}{1 - \frac{83,31}{2001}} = 86,93 \text{ kg}$$

Khối lượng thực của nhà du hành là:  $86,93 - 25,21 = 61,72 \text{ kg}$

**Nguyễn Thế Khôi và Nguyễn Xuân Thanh** giới thiệu

## CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

### TRUNG HỌC CƠ SỞ

**TNCS1/15.** Một vật chuyển động khi:

- A. Vật đi được quãng đường sau một khoảng thời gian.
- B. Khoảng cách giữa vật và vật mốc thay đổi.
- C. Vị trí giữa vật và vật mốc thay đổi.
- D. Cả A, B và C.

**TNCS2/15.** Một hành khách đang đứng chờ xe buýt bên đường. Có các nhận xét sau về trạng thái chuyển động của hành khách này.

- A. Hành khách đang đứng yên.
- B. Hành khách đang chuyển động thẳng.
- C. Hành khách đang chuyển động tròn.
- D. Chưa có đủ cơ sở để nêu các nhận xét trên.

**TNCS3/15.** Chỉ ra chỗ đúng, sai trong các kết luận sau về vận tốc chuyển động:

- A. Độ lớn của vận tốc bằng độ dài quãng đường đi được trong một đơn vị thời gian.
- B. Độ lớn vận tốc được đo bằng thương số giữa quãng đường mà vật đi được và khoảng thời gian đi hết quãng đường đó.
- C. Quãng đường mà vật đi được càng lớn thì vật chuyển động càng nhanh.
- D. Độ lớn vận tốc không phụ thuộc vào vật mốc.

**TNCS4/15.** Vận tốc của các xe như sau: Xe 1: 36km/h; Xe 2: 18m/s; Xe 3: 0,9km/phút; Xe 4: 30000cm/phút. Xếp theo thứ tự từ chuyển động nhanh nhất đến chuyển động chậm nhất như sau:

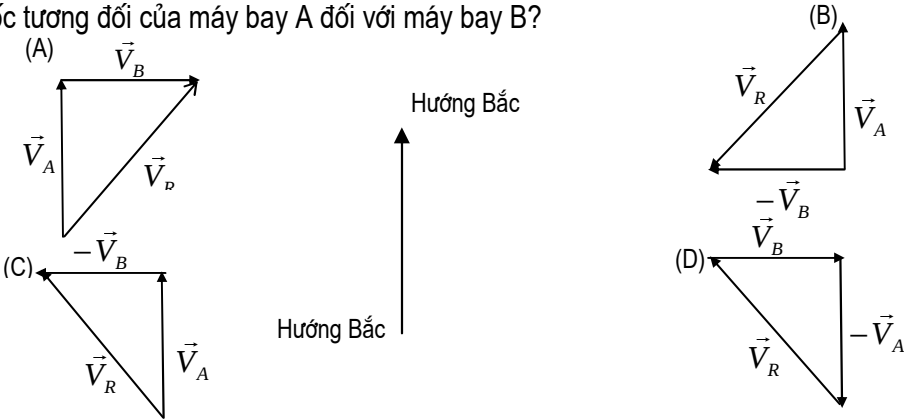
- A. Xe 1 – Xe 2 – Xe 3 – Xe 4
- B. Xe 4 – Xe 1 – Xe 2 – Xe 3
- C. Xe 2 – Xe 4 – Xe 3 – Xe 1
- D. Xe 3 – Xe 1 – Xe 2 – Xe 4

**TNCS5/15.** Để đi từ thành phố M đến thành phố N, các xe thực hiện chuyển động như sau: Xe 1 chuyển động đều trên cả quãng đường với vận tốc 10m/s; Xe 2 chuyển động đều trên nửa đoạn đường đầu với vận tốc 6m/s và trên nửa đoạn đường còn lại với vận tốc 14m/s; Xe 3 chuyển động trong nửa thời gian đầu với vận tốc 6m/s và trong nửa thời gian còn lại với vận tốc 14m/s. Hỏi xe nào tới đích trước.

A. Xe 1  
 B. Xe 2  
 C. Xe 1 và xe 2  
 D. Xe 1 và xe 3.

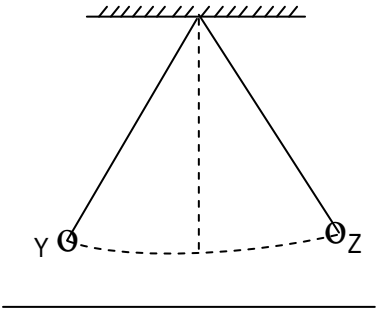
**TRUNG HỌC PHỔ THÔNG**

**TN1/15.** Hai máy bay A và B bay với vận tốc bằng nhau  $V_A$  và  $V_B$  . Máy bay A bay theo hướng Bắc, máy bay B bay theo hướng Đông. Giản đồ véc tơ nào dưới đây biểu diễn đúng véctơ  $V_R$  là vận tốc tương đối của máy bay A đối với máy bay B?



**TN2/15.** Một con lắc đơn giao động giữa Y và Z. Gọi F là độ lớn của hợp lực đặt lên con lắc, a là độ lớn của gia tốc con lắc.Tại Y:

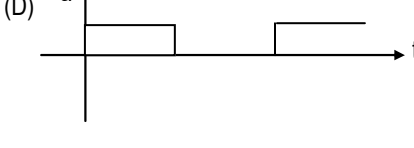
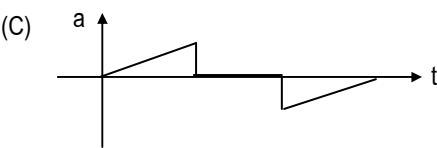
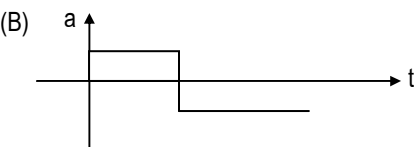
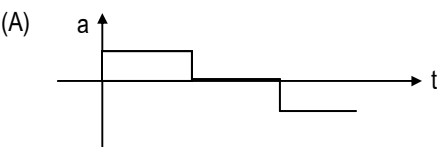
(A) F và a đều bằng không  
 (B) F cực đại, a bằng không  
 (C) F bằng không, a cực đại  
 (D) F và a đều cực đại



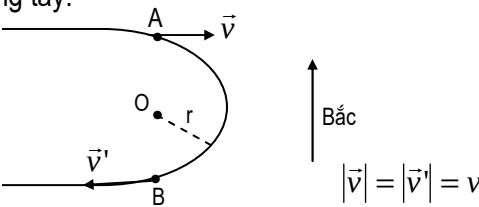
**TN3/15.** Một quả cầu trượt xuống một dốc nghiêng  $45^0$  đến mặt ngang và đi lên một dốc nghiêng  $45^0$  (Bỏ qua ma sát).



Đồ thị nào biểu diễn đúng sự thay đổi của thành phần theo phương ngang của gia tốc của quả cầu? Chọn chiều dương là chiều chuyển động.



**TN4/15.** Một xe hơi đang chuyển động theo hướng đông với vận tốc  $v(m/s)$  và bắt đầu đi vào đường vòng bán kính  $r(m)$  tại điểm A. Sau khoảng thời gian  $t$ , xe ra khỏi đường vòng tại B và chuyển động thẳng với vận tốc  $v'(m/s)$  theo hướng tây.

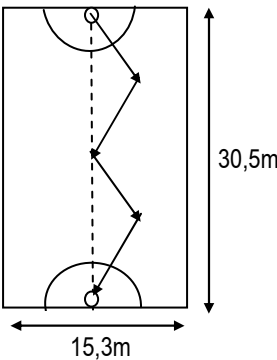


Hỏi gia tốc trung bình của xe giữa điểm A và B là bao nhiêu?

- (A)  $\frac{v^2}{r}$  theo hướng đông
- (B)  $\frac{2v}{t}$  theo hướng tây
- (C)  $\frac{v}{t}$  theo hướng nam
- (D) Bằng không

**TN5/15.** Một quả bóng được ném từ gôn này đến gôn kia qua bốn lần. Mỗi cú ném có một khoảng cách 8,5m. Độ dài tổng cộng của quả bóng là:

- (A) 8,5m
- (B) 15,3m
- (C) 30,5m
- (D) 34m



Chú ý: *Hạn cuối cùng nhận đáp án 10/1/2005*

**TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP**

**CHUYỂN ĐỘNG TRÒN: ĐỀU VÀ KHÔNG ĐỀU**

Chuyển động tròn là dạng chuyển động thường gặp trong kĩ thuật và trong thực tế. Việc giải bài toán chuyển động tròn có ý nghĩa quan trọng. Trước hết chúng ta hãy nhắc lại vài khái niệm cơ bản.

Giả sử vật (chất điểm) chuyển động tròn. Vận tốc góc  $\omega$  được định nghĩa là giới hạn của tỉ số giữa góc quay  $\Delta\varphi$  của bán kính đi qua vật và thời gian  $\Delta t$  để quay góc đó, khi  $\Delta t$  tiến đến không :

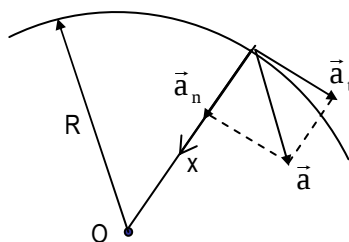
$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \text{ khi } \Delta t \rightarrow 0.$$

Góc quay được đo bằng radian, vì vậy vận tốc góc trong hệ SI được đo bằng rad/s (hay 1/s). Độ lớn  $V$  của vectơ vận tốc trong chuyển động tròn được gọi là vận tốc dài. Vận tốc góc và vận tốc dài ở thời điểm bất kì liên hệ nhau bởi hệ thức  $V = \omega R$ , ở đây  $R$  là bán kính của quỹ đạo.

Chuyển động tròn được gọi là đều nếu độ lớn vận tốc dài (và do đó vận tốc góc) không thay đổi theo thời gian, trong trường hợp ngược lại thì chuyển động gọi là tròn không đều. Đối với chuyển động tròn đều người ta đưa vào khái niệm chu kì và tần số. Chu kì chuyển động là khoảng thời gian  $T$  vật chuyển động được trọn một vòng. Tần số  $f$  là số vòng vật quay được trong một đơn vị thời gian. Dễ thấy  $T=1/f$  và  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ .

Trong chuyển động tròn đều gia tốc được tính theo công thức  $a = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$ . Vectơ

gia tốc luôn hướng vào tâm quỹ đạo vì vậy được gọi là gia tốc hướng tâm. Theo định luật II Newton  $\vec{F} = m\vec{a}$ , ở đây  $\vec{F}$  là tổng hợp các lực do vật khác tác dụng lên vật. Vì trong chuyển động tròn đều vectơ gia tốc  $\vec{a}$  luôn hướng vào tâm nên  $\vec{F}$  cũng hướng vào tâm, do đó nó được gọi là lực hướng tâm. Cần lưu ý rằng lực hướng tâm không phải là một lực gì huyền bí đặc biệt, xuất hiện do vật chuyển động tròn, mà đó là tổng hợp các lực của những vật khác tác dụng lên vật. Vì vậy khi bắt đầu giải một bài toán về chuyển động tròn nên biểu diễn các lực thực sự tác dụng lên vật, chứ không phải là lực hướng tâm.



Hình 1.

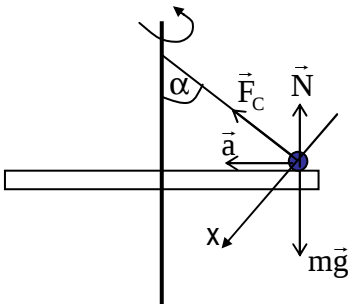
Trong chuyển động tròn không đều vectơ gia tốc không hướng vào tâm quay, vì thế nên phân tích nó thành hai thành phần  $\vec{a}_t$  và  $\vec{a}_n$  (H.1). Thành phần  $\vec{a}_t$  hướng theo tiếp tuyến quỹ đạo và được gọi là gia tốc tiếp tuyến. Nó đặc trưng cho mức độ biến đổi nhanh chậm của độ lớn vận tốc. Thành phần  $\vec{a}_n$  hướng theo pháp tuyến quỹ đạo vào tâm quay và được gọi là gia tốc

pháp tuyến (hay gia tốc hướng tâm). Độ lớn của gia tốc pháp tuyến ở thời điểm bất kì được tính theo công thức:

$$a_n = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R,$$

trong đó  $V$  và  $\omega$  là vận tốc dài và vận tốc góc ở thời điểm đó. Từ hình vẽ rõ ràng rằng trong chuyển động tròn không đều hình chiếu của vectơ gia tốc  $\vec{a}$  trên trục  $x$  (hướng dọc theo bán kính vào tâm quay) luôn bằng  $a_n$ . Đây là cơ sở để giải nhiều bài toán chuyển động tròn không đều.

**Bài 1.** Một cái đĩa quay tròn quanh trục thẳng đứng và đi qua tâm của nó. Trên đĩa có một quả cầu nhỏ được nối với trục nhờ sợi dây mảnh dài  $l$ . Dây lập với trục một góc  $\alpha$  (H.2). Phải quay hệ với chu kì bằng bao nhiêu để quả cầu không rời khỏi mặt đĩa?



Hình 2.

