

BÌA 2:

Chịu trách nhiệm xuất bản: Chu Đình Thúy

Trưởng Ban biên tập: Phạm Văn Thiều

Thư ký Toà soạn: Đoàn Ngọc Căn

Ban Biên tập:

Hà Huy Bằng, Nguyễn Văn Bửu, Đoàn Ngọc Căn, Nguyễn Văn Đến, Tô Bá Hạ, Bùi Thế Hưng, Nguyễn Thế Khôi, Nguyễn Xuân Quang, Phạm Văn Thiều, Chu Đình Thúy, Vũ Đình Tuý.

Toà soạn & Trị sự: 46 Nguyễn Văn Ngọc, Thủ Lệ, Ba Đình, Hà Nội

Tel.: (04) 8349209

e-mail: vps@iop.ncst.ac.vn

Đặt mua tại địa chỉ trên hoặc tại Văn phòng Hội Vật lý t.p. Hồ Chí Minh, 40 Đồng Khởi, Quận 1, t.p. Hồ Chí Minh. Ra hàng tháng, giá 3500đ

Giấy phép xuất bản số 927/BC-GPXB ngày 19 tháng 7 năm 1993 và Bổ sung số 2232/VHTT-BC ngày 27 tháng 5 năm 2003 của Bộ VH-TT. Chế bản điện tử tại..... Nộp lưu chiều tháng 9 năm 2003

Mục lục : TRONG SỐ NÀY:

1) Làm quen với vật lý hiện đại:

Một lần nữa Einstein lại đúng

2) Đề ra kỳ này (THCS, THPT, câu hỏi trắc nghiệm

3) Giới thiệu các đề thi:

- Đề thi chọn học sinh giỏi quốc gia: Môn Vật lý, năm học 2002- 2003
- Đề thi chọn vào khối chuyên Lý, ĐHQG - Hà Nội

4) Chuyên đề/ Trao đổi:

Các phần tử phi tuyến trong mạch điện

5) Vật lý & Đời sống:

Vì sao muỗi lại là động vật máu lạnh?

6) Giai thoại các nhà vật lý:

Paul Dirac và ba người câu cá

7) Tiếng Anh vật lý

8) Nhìn ra thế giới:

Bước đầu tiên tiến tới giải Nobel

9) Giúp bạn ôn thi đại học:

Li độ, toạ độ, pha ban đầu trong dao động điều hoà

VẬT LÝ & ĐỜI SỐNG

VÌ SAO MUỐI LẠI LÀ LOÀI ĐỘNG VẬT MÁU LẠNH

Đỗ Quốc Hùng

Dòng năng lượng đang được hàng ngày hàng giờ phát ra từ Mặt Trời là vô cùng khổng lồ. Các phép đo đặc địa vật lí cho thấy: ngay ở tầng trên của khí quyển Trái Đất, tức là ở cách xa Mặt Trời 150 triệu kilômét, mỗi mét vuông diện tích đặt vuông góc với các tia sáng Mặt Trời mỗi giây nhận được từ Mặt Trời một năng lượng bằng 1,4 kJ. Con số này được gọi là hằng số Mặt Trời và được kí hiệu bằng chữ I. Biết hằng số Mặt Trời $I = 1,4 \text{ kW/m}^2$, dễ dàng tính được công suất bức xạ tổng cộng P_1 của Mặt Trời bằng cách nhân hằng số Mặt Trời với diện tích của mặt cầu khổng lồ có tâm là Mặt Trời và bán kính bằng 150 triệu kilômét, và ta thu được kết quả là $P_1 = I \cdot 4\pi R^2 \approx 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

Khả năng của con người về năng lượng đương nhiên là nhỏ bé hơn rất nhiều so với Mặt Trời. Ta có thể ước tính dễ dàng công suất trung bình mà con người có thể sản ra dựa trên năng lượng của thức ăn mà con người tiêu thụ trong một ngày đêm. Ta biết rằng những người không lao động nặng nhọc hàng ngày phải tiêu thụ một lượng thức ăn có năng lượng khoảng 12 MJ. Hầu hết năng lượng này được tiêu tốn để duy trì thân nhiệt ổn định của con người, và suy cho cùng thì được con người truyền cho môi trường xung quanh. Con người chỉ tiêu tốn một phần rất nhỏ trong 12MJ để thực hiện các công cơ học mà thôi. Nếu chia 12 MJ cho khoảng thời gian một ngày đêm, ta tính được công suất trung bình của con người là $P_2 \approx 140 \text{ W}$. Như vậy nếu xét về góc độ sản sinh năng lượng thì Mặt trời có công suất lớn hơn $3 \cdot 10^{24}$ lần (3 triệu tỉ tỉ lần). Tuy nhiên nếu so sánh công suất riêng (tức là công suất ứng với một đơn vị khối lượng) thì ta lại thu được một kết quả thật bất ngờ. Ta biết rằng khối lượng của Mặt Trời xấp xỉ bằng $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, còn khối lượng của con người trung bình là 80 kg. Từ đó suy ra công suất riêng của Mặt Trời bằng $2 \cdot 10^{-4} \text{ W/kg}$, còn công suất riêng của người là 1,75W/kg, có nghĩa là công suất riêng của con người lớn hơn công suất riêng của Mặt Trời tới một vạn lần! Thoạt nhìn ta có cảm giác kết quả vừa nhận được là khó tin, song trên thực tế thì kết quả đó lại hoàn toàn chính xác.

Làm thế nào để có thể lí giải được “nghịch lí” đó? Vì lẽ gì Mặt Trời – một lò phản ứng nhiệt hạch khổng lồ lại chịu thua về công suất riêng so với con người, một sinh vật mà nguồn năng lượng được cung cấp bởi các phản ứng hoá học, một loại phản ứng yếu hơn không biết bao nhiêu lần so với các phản ứng hạt nhân?

Sẽ không khó trả lời cho câu hỏi trên, nếu ta cho rằng năng lượng được sản sinh một cách tương đối đồng đều theo toàn bộ thể tích bên trong cơ thể con người và bên trong Mặt Trời. Do đó, tốc độ sản sinh năng lượng tỉ lệ thuận với thể tích, tức là tỉ lệ với lũy thừa bậc ba của kích thước dài. Trong khi đó, tốc độ mất mát nhiệt năng thì lại tỉ lệ với diện tích bề mặt, tức là tỉ lệ với lũy thừa bậc hai của kích thước. Từ đó suy ra vật có kích thước càng lớn thì tỉ lệ năng lượng cần tiêu tốn để duy trì một nhiệt độ cho trước lại càng nhỏ.

Thể tích của Mặt Trời khoảng 10^{27} m^3 , diện tích bề mặt của nó cỡ bằng 10^{18} m^2 . Các chỉ số tương ứng của con người là $\sim 10^{-1} \text{ m}^3$ và $\sim 1 \text{ m}^2$. Như vậy, tỉ số giữa các thể tích của Mặt Trời và của con người bằng $\sim 10^{28}$, còn tỉ số giữa các diện tích bề mặt là $\sim 10^{18}$. Nói một cách hình tượng, đối với Mặt Trời, diện tích bề mặt ứng với mỗi đơn vị thể tích nhỏ hơn mười tỉ lần so với đại lượng tương ứng của con người. Vì thế không có gì đáng ngạc nhiên khi nhiệt độ trên bề mặt của Mặt Trời đạt tới 6000°C mà tốc độ trao đổi năng lượng riêng (tính cho một đơn vị khối lượng) của nó chỉ có bằng $0,2 \text{ mW/kg}$.

Dưới đây là một số ví dụ minh họa về sự liên hệ giữa kích thước, nhịp độ tiêu tốn năng lượng và thân nhiệt trong thế giới động vật.