Quả cầu chuyển động tròn đều trên đường tròn bán kính bằng  $l \sin \alpha$  với vận tốc góc  $2\pi/T$  và với gia tốc  $a = (2\pi/T)^2 l \sin \alpha$ , ở đây  $T$  là chu kì quay. Quả cầu chịu tác dụng của trọng lực  $m\vec{g}$ , lực căng của dây  $\vec{F}_C$  và phản lực  $\vec{N}$  của đĩa. Phương trình định luật II Niuton:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_C = m\vec{a}.$$

Chiếu phương trình vectơ này lên trục  $x$  vuông góc với sợi dây, ta có:

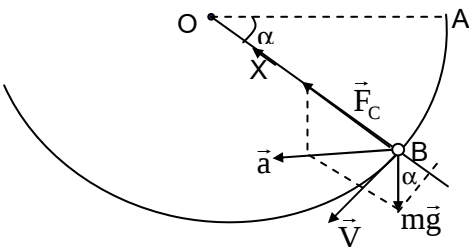
$$mg \sin \alpha - N \sin \alpha = ma \cos \alpha.$$

Từ đó:  $N = m(g - a / \operatorname{tg} \alpha)$ . Quả cầu không rời khỏi mặt đĩa nếu phản lực  $N \geq 0$ , tức là:  $a \leq g \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . Thay gia tốc  $a$  qua chu kì  $T$  theo biểu thức ở trên ta được:

$$T \geq 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} \cos \alpha}.$$

Dấu bằng trong biểu thức này ứng với trường hợp quả cầu nằm ở giới hạn của sự rời khỏi mặt đĩa, tức là có thể coi là tiếp xúc mà cũng có thể coi là không còn tiếp xúc với đĩa nữa (trên thực tế trường hợp này không có ý nghĩa gì quan trọng), vì vậy có thể coi câu trả lời hợp lí là ứng với dấu lớn hơn.

**Bài 2.** Một quả cầu nhỏ khối lượng  $m$  được treo bằng một sợi dây mảnh. Kéo quả cầu để sợi dây nằm theo phương ngang rồi thả ra. Hãy tìm lực căng của sợi dây khi nó lập với phương nằm ngang một góc bằng  $30^\circ$



Hình 3.

Đây là bài toán về chuyển động tròn không đều. Quả cầu chịu tác dụng của trọng lực  $m\vec{g}$  và lực căng  $\vec{F}_C$  của sợi dây (H.3). Hai lực này gây ra gia tốc  $\vec{a}$  của quả cầu, không hướng vào tâm O. Theo định luật II Newton:

$$\vec{F}_C + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Chiếu phương trình vectơ này lên trục X ta được:

$$F_C - mg\sin\alpha = ma_n,$$

trong đó  $a_n = V^2 / R$ , với V là vận tốc của quả cầu, R là chiều dài sợi dây. Từ định luật bảo toàn cơ năng suy ra:

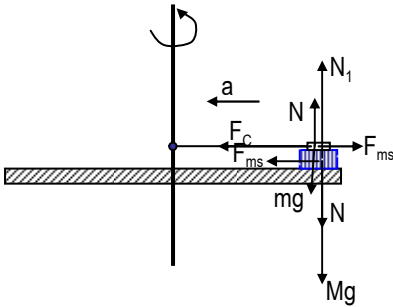
$$mgR\sin\alpha = mV^2 / 2.$$

Từ 3 phương trình trên tính được lực căng của sợi dây:

$$F_C = 3mg\sin\alpha = 3mg / 2.$$

**Bài 3.** Một cái đĩa có thể quay xung quanh trục thẳng đứng, vuông góc với đĩa và đi qua tâm của nó. Trên đĩa có một vật khối lượng M. Ở mặt trên của khối M có một vật nhỏ khối lượng m. Vật m được nối với trục nhờ một sợi dây mảnh (Hình 4). Quay đĩa (cùng vật M và m) nhanh dần lên, tức là vận tốc góc tăng dần. Ma sát giữa đĩa và khối M không đáng kể. Hỏi với vận tốc góc bằng bao nhiêu thì khối M bắt đầu trượt ra khỏi dưới vật m, biết hệ số ma sát trượt giữa vật m và khối M bằng k.

Trước hết ta hãy tìm vận tốc góc  $\omega$  mà khối M chưa trượt ra phía dưới vật m, tức là m và M cùng quay với nhau. Trong trường hợp này chúng chuyển động theo đường tròn, bán kính R và với gia tốc hướng tâm  $a = \omega^2 R$



Hình 4.

Trong hệ có nhiều vật và nhiều lực tác dụng. Để không làm cho hình vẽ quá rối, trên hình các véc tơ lực được ký hiệu như là các độ lớn của chúng. Vật m chịu tác dụng của trọng lực  $m\vec{g}$ , phản lực  $\vec{N}$  của khối M, lực căng  $\vec{F}_C$  của sợi dây và lực ma sát nghỉ  $\vec{F}_{ms}$  (do M tác dụng). Theo định luật II Newton tổng hợp các lực này phải hướng vào trục quay. Từ đó suy ra lực ma sát phải hướng song song sợi dây. Theo định luật III Newton vật m cũng tác dụng lên khối M một lực ma sát có cùng độ lớn nhưng ngược chiều.

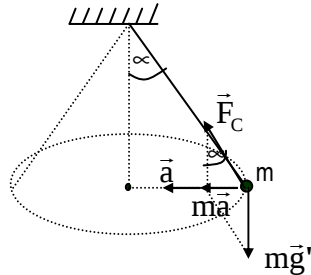
Khối M chịu tác dụng của trọng lực  $M\vec{g}$ , áp lực  $\vec{N}$  của vật m (có độ lớn bằng trọng lượng mg của nó) và lực ma sát nghỉ  $\vec{F}_{ms}$  của vật m, phản lực  $\vec{N}_1$  của đĩa. Phương trình chuyển động của khối M chiếu lên trục song song với sợi dây có dạng:  $F_{ms} = M\omega^2 R$ . Khối M sẽ không trượt ra khỏi vật m nếu độ lớn của lực ma sát nghỉ nhỏ hơn giá trị cực đại của nó (bằng lực ma sát trượt), tức là :

$$F_{ms} < kmg, \rightarrow M\omega^2 R < kmg$$

Từ đó suy ra rằng khối M bắt đầu trượt ra khỏi phía dưới vật m khi vận tốc góc đạt giá trị:

$$\omega = \sqrt{\frac{km g}{MR}}$$

**Bài 4.** Một nhà du hành vũ trụ ngồi trên Hoả tinh đo chu kỳ quay của con lắc hình nón (một vật nhỏ treo vào sợi dây, chuyển động tròn trong mặt phẳng nằm ngang với vận tốc không đổi, khi đó dây treo quét thành một hình nón) nhận được kết quả  $T=3s$ . Độ dài của dây  $L=1m$ . Góc tạo bởi sợi dây và phương thẳng đứng  $\alpha = 30^\circ$ . Hãy tìm gia tốc rơi tự do trên Hoả tinh.



Hình 5.

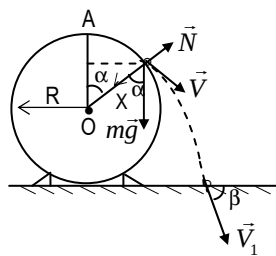
Vật chuyển động theo đường tròn bán kính  $L \sin \alpha$  với vận tốc góc  $2\pi/T$  và gia tốc  $a = (2\pi/T)^2 L \sin \alpha$ . Vật m chịu tác dụng của lực căng  $\vec{F}_C$  của dây treo, trọng lực  $m\vec{g}'$ , ở đây  $g'$  là gia tốc rơi tự do trên Hoả tinh. Phương trình chuyển động của vật có dạng:

$$\vec{F}_C + m\vec{g}' = m\vec{a}.$$

Từ hình 5 rõ ràng  $ma/(mg') = \tan \alpha$ . Thế biểu thức của a ở trên vào sẽ tìm được gia tốc rơi tự do trên Hoả tinh:

$$g' = \frac{2\pi L \cos \alpha}{T} \approx 3,8 \frac{m}{s^2}.$$

**Bài 5.** Một quả cầu được gắn cố định trên mặt bàn nằm ngang. Từ đỉnh A của quả cầu một vật nhỏ bắt đầu trượt không ma sát với vận tốc ban đầu bằng 0. Hỏi vật sẽ chạm vào mặt bàn dưới một góc  $\beta$  bằng bao nhiêu?



Hình 6.

Giả sử bán kính quả cầu bằng R (H.6). Chuyển động của vật trên mặt quả cầu cho đến khi rời khỏi nó là chuyển động tròn không đều với bán kính quỹ đạo bằng R. Trước hết chúng ta tìm góc  $\alpha$  và vận tốc V của vật khi rời khỏi mặt quả cầu. Vật chịu tác dụng của trọng lực  $m\vec{g}$  và phản lực pháp tuyến  $\vec{N}$  của quả cầu. Phương trình chuyển động của vật chiếu lên trục X có dạng:

$$mg \cos \alpha - N = ma_n ,$$

ở đây  $a_n = \frac{V^2}{R}$  là gia tốc pháp tuyến. Vào thời điểm vật rời khỏi mặt quả cầu thì  $N=0$ , vì vậy ta được:

$$V^2 = gR \cos \alpha .$$

Để tìm  $V$  và  $\alpha$  cần có thêm một phương trình nữa. Sử dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{mV^2}{2} = mg(R - R \cos \alpha) \Rightarrow V^2 = 2gR(1 - \cos \alpha)$$

Giải hệ hai phương trình với các ẩn là  $V$  và  $\alpha$  ta tìm được :

$$\cos \alpha = 2/3; \quad V = \sqrt{2gR/3} .$$

Bây giờ chúng ta tìm vận tốc  $\vec{V}_1$  của vật khi chạm vào mặt bàn. Dùng định luật bảo toàn cơ năng: cơ năng của vật tại đỉnh hình cầu bằng cơ năng khi vật chạm bàn.

$$2mgR = \frac{mV_1^2}{2} ,$$

từ đó tính được  $V_1 = 2\sqrt{gR}$ . Trong khoảng thời gian từ lúc rời mặt quả cầu đến khi chạm mặt bàn thành phần vận tốc theo phương ngang của vật không thay đổi. Vì vậy nếu gọi góc rơi của vật khi chạm bàn là  $\beta$  thì ta có:

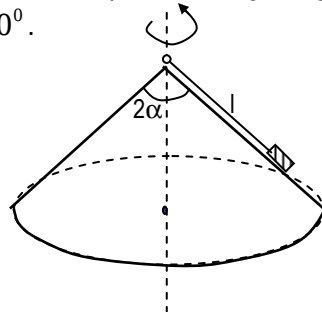
$$V \cos \alpha = V_1 \cos \beta .$$

Thay các biểu thức của  $V$ ,  $V_1$  và  $\cos \alpha$  đã tìm được ở trên vào sẽ tính được:

$$\beta = \arccos \frac{\sqrt{6}}{9} \approx 74^\circ .$$

### **Bài tập:**

1. Một vật nhỏ được buộc vào đỉnh của hình nón thẳng đứng xoay bằng một sợi chỉ dài  $l$  (H.7). Toàn bộ hệ thống quay tròn xung quanh trục thẳng đứng của hình nón. Với số vòng quay trong một đơn vị thời gian bằng bao nhiêu thì vật nhỏ không nâng lên khỏi mặt hình nón ? Cho góc mở ở đỉnh của hình nón  $2\alpha = 120^\circ$ .



Hình 7

2. Một cái đĩa có thể quay xung quanh trục thẳng đứng, vuông góc với đĩa và đi qua tâm của nó. Trên đĩa có một vật khối lượng  $M$  và ở mặt trên của khối  $M$  có một vật nhỏ khối lượng  $m$ . Vật được nối với trục nhờ sợi dây mảnh (H.4). Quay đĩa (cùng khối  $M$  và vật  $m$ ) nhanh dần lên, tức là vận tốc góc tăng dần. Coi ma sát giữa vật  $m$  và khối  $M$  là nhỏ không đáng kể. Hỏi với vận tốc góc bằng bao nhiêu thì khối  $M$  bắt đầu trượt ra khỏi dưới vật  $m$ , biết hệ số ma sát trượt giữa đĩa và khối  $M$  bằng  $k$ .

3. Một quả cầu bán kính  $R=54\text{cm}$ , được gắn chặt vào một bàn nằm ngang. Một viên bi nhỏ bắt đầu trượt không ma sát từ đỉnh của quả cầu. Hỏi sau khi rơi xuống mặt bàn viên bi nảy lên độ cao cực đại bằng bao nhiêu nếu va chạm giữa nó với mặt bàn là va chạm đàn hồi?.

**Tô Linh**

(Sưu tầm & giới thiệu)

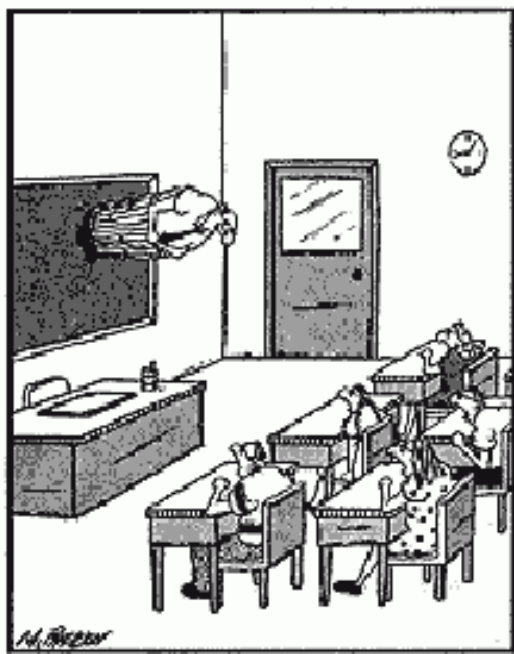


**Góc thư giãn**

Đàn gà của một người nông dân nọ đột nhiên bị ốm nặng. Người nông dân không hiểu chuyện gì đã xảy ra với đàn gà của ông. Sau khi thử một vài cách truyền thống, ông đem hỏi ba người hàng xóm thông thái của mình: một nhà sinh học, một nhà hoá học và một nhà vật lý.

Nhà sinh học đến, kiểm tra đàn gà một lát và nói rằng ông chưa thể khẳng định được gì cả. Nhà hoá học thì đến làm một số thí nghiệm và đo đạc, nhưng cũng không tìm ra nổi nguyên nhân.