Thân nhiệt của các loài thú hầu như không khác biệt nhau lắm. Chẳng hạn, thân nhiệt của một chú voi và một chú chuột đồng gần như bằng nhau. Tuy vậy, tốc độ tiêu tốn nhiệt lượng trong cơ thể một con voi lại nhỏ hơn tốc độ tương ứng của con chuột tới 30 lần. Nếu như trong cơ thể con voi và con chuột tốc độ sản sinh năng lượng là như nhau, thì nhiệt lượng sinh ra trong con voi sẽ không kịp tiêu tán đủ nhanh qua lớp da để duy trì thân nhiệt bình thường của nó. Kết quả là con voi sẽ bị “nướng chín” ngay bên trong bộ da của chính nó.

Một con vật máu nóng càng có kích thước nhỏ thì tốc độ sản sinh nhiệt riêng (tức là tính cho một đơn vị khối lượng của nó) càng phải lớn, để bù trừ những tổn hao nhiệt cần thiết cho việc duy trì thân nhiệt bình thường của nó. Do đó, lượng thức ăn mà nó phải tiêu thụ (cũng tính ra một đơn vị khối lượng cơ thể) càng phải lớn. Cậu bé tí hon bằng ngón tay trong câu chuyện cổ tích nổi tiếng giành cho trẻ em phải là một cậu bé cực kỳ phàm ăn, bởi vì so với người bình thường, nó cần một lượng thức ăn tính trên một đơn vị khối lượng cơ thể nhiều hơn gấp 20 lần.

Chuột etrus là loài thú nhỏ nhất trên thế giới, khối lượng cơ thể của nó chỉ vèo vèo có 1,5 gam. Trong một ngày đêm nó ngốn một khối lượng thức ăn lớn hơn gấp hai lần khối lượng của chính bản thân nó. Nó sẽ bị chết ngay nếu bị bỏ đói chỉ trong vài giờ đồng hồ. Chim colibri chuyên hút mật hoa ở Nam Mỹ là một loài chim nhỏ xíu với khối lượng cơ thể chỉ có 2 gam. Hầu như trong suốt thời gian mà chúng thức, chúng chỉ làm mỗi một việc là tìm kiếm và nuốt thức ăn. Chúng có thể ngủ đêm kéo dài là nhờ lúc đó thân nhiệt của chúng hạ xuống một cách đột ngột.

Có thể chứng minh rằng những sinh vật rất nhỏ, như muỗi chẳng hạn, không thể là loài máu nóng. Thật vậy, ta hãy thử ước lượng công suất nhiệt do một chú muỗi sản ra.

Để đơn giản ta coi cơ thể con muỗi có dạng hình trụ, với đường kính 0,5 mm và chiều dài 4 mm. Khi đó diện tích bề mặt và thể tích của nó lần lượt bằng: $S = \frac{2\pi d^2}{4} + \pi dl \approx 10^{-5} \text{ m}^2$, $V = \frac{\pi d^2 l}{4} \approx 10^{-9} \text{ m}^3$.

Ta biết rằng một vật có nhiệt độ T sẽ truyền cho môi trường xung quanh với nhiệt độ T_0 ($T_0 < T$) công suất nhiệt bằng

$$P = \alpha S. (T - T_0) = \alpha S. \Delta T$$

Nếu nhiệt được truyền thông qua bức xạ và ΔT nhỏ so với nhiệt độ T thì hệ số α tỉ lệ với T^3 . ở nhiệt độ bằng nhiệt độ phòng, $\alpha \approx 2 \div 5 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{độ)}$, tùy thuộc vào khả năng phản xạ của vật. Nếu giả thiết thân nhiệt của con muỗi bằng 30°C và chọn $\alpha = 4 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{độ)}$, ta tính được rằng khi nhiệt độ môi trường xung quanh bằng 17°C thì con muỗi bức xạ một công suất $P \approx 10^{-3} \text{ W}$. Nếu cho khối lượng riêng của con muỗi bằng khối lượng riêng của nước, ta tìm được khối lượng của con muỗi $m \approx 10^{-6} \text{ kg}$. Suy ra công suất riêng của con muỗi khi đó phải bằng 10^3 W/kg , tức là lớn hơn công suất riêng của người khoảng 600 lần (và lớn hơn công suất riêng của Mặt Trời 6 triệu lần!). Nếu như con người mỗi ngày tiêu thụ khoảng 1 kg thức ăn, tức là 1/80 khối lượng cơ thể, thì con muỗi sẽ phải tiêu thụ trong một ngày đêm một lượng thức ăn bằng $600/80 = 7,5$ lần khối lượng của bản thân nó. Trên thực tế con số này sẽ phải cao hơn, vì trong quá trình tính toán ta đã bỏ qua sự truyền nhiệt bằng đối lưu. Khi nhiệt độ môi trường bằng 7°C (ở nhiệt độ này loài muỗi vẫn hoạt động khá tích cực), con muỗi sẽ phải nuốt mỗi ngày một lượng thức ăn bằng 15 lần khối lượng của bản thân nó. Từ đây ta thấy rõ ràng rằng con muỗi không thể nào duy trì được thân nhiệt của nó ổn định, nghĩa là nó không thể là một động vật máu nóng.

Bằng cách phân tích mối liên hệ giữa kích thước dài của một vật và cường độ trao đổi nhiệt của vật đó với môi trường xung quanh ta có thể tìm ra câu trả lời cho một câu hỏi rất thú vị sau : Vì sao ta có thể dễ dàng dùng ngọn lửa của một que diêm để làm nóng chảy một dây kim loại mảnh, trong khi đó một dây kim loại to thì khó có thể nung đỏ được ngay cả khi dùng ngọn lửa của một chiếc bếp ga?

Dòng nhiệt lượng mà dây kim loại nhận được từ ngọn lửa tỉ lệ thuận với diện tích xung quanh $S = 2\pi Rl$ của nó (trong đó R là bán kính tiết diện thẳng và l là chiều dài của đoạn dây nằm trong ngọn lửa). Trong khi đó, tốc độ tản nhiệt dọc theo trục dây để truyền nhiệt cho đầu dây lạnh (là đầu dây không nằm trong ngọn lửa) lại tỉ lệ thuận với diện tích tiết diện $S = \pi R^2$ của dây. Nếu bán kính của hai dây kim loại trên chênh lệch nhau 10 lần thì ở những điều kiện như nhau dây kim loại dày hơn sẽ nhận được lượng nhiệt lớn hơn gấp 10 lần so với dây kim loại mảnh, nhưng cũng chính dây kim loại dày hơn đó lại mất mát một lượng nhiệt lớn hơn gấp 100 lần so với dây kim loại mảnh. Rõ ràng là ở điều kiện cân bằng, khi mà dòng nhiệt cấp cho dây kim loại và dòng nhiệt bị mất mát của dây đó bằng nhau, nhiệt độ của dây kim loại dày sẽ nhỏ hơn đáng kể. ■

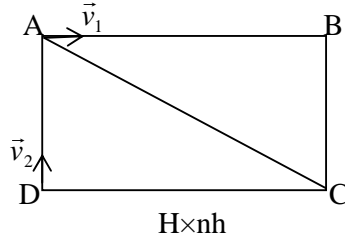
ĐỀ RA KỲ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/1. Vào lúc 6h sáng có hai xe cùng khởi hành. Xe 1 chạy từ A với vận tốc không đổi $v_1 = 7\text{m/s}$ và chạy liên tục nhiều vòng trên chu vi hình chữ nhật ABCD. Xe 2 chạy từ D với vận tốc không đổi $v_2 = 8\text{m/s}$ và chạy liên tục nhiều vòng trên chu vi hình tam giác DAC (Hình 1). Biết $AD = 3\text{km}$, $AB = 4\text{km}$ và khi gặp nhau các xe có thể vượt qua nhau.