Tới lượt nhà Vật Lý, ông ta chỉ quan sát một hồi lâu mà không hề động vào bất cứ thứ gì. Đột nhiên, ông ta lấy vở ra và viết lia lịa vào đó. Sau một số tính toán khủng khiếp, ông ta nói : " Tôi tìm ra rồi, nhưng nó chỉ áp dụng với những con gà ... trong chân không thôi !!!"



**Chào buổi sáng và chào mừng các em đến với sự kỳ diệu của Vật lý !!!**

**Câu đố kỳ này – Có phải mặt trăng “khỏe” hơn mặt trời?**

Dễ thấy rằng sức hút tác dụng lên trái đất của mặt trời lên trái đất lớn hơn hẳn so với sức hút từ mặt trăng tới trái đất (đủ làm trái đất quay quanh mặt trời). Vậy tại sao lại nói rằng thủy triều trên trái đất lại do tác động chủ yếu của mặt trăng?

Cho biết :

Khối lượng của mặt trời và mặt trăng lần lượt là :  $1,99.10^{30}\text{kg}$  và  $7,36.10^{22}\text{ kg}$ ; Khoảng cách từ chúng đến trái đất là:  $1,50.10^{11}\text{ m}$  và  $3,82.10^8\text{ m}$ ; Khối lượng và bán kính trái đất là :  $5,89.10^{24}\text{ kg}$  và  $6,37.10^9\text{ m}$

\_\_\_\_\_

Hãy đưa ra ý kiến của bạn để trở thành người sở hữu những món quà đầy thú vị của Câu lạc bộ.

**Kết quả: Nhanh tay nhanh mắt!!!**

Tìm người quen trong mê cung của hơn 100 chữ cái thật là khó khăn! Thế mà rất nhiều bạn còn phát hiện ra cả những “bác” không quen biết gì lắm với vật lý như MATZA, CARMT, VOGAD, DAGOV, FIMTSA, LEO..v..v.. Có bạn còn chú thích thêm: Fermi là anh họ của Fermat!!! Tuy nhiên phần lớn các bạn gửi bài về đều tìm được gần hết tên “các cụ bô lão” trong làng vật lý của chúng ta (ít nhất là 24 vị): EINSTEIN, NEWTON, GALILEO, BRAGG, MAXWELL, FERMI, DESCARTES, PLANCK, WILSON, BOLTZMANN, KELVIN, FERMAT, AMPERE, PASCAL, BOHR, BELL, KEPLER, OHM, LAUE, FARADAY, CURIE, CARNOT, AVOGADRO, HERTZ

Xin trao tặng phẩm cho các bạn gửi câu trả lời đúng nhất và nhanh nhất: *Trương Hữu Trung* lớp 12 Lý THPT chuyên **Bắc Ninh**; *Nguyễn Mạnh Thành* lớp A3 K31, THPT chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; *Nguyễn Tăng Pháp* lớp 11 Lý THPT chuyên **Hà Tĩnh**; *Định Thị Thu Huyền* lớp 3C-K52 khoa Toán, ĐH Sư Phạm, *Phạm Việt Đức* lớp 12A Chuyên Lý, ĐHKHTN **Hà Nội**.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y | M | A | X | W | E | L | L | N | H | X | C |
| A | Z | T | A | M | R | E | F | N | E | A | U |
| D | P | N | Z | X | R | I | E | A | R | G | R |
| A | A | N | O | H | M | N | R | M | T | G | I |
| R | V | O | O | T | Q | S | M | Z | Z | A | E |
| A | O | B | S | S | W | T | I | T | N | R | L |
| F | G | A | L | I | L | E | O | L | I | B | T |
| L | A | C | S | A | P | I | N | O | V | Y | O |
| A | D | B | E | L | L | N | W | B | L | J | N |
| U | R | S | E | T | R | A | C | S | E | D | R |
| E | O | X | S | P | L | A | N | C | K | K | A |
| A | M | P | E | R | E | L | P | E | K | G | C |

**DANH NGÔN CÁC NHÀ KHOA HỌC:**

*"Trên đời này, không có điều gì mà chúng ta phải sợ hãi cả, chỉ có những điều chúng ta cần phải hiểu mà thôi". (There is nothing to be feared, there's only to be understood)*

CHÚ Ý: ĐỀ NGHỊ XẾP GỌN Ở BÌA 4 !!!!!

**ĐÁP ÁN CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM**

**TRUNG HỌC CƠ SỞ**

**TNCS1/12:** Đáp án B

**TNCS2/12:** Đáp án B

**TNCS3/12:** Đáp án D

**TNCS2/12:** Đáp án D

**TNCS2/12:** Đáp án B (vì khối lượng thực của vật bằng khối lượng đọc được ở cân cộng với phần khối lượng để làm cân bằng ban đầu).

**Các bạn có đáp án đúng:** *Đình Thành Quang* 10Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, Quy Nhơn, **Bình Định**; *Nguyễn Đức Thắng* 9/1, THCS Nguyễn Du, PleiKu, **Gia Lai**; *Nguyễn Đức Thiện* 10D1, THPT Chu Văn An, **Hà Nội**; *Vương Bằng Việt* 8, THCS Lê Văn Thiêm, **Hà Tĩnh**; *Phạm Thị Thu Trang* 10Lý, THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; *Đậu Lê Trung* Bến Thủy, Tp. Vinh, *Nguyễn Văn Hoàn* 9A, THCS Bạch Liêu, Yên Thành, **Nghe An**; *Hán Minh Hoàng* 11A, THPT Tam Nông, *Phạm Mạnh Hùng* 10A, THPT Herman Gmeiner, *Hà Kim Dung* 11Lý, *Ngô Văn Cừ* 10Lý, THPT Hùng Vương, *Đỗ Hoàng Anh*, *Đỗ Hồng Anh* 12, Gia Cẩm, Việt Trì, **Phủ Thọ**; *Nguyễn Tuấn Dương* 9A, THCS Lê Quý Đôn, Thị xã Bỉm Sơn, **Thanh Hoá**; *Trần Việt Hà*, *Nguyễn Hữu Hoàng* 9C, *Phí Xuân Trường* 9B, THCS Vinh Tường, *Phạm Vũ Hiệp* 9C, THCS Vinh Yên, *Quách Hoài Nam* 10A3, *Trần Ngọc Linh* 11A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TRUNG HỌC PHỔ THÔNG**

**TN1/12.** Đáp án C.

**TN2/12.** Đáp án B.

**TN3/12.** Đáp án A.

**TN4/12.** Đáp án C.

**TN5/12.** Đáp án B.

**Các bạn có đáp án đúng:** *Huỳnh Phước Hiên* 12L, *Võ Công Long* 11L, THPT Chuyên **Bạc Liêu**; *Nguyễn Hữu Đức* 12B Lý, *Vũ Công Lực* 11B, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; *Phạm Thành Đô* 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; *Nguyễn Chí Linh* 12A1, THPT Phan Bội Châu, KRông Năng, **DăkLăk**; *Hồ Thanh Phương* 12C4, THPT Hùng Vương, **Gia Lai**; *Nguyễn Tiến Hùng* 11B, *Nguyễn Quang Huy* K18B, Khối Chuyên Lý, ĐHQG **Hà Nội**; *Nguyễn Tăng Pháp*, *Nguyễn Văn Dũng* 11Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; *Huỳnh Hoài Nguyên* 12Toán, *Hoàng Nguyễn Tuấn Anh* 12Lý, PTNK ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**; *Đỗ Trung Hiếu*, *Nguyễn Tuấn Anh*, *Phạm Quốc Việt* 12Lý, *Phạm Song Phương Sinh* 12Văn, THPT Chuyên **Hưng Yên**; *Vũ Quang Huy Xóm 4*, Hành Thiện, Xuân Hồng, Xuân Trường, **Nam Định**; *Vũ Thị Ngọc Ánh* 12A3, THPT Yên Khánh A, **Ninh Bình**; *Lê Tuấn Anh* 12Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**; *Hoàng Minh Tâm* 11Lý, THPT Chuyên Nguyễn Bỉnh Khiêm, **Quảng Nam**; *Ngô Thu Hà* 11Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; *Hoàng Mạnh Hải* 12A3, *Lê Hoàng Hải*, *Vũ Ngọc Quang*, *Bùi Ngọc Giang*, *Nguyễn Ngọc Hưng* 11A3, *Nguyễn Đức Trọng* 10A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**;

**ĐỀ RA KỲ NÀY**

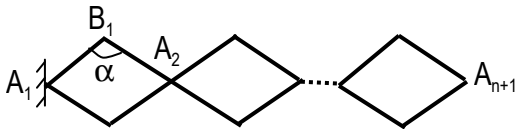
**TRUNG HỌC CƠ SỞ**

**TRUNG HỌC PHỔ THÔNG**

**TH1/16.** Ba người xuất phát từ vị trí A cần đi đến vị trí B cách A 18km. Họ chỉ có một chiếc xe đạp và xe đạp chỉ đi được hai người. Họ giải quyết như sau: hai người đi xe đạp và một người đi bộ xuất phát đồng thời, đến một điểm C thì một trong hai người đi xe xuống đi bộ còn người kia quay xe đạp lại để đón người đi bộ. Cả ba người đến B cùng lúc. Vận tốc xe đạp và đi bộ tương ứng là 12km/h và 4km/h.

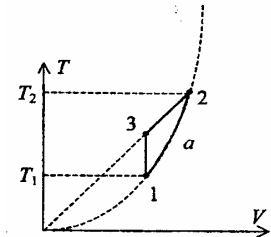
- a) Xác định vị trí điểm C.
- b) Tìm thời gian đi của hành trình.

**TH2/16.** Một thước xếp có n khớp giống nhau, mỗi khớp có dạng hình thoi (hình vẽ). Đỉnh  $A_1$  được giữ cố định, kéo đỉnh  $A_{n+1}$  với vận tốc không đổi  $v_0$  theo phương dọc trục của các hình thoi. Tính vận tốc của đỉnh  $B_k$  ( $1 \leq k \leq n$ ) khi góc  $\angle A_1 B_1 A_2 = \alpha$ .



**TH3/16.** Hai điện tích điểm  $4q$  và  $q$  được giữ cố định cách nhau một khoảng  $d$ . Một điện tích điểm  $-q$  đặt trên đoạn thẳng nối hai điện tích trên và cách điện tích  $q$  một khoảng  $d/6$ . Hỏi phải truyền cho điện tích  $-q$  một vận tốc tối thiểu bằng bao nhiêu để nó đến được điện tích  $4q$ .

**TH4/16.** Một lượng khí lý tưởng đơn nguyên tử chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 theo hai cách: đi theo đường cong 1 a 2 là một phần của parabol với phương trình  $T = \alpha V^2$  và theo hai đoạn thẳng 1 – 3 và 3 – 2 (hình vẽ). Hỏi khí nhận một nhiệt lượng bằng bao nhiêu trong quá trình 1 - 3 – 2, nếu trong quá trình 1 a 2 người ta cung cấp cho khí đó một nhiệt lượng 2200j, biết  $T_1 = 250K$  và  $T_2 = 360K$  .



**CHÚ Ý:** a) Hạn cuối cùng nhận lời giải là *10/1/2005*.  
 b) Bắt đầu từ số VL&TT 13, Bạn nào gửi tới Toà soạn sớm nhất lời giải đúng của bài TH5, sẽ được Công ty FINTEC tặng một máy tính khoa học Canon F-720.

## LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI

### DÒNG CHẢY BÍ ẨN ĐÓ

Paul Davies

Từ quá khứ đã xác định  
 đến hiện tại đang xảy ra  
 và tương lai còn bất định,  
 dường như thời gian chảy mãi.  
 Nhưng đó chỉ là một ảo tưởng!

P.D.

Robert Herrik, thi sĩ Anh thế kỷ 19 đã viết:

Hái nụ hồng khi còn có thể  
 Thời gian xưa cũ vẫn đang trôi.

Cảm nhận sự chảy của thời gian có lẽ là một khía cạnh rất cơ bản của cảm nhận của con người, chúng ta cảm nhận thời gian trôi trong thâm cùng của bản thân chúng ta, có lẽ cảm nhận đó sâu thẳm hơn các cảm nhận khác, như cảm nhận về không gian, về khối lượng. Sự chảy của

thời gian được so sánh với đường bay của một mũi tên hay một dòng nước chảy, cuốn trôi chúng ta từ quá khứ đến tương lai.

Shakespeare cũng đã viết về “con quay thời gian”, Andrew Marvell đã nói đến “cỗ xe có cánh của thời gian”. Những hình ảnh đó rất gợi cảm song chúng lại dẫn đến một nghịch lý sâu sắc mang tính tàn phá mọi điều cố hữu.

Trong vật lý không có một điều gì tương ứng với sự chảy của thời gian. Các nhà vật lý cho rằng thời gian không chảy, thời gian chỉ tồn tại. Một số nhà triết học lý luận rằng bản thân khái niệm chảy của thời gian là vô nghĩa và khái niệm dòng thời gian chỉ là khái niệm do nhận thức nhầm lẫn. Vì sao mà một điều cơ bản như thế trong nhận thức của chúng ta về thế giới khách quan lại có thể trở thành một ngộ nhận? Hay là ở đây có tính chất trọng yếu của thời gian mà khoa học chưa nhận dạng được?

**Thời gian không phải là cái cốt yếu**

Trong cuộc sống hàng ngày, chúng ta chia thời gian làm ba phần: quá khứ, hiện tại và tương lai. Trong bức tranh đơn giản đó, khái niệm “lúc này” trong tâm thức của chúng ta sẽ di trượt và biến những sự kiện xảy ra trong tương lai bất định thành thực tiễn cụ thể song phù du trong hiện tại rồi đẩy lùi chúng vào quá khứ để trở thành xác định.

Tuy nhiên, sự mô tả thông thường đó lại bất ổn đối với vật lý hiện đại. Albert Einstein đã viết: “Quá khứ, hiện tại và tương lai chỉ là những ảo tưởng, những ảo tưởng cố hữu”. Câu nói của Einstein xuất phát từ thuyết tương đối hẹp của chính ông.

Theo thuyết tương đối thì không tồn tại một ý nghĩa tuyệt đối, phổ quát cho khái niệm “thời điểm hiện tại” và sự đồng thời chỉ là tương đối. Hai sự kiện xảy ra đồng thời với một người quan sát này lại xảy ra ở hai thời điểm khác nhau đối với một người quan sát khác.

Một câu hỏi vô hại như: “Lúc này đã xảy ra điều gì trên Sao Hoả?” lại không có câu trả lời xác định. Trái Đất và Sao Hoả cách nhau 20 phút ánh sáng. Và bởi vì rằng thông tin không đi nhanh hơn ánh sáng cho nên một người quan sát trên Trái Đất không có khả năng biết được điều gì đã xảy ra trên Sao Hoả vào cùng thời điểm.

Nếu bạn và tôi đang chuyển động tương đối với nhau thì một sự kiện mà đối với tôi thuộc tương lai chưa được xác định thì đối với bạn đã là một sự kiện xác định trong quá khứ.

Câu kết luận sẽ là cả quá khứ lẫn tương lai đều cố định và các nhà vật lý hình dung thời gian trong tổng thể như một thời cảnh (*timescape*, giống như *landscape* là phong cảnh), trên đó các sự kiện trong quá khứ và tương lai được đính vào những vị trí cố định. Khái niệm này thường được gọi là khái niệm thời gian bị chặn (block time). Trên thời cảnh này không có một quá trình nào chuyển tương lai thành hiện tại rồi đẩy vào dĩ vãng. Nói tóm lại thời gian của các nhà vật lý không trôi, không chảy.

**Vì sao mà thời gian không trôi, không chảy?**

Nhiều nhà triết học đã suy tưởng nhiều năm về vấn đề này cũng đã đi đến kết luận là thời gian không trôi cũng không chảy. Họ đi đến kết luận rằng khái niệm trôi, chảy của thời gian là một điều mâu thuẫn nội tại. Khi nói đến sự trôi chảy là nói đến sự chuyển động. Nhưng khi nói đến sự chuyển động như phi trình của một mũi tên là nói đến sự thay đổi vị trí của mũi tên theo thời gian. Song nếu thời gian chảy thì chuyển động của thời gian có ý nghĩa như thế nào? Thời gian chuyển động so với cái gì? Vậy thời gian chuyển động so với thời gian hay sao? Lại đặt thêm câu hỏi “Tốc độ chuyển động của thời gian là gì?”, nếu đưa ra câu trả lời tốc độ là 1 giây trên 1 giây thì đó là một câu trả lời vô nghĩa.

**Mũi tên thời gian**

Một nguyên nhân nhầm lẫn về sự trôi chảy của thời gian là sự tồn tại của mũi tên thời gian. Phủ định sự trôi chảy của thời gian không có nghĩa là phủ định cơ sở vật lý của “quá khứ” và “tương lai”. Rõ ràng các sự kiện trong thế giới làm thành một dãy đơn chiều. Ví dụ, một quả trứng rơi xuống sàn sẽ vỡ thành nhiều mảnh, trong khi đó quá trình nghịch: quả trứng vỡ tập hợp được các mảnh vỡ để biến thành quả trứng nguyên vẹn là quá trình không quan sát được. Đây là một ví dụ của nguyên lý thứ hai của nhiệt động học, theo nguyên lý này entropi của một hệ

kín luôn tăng theo thời gian. Quả trứng nguyên vẹn có entropi thấp hơn quả trứng đã vỡ. Định luật này dẫn đến hiện tượng là thế giới khách quan không đối xứng dọc theo trục thời gian. Theo quy lệ người ta hướng mũi tên thời gian từ quá khứ đến tương lai. Chú ý rằng mũi tên thời gian hoàn toàn không hàm ý sự trôi chảy của thời gian. Mũi tên thời gian chỉ nói lên tính không đối xứng của thế giới trong thời gian, chứ không nói là thời gian trôi chảy!

Trên đây đã đưa ra những lý lẽ vật lý và triết học để nói rằng thời gian không trôi chảy, ta thực sự đã gặp một điều gì đó bí ẩn. Điều gì là nguyên nhân của cái cảm nhận phổ quát đầy quyền lực về sự chuyển động của thời gian trong tâm thức của chúng ta?

Thực tế ta không quan sát được chuyển động của thời gian. Điều ta quan sát được là các trạng thái khác nhau của thế giới khách quan, trạng thái sau khác trạng thái trước. Hiện tượng vì sao ta chỉ nhớ quá khứ chứ không phải tương lai chỉ là biểu hiện của tính bất đối xứng theo thời gian. Khoa học hiện đại đã bắt đầu nghiên cứu vấn đề vì sao ta cảm nhận chuyển động của thời gian. Dường như vấn đề này thuộc sinh lý của bộ não. Khi ta quay người nhiều vòng rồi bất chợt dừng lại, ta có cảm giác như thế giới xung quanh ta đang quay cuồng, song thực tế không phải như vậy. Sự quay cuồng của thế giới xung quanh chỉ là một ảo giác gây ra bởi chuyển động quay của chất lỏng sinh lý ở tai trong. Có thể nói rằng một điều tương tự đã xảy ra đối với cảm nhận về chuyển động của thời gian.

Hai khía cạnh về tính bất đối xứng theo thời gian có thể tạo nên ảo tưởng về chuyển động của thời gian. Thứ nhất, đó là sự khác biệt nhiệt động học giữa quá khứ và tương lai. Ta đã biết entropi gắn liền với nội dung thông tin của một hệ. Sự hình thành trí nhớ là một quá trình đơn chiều, những điều nhớ mới làm tăng thông tin và do đó tăng entropi của bộ não. Chúng ta đã cảm nhận tính đơn chiều này như sự chảy của thời gian.

Thứ hai, sự cảm nhận chuyển động của thời gian một mặt nào đó gắn liền với cơ học lượng tử. Ta đã biết trong cơ học lượng tử, thời gian đã tham gia vào lý thuyết không giống như không gian. Chính vai trò đặc biệt này của thời gian đã gây nên khó khăn trong việc thống nhất lý thuyết lượng tử với hấp dẫn. Theo hệ thức bất định của Heisenberg, thế giới là bất định nội tại. Các quan trắc trong thế giới vi mô không có tính tất định, ví dụ một electron sau va chạm với một nguyên tử có thể bay theo nhiều hướng khác nhau. Cơ học lượng tử chỉ cho xác suất của kết quả quan sát. Khi tiến hành phép đo thì kết quả thu được là một hình chiếu từ tập hợp các khả năng. Trong tâm thức của người quan sát, khả năng thực hiện sự dịch chuyển từ một tương lai bỏ ngỏ thành một quá khứ xác định chính là nguyên nhân gây nên cảm nhận về dòng chảy thời gian.

Nhiều nhà vật lý như Roger Penrose ở Đại học Oxford cho rằng cảm nhận về dòng thời gian có thể gắn liền với các quá trình lượng tử trong bộ não.

Mặc dầu người ta không tìm thấy một cơ quan thời gian nào trong bộ não (như vỏ não thị giác) song người ta hi vọng có thể định xứ các quá trình gây nên cảm nhận về dòng chảy của thời gian trong bộ não. Người ta nghĩ rằng tồn tại một loại biệt dược có khả năng làm mất cảm nhận về dòng chảy của thời gian. Nhiều thiên sư cũng nghĩ rằng họ có thể tạo ra trạng thái đó mà không dùng loại biệt dược nào.

Và điều gì sẽ xảy ra nếu khoa học giải thích tường tận rằng thời gian không chảy? Có thể lúc đó chúng ta không quá lo lắng vì tương lai và quá đau buồn vì quá khứ.

Câu chuyện sinh, tử không còn là nỗi đau khổ của con người. Cách sống hối hả với cường độ cao sẽ tan biến khỏi hoạt động của nhiều người. Và chúng ta sẽ không còn là nô lệ của lời khẩn cầu “hành động, hãy hành động trong hiện tại” của Henry Wadsworth Longfellow (thi sĩ Mỹ, 1807 - 82) vì rằng quá khứ, hiện tại, tương lai chẳng qua cũng chỉ là những điều của quá khứ.

*Cao Chi lược thuật*

## GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

**TRUNG HỌC CƠ**

**CS1/12.** Hai nhánh hình trụ của bình thông nhau có diện tích tiết diện là  $S_1 = 100\text{cm}^2$  và  $S_2 = 200\text{cm}^2$ , chứa nước và đẩy bằng các pittông nhẹ. Lúc đầu hệ ở trạng thái cân bằng. Người ta đặt lên pittông lớn một quả cân có khối lượng 1kg. Tìm lượng nhiệt thoát ra khi hệ dịch chuyển sang vị trí cân bằng mới.

**Giải:** Ký hiệu  $D_0$  là khối lượng riêng của nước,  $x$  và  $y$  là độ dịch chuyển của các pittông sau khi đặt quả cân. Ta có:

$P_A = P_B$  hay  $10m / S_2 = 10D_0(x + y)$  (1)

Vì chất lỏng không chịu nén nên:  $S_1y = S_2x$  (2)

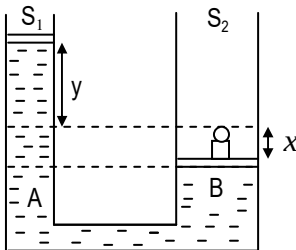
Từ (1) và (2) suy ra:  $x = S_1m / S_2D_0(S_1 + S_2)$

Trọng lực của quả cân đã thực hiện công để dâng cao khối nước và toả nhiệt. Công do trọng lực quả cân thực hiện là  $A_2 = 10mx$ . Công cần để dâng cao phần khối nước ở nhánh phải ( $S_2x$ )

lên độ cao như ở nhánh trái ( $S_1y$ ) là  $A_1 = 10D_0xS_2\left(\frac{x + y}{2}\right)$  (3)

Ở đây  $(x + y) / 2$  là khoảng cách trọng tâm của hai khối nước đó. Rút  $(x + y)$  từ (1) thay vào (3) ta được:  $A_1 = 10mx / 2$ . Lượng nhiệt do hệ toả ra là:

$$Q = A_2 - A_1 = 10mx / 2 = \frac{10S_1m^2}{2D_0S_2(S_1 + S_2)} \approx 0,08J.$$



**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Văn Hoàn 9A, THCS Bạch Liêu, Yên Thành, **Nghe An**.

**CS2/12.** Một thanh đồng chất tiết diện đều, có khối lượng riêng  $D = 600\text{kg} / \text{m}^3$ , dài  $L = 24\text{cm}$  được giữ thẳng đứng trong nước (có khối lượng riêng  $D_0 = 1000\text{kg} / \text{m}^3$ ). Đầu trên của thanh cách mặt nước một đoạn  $H_0$  (Hình vẽ). Tính xem nếu thả thanh ra thì khi lên tới vị trí cao nhất, đầu dưới của thanh cách mặt nước một khoảng là bao nhiêu trong 2 trường hợp sau:

a)  $H_0 = 12\text{cm}$

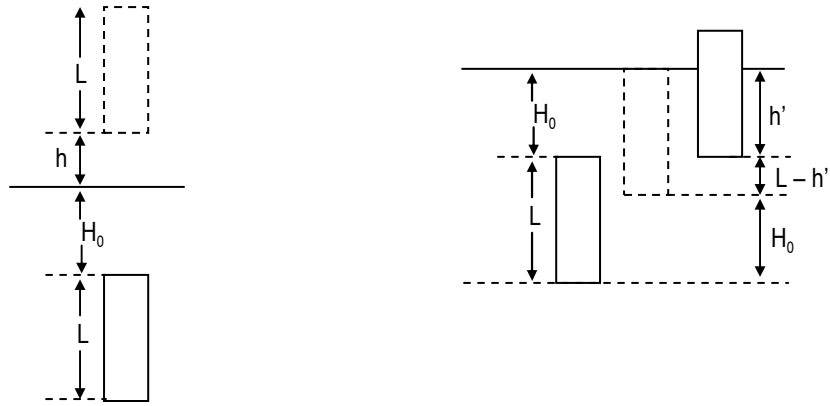
b)  $H_0 = 4\text{cm}$

Coi như thanh chỉ chuyển động theo phương thẳng đứng. Bỏ qua sức cản của nước và không khí. Mực nước không thay đổi.

**Giải:** Lực đẩy Acsimet đã sinh ra công phát động được chia thành 2 giai đoạn:

- *Giai đoạn 1:* Từ lúc thanh bắt đầu chuyển động đến lúc đầu trên của thanh bắt đầu nhô lên khỏi mặt nước:  $A_1 = V \cdot D_0 \cdot 10 \cdot H_0 = SL \cdot D_0 \cdot 10 \cdot H_0$

- *Giai đoạn 2:* Từ lúc thanh bắt đầu nhô lên trên đến lúc đầu dưới của thanh ở bên trên và sát mặt nước, lực đẩy Acsimet biến thiên giảm dần từ  $F_A$  đến 0.



$$\text{Công } A_2 = 1/2 \cdot F_A \cdot L = 1/2 D_0 \cdot 10 \cdot SL \cdot L = \frac{D_0 \cdot 10SL^2}{2} \quad (2)$$

Trong cả hai giai đoạn, trọng lực sinh công cản:

$$A = P \cdot (H_0 + L + h) = D \cdot 10 \cdot S \cdot L(L + H_0 + h)$$

- Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có:  $A = A_1 + A_2$  hay:

$$D \cdot 10 \cdot SL(L + H_0 + h) = S \cdot L \cdot D_0 \cdot 10(H_0 + 1/2L)$$

$$\rightarrow D(H_0 + L + h) = D_0(H_0 + 1/2L)$$

$$\rightarrow h = \frac{D_0 \cdot (H_0 + 1/2L)}{D} - (L + H_0)$$

Toàn bộ thanh nhô lên khỏi mặt nước khi  $h \geq 0$

$$\rightarrow H_0 \geq \frac{L(1 - D_0/2D)}{D_0/D - 1} = 6cm$$

a)  $H_0 = 12cm > 6cm$  thanh nhô hẳn lên khỏi mặt nước  $\rightarrow h = 4cm$

b)  $H_0 = 4cm < 6cm$  thanh nhô một phần khỏi mặt nước

$$\text{Khi đó: } A_1 = F_A \cdot H_0 = D_0 \cdot 10 \cdot S \cdot L \cdot H_0$$

$$A_2 = \frac{F_A + F_{A'}}{2} \cdot (L - h')$$

trong đó  $F_A$  - Lực đẩy Acsimet lúc đầu và  $F_{A'}$  - Lực đẩy Acsimet lúc sau.

$$A_2 = \frac{D_0 \cdot 10 \cdot SL + D_0 \cdot 10 \cdot Sh}{2} (L - h')$$

Bảo toàn năng lượng  $A_1 + A_2 = A$

$$\rightarrow D_0 \cdot 10 \cdot S \left( \frac{L^2 - h'^2}{2} \right) + D_0 \cdot 10 \cdot SLH_0 = D \cdot 10 \cdot SL(L - h' + H_0)$$

$$\rightarrow \frac{D_0}{2}(L^2 - h'^2) + D_0 L H_0 = D L (L + H_0 - h')$$

$$\rightarrow 5h'^2 - 144h' + 192 = 0$$

$$\rightarrow h'_1 = 27,4 \text{ cm} > L \text{ (loại)}$$

$$h'_2 = 1,4 \text{ cm} \rightarrow \text{thoả mãn}$$

Vậy  $h' = 1,4 \text{ cm}$ .