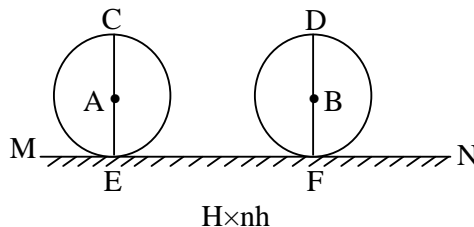
- Ở thời điểm nào xe 2 chạy được số vòng nhiều hơn xe 1 là một vòng?
- Tìm khoảng cách ngắn nhất giữa hai xe trong 6 phút đầu tiên.
- Tìm thời điểm mà xe 1 đến C và xe 2 đến D cùng một lúc?

Biết rằng các xe chạy đến 9h30 thì nghỉ.



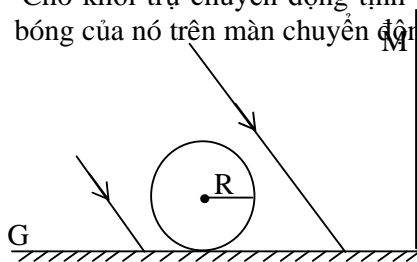
CS2/1. Dùng một bếp điện có công suất 1kW để đun một lượng nước có nhiệt độ ban đầu là 20°C thì sau 5 phút nhiệt độ của nước đạt 45°C . Tiếp theo do mất điện 2 phút nên nhiệt độ của nước hạ xuống chỉ còn 40°C . Sau đó bếp lại tiếp tục được cấp điện như trước cho tới khi nước sôi và bay hơi. Tìm thời gian cần thiết từ khi bắt đầu đun cho tới khi nước sôi và bay hơi mất 5% lượng nước ban đầu.

CS3/1. Có hai vòng dây dẫn giống nhau với các đường kính CE và DF được làm từ dây dẫn đồng chất, tiết diện đều, có điện trở suất đáng kể và được đặt thẳng đứng trên một tấm kim loại MN dẫn điện rất tốt (Hình 2). Nối A và B với hai cực của một nguồn điện có hiệu điện thế không đổi bằng 6V . Hỏi nếu mắc một vôn kế có điện trở rất lớn giữa C và D thì vôn kế chỉ bao nhiêu?



CS4/1. Cho một gương phẳng G nằm ngang và một màn M đặt thẳng đứng. Trên gương phẳng đặt một khối trụ bằng gỗ có bán kính R, chiều dài L. Trục của khối trụ song song với màn M (Hình 3). Biết ánh sáng Mặt Trời chiếu theo phương vuông góc với trục khối trụ và hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc 60° .

- Hãy xác định hình dạng và kích thước bóng tối trên màn do khối trụ gây ra.
- Cho khối trụ chuyển động tịnh tiến trên mặt gương tới gần màn với vận tốc v. Hỏi bóng của nó trên màn chuyển động với vận tốc bao nhiêu?



TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/1. Một máy bay lên thẳng với gia tốc 3m/s^2 và vận tốc ban đầu bằng không từ mặt đất. Sau khoảng thời gian t_1 phi công tắt động cơ. Thời điểm cuối cùng ở mặt đất còn nghe thấy âm thanh phát ra từ máy bay cách thời điểm ban đầu một khoảng thời gian $t_2 = 30\text{s}$. Hãy xác định vận tốc của máy bay ở thời điểm tắt động cơ. Biết rằng vận tốc âm thanh là 320m/s .

Nguyễn Trí Trung
(Bắc Ninh)

TH2/1. Hai vật cùng khối lượng m có thể trượt không ma sát trên một thanh cứng nằm ngang, được nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ, không giãn, có chiều dài là $2l$. Một vật khác có khối lượng $2m$ được gắn vào trung điểm của dây. Ban đầu, giữ cho ba vật ở cùng độ cao và sợi dây không chùng. Thả nhẹ hệ, hãy xác định vận tốc cực đại của mỗi vật.

Nhật Minh
(Hà Nội)

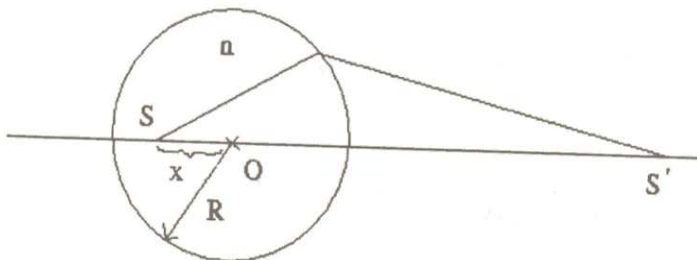
TH3/1. Một bình hình trụ rất cao, diện tích đáy là $S = 20\text{cm}^2$ được đặt thẳng đứng. Dưới một pittông rất nhẹ là nước có khối lượng $m = 9\text{g}$, ở nhiệt độ 20°C . Nước được nung nóng bởi một nguồn có công suất $N = 100\text{W}$. Khảo sát sự phụ thuộc của toạ độ pittông theo thời gian. Tính vận tốc cực đại của pittông, biết phía trên pittông là không khí. Cho: nhiệt dung riêng của nước $C = 4200\text{J/kg.K}$; nhiệt hoá hơi của nước $\lambda = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$; áp suất khí quyển $p_0 = 10^5\text{N/m}^2$. Pittông và bình làm bằng chất cách nhiệt.

Nguyễn Xuân Quang
(Hà Nội)

TH4/1. Ở cách xa các vật thể khác trong không gian, có hai quả cầu nhỏ tích điện. Điện tích và khối lượng của các quả cầu lần lượt là $q_1 = q$, $m_1 = 1\text{g}$; $q_2 = -q$, $m_2 = 2\text{g}$. Ban đầu, khoảng cách hai quả cầu là $a = 1\text{m}$, vận tốc quả cầu m_2 là 1m/s , hướng dọc theo đường nối hai quả cầu và đi ra xa m_1 và vận tốc của quả cầu m_1 cũng bằng 1m/s , nhưng hướng vuông góc với đường nối hai quả cầu. Hỏi với giá trị điện tích q bằng bao nhiêu thì trong chuyển động tiếp theo, các quả cầu có hai lần cách nhau một khoảng bằng 3m ? Chỉ xét tương tác điện của hai quả cầu.

TTYHA
(Hà Nội)

TH5/1. Xét một khối cầu thủy tinh, bán kính R và chiết suất n . Điểm sáng S nằm trong quả cầu, cách tâm quả cầu một khoảng x ($x < R$). Ảnh S' của S chỉ hiện rõ khi thoả mãn điều kiện tương điểm (tức là trong trường hợp các tia hợp với trục chính những góc nhỏ). Tuy nhiên, có ba điểm thoả mãn điều kiện tương điểm một cách tuyệt đối đối với mọi tia sáng phát ra từ S (ba điểm này được gọi là các điểm Weierstrass). Tìm ba điểm đó.



CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TN1/1. Một vật có khối lượng 0,01kg dao động điều hoà quanh vị trí $x = 0$ dưới tác dụng của lực được chỉ ra trên đồ thị bên (H. 1). Chu kỳ dao động của vật bằng:

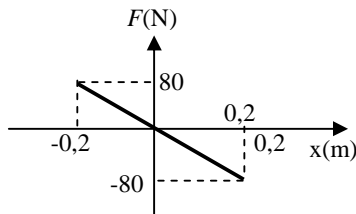
- A) 1,05 s B) 0,52 s
C) 0,25 s D) 0,03 s

TN2/1. Một người đi bộ trên một con đường thẳng, dài 2,5 km từ nhà đến chợ với vận tốc không đổi 5 km/h. Thấy chợ đã đóng cửa, anh ta lập tức quay trở về nhà với vận tốc 7,5 km/h. Vận tốc độ trung bình của người đó trong khoảng thời gian từ 0 đến 40 phút là:

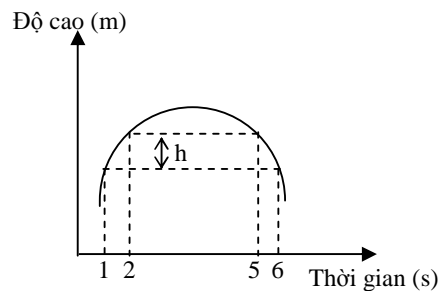
- A) 5 km/h B) 25/4 km/h
C) 30/4 km/h D) 45/8 km/h

TN3/1. Một quả bóng được ném thẳng đứng lên. Độ cao của nó thay đổi theo thời gian được biểu diễn trên hình (H. 2). Nếu gia tốc do trọng lực giả định bằng $7,5 \text{ m/s}^2$, thì độ cao h sẽ là:

- A) 10 m B) 15 m
C) 20 m D) 25 m



Hình 1.



Hình 2

TN4/1. Một acquy có suất điện động của bằng 2 V, điện trở trong bằng $0,5 \Omega$. Acquy đó có thể cung cấp cho mạch ngoài một công suất cực đại bằng:

- A) 8 W B) 4 W
C) 2 W D) không có giá trị nào trong 3 giá trị này đúng .

TN5/1. Một dây đồng có tiết diện ngang hình vuông, mỗi cạnh dài 2,0 mm, mật độ electron tự do trong nó bằng 8.10^{28} m^{-3} . Nếu có dòng điện cường độ bằng 8 A chạy qua dây thì vận tốc định hướng của các electron bằng:

- A) $0,156.10^{-3} \text{ ms}^{-1}$ B) $0,156.10^{-2} \text{ ms}^{-1}$
C) $3,12.10^{-3} \text{ ms}^{-1}$ D) $3,12.10^{-2} \text{ ms}^{-1}$

LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI

MỘT LẦN NỮA EINSTEIN LẠI ĐÚNG

Phạm Việt Hưng

Khoa học lại vừa đạt được một chiến công vang dội khi hai nhà khoa học Mỹ, Kopeikin và Ed Fomalont tại Đại học Missouri ở Columbia, lần đầu tiên đã đo được tốc độ lan truyền của lực hấp dẫn, khớp với dự đoán thiên tài của Albert Einstein trong Thuyết tương đối rộng. Thành tựu này ủng hộ cho “Lý thuyết của Tất cả” (TOE - Theory of Everything), một lý thuyết trung tâm của vật lý hiện đại nhằm thống nhất toàn bộ các lực trong tự nhiên, tức là thống nhất toàn bộ thế giới vật chất về cùng một bản chất.

Hai sai lầm của Newton

Lực hấp dẫn đã được khám phá từ thế kỉ 17 bởi Isaac Newton, một trong những nhà toán học và vật lý vĩ đại nhất của mọi thời đại. Newton thiên tài không những dự đoán được sự tồn tại của lực hấp dẫn mà còn tính được chính xác lực tác dụng giữa hai vật thể có khối lượng, phát minh ra định luật vạn vật hấp dẫn và dùng định luật này để giải thích chuyển động của các thiên thể. Tuy nhiên Newton đã phạm hai sai lầm:

- Một, ông coi không gian giữa các thiên thể là trống rỗng, lực hấp dẫn có khả năng truyền qua không gian trống rỗng đó để tác dụng lên nhau.
- Hai, lực hấp dẫn tác dụng tức thời từ vật này lên vật kia, không cần thời gian để đi qua không gian. Nói cách khác, tốc độ lan truyền của lực hấp dẫn là vô hạn.

Sai lầm thứ nhất đã bị Michael Faraday ở thế kỉ 19 bác bỏ. Theo Faraday không thể có không gian trống rỗng và nhất thiết lực phải truyền qua một môi trường trung gian. Môi trường này không nhất thiết được cấu tạo bởi vật chất nhìn thấy, mà có thể bằng một loại vật chất không nhìn thấy được gọi là trường. Lý thuyết về các trường ra đời từ đó.

Nhưng sai lầm thứ hai thì phải đợi mãi đến đầu thế kỷ 20, năm 1916, khi Einstein công bố Thuyết tương đối rộng (TTĐR) mới bị bác bỏ. Trong thuyết tương đối này, Einstein nêu lên giả thiết lực hấp dẫn có tốc độ giới hạn, thậm chí ông cho rằng nó bằng tốc độ ánh sáng. Giả thiết này là một trong những cơ sở nền móng của TTĐR. Nếu giả thuyết này sụp đổ thì lý thuyết của Einstein cũng sụp đổ theo.

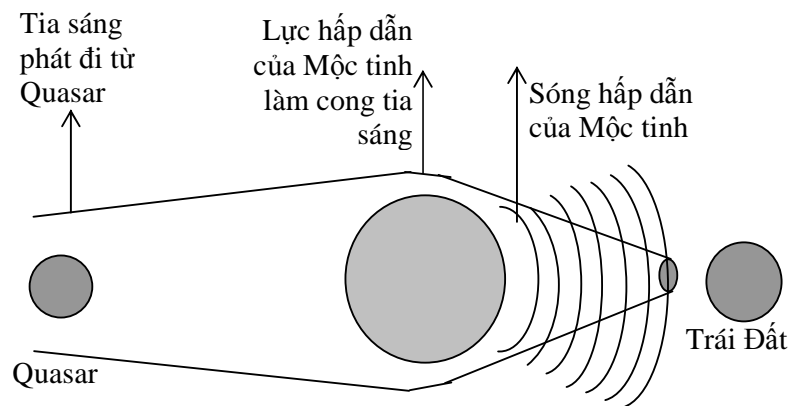
Năm 1919, thí nghiệm của Arthur Eddington đo độ lệch của tia sáng phát ra từ một ngôi sao khi nó đi ngang qua gần Mặt Trời, xác nhận hoàn toàn tiên đoán của Einstein về tính cong của không gian, một trong những hệ quả nổi tiếng của TTĐR. Từ đó lý thuyết của Einstein hoàn toàn có sức thuyết phục. Trong gần 100 năm qua, khoa học đã làm lại thí nghiệm của Eddington nhiều lần với những công cụ ngày càng tinh vi hơn, thu được những kết quả ngày càng gần với tính toán lý thuyết của Einstein hơn. Mặt khác, với TTĐR các nhà vũ trụ học đã giải thích và tính toán được hàng loạt hiện tượng thiên văn và vũ trụ một cách chính xác. Do đó đến nay TTĐR đã trở thành một trong những trụ cột của khoa học, thậm chí của cả triết học và nhận thức của loài người nói chung. Không còn ai nghi ngờ nó nữa, người ta chỉ sử dụng nó như một công cụ sắc bén để khám phá những hiện tượng mới, nguyên lí mới của tự nhiên.

Giả thiết về tính giới hạn của tốc độ lực hấp dẫn có đúng không?

Câu hỏi này từ lâu đã thách thức các nhà khoa học, và là một trong những thách thức vĩ đại nhất. Và phải đợi gần một thế kỉ sau Einstein, đầu năm 2003 mới có câu trả lời: “Một lần nữa Einstein lại đúng”, Kathy Sawyer, ký giả khoa học của nhật báo *The Washington Post*, phải thốt lên như vậy khi đưa tin bình luận về sự kiện vang dội này: Kết quả đo đạc của Fomalont và Kopeikin cho thấy tốc độ lan truyền của lực hấp dẫn bằng 1,06 lần tốc độ ánh sáng, tức bằng 299337km/s trong chân không với sai số 20%.