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Bắc Trung 10Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Nguyễn Thuỳ Dương 10A2, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Đà Nẵng**; Nguyễn Thành Nội 11T, THPT Nguyễn Du, Ban Mê Thuột, **Đắk Lắk**; Võ Tá Mạnh Cường 9A, THCS Phan Huy Chú, Thạch Hà, **Lê Hoàng Hiệp** 10Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Đặng Hồng Quân 9B, THCS Lê Hồng Phong, **Tp. Hải Dương**; Đỗ Hồng Anh, Đỗ Hoàng Anh 12Gia Cẩm, Việt Trì, Hà Kim Dung 11Lý, Hoàng Thị Thanh Tâm 10Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Ngô Đức Thành 10Lý, Đỗ Thanh Hà 10F, THPT Chuyên Lam Sơn, Hoàng Việt Cường 11A4, THPT Đào Duy Từ, Hoàng Quốc Việt 8A, THCS Lê Lợi, **Thanh Hoá**; Đỗ Trọng Quân, Lê Sơn Việt, Nguyễn Thành Trung, Trương Quang Khởi, Lê Duy Cảnh, Trần Việt Hà, Nguyễn Hữu Hoàng, Nguyễn Văn Thạch 9C, Phí Xuân Trường 9B, Phạm Minh Tiến 8C, Lương Hữu Phan 9D, THCS Vĩnh Tường, Bùi Thu Hường 8E, THCS Liên Bảo, Vĩnh Yên, Nguyễn Hồng Thu 11A1, Vũ Thị Hương 10A1, THPT Ngô Gia Tự, Lập Thạch, Lê Thị Hạnh 10A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**CS3/12.** Một mạng điện tiêu thụ của gia đình được nối với nguồn nhờ dây dẫn bằng đồng có tiết diện  $5 \text{ mm}^2$ . Để đảm bảo an toàn thì nhiệt độ dây dẫn trên không được tăng quá  $10^\circ \text{C}$ . Vậy nên dùng cầu chì có dây chì tiết diện là bao nhiêu? Biết rằng nhiệt độ của môi trường thay đổi từ  $7^\circ \text{C}$  đến  $37^\circ \text{C}$  theo mùa. Cho  $\rho_{\text{đồng}} = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ,  $\rho_{\text{chì}} = 20 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ,  $C_{\text{đồng}} = 400 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ,  $C_{\text{chì}} = 130 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , nhiệt độ nóng chảy của chì là  $327^\circ \text{C}$ ,  $\lambda_{\text{chì}} = 25 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$ ,  $D_{\text{đồng}} = 8500 \text{ kg/m}^3$ ,  $D_{\text{chì}} = 11300 \text{ kg/m}^3$ .

**Giải:** Ký hiệu chiều dài, tiết diện, điện trở suất, điện trở của dây dẫn là  $l_1, S_1, \rho_1, R_1$  và của dây chì là  $l_2, S_2, \rho_2, R_2$ . Vì dây dẫn mắc nối tiếp với dây chì nên nhiệt lượng toả ra trên các dây tỷ lệ với điện trở:  $Q_1 / Q_2 = R_1 / R_2 = \rho_1 l_1 S_2 / \rho_2 l_2 S_1$  (1)

Nhiệt lượng cần để dây dẫn tăng thêm  $\Delta t_1$  là:  $Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1 = c_1 l_1 S_1 D_1 \Delta t_1$  (2)

Nhiệt lượng cần để dây chì tăng từ nhiệt độ môi trường tới nhiệt độ nóng chảy là:

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta t_2 = c_2 l_2 S_2 D_2 \Delta t_2 \quad (3)$$

Thay (2) và (3) vào (1) ta được:  $S_2 = S_1 \sqrt{\frac{c_1 D_1 \Delta t_1 \rho_2}{c_2 D_2 \Delta t_2 \rho_1}}$

Nhận thấy  $\Delta t_2$  càng lớn thì  $S_2$  càng nhỏ, dây chì càng dễ nóng chảy. Vậy để đảm bảo an toàn ta chọn  $\Delta t_2 = 327 - 7 = 320^\circ \text{C}$ . Thay các giá trị đã cho ta được  $S_2 = 0,47 \cdot 10^{-6}$ . Vậy nên dùng dây chì có tiết diện  $\leq 0,47 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,47 \text{ mm}^2$ .

**Chú ý:** Khi tăng tới nhiệt độ nóng chảy, nếu được cung cấp thêm nhiệt lượng thì dây chì bị nóng chảy ở chỗ có tiết diện nhỏ hơn và dây chì sẽ đứt mà không nóng chảy hoàn toàn.

**CS4/12.** Một ô tô chuyển động thẳng đều dọc theo một bức tường dài với vận tốc  $v$  theo hướng xa dần bức tường, hướng chuyển động của xe tạo với bức tường một góc  $\alpha$ . Tại thời điểm khi ô tô cách bức tường một khoảng  $l$  thì người lái xe bấm còi. Tìm quãng đường mà ô tô đi được kể từ lúc bấm còi đến khi người lái xe nghe được tiếng vang từ bức tường. Cho vận tốc truyền âm trong không khí là  $c$  và phản xạ âm giống như phản xạ gương.



$$\text{Vậy } F(t) = 1 - \frac{U}{V} \ln \left( 1 + \frac{V}{L} t \right)$$

$$\text{Khi con bọ đến tường thì } F(t) = 0, \text{ do đó ta có: } t = \frac{L}{V} \left( e^{\frac{V}{U}} - 1 \right).$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Dương Trung Hiếu 12B, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Nguyễn Anh Phương 11Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Nguyễn Hữu Nhân 12 Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Phạm Việt Đức 12A, Khối Chuyên Lý, ĐHQG **Hà Nội**; Lê Hải Đức 12Lý, Trương Tuấn Anh 11Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Hoàng Nguyễn Anh Tuấn 12Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 12Toán, PTNK ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**; Hoàng Huy Đạt, Trần Quốc Việt, Phạm Quốc Việt 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Vũ Quang Huy xóm 4, Hành Thiện, Xuân Hồng, Xuân Trường, **Nam Định**; Nguyễn Bá Hùng A3K31, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**; Bùi Mạnh Huy, Nguyễn Tấn Duy 12 Lý, THPT Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Nguyễn Tùng Lâm, Nguyễn Thị Phương Dung, Nguyễn Trung Tuấn, Nguyễn Đăng Thành, Nguyễn Văn Linh, Hoàng Mạnh Hải 12A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH2/12.** Một quả bóng được ném xuống mặt sàn nằm ngang. Độ lớn thành phần vận tốc theo phương ngang và phương thẳng đứng thay đổi sau mỗi va chạm theo quy luật:  $v_{0x,n+1} = \varepsilon_x v_{0x,n}$  và  $v_{0y,n+1} = \varepsilon_y v_{0y,n}$ , trong đó,  $v_{0,n}, v_{0,n+1}$  tương ứng là vận tốc sau lần va chạm thứ  $n$  và thứ  $n+1$ ;  $\varepsilon_x, \varepsilon_y$  là các hằng số nhỏ hơn 1. Quãng đường theo phương ngang và thời gian tổng cộng tính từ va chạm lần đầu tới khi bóng dừng lại lần lượt là  $L$  và  $t_0$ . Hãy tìm góc tạo bởi vận tốc của bóng và phương ngang ngay sau va chạm lần đầu tiên theo  $L, t_0, \varepsilon_x$  và  $\varepsilon_y$ . Cho biết số va chạm là rất lớn.

$$\text{Giải: Ta có: } V_{0x,n} = \varepsilon_x V_{0x,n-1} = \dots = \varepsilon_x^{n-1} V_{0x,1}.$$

$$V_{0y,n} = \varepsilon_y V_{0y,n-1} = \dots = \varepsilon_y^{n-1} V_{0y,1}.$$

Gọi thời gian bay và quãng đường bóng đi được giữa va chạm  $n$  và  $n+1$  là  $t_n$  và  $L_n$ .

$$\text{Ta có: } t_n = \frac{2V_{0y,n}}{g} = \frac{2V_{0y,1}\varepsilon_y^{n-1}}{g} \Rightarrow \text{tổng thời gian bay:}$$

$$t_0 = \sum_{i=1}^n t_n = \frac{2V_{0y,1}}{g} (1 + \varepsilon_y + \varepsilon_y^2 + \dots + \varepsilon_y^{n-1}) = \frac{2V_{0y,1}}{g} \frac{1 - \varepsilon_y^n}{1 - \varepsilon_y}$$

$$\text{Do } \varepsilon_y < 1 \text{ nên khi } n \rightarrow \infty \text{ thì: } t_0 = \frac{2V_{0y,1}}{g(1 - \varepsilon_y)} \Rightarrow V_{0y,1} = \frac{gt_0(1 - \varepsilon_y)}{2} \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác: } L_n = V_{0x,n} t_n = \frac{2V_{0x,1}\varepsilon_x^{n-1}V_{0y,1}\varepsilon_y^{n-1}}{g} \Rightarrow \text{tổng quãng đường đi được:}$$

$$L = \sum L_n = \frac{2V_{0x,1}V_{0y,1}}{g} (1 + \varepsilon_x \varepsilon_y + \varepsilon_x^2 \varepsilon_y^2 + \dots + \varepsilon_x^{n-1} \varepsilon_y^{n-1}) = \frac{2V_{0x,1}V_{0y,1}}{g} \frac{1 - \varepsilon_x^n \varepsilon_y^n}{1 - \varepsilon_x \varepsilon_y}$$

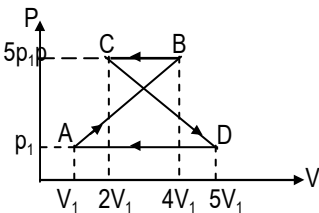
$$\text{Do } \varepsilon_x, \varepsilon_y < 1 \text{ nên khi } n \rightarrow \infty \text{ thì } L = \frac{2V_{0x,1}V_{0y,1}}{g(1 - \varepsilon_x \varepsilon_y)} \Rightarrow V_{0x,1} = \frac{L(1 - \varepsilon_x \varepsilon_y)}{t_0(1 - \varepsilon_y)} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra góc tạo bởi vận tốc bóng và phương ngang ngay sau va chạm đầu là  $\alpha$  với

$$\tan \alpha = \frac{V_{0y,1}}{V_{0x,1}} = \frac{g^2 t_0^2 (1 - \varepsilon_y)^2}{2gL(1 - \varepsilon_x \varepsilon_y)} = \frac{gt_0^2 (1 - \varepsilon_y)^2}{2L(1 - \varepsilon_x \varepsilon_y)}.$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Vũ Công Long 11L, THPT Chuyên **Bạc Liêu**; Dương Trung Hiếu, Nguyễn Hữu Đức, Phạm Thế Mạnh 12B, Dương Minh Phương, Vũ Công Lực, Ông Thế Duệ 11B, THPT Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Trương Hữu Trung, Nguyễn Hà Bảo Vân, Phạm Thành Đô 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Bùi Thái Luân 11Lý, Nguyễn Hữu Nhân, Trần Quốc Thành 12Lý, THPT Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Trịnh Công Luận 12A3, THPT Chuyên Lý Tự Trọng, **Cần Thơ**; Trần Quang Khải, Nguyễn Thành Tâm 12Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, Nguyễn Chí Linh 12A1, THPT Phan Bội Châu, KRông Năng, **DăkLăk**; Hà Cao Nguyên, Hồ Thanh Phương, Bùi Quang Toàn 12C4, THPT Hùng Vương, **Gia Lai**; Phạm Việt Đức, Trần Tuấn Anh 12A, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Tiến Hùng 11B, Ngô Tuấn Đạt, Hoàng Văn Tuệ 11A, Khối Chuyên, ĐHQG **Hà Nội**; Nguyễn Hà Anh, Hoàng Thanh Hà, Trương Tuấn Anh 11Lý, Lê Hải Đức, Lê Quốc Hương, Ngô Thị Thu Hằng 12Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Trần Quý Dương 12Lý, THPT Trần Phú, **Hải Phòng**; Hoàng Nguyễn Anh Tuấn 12Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 12Toán, PTNK ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Tuấn Anh, Hoàng Huy Đạt, Đỗ Trung Hiếu, Phạm Quốc Việt, Trần Tuy Hoà 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Phạm Thị Thu Trang, Trần Ngọc Phú 11Lý, Trần Thị Phương Thảo 12Lý, THPT Chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Nguyễn Văn Sinh, Nguyễn Bá Hùng, Nguyễn Khánh Hưng A3K31, Nguyễn Tư Hoà A3K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nguyễn Văn Thông 10A, THPT Lê Xuân Ôn, **Nghe An**; Vũ Đình Quang, Nguyễn Ngọc Thạch 12B, Nguyễn Vũ Long 11B1, Lê Huy Hoàng 12Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Lê Anh Tuấn, Phạm Vũ Đức, Lê Anh Tuấn 12Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**; Hoàng Minh Tâm 11 Lý, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**; Bùi Minh Huy 12Lý, THPT Chuyên Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Đặng Phương Thủy 12Lý, THPT Chuyên **Thái Bình**; Phạm Văn Tùng, Hà Đức Thanh 11B6, THPT Sông Công, Ngô Thu Hà, Bùi Duy Bình, Đào Lê Giang 11 Chuyên Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Trần Đại Dương, Lê Anh Linh, Chu Đình Huy 11F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Lê Hoàng Hải, Nguyễn Trung Tuấn, Nguyễn Đăng Thành, Nguyễn Thị Phương Dung, Nguyễn Văn Linh, Hoàng Mạnh Hải 12A3, Ngô Việt Cường, Vũ Ngọc Quang, Chu Hoài Lâm, Nguyễn Duy Long, Nguyễn Thái, Nguyễn Anh Quân 11A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH3/12.** Một lượng khí lý tưởng thực hiện một chu trình như hình 1. Hãy xác định công mà lượng khí đó thực hiện trong chu trình.



**Giải:** Công khí sinh ra trong toàn chu trình là:  $A = A_{AB} + A_{BC} + A_{CD} + A_{DA}$     (1)

Ta có:

- $A_{AB} = \frac{1}{2}(p_1 + 5p_1)(4V_1 - V_1) = 9p_1V_1$     (2)

- $A_{BC} = -5p_1(4V_1 - 2V_1) = -10p_1V_1$     (3)

- $A_{CD} = \frac{1}{2}(5p_1 + p_1)(5V_1 - V_1) = 9p_1V_1$     (4)

- $A_{DA} = -p_1(5V_1 - V_1) = -4p_1V_1$     (5)

Từ (1) → (5) suy ra:  $A = 4p_1V_1$ .

**Lời giải trên là của bạn:** Lê Quốc Khánh 12Lý, PTNK, ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**.

**Các bạn có lời giải đúng:** Vũ Công Long 11L, Huỳnh Phước Hiển, Lê Thị Hồng Hạnh 12Lý, THPT Chuyên **Bạc Liêu**; Nguyễn Hữu Đức, Phạm Thế Mạnh, Dương Trung Hiếu 12B, Đỗ Văn Tuấn, Dương Minh Phương, Vũ Công Lực 11B, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Nguyễn Thu Ngọc, Nguyễn Hà Bảo Vân, Phạm Thành Đô 12Lý, Nguyễn Anh Phương 11Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Bùi Thái Luân 11Lý,

Nguyễn Hữu Nhân, Trần Quốc Thành 12Lý, THPT Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Trịnh Công Luận 12A3, THPT Chuyên Lý Tự Trọng, **Cần Thơ**; Nguyễn Chí Linh 12A1, THPT KRông Năng, **Dăk Lăk**; Hà Cao Nguyên, Hồ Thanh Phương 12C4, THPT Hùng Vương, **Gia Lai**; Ngô Tuấn Đạt, Trần Tuấn Anh, Hoàng Văn Tuệ 11A, Phạm Việt Đức 12A, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Tiến Hùng 11B, Khối Chuyên Lý, ĐHQG, Nguyễn Đức Thiện 10D1, THPT Chu Văn An, **Hà Nội**; Trần Hà Huy, Vương Quang Hùng, Trần Hải Đăng, Lê Dương Hùng, Nguyễn Văn Dũng, Trương Tuấn Anh, Nguyễn Thị Linh 11Lý, Lê Hải Đức, Ngô Thị Thu Hằng 12Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Lê Quốc 10A1, THPT Gia Định, Hoàng Nguyễn Anh Tuấn 12Lý, Huỳnh Hoài Nguyên 12Toán, PTNK ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Quốc Việt, Trần Tuy Hoà, Vũ Hoàng Tùng 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Phạm Thị Thu Trang 11Lý, Trần Thị Phương Thảo, Trần Xuân Trường 12Lý THPT Chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Vũ Quang Huy xóm 4, Hành Thiện, Xuân Hồng, Xuân Trường, **Nam Định**; Nguyễn Văn Sinh, Nguyễn Bá Hùng, Nguyễn Khánh Hưng A3K31, Nguyễn Tư Hoà A3K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Trần Thị Thuý An, Vũ Đình Quang, Nguyễn Ngọc Thạch 12B, Nguyễn Vũ Long 11B1, Lê Huy Hoàng 12Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Phạm Vũ Đức 12Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**; Nguyễn Tấn Duy, Bùi Minh Huy 12Lý, THPT Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Đỗ Thế Kiên 11Lý, THPT Chuyên Nguyễn Tất Thành, **Yên Bái**; Trần Đức Hiếu 12Lý, Nguyễn Văn Phương K16-3 THPT Chuyên **Tuyên Quang**; Đặng Phương Thủy 12Lý, THPT Chuyên **Thái Bình**; Hà Đức Thanh 11B6, THPT Sông Công, Chu Tuấn Anh 10Lý, Ngô Thu Hà, Trần Sỹ Kiên, Bùi Duy Bình, Đào Lê Giang 11Lý, Nguyễn Vũ Huân K14Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Trần Đại Dương, Lê Anh Linh, Chu Đình Huy 11F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Lê Hoàng Hải, Nguyễn Trung Tuấn, Nguyễn Tùng Lâm, Nguyễn Thị Phương Dung, Nguyễn Đăng Thành, Nguyễn Văn Linh, 12A3, Trần Trung Đức, Trần Văn Phú, Ngô Việt Cường, Vũ Ngọc Quang, Trần Ngọc Linh, Phạm Tiến Thành, Chu Hoài Lâm, Nguyễn Duy Long, Nguyễn Anh Quân 11A3, Nguyễn Huy Toàn 10A10, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH4/12.** Cho mạch điện như hình 2, gồm có hai diốt giống nhau, hai nguồn điện và một điện trở thuần  $R$ . Các nguồn điện có suất điện động là  $E_1 = 0,8V$ ;  $E_2 = 1,6V$  và điện trở trong không đáng kể. Điện trở thuận của mỗi diốt là  $4\Omega$  còn điện trở ngược là vô cùng lớn. Hãy tìm giá trị của  $R$  để công suất toả nhiệt trên nó là cực đại.

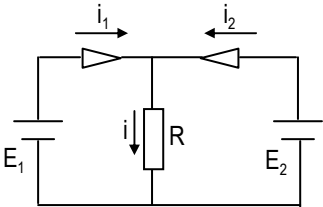
**Giải:**

Giả sử các diốt đều mở. Các dòng điện trong mạch là  $i_1, i_2$  và  $i$  có chiều như hình vẽ. Áp dụng định luật Kirchoff:

$$-E_1 + i_1 r + iR = 0$$

$$-E_2 + i_2 r + iR = 0$$

$$i_1 + i_2 = i$$



trong đó  $r = 4\Omega$  là điện trở thuận của diốt. Giải hệ phương trình trên ta có:

$$i_1 = \frac{(4 - R)}{10(2 + R)}; i_2 = \frac{(8 + R)}{10(2 + R)}; i = \frac{12}{10(2 + R)}$$

Ta thấy rằng  $i_2 > 0$  với mọi  $R$  nên diốt 2 luôn mở. Có hai trường hợp:

a)  $R \geq 4\Omega \rightarrow i_1 \leq 0$  diốt 1 đóng

$$\rightarrow P_R = \frac{E_2^2 \cdot R}{(R + r)^2} = \frac{E_2^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)^2} \leq \frac{E_2^2}{4r}$$

$$\rightarrow P_R \leq P_1 = \frac{E_2^2}{4r} = 0,16W$$

b)  $R < 4\Omega \rightarrow i_1 > 0$  diốt 1 mở

$$\rightarrow P_R = i^2 R = \frac{1,44R}{(2+R)^2} = \frac{1,44}{\left(\sqrt{R} + \frac{2}{\sqrt{R}}\right)^2} \leq \frac{1,44}{(2\sqrt{2})^2}$$

$$\rightarrow P_R \leq P_2 = 0,18W. \text{ Dấu bằng xảy ra khi: } \sqrt{R} = \frac{2}{\sqrt{R}} \Rightarrow R = 2(\Omega).$$

Vậy để  $P_R$  đạt cực đại thì  $R = 2\Omega$  khi đó  $P_{R_{\max}} = 0,18W$ .

**Lời giải trên là của bạn:** Phạm Việt Đức 11ALý, ĐHKHTN, ĐHQG Hà Nội.

**Các bạn có lời giải đúng:** Dương Trung Hiếu 12B, Vũ Công Lực 11B, PTNK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; Phạm Thành Đô 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Nguyễn Hữu Nhân, Trần Quốc Thành 12Lý, Bùi Thái Luân 11Lý, THPT Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Trần Quang Khải 12Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, **Dăk Lăk**; Trần Tuấn Anh 11A, Phạm Việt Đức 12A, Nguyễn Quang Huy, 11B, Khối Chuyên Lý, ĐHQG, **Hà Nội**; Lê Dương Hùng 11Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Việt Anh 11Lý, THPT Chuyên Nguyễn Trãi, **Hải Dương**; Trần Quý Dương 12Lý, THPT Trần Phú, **Hải Phòng**; Nguyễn Anh Tuấn 12Lý, PTNK ĐHQG **Tp. Hồ Chí Minh**; Trần Thị Phương Thảo 12Lý, THPT Chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**; Nguyễn Bá Hùng A3K31, Nguyễn Tư Hoà A3K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Lê Huy Hoàng 12Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Phạm Vũ Đức 12Lý, THPT Chuyên **Quảng Bình**; Bùi Minh Huy 12Lý, THPT Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Chu Tuấn Anh 10Lý, Đào Lê Giang 11 Lý, Nguyễn Xuân Hiếu 12Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Cao Nguyên Thi, Lê Tấn Lộc 11Lý, THPT Chuyên, **Tiền Giang**; Lê Hoàng Hải, Nguyễn Trung Tuấn, Nguyễn Đăng Thành, Nguyễn Thị Phương Dung, Nguyễn Văn Linh, 12A3, Ngô Việt Cường, Vũ Ngọc Quang, Trần Ngọc Linh, 11A3, Trịnh Hữu Phước 12A10, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH5/12.** Hai bản của một tụ điện phẳng đặt trong không khí có cùng diện tích  $S$ , có thể chuyển động không ma sát dọc theo một sợi dây cách điện nằm ngang xuyên qua tâm của chúng. Một bản có khối lượng  $m$ , điện tích  $Q$  còn bản kia có khối lượng  $2m$ , điện tích  $-2Q$ . Ban đầu hai bản được giữ cách nhau một khoảng  $3d$ .

a) Tìm năng lượng điện trường giữa hai bản tụ.

b) Ở thời điểm nào đó người ta thả hai bản ra. Hãy xác định vận tốc của mỗi bản khi chúng cách nhau một khoảng  $d$ .

**Giải:** a) Cường độ điện trường do bản tích điện  $Q$  (bản 1) và bản tích điện  $-2Q$  (bản 2) gây ra lần lượt là:  $E_1 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$  và  $E_2 = \frac{2Q}{2\epsilon_0 S}$ .

Cường độ điện trường bên trong tụ là:  $E_t = E_1 + E_2 = \frac{3Q}{2\epsilon_0 S}$ .

Năng lượng điện trường trong tụ là:  $W_t = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_t^2 \cdot V_t = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left( \frac{3Q}{2\epsilon_0 S} \right)^2 \cdot S \cdot 3d = \frac{27Q^2 d}{8\epsilon_0 S}$

b) Khi hai bản cách nhau một khoảng  $d$ , ký hiệu  $V_1, V_2$  lần lượt là vận tốc của bản 1 và bản 2.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:  $mV_1 + 2mV_2 = 0 \Rightarrow V_1 = -2V_2$  (1)

Năng lượng điện trường bên trong tụ là:  $W_t' = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_t'^2 V_t' = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left( \frac{3Q}{2\epsilon_0 S} \right)^2 \cdot Sd = \frac{9Q^2 d}{8\epsilon_0 S}$

Cường độ điện trường bên ngoài tụ (bên trái của bản tụ 1 và bên phải của bản tụ 2) là:

$$E_n = E_2 - E_1 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

Khi hai bản cách nhau là  $d$  thì thể tích không gian bên ngoài tăng một lượng là:  $\Delta V = S \cdot 2d$ . Vùng thể tích tăng thêm này cũng có điện trường đều với cường độ  $E_n$ . Do vậy, năng lượng

điện trường bên ngoài tụ đã tăng một lượng là:  $\Delta W = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E_n^2 \Delta V = \frac{Q^2 d}{4\varepsilon_0 S}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:  $W_t - W_t' = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{2mV_2^2}{2} + \Delta W$

$$\Leftrightarrow \frac{9Q^2 d}{4\varepsilon_0 S} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{2mV_2^2}{2} + \frac{Q^2 d}{4\varepsilon_0 S} \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2), cho ta:  $V_2 = Q \sqrt{\frac{2d}{3\varepsilon_0 Sm}}$  và  $V_1 = -2Q \sqrt{\frac{2d}{3\varepsilon_0 Sm}}$ .

Dấu “ – ” thể hiện hai bản chuyển động ngược chiều nhau.

**Nhận xét:** Đa số các bạn chỉ giải đúng câu a. Sai lầm cơ bản là các bạn không tính đến sự biến thiên của năng lượng điện trường bên ngoài tụ.