Nhưng làm thế nào mà hai nhà khoa học đó đã làm được điều kì diệu ấy? Câu trả lời là: Họ đã học kỹ thí nghiệm của Authur Eddington. Vậy đến đây xin đọc giả hãy trở lại với Eddington.

Năm 1916, Einstein tiên đoán lực hấp dẫn sẽ làm uốn cong không gian xung quanh nó, và do đó ánh sáng đi qua một vùng ở gần thiên thể có khối lượng lớn cũng sẽ bị cong dưới tác dụng của lực hấp dẫn do thiên thể ấy gây ra. Eddington là người vô cùng sắc sảo khi ông đề nghị kiểm tra tiên đoán của Einstein nhân dịp một hiện tượng nhật thực hi hữu xảy ra vào năm 1919, trong đó Trái Đất, Mặt Trời và một ngôi sao biết rõ danh tính nằm gần như thẳng hàng, do vậy ánh sáng từ ngôi sao đến Trái Đất sẽ phải đi ngang qua gần Mặt Trời. Nếu Einstein đúng thì vị trí ngôi sao trên bản đồ sao lúc xảy ra nhật thực sẽ phải lệch đi một chút so với vị trí vốn có, do ánh sáng của nó bị lệch khi đi gần Mặt Trời. Kết quả như trên đã nói, thí nghiệm đã xác nhận tiên đoán của Einstein.



Đến lượt Fomalont và Kopeikin, với chương trình nghiên cứu đã được chuẩn bị từ nhiều năm trước, hai ông đã “chộp” được một hiện tượng cũng vô cùng hi hữu xảy ra một lần trong một thập kỉ: Trái đất, Mặt trời (một hành tinh trong hệ Mặt Trời) và một quasar cách xa Trái Đất vài tỉ năm ánh sáng, sắp xếp gần như thẳng hàng vào ngày 8 tháng 9 năm 2002. Sóng vô tuyến phát đi từ quasar đó tới Trái Đất khi đi ngang qua gần Mặt trời sẽ bị lệch dưới tác dụng của lực hấp dẫn của Mặt trời. Lực hấp dẫn càng lớn thì độ lệch càng lớn. Từ độ lệch thu nhận được từ rất nhiều đài quan sát khác nhau, các nhà khoa học có thể tính được tốc độ truyền của lực hấp dẫn.

Đó là nội dung căn bản của thí nghiệm. Tuy nhiên, để thiết lập được một bài toán có nội dung dẫn tới đáp số là tốc độ truyền của lực hấp dẫn cần phải có một trình độ toán học siêu đẳng để thiết kế một hệ thống quan sát sao cho có thể thu nhận được những thông số cần thiết. Hơn nữa, cần phải có một hệ thống máy quan sát cực kì tinh vi để có thể ghi nhận được những dấu hiệu thay đổi nhỏ nhất của các dữ kiện. Để đáp ứng cả hai khó khăn rất lớn đó, thí nghiệm đã phải phối hợp hoạt động của một hệ thống kính viễn vọng trải rộng trên một phạm vi chưa từng có như trên Trái Đất: từ các kính viễn vọng vô tuyến trong nội địa nước Mỹ đến các kính viễn vọng vô tuyến trên vùng quần đảo Virgin Island và Hawaii, cùng với các kính viễn vọng vô tuyến tại Effelsberg ở Đức. Độ chính xác của các kính viễn vọng này đạt tới mức nhận diện được một sợi tóc ở cách xa 400 km. Fomalont nói: “Chúng tôi phải thực hiện một phép đo với khoảng 3 lần chính xác hơn bất kì ai đã từng làm”. Thực ra Fomalont và Kopeikin vô cùng lo lắng về thời tiết trên Trái Đất và các cơn bão điện từ có thể xảy ra trên Mặt trời sẽ làm hỏng kế hoạch của họ. Nhưng họ đã gặp may.

Kết quả, như ở trên đã thông báo, chứa đựng hai nội dung cơ bản:

- Lực hấp dẫn có tốc độ lan truyền hữu hạn. Năm 2003 mới thực sự là thời điểm cáo chung của tư tưởng Newton về tính tức thời của lực hấp dẫn, đồng thời xác nhận tiên đoán thiên tài của Einstein.
- Tốc độ của lực hấp dẫn tương đương với tốc độ ánh sáng. Fomalont nói: “Mục tiêu chủ yếu của chúng tôi lúc đầu là chứng minh rằng tốc độ vô hạn của sóng hấp dẫn là sai, nhưng cuối cùng chúng tôi đã đạt được kết quả vượt mức dự kiến. Bây giờ chúng tôi rất tự tin để nói rằng chúng tôi sẽ loại trừ bất kỳ một tốc độ nào của lực hấp dẫn nhanh tới mức gấp hai lần tốc độ ánh sáng”.

Kết quả thí nghiệm đã được công bố trong cuộc họp của Hội thiên văn Mỹ đầu năm nay. Đại đa số các nhà khoa học có mặt đều tin vào kết quả của Fomalont và Kopeikin, mặc dù thí nghiệm sẽ còn được lặp lại trong tương lai. Chỉ có một nhà khoa học Nhật Bản tỏ ý nghi ngờ khi cho rằng trình độ kỹ thuật ngày nay chỉ mới có thể đo được tốc độ ánh sáng chứ chưa thể đo được tốc độ truyền của lực hấp dẫn, nhưng ý kiến này không được hội nghị ủng hộ.

Vì sao Fomalont và Kopeikin chọn “phương án Eddington”?

Hãy nghe Kopeikin giải thích: “Chưa ai có ý định đo tốc độ của lực hấp dẫn, vì hầu hết các nhà vật lý đều nghĩ rằng chỉ có mỗi một cách thực hiện điều này là phải phát hiện ra sóng hấp dẫn trước đã”. Thật vậy, từ nhiều năm nay những trung tâm nghiên cứu khổng lồ đã được xây dựng nhằm thăm dò các sóng hấp dẫn lan truyền trong không gian, phát đi từ các sự kiện như sự va đập của các sao neutron hoặc của vụ nổ Big Bang 14 tỷ năm trước đây. Fomalont và Kopeikin đã đi đường tắt và tới đích nhanh hơn.

Kết quả này đặc biệt làm cho các nhà vật lý lý thuyết rất thích thú, bởi vì họ đang theo đuổi “Lý thuyết của Tất cả”, hậu thân của lý thuyết thống nhất do Einstein chủ xướng từ năm 1920. Lý thuyết này đã tìm ra sự thống nhất của lực điện từ và lực hạt nhân yếu, gọi tắt là lực điện-yếu. Nhiều cố gắng đang tìm cách hợp nhất lực điện-yếu với lực hạt nhân mạnh. Nhưng Steven Weinberg, một trong ba người đoạt giải Nobel vật lý năm 1979, từng cảnh báo nỗ lực này chỉ có thể thành công nếu hợp nhất luôn cả lực hấp dẫn vào trong đó. Vì thế cuộc “săn đuổi tóm bắt” lực hấp dẫn trở thành đề tài chính của câu chuyện “Lý thuyết của Tất cả”. Trong bối cảnh đó, Fomalont và Kopeikin đã tạo nên một đột phá đầu tiên. Không nghi ngờ gì nữa, đây là một thắng lợi vĩ đại của khoa học! ▲

NHÌN RA THẾ GIỚI

BƯỚC ĐẦU TIÊN TỚI GIẢI NOBEL VỀ VẬT LÝ

Nguyễn Thế Khôi

ĐH Sư Phạm I Hà Nội

Chúng tôi xin giới thiệu với các bạn cuộc thi quốc tế hàng năm mang tên **Bước đầu tiên tới giải Nobel về Vật lý (First Step to Nobel Prize in Physics)**.