**Các bạn có lời giải đúng:** Phạm Việt Đức 11ALý, ĐHQG Hà Nội; Lê Hải Đức 12Lý, THPT Chuyên Hà Tĩnh; Lê Quốc Khánh 12Lý, PTNK ĐHQG Tp. Hồ Chí Minh; Nguyễn Bá Hùng A3K31, THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An. Trần Xuân Trường 12Lý THPT Chuyên Lương Văn Tuy, Ninh Bình.

## **GIÚP BẠN TỰ ÔN THI ĐẠI HỌC**

**LTS. Bắt đầu từ số này Vật lý & Tuổi trẻ sẽ cho đăng mỗi số từ 2 đến 3 bài tập để giúp các bạn tự ôn thi vào đại học. Lời giải tóm tắt sẽ được đăng vào số báo tiếp sau.**

### **BÀI TẬP ÔN LUYỆN VỀ DAO ĐỘNG CƠ HỌC**

**OL1/15.** Một con lắc lò xo treo thẳng đứng sao cho khi vật nặng ở vị trí cân bằng (VTCB) lò xo dãn 2,5cm. Chọn trục toạ độ Ox thẳng đứng, gốc O trùng với VTCB, chiều dương hướng từ dưới lên. Kéo vật xuống dưới cách VTCB 2cm rồi truyền vận tốc  $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$  theo chiều dương để nó dao động điều hoà xung quanh VTCB. Lấy  $t = 0$  là lúc truyền vận tốc cho vật và  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Viết phương trình dao động của vật.
- Tính khối lượng  $m$  của vật và độ cứng  $k$  của lò xo. Biết lực đàn hồi có giá trị cực đại là 2,6N.

**OL2/15.** Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng có khối lượng  $m = 250 \text{ g}$ . Chọn trục toạ độ Ox thẳng đứng, gốc O trùng với VTCB, chiều dương hướng từ trên xuống. Từ VTCB kéo vật xuống dưới đến vị trí lò xo dãn 6,5cm thì buông nhẹ để vật dao động điều hoà xung quanh VTCB với năng lượng dao động là 80mJ. Lấy gốc thời gian lúc thả vật. Cho  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Viết phương trình dao động của vật.
- Tính giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của lực đàn hồi.

**OL3/15.** Một con lắc đơn dao động bé xung quanh VTCB. Chọn trục toạ độ Ox nằm ngang, gốc O trùng với VTCB, chiều dương hướng từ trái sang phải. Lúc  $t = 0$  vật ở bên trái VTCB và dây treo lập với phương thẳng đứng một góc bằng 0,01 rad, vật được truyền vận tốc  $\pi \text{ (cm/s)}$  có chiều từ trái sang phải, năng lượng dao động của con lắc là  $E = 10^{-4} \text{ J}$ . Biết khối lượng của vật là  $m = 0,1 \text{ (kg)}$ , lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$  và  $\pi^2 = 10$ . Viết phương trình dao động của con lắc. Bỏ qua ma sát và lực cản của môi trường.

**GIẢI THOẠI VỀ CÁC NHÀ VẬT LÝ**

**TRÒ CHƠI CỦA LANDAU**

Nhà vật lý Nga nổi tiếng, giải thưởng Nobel về vật lý, viện sĩ Lev D. Landau trong thời gian đi xe hơi thường đề nghị những người cùng đi tham gia trò chơi nhanh do ông nghĩ ra. Đây là trò chơi với số đăng ký của các xe ô tô mà họ gặp trên đường. Vào thời đó, số đăng ký xe gồm hai số, mỗi số lại có hai chữ số. Trò chơi yêu cầu dùng các phép tính số học và các hàm sơ cấp để tạo ra một đẳng thức giữa cặp chữ số thứ nhất và cặp chữ số thứ hai, mà không được hoán vị các chữ số giữa hai cặp, hoặc không được dùng một chữ số hai lần.

Ví dụ, đối với số đăng ký 24 - 31, ta có thể đưa ra một phương án như sau:  $2.\sqrt{4} = 3 + 1$ . Đối với số đăng ký 25 - 31, việc tìm ra đẳng thức mà trò chơi yêu cầu, hơi phức tạp hơn một chút do phải dùng tới các số âm:  $2 - 5 = - (3.1)$ . Không hiếm trường hợp người chơi phải dùng tới cả hàm logarit! Ví dụ, đối với số đăng ký 32 - 22, ta có đẳng thức sau:  $3 - 2 = \log_2 2$ , còn đối với số 75 - 33 thì đẳng thức cần tìm phức tạp hơn:  $7 - 5 = \log_{\sqrt{3}} 3$ .

Những người chơi đôi khi cũng gặp những ví dụ rất khó. Giáo sư Kaganov, một học trò của Landau, có kể lại rằng bản thân Landau cũng gặp trường hợp mà chính ông cũng phải bó tay, đó là số đăng ký 75 - 65. (Tất nhiên, không nên nghĩ rằng Landau đã mất nhiều thì giờ và suy nghĩ thật nghiêm túc về bài toán này). Chúng tôi xin mách cho bạn: ví dụ trên có thể giải được bằng cách dùng giai thừa! Chắc bạn đã biết, giai thừa của một số tự nhiên n bằng tích tất cả các số tự nhiên liên tiếp bắt đầu từ 1 đến n:  $n! = 1.2.3...n$ . Giai thừa của 0 được định nghĩa bằng  $1 : 0! = 1$ . Đẳng thức này đôi khi cũng rất hữu ích trong trò chơi Landau. Ví dụ, đối với số đăng ký 49 - 02, ta có thể tìm được đẳng thức sau:  $\sqrt{4} - \sqrt{9} = 0! - 2$ .

Và đây là những ví dụ rất khó: 59 - 58; 47 - 97; 47 - 73 và 27 - 37. Các bạn hãy thử sức mình với những cặp số đó xem sao. Còn nếu bạn muốn tổ chức trò chơi này với các bạn khác, thì bạn có thể dùng các số điện thoại (chỉ dùng hai cặp số cuối cùng) trong sổ danh bạ hoặc số seri trên các tờ giấy bạc để làm các con số ngẫu nhiên.

**VẬT LÝ & THỂ THAO**

**ĐIỀU BÍ ẨN ĐẰNG SAU NHỮNG CÚ SÚT HUYỀN THOẠI**

*Dương Tử Anh (t.p Hồ Chí Minh)*

*"Bóng đá không đơn giản chỉ là vinh quang của kẻ chiến thắng hay sự luyến tiếc của người bại trận, mà thực sự bóng đá quan trọng hơn thế nhiều, nó là một điều kỳ diệu "*

*Bill Shankly (cựu chủ tịch Liverpool)*

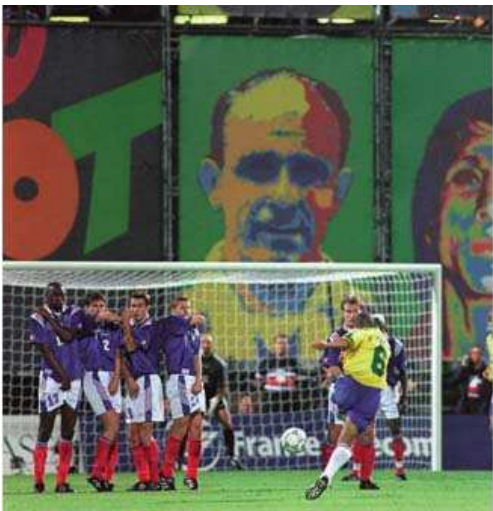
Khi trận đấu rơi vào thế bế tắc, những cú sút phạt, sút xa nhiều khi có thể là chìa khoá mở cửa đến thành công. Tên tuổi của nhiều cầu thủ đã trở thành bất tử nhờ những cú sút phạt đầy ấn tượng. Bàn thắng đến từ những pha sút phạt, sút xa thường gây được ấn tượng mạnh, in sâu trong tâm trí người hâm mộ, bởi nó thường rất ngoạn mục, tạo ra sự bùng nổ và đột phá...

Vậy nhưng tại EURO 2004 trong mùa bóng vừa qua, chúng ta không mấy khi được thăng hoa cùng những quả sút phạt, những cú sút xa. Ngay cả tại COPA –AMERICA, hàng chục trận đấu trôi qua, hiệu suất trung bình các cú sút phạt trực tiếp đem lại bàn thắng vẫn rất thấp (chưa

đầy 0,1 bàn/trận). Điều gì đã xảy ra với những chân sút hàng đầu thế giới hiện nay? Lý do đầu tiên mà các cầu thủ lên tiếng lại nhằm vào trái bóng Roteiro. Họ cho rằng bóng mới bay với quỹ đạo khó lường, cho dù vẫn thực hiện chính xác các kỹ năng. Tuy nhiên, nếu nhìn những cú sút Totti ở cuối trận Italia gặp Đan Mạch, hay nhiều cú sút trúng hàng rào của Van Hooijdonk ở góc rất rộng, cự ly thuận lợi, chúng ta sẽ thấy rằng nguyên do không hoàn toàn nằm trong ở trái bóng. R.Koeman, cầu thủ Hà Lan được cả thế giới biết đến với những pha làm bàn thần sầu từ tính hướng bóng tĩnh, lý giải: “Tôi cho rằng kỹ năng thực hiện những cú sút bóng không thể nhanh chóng mất đi. Vấn đề nằm ở sự tự tin, khi bạn đứng trước quả sút phạt mà thiếu đi niềm tin, bạn sẽ không thể thành công. Thể trạng cũng đóng vai trò quan trọng, khi đôi chân quá mệt mỏi, bạn sẽ không thể vẽ được những quỹ đạo lạ lùng cho đường bay của trái bóng. Cuối cùng là một chút may mắn.”

Và có lẽ chính những thời điểm “khan hiếm” như vậy là lúc mà rất, rất nhiều fan hâm mộ “hồi tưởng” lại cú sút phạt trực tiếp “trong mơ” của Roberto Carlos trong trận đấu giữa Pháp và Brasil tại giải Tứ hùng ở Pháp, năm 1998...

Đó là một khoảnh khắc lịch sử của bóng đá thế giới: Cả khán đài lặng im và chờ đợi...Điểm sút phạt ở cách khung thành 30m và hơi chếch về bên phải. Carlos đá bóng lệch hơi xa về phía bên phải nên nó vượt thẳng qua hàng rào hậu vệ ở khoảng cách 1m . Sau đó, dường như có phép thuật, một cách ma quái, trái bóng bay ngoặt về bên trái, bắn thẳng vào góc chết khung thành trước sự kinh ngạc của tất cả các cầu thủ, thủ môn và những khán giả trực tiếp chứng kiến.

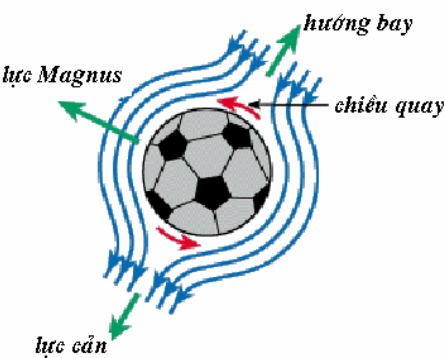


Từ rất lâu trước đó, Carlos đã tập luyện cú sút “lá bàng rơi” này suốt những thời gian trên sân tập của CLB Inter Milan cũng như của Đội tuyển quốc gia. Bằng trực giác nhạy cảm và kinh nghiệm của một chân sút chuyên nghiệp, Carlos đã biết làm thế nào để tác động lên quả bóng một lực rất lớn và một mômen quay đặc biệt. Anh ta có thể không hề biết và cũng không cần quan tâm rằng thực sự điều gì đã tạo nên những cú sút đầy uy lực của mình, nhưng vật lý vẫn đứng đằng sau tất cả những huyền thoại đó.

**Khí động lực học của trái bóng tròn**

Sự giải thích đầu tiên về sự lệch hướng trong chuyển động của một vật quay đã được đưa ra bởi Lord Rayleigh cùng với nhà vật lí người Đức Gustav Magnus vào năm 1852. Magnus thực tế đã cố gắng tìm ra nguyên nhân tại sao những vật quay như viên đạn lại bay lệch sang một bên, nhưng sự giải thích đó chỉ phù hợp với những vật hình cầu. Hơn nữa, những cơ chế căn bản trong chuyển động của một quả bóng xoáy của môn bóng đá gần như giống hoàn toàn trong những môn thể thao khác như bóng chày, golf, cricket và tennis.

Nghiên cứu một quả bóng đang quay quanh một trục vuông góc với dòng không khí thổi qua nó (hình1). Không khí chuyển động tương đối nhanh hơn tại phần mặt ngoài vỏ bóng có cùng hướng chuyển động với khối tâm. Điều này làm giảm áp suất tại phần mặt ngoài đó của quả bóng, tuân theo đúng định luật Bernouilli . Còn ở

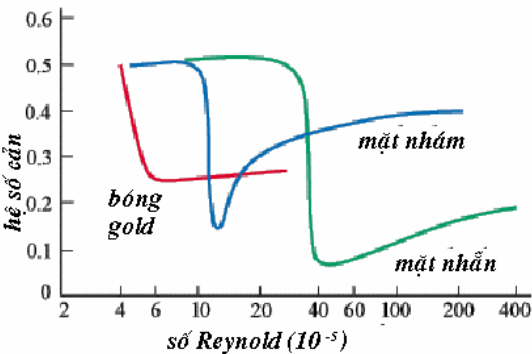


mặt đối diện, vận tốc tương đối của không khí giảm, áp suất tại đó tăng lên. Chênh lệch áp suất dẫn đến xuất hiện lực tác dụng lên quả bóng, làm cho nó bị lệch hướng chuyển động. hoặc như Thomson đã phát biểu vào năm 1910, " quả bóng đuổi theo cái mũi của nó !!!". Hiện tượng lệch sang một bên trong khi bay của quả bóng được gọi là hiệu ứng Magnus. Lực tác dụng lên

một quả bóng xoáy đang bay trong không khí một cách tổng quát được chia làm hai thành phần: lực cản và lực làm lệch. Lực cản làm giảm vận tốc của quả bóng trong khi chuyển động. Lực làm lệch, kết quả của sự chênh lệch áp suất, làm cong quỹ đạo của quả bóng. Ta hãy cùng thử ước lượng lực tác dụng lên một quả bóng được sút xoáy. Giả sử rằng vận tốc bóng là 90 –120 km/h và nó quay được khoảng 8-10 vòng trong một giây, khi đó lực làm lệch vào khoảng 3,5 N. Trong thực tế một quả bóng đạt tiêu chuẩn thi đấu quốc tế có khối lượng 410 - 450 g có nghĩa là bóng sẽ có một gia tốc vào khoảng  $8m/s^2$ . Và với quãng đường bay trong một giây là 30 m, gia tốc đó có thể làm quả bóng lệch một đoạn dài 4m so với đường sút bóng ban đầu. Quá đủ để gây khó khăn cho bất cứ thủ môn xuất sắc nào.