Đây là một cuộc thi về các công trình nghiên cứu vật lý của học sinh trung học trên toàn thế giới. Cuộc thi nhằm vào các học sinh trung học yêu thích vật lý và có nguyện vọng tiến hành các công trình nghiên cứu riêng về vật lý. Tên gọi của cuộc thi thể

hiện mơ ước của tất cả các nhà vật lý, đặc biệt là các nhà vật lý trẻ. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh là cuộc thi này là một cuộc thi độc lập, không có liên quan gì đến cơ quan giải thưởng Nobel.

Mục tiêu cuộc thi:

1. Động viên lòng ham thích khoa học trong học sinh trẻ.
2. Lựa chọn các học sinh xuất sắc và giới thiệu họ.
3. Khuyến khích các trường, cha mẹ học sinh, các trung tâm giáo dục quan tâm, hỗ trợ cho các học sinh ham thích nghiên cứu khoa học.
4. Thiết lập quan hệ bè bạn giữa các nhà khoa học trẻ.

Quy chế cuộc thi:

1. Học sinh trung học ở tất cả các nước đều có quyền dự thi. Người dự thi không quá 20 tuổi tính đến ngày 31 tháng 3, là hạn cuối cùng để nộp bài thi hàng năm.
2. Không có hạn chế nào về đề tài, trình độ và phương pháp nghiên cứu của công trình. Tuy nhiên, công trình cần phải có tính chất nghiên cứu, và đề cập đến các chủ đề vật lý hoặc liên quan đến vật lý.
3. Mỗi thí sinh có thể nộp một hay nhiều bài thi, nhưng mỗi bài thi chỉ được có một tác giả. Mỗi bài (gồm bài viết, hình vẽ, bảng biểu, tài liệu tham khảo...) không vượt quá 25 trang đánh máy thông thường (khoảng 50 000 ký tự).
4. Các công trình sẽ được Ban Tổ chức đánh giá và các công trình tốt nhất sẽ được trao giải thưởng. *Không giới hạn số công trình được giải. Mọi công trình được giải đều tương đương.* Các tác giả của các bài thi được giải được mời đến Viện Vật lý thuộc Viện Hàn lâm Khoa học Balan để nghiên cứu trong một tháng. Kinh phí cho tháng nghiên cứu đó (không kể kinh phí đi lại) do Ban Tổ chức trả. Tuy nhiên, Ban Tổ chức không thanh toán kinh phí cho việc đi đến Ba Lan và từ Ba Lan về; người được giải cần tìm nguồn tài trợ cho việc đó.
5. Ngoài giải chính thức, Ban Tổ chức còn trao một số Bằng khen. Người được Bằng khen không được mời tham gia nghiên cứu.
6. Người tham dự cần gửi hai bản công trình bằng tiếng Anh, trước ngày 31 tháng 3 (năm 2004, cho kì thi thứ 12), đến địa chỉ :

Mrs. Maria Ewa Gorzkowska, M.A.
Secretary of the First Step
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences
al. Lotnikow 32/46, (PL) 02-688 Warszawa

7. Mỗi bài cần ghi tên, ngày sinh, địa chỉ nhà ở của tác giả cùng với tên và địa chỉ của trường học.
8. Quan trọng: Các bài thi không phù hợp với các điều kiện trên đây sẽ không được xét.

Tổ chức cuộc thi:

Cuộc thi được điều hành bởi Ban Tổ chức. Các công trình được đánh giá bởi Hội đồng Chấm thi. Hiện nay, một Hội đồng Cố vấn Quốc tế đã được thành lập, bao gồm 25 người từ nhiều nước, có nhiều kinh nghiệm làm việc với học sinh trung học.

Cho đến nay đã có 11 kì thi được tiến hành. Đến kì thi thứ 10, đã có học sinh từ 69 nước gửi 1554 bài dự thi. Trong số bài dự thi, có 5 bài của học sinh Việt nam; 3 bài đã được tặng Bằng khen.

Thông tin thêm về cuộc thi có thể tìm ở website sau:

<http://info.ifpan.edu.pl/firststep>

GIẢI THOẠI VỀ CÁC NHÀ VẬT LÝ

PAUL DIRAC VÀ BA NGƯỜI CÂU CÁ

Paul Dirac là nhà vật lý thuyết nổi tiếng người Anh, giải thưởng Nobel về vật lý năm mới 31 tuổi. Ông cũng là một trong số những người sáng lập môn cơ học lượng tử, một lý thuyết cùng với thuyết tương đối hẹp và thuyết tương đối rộng của Einstein tạo nên ba trụ cột của lâu đài vật lý hiện đại. Trong số những thành tựu vĩ đại của ông, có lẽ ấn tượng nhất là tiên đoán sự tồn tại của các phản hạt, mà cụ thể là phản electron hay positron. Trước hết, chúng ta hãy nói qua về con đường dẫn Dirac tới tiên đoán này.

Hồi đó Dirac đã lập được phương trình mô tả hành trạng của electron, trong đó có tính đến các hiệu ứng của thuyết tương đối. Phương trình này đã giải thích được một cách tuyệt vời một loạt các sự kiện thực nghiệm, nhưng ông phát hiện thấy có một điều hơi "lạ", đó là một phần các nghiệm của phương trình đó lại ứng với các giá trị năng lượng âm. Phải làm gì với các nghiệm này đây? Vứt bỏ chúng hay cố gắng làm sáng tỏ ý nghĩa vật lý còn ẩn giấu trong đó? Đối với Dirac câu trả lời đã là rõ ràng. Chúng tôi xin trích ra đây lời phát biểu của ông trong một bài giảng thực ra là để kỷ niệm Einstein cùng với thuyết tương đối, nhưng cũng rất thích hợp cho chính Dirac: "Bất kỳ ai hiểu sự hài hoà sâu xa liên hệ những hiện tượng tự nhiên và những nguyên lý toán học tổng quát đều phải cảm thấy rằng nếu một lý thuyết đẹp đẽ và tao nhã như lý thuyết của Einstein thì về căn bản nó nhất thiết phải là đúng đắn". Và quả thật ông đã đưa ra một giả thuyết độc đáo và táo bạo cho rằng các nghiệm tưởng như không có ý nghĩa vật lý trong phương trình của ông thực ra là những nghiệm mô tả một hạt sơ cấp mà hồi đó còn chưa ai biết. Hạt này hầu như giống hệt electron nhưng điện tích của nó có dấu ngược lại (tức là bằng +e). Đó chính là tiên đoán hạt positron mà ta nói ở trên. Và chỉ trong năm tiếp sau (1932) hạt này đã được phát hiện thấy trong tia vũ trụ.

Có lẽ chính do thành công này trong cuộc đời đầy những thành tựu sáng tạo của Dirac mà đã hình thành một giai thoại được lưu truyền trong nhiều cuốn sách phổ biến khoa học dưới nhiều dị bản khác nhau. Người ta kể rằng thời trẻ Dirac tình cờ đã gặp bài toán sau: *Có ba người đi câu đêm. Quá nửa đêm, do mệt quá họ lần ra ngủ và chẳng buồn chia nhau số cá đã câu được. Gần sáng, một người thức dậy, do không muốn quấy rầy hai ông bạn, anh ta bèn chia số cá làm ba phần bằng nhau, và sau khi ném 1 con cá còn dư xuống sông, anh ta mang phần cá của mình đi về nhà. Sau đó, người thứ hai thức dậy. Do không biết người thứ nhất đã lấy phần cá của mình, anh ta lại chia số cá còn lại thành ba phần bằng nhau, vứt xuống sông 1 con cá còn dư, rồi mang phần của mình đi về. Cuối cùng, người thứ ba thức dậy. Do không biết việc hai người trước đã làm, anh ta cũng hành động hệt như họ, tức là chia số cá còn lại làm ba phần bằng nhau, vứt 1 con cá còn dư xuống sông rồi lặng lẽ mang phần cá của mình về nhà. Hỏi ba người cả thảy đã câu được bao nhiêu con cá?*

Theo truyền thuyết thì Dirac đã giải bài toán đó và tìm ra đáp số là: "Ba người đã câu được...âm hai con", và người ta còn đồn là Dirac đã bị ám ảnh bởi các con số âm từ thời đó. Dễ dàng kiểm tra lại rằng về mặt hình thức thì ở đây không có gì là sai cả. Thực vậy, khi người thứ nhất phát hiện thấy cá thảy chỉ có âm hai (-2) con (!), bèn ném một con xuống sông và lấy một phần ba số cá còn lại (là -3 con). Người thứ hai và thứ ba cũng làm hệt như vậy, nghĩa là mỗi người mang về âm một (-1) con cá. Thật khó có thể tìm được ví dụ nào đơn giản và tao nhã hơn để minh họa cho sự táo bạo của ý tưởng và niềm tin vào "tính hiệu quả không sao hiểu nổi của toán học trong các khoa học tự nhiên", như nhà vật lý Mỹ, giải thưởng Nobel về vật lý, Wigner đã diễn tả.

Tuy nhiên, bài toán về ba người câu cá bản thân nó cũng đã là một bài toán thú vị. Bây giờ chúng ta hãy thử giải bài toán này. Trước hết chúng ta hãy chuyển những điều kiện của bài

toán thành các phương trình. Giả sử $N = N_0$ là tổng số cá ba người câu được, N_1 là số cá còn lại sau lần chia thứ nhất, N_2 - số cá còn lại sau lần chia thứ hai và N_3 - số cá còn lại sau lần chia thứ ba. Khi đó, hiển nhiên ta có $N_1 = \frac{2}{3}(N_0 - 1)$ và nói chung với $k = 0, 1, 2$ ta có:

$$N_{k+1} = \frac{2}{3}(N_k - 1) \quad (1)$$

Bài toán đặt ra là tìm số nguyên N để cho cả các số N_1, N_2, N_3 cũng là số nguyên. Chúng ta cũng sẽ đòi hỏi tất cả các số đều là không âm. Dĩ nhiên, ngay cả với hạn chế như thế, bài toán cũng vẫn có vô số nghiệm. Chúng ta sẽ cố gắng rút ra công thức tổng quát để tính số N .

Bây giờ ta hãy tạm thời bỏ điều kiện không âm (!). Chúng ta thấy ngay rằng bài toán sẽ cho một và chỉ một nghiệm trong đó tất cả các số N_k đều bằng nhau và cùng bằng D . Khi đó từ (1) ta rút ra phương trình tìm D là $D = \frac{2}{3}(D - 1)$, từ đó suy ra $D = -2$. Đó chính là "nghiệm" của

Dirac. Bây giờ giả sử $\{N_k\}$ là một dãy tùy ý thỏa mãn hệ thức (1). Ta hãy khảo sát hiệu N'_k của hai nghiệm của bài toán - cụ thể là hiệu của nghiệm N_k và nghiệm Dirac D : $N'_k = N_k - D = N_k + 2$ (hay $N_k = N'_k - 2$). Vì

$$N'_{k+1} = N_{k+1} - D = \frac{2}{3}(N_k - 1) - \frac{2}{3}(D - 1) = \frac{2}{3}(N_k - D) = \frac{2}{3}N'_k$$

nên dãy $\{N'_k\}$ là một cấp số nhân với công bội là $2/3$. Do đó:

$$N_k = N'_k - 2 = \left(\frac{2}{3}\right)^k N'_0 - 2 = \left(\frac{2}{3}\right)^k (N_0 + 2) - 2 \quad (2)$$

Từ đó suy ra các số N_k với $k = 0, 1, 2$ và 3 khi và chỉ khi $N+2$ chia hết cho $3^3 = 27$. Bởi vậy $N = -2 + 27n$, trong đó n là số nguyên bất kỳ. Số N_3 và cũng có nghĩa là các số N_k với $k \leq 3$, sẽ là không âm nếu $n \geq 1$. Đặc biệt nghiệm không âm nhỏ nhất $N_{\min} = 25$ nhận được khi $n = 1$, còn khi $n = 0$ ta nhận được nghiệm Dirac $N = -2$.

P.V.T

(Sưu tầm và giới thiệu)

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

Đề thi chọn học sinh giỏi quốc gia

Môn vật lý lớp 12 THPT, năm học 2002 – 2003

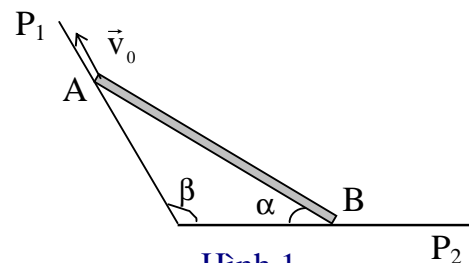
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao ®ð)

Ngày thi : 12 / 03 / 2003

Bảng A

Bài I: Cơ học

1. Một thanh cứng AB có chiều dài L tựa trên hai mặt phẳng P_1 và P_2 (Hình 1). Người ta kéo đầu A của thanh lên trên dọc theo mặt phẳng P_1 với vận tốc \vec{v}_0 không đổi. Biết thanh AB và vectơ \vec{v}_0 luôn nằm trong mặt phẳng vuông góc với giao tuyến của P_1 và P_2 ; trong quá trình chuyển động

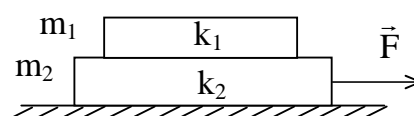


Hình 1

các điểm A, B luôn tiếp xúc với hai mặt phẳng; góc nhị diện tạo bởi hai mặt phẳng là $\beta = 120^\circ$. Hãy tính vận tốc, gia tốc của điểm B và vận tốc góc của thanh theo v_0 , L , α (α là góc hợp bởi thanh và mặt phẳng P_2).

2. Trên mặt bàn nằm ngang có hai tấm

ván khối lượng m_1 và m_2 . Một lực \vec{F} song song với mặt bàn đặt vào tấm ván dưới. Biết hệ số ma sát trượt giữa 2 tấm ván là k_1 , giữa ván dưới và bàn là k_2 (Hình 2). Tính các gia tốc a_1 và a_2 của hai tấm ván. Biện luận các kết quả trên theo F khi cho F tăng dần từ giá trị bằng không. Xác định các khoảng giá trị của F ứng với từng dạng chuyển động khác nhau của hệ.

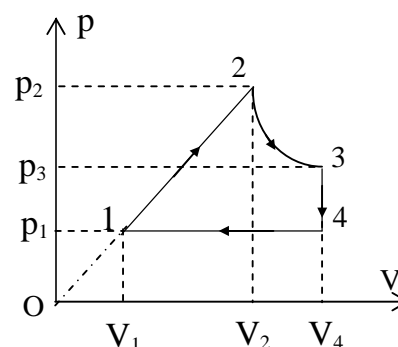


H×nh 2

áp dụng bằng số: $m_1 = 0,5\text{kg}$; $m_2 = 1\text{kg}$; $k_1 = 0,1$; $k_2 = 0,3$; $g = 10\text{m/s}^2$.

Bài II: Nhiệt học

Cho một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử biến đổi theo một chu trình thuận nghịch được biểu diễn trên đồ thị như hình 3; trong đó đoạn thẳng 1- 2 có đường kéo dài đi qua gốc toạ độ và quá trình 2 - 3 là đoạn nhiệt. Biết: $T_1 = 300\text{K}$; $p_2 = 3p_1$; $V_4 = 4V_1$.