Lực cản tác dụng lên quả bóng tăng dần khi vận tốc v tăng. Giả sử khối lượng riêng không khí  $\rho$ , tiết diện vuông góc A của quả bóng là không đổi, ta có lực cản:  $F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A v^2$ .

Trong đó hệ số cản  $C_D$  phụ thuộc vào vận tốc của quả bóng. Ví dụ như khi chúng ta vẽ biểu đồ của hệ số cản phụ thuộc vào số



Reynold - một đại lượng không thứ nguyên có giá trị  $\frac{\rho v \cdot D}{\mu}$ , trong đó D là đường kính của quả

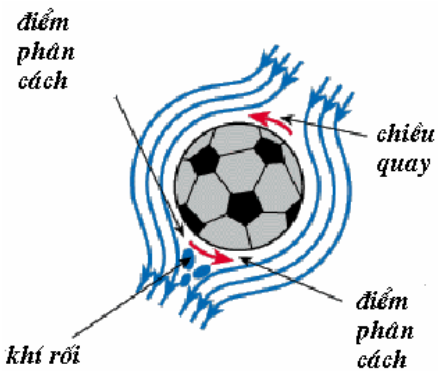
bóng và  $\mu$  là hệ số nhớt của không khí - chúng ta nhận thấy rằng hệ số cản đột ngột giảm xuống khi dòng khí quanh quả bóng thay đổi từ chuyển động thành lớp sang chuyển động cuộn xoáy. Khi dòng khí chuyển động thành lớp thì hệ số cản là tương đối cao, lớp không khí bao quanh quả bóng trên bề mặt cũng tách khỏi nhau như là khi nó chảy ở xa quả bóng, tạo một cuộn xoáy ở đằng trước. Tuy nhiên, khi dòng chảy bị xáo trộn, lớp không khí bao quanh bị giữ lại lâu hơn. Điều này tạo ra sự chậm phân lớp sau đó và làm giảm hệ số cản.

Số Reynold tại các điểm trên đồ thị nơi hệ số cản giảm phụ thuộc vào phẩm chất bề mặt của bóng. Thí dụ như quả bóng golf, có nhiều lỗ nhỏ, thực sự là rất xù xì nên thông số Reynold nhỏ (cỡ  $2.10^4$ ). Một quả bóng đá, dĩ nhiên là nhẵn hơn bóng golf và có hệ số Reynold cao hơn hẳn (cỡ  $4.10^5$ ).

Kết luận cho tất cả những lập luận trên là một quả bóng chuyển động chậm nhận được một lực cản tương đối khá lớn. Nhưng nếu bạn có thể đá quả bóng với một lực đủ mạnh để lớp không khí quanh nó bị quấy động, quả bóng chịu tác dụng của lực cản tương đối rất nhỏ. Như vậy, một quả bóng bay rất nhanh sẽ gây ra hai khó khăn lớn cho thủ môn – Nó không chỉ có vận tốc lớn, mà còn có đường bay rất bất thường và kỳ dị. Có lẽ trực giác của một thủ môn giỏi hiểu về vật lý nhiều hơn những gì anh ta tưởng.

Vào năm 1976 Peter Bearman và các đồng nghiệp ở Đại học hoàng gia London, đã thực hiện một loạt các thí nghiệm kinh điển với bóng golf. Họ nhận thấy rằng việc tăng tốc độ quay của quả bóng tạo ra lực làm lệch lớn hơn và cũng nhận được một lực Magnus lớn hơn. Tuy nhiên, việc tăng vận tốc quay đến một giới hạn nào đó lại làm giảm lực làm lệch.

Điều đó cũng có nghĩa là một quả bóng chuyển động với tốc độ chậm và quay thật nhanh sẽ chịu một lực làm lệch lớn hơn so với quả bóng có tốc độ lớn và cùng tốc độ quay. Vì thế khi quả



bóng rơi xuống ở cuối quỹ đạo của nó, đường bóng trở nên khó đoán trước.

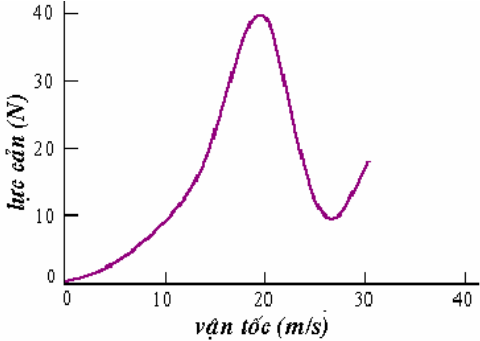
### **Roberto Carlos, “nhà Vật lý thiên tài” của bóng đá thế giới**

Tại sao tất cả những điều được nói ở trên có thể giải thích cho cú sút của Carlos? Mặc dù chúng ta không hoàn toàn chắc chắn, nhưng những lập

luận dưới đây có thể là sự giải thích “đẹp dễ nhất” cho các hiện tượng mà chúng ta quan sát được.

Carlos đá quả bóng bằng má ngoài chân trái để làm nó xoáy ngược chiều kim đồng hồ khi anh ta nhìn từ trên xuống. Bề mặt quả bóng khô ráo nên tốc độ quay mà quả bóng được truyền cho là tương đối lớn, khoảng chừng 10 vòng trên một giây. Sử dụng má ngoài giúp cho anh ta đá quả bóng rất mạnh, rất có thể tốc độ lên đến 120km/h. Không khí trên bề mặt quả bóng bị nhiễu động, khiến cho lực cản tác dụng lên nó giảm một cách đáng kể. Có thể khi bay được 10 m (tại vị trí hàng rào hậu vệ) vận tốc bóng giảm xuống đến giới hạn để các dòng không khí xung quanh nó phân thành từng lớp. Do vậy đã làm tăng một cách đáng kể lực cản của không khí tác dụng lên bóng, khiến cho vận tốc của nó giảm nhanh hơn. Điều này cho phép lực Magnus làm lệch mạnh đường bóng đến khung thành. Giả thiết rằng tốc độ quay của quả bóng không giảm

nhiều, khi đó lực cản tăng dần. Nó làm cho lực làm lệch mạnh hơn và



bóng sẽ lệch xa hơn. Cuối cùng, khi bóng chuyển động chậm hẳn lại, đường bóng bị uốn cong mạnh và bắn thẳng vào lưới.

**Kỹ thuật sút bóng.**

Một điều dễ nhận thấy mà mọi cầu thủ đá bóng đều biết: nếu bạn sút quả bóng bằng mu bàn chân của mình có nghĩa là đường chân sút đi qua trọng tâm của quả bóng thì nó sẽ bay theo một đường thẳng. Tuy nhiên, nếu bạn chạm quả bóng ở phần bên của bàn chân với góc giữa cẳng chân và bàn chân là 90° thì quả bóng sẽ lệch trong khi bay. Trong trường hợp đó va chạm giữa chân và bóng là lệch tâm. Đó là nguyên nhân mà lực sút đã tạo ra một mômen lực, truyền cho bóng một mômen quay.

Những kết quả thí nghiệm cho thấy mômen quay mà quả bóng nhận được cũng phụ thuộc vào hệ số ma sát giữa bóng và bàn chân, phụ thuộc vào vị trí điểm tiếp xúc bóng đối với khối tâm. Cụ thể là quả bóng sẽ nhận được mômen quay lớn hơn, nếu tăng hệ số ma sát giữa quả bóng và bàn chân và vị trí chạm bóng nằm cách xa khối tâm hơn. Hai hiệu ứng thú vị khác cũng đã được quan sát. Trước hết nếu đường sút bóng càng xa khối tâm, thì bàn chân va chạm với quả bóng trong một thời gian ngắn hơn và trên một tiết diện nhỏ hơn, và kết quả là cả mômen quay và vận tốc mà quả bóng nhận được sẽ nhỏ hơn. Bởi vậy nên mới có một vị trí tốt nhất để đá quả bóng nếu bạn muốn nó nhận được mômen quay lớn nhất: nếu bạn đá quả bóng quá gần hoặc quá xa trọng tâm của nó thì quả bóng sẽ chẳng nhận được “một chút” mômen quay nào.

Thứ hai là ngay cả khi hệ số ma sát bằng không, quả bóng vẫn nhận được một ít mômen quay nếu bạn đá nó lệch tâm. Tuy nhiên, trong trường hợp này không có ngoại lực nào tiếp tuyến với chu vi của quả bóng (vì hệ số ma sát bằng không), vì thế quả bóng biến dạng theo phương xuyên tâm, đó là nguyên nhân xuất hiện lực tác dụng theo phương tiếp tuyến với quả bóng. Vì thế nên hoàn toàn có thể làm quả bóng xoáy mạnh trong một ngày trời mưa, mặc dù mômen quay nhận được là nhỏ hơn nhiều nếu trời khô ráo.

Dĩ nhiên, các phép phân tích trên cũng có hạn chế là ảnh hưởng của không khí xung quanh quả bóng đã được bỏ qua, và ta cũng đã giả thiết rằng không khí bên trong quả bóng “xử sự” như một mô hình chất lỏng nhớt và chịu nén. Ta cũng đã giả thiết rằng bàn chân đồng nhất một cách lý tưởng, mặc dù thực tế là bàn chân có cấu tạo phức tạp hơn rất nhiều.

### ***Tiếng còi chung cuộc, cầu thủ trở thành nhà vật lý!***

Như vậy chúng ta có thể học tập được gì từ Roberto Carlos ? Nếu bạn đá quả bóng đủ mạnh để không khí bên ngoài nó bị nhiễu động, thì lực cản sẽ giảm xuống và quả bóng sẽ bay theo một quỹ đạo phức tạp. Nếu bạn muốn quả bóng xoáy, hãy truyền cho nó “thật nhiều” mômen quay bằng cách đá lệch tâm. Điều đó thật dễ dàng trong một ngày khô ráo hơn là trong một ngày mưa ẩm ướt, nhưng thực ra vẫn còn những điều kiện khác phải xem xét. Quả bóng sẽ xoáy “đẹp” nhất khi nó chuyển động trong dòng khí phân lớp, nên bạn phải luyện tập dần tất cả các tình huống, ví dụ ngay sau khi quả bóng vượt qua hàng rào, hay khi nó bay sát mặt sân. Trong điều kiện trời ẩm ướt, bạn vẫn có thể làm cho bóng xoáy, nhưng tốt hơn hết là bạn hãy lau khô quả bóng (và cả giày nữa!!!).

Gần một thế kỷ trước, JJ Thomson đã có một bài giảng tại Đại học Hoàng gia London về chuyển động của quả bóng golf. Theo ông: " Nếu chúng ta có thể chấp nhận các giải thích phong phú về cách “xử sự” của quả bóng đã được đưa ra, và đã được thu thập xung quanh các trận đấu... Tôi sẽ đem lại cho các bạn, trong buổi tối hôm nay, một phương pháp động lực học hoàn toàn mới, nhưng các bạn sẽ thấy rằng, chuyển động của quả bóng mà chúng ta cảm nhận được dường như tuân theo những định luật hoàn toàn khác với những gì mà chúng ta được biết trên lý thuyết."

Những nghiên cứu về bóng đá có thể còn tiếp tục và kéo dài, nhưng điều đó không ngăn cản chúng ta ngừng giây phút tuyệt vời bên màn hình tivi và tận hưởng khoảnh khắc kỳ diệu của những pha làm bàn tưởng chừng rất “phi vật lý” và viễn tưởng.

**Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số bài toán vật lý về bóng đá, để bạn đọc tham khảo:**

**Bài toán1:** Khi luyện tập sút phạt, Roberto Carlos đá quả bóng bằng mu bàn chân, truyền cho nó một vận tốc  $\vec{v}$  hợp với mặt sân cô một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Bóng bắn vào góc dưới gần nhất của khung thành. Nếu Carlos đá bóng ở đúng vị trí đó và quả bóng cũng bay theo phương nghiêng như trước, nhưng với vận tốc lớn hơn 5% so với vận tốc  $v$  thì bóng rơi trúng xà ngang khung thành. Hãy xác định vận tốc bóng lúc bắt đầu chuyển động, nếu chiều cao khung thành  $h = 2m$ .

**Bài toán2:** Trong một trận đấu đầy gay cấn, Văn Quyến đã thực hiện một cú sút về phía khung thành đối phương từ cự ly  $L=32m$  với vận tốc  $v = 25m/s$  dưới góc  $\alpha$  so với phương ngang. Gió thổi với vận tốc  $\vec{u}$  dọc theo khung thành, vuông góc với  $\vec{v}$  nên khi bóng bay đến khung thành thì bị lệch ngang một khoảng  $s = 2m$ . Tìm thời gian bay của bóng từ lúc Văn Quyến bắt đầu sút đến khi nó vừa chạm mặt phẳng khung thành, cho biết người ta đo được tốc độ gió khi đó là  $u = 10m/s$  và Văn Quyến sút bóng thẳng, không xoáy.

Câu lạc bộ Vật lý và Tuổi trẻ dành **1 phần quà hấp dẫn** cho bạn nào gửi về lời giải đúng và sớm nhất (tính theo dấu bưu điện) của Bài toán 2.