H×nh 3

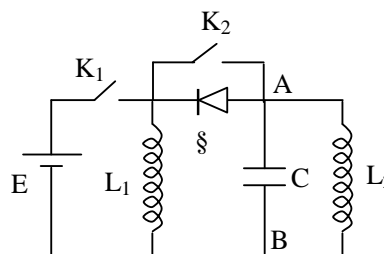
1. Tính các nhiệt độ T_2 , T_3 , T_4 .

2. Tính hiệu suất của chu trình.

3. Chứng minh rằng trong quá trình 1-2 nhiệt dung của khí là hằng số.

Bài III: Điện học

Trong mạch điện như hình vẽ, Đ là điôt lí tưởng, tụ điện có điện dung là C , hai cuộn dây L_1 và L_2 có độ tự cảm lần lượt là $L_1 = L$, $L_2 = 2L$; điện trở của các cuộn dây và dây nối không đáng kể. Lúc đầu khoá K_1 và khoá K_2 đều mở.



H×nh 4

1. Đầu tiên đóng khoá K_1 . Khi dòng qua cuộn dây L_1 có giá trị là I_1 thì đồng thời mở khoá K_1 và đóng khoá K_2 . Chọn thời điểm này làm mốc tính thời gian t .

a) Tính chu kì của dao động điện từ trong mạch.

b) Lập biểu thức của cường độ dòng điện qua mỗi cuộn dây theo t .

2. Sau đó, vào thời điểm dòng qua cuộn dây L_1 bằng không và hiệu điện thế u_{AB} có giá trị âm thì mở khoá K_2 .

a) Mô tả hiện tượng điện từ xảy ra trong mạch.

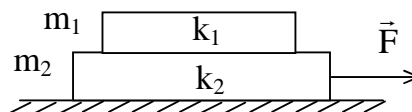
b) Lập biểu thức và vẽ phác đồ thị biểu diễn cường độ dòng điện qua cuộn dây L_1 theo thời gian tính từ lúc mở khoá K_2 .

Bảng B

Bài I: Cơ học

1. Như Bảng A

2. Trên mặt bàn nằm ngang có hai tấm ván khối lượng $m_1 = 0,5\text{kg}$ và $m_2 = 1\text{kg}$ (Hình 2). Có một lực $F = 5\text{N}$ song song với mặt bàn đặt vào tấm ván dưới. Hệ số ma sát trượt giữa hai tấm ván là $k_1 = 0,1$; giữa ván dưới và bàn là $k_2 = 0,2$.



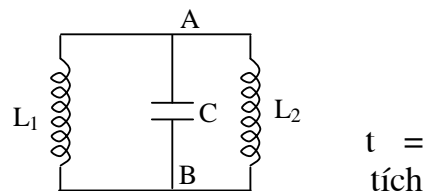
H×nh 2

Chứng minh rằng hai ván không thể chuyển động như một khối. Tính gia tốc của mỗi tấm ván. Lấy gia tốc $g = 10\text{m/s}^2$.

Bài II: Nhiệt học: Như Bảng A

Bài III: Điện học

Trong mạch điện như hình vẽ, tụ điện có điện dung là C , hai cuộn dây L_1 và L_2 có độ tự cảm lần lượt là $L_1 = L$, $L_2 = 2L$; điện trở của các cuộn dây và dây nối không đáng kể. ở thời điểm 0, không có dòng qua cuộn L_2 , tụ điện không điện còn dòng qua cuộn dây L_1 là I_1 .



H×nh 4

1. Tính chu kỳ của dao động điện từ trong mạch.

2. Lập biểu thức của cường độ dòng điện qua mỗi cuộn dây theo thời gian.

3. Tính hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ.

(Đề thi ngày thứ hai, 13 tháng 03 năm 2003 sẽ đăng trong số sau)

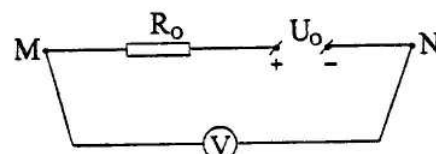
ĐỀ THI TUYỂN SINH KHỐI CHUYÊ N LÝ

ĐẠI HỌC KHTN - ĐẠI HỌC QG HÀ NỘI, NĂM 2003

(Thời gian làm bài: 150 phút)

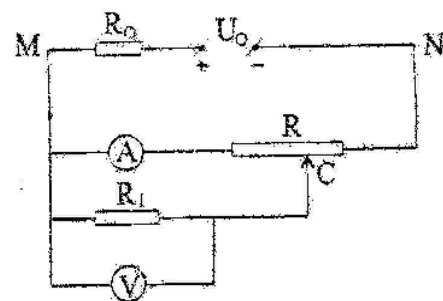
Câu 1. Ba người đi xe đạp từ A đến B với vận tốc không đổi. Người thứ nhất và người thứ hai xuất phát cùng một lúc với các vận tốc tương ứng là $v_1 = 10\text{km/h}$ và $v_2 = 12\text{km/h}$. Người thứ ba xuất phát sau hai người trên 30 phút. Khoảng thời gian giữa hai lần gặp của người thứ ba với hai người đi trước là $\Delta t = 1\text{giờ}$. Tính vận tốc của người thứ ba.

Câu 2. Một chiếc cốc hình trụ khối lượng m , trong đó chứa một lượng nước cũng có khối lượng m đang ở nhiệt độ $t_1 = 10^\circ\text{C}$. Người ta thả vào cốc một cục nước đá khối lượng M đang ở nhiệt độ 0°C thì cục nước đá đó chỉ tan được $1/3$ khối lượng của nó và luôn nổi trong khi tan. Rót thêm một lượng nước có nhiệt độ $t_2 = 40^\circ\text{C}$ vào cốc. Khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của cốc nước lại là 10°C , còn mực nước trong cốc có chiều cao gấp đôi chiều cao mực nước sau khi thả cục nước đá. Hãy xác định nhiệt dung của chất làm cốc. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh, sự giãn nở nhiệt của nước và cốc. Biết nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,2 \cdot 10^3\text{J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, nhiệt nóng chảy của nước đá $\lambda = 336 \cdot 10^3\text{J/kg}$.



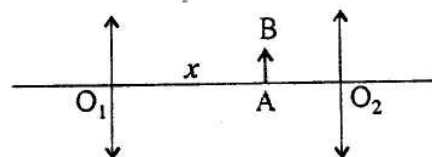
Hình 1a

Câu 3. Cho mạch điện như hình 1a, vôn kế V chỉ 30V. Nếu thay vôn kế bằng ampe kế A mắc vào hai điểm M, N của mạch điện trên thì thấy nó chỉ 5A. Coi vôn kế và ampe kế đều là lý tưởng và bỏ qua điện trở dây nối.



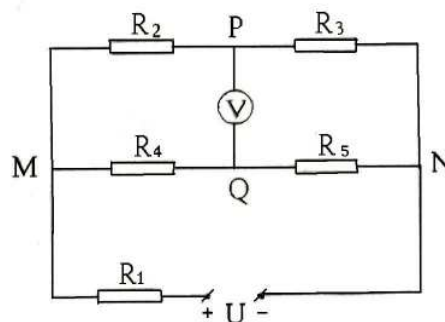
- 1) Xác định hiệu điện thế U_0 và điện trở R_0 .
- 2) Mắc điện trở R_1 , biến trở R (điện trở toàn phần của nó bằng R), vôn kế và ampe kế trên vào hai điểm M, N như hình 1b. Khi di chuyển con chạy C của biến trở R, ta thấy có một vị trí mà tại đó ampe kế chỉ giá trị nhỏ nhất bằng 1A và khi đó vôn kế chỉ 12V. Hãy xác định giá trị của R_1 và R.

Câu 4. Hai thấu kính hội tụ O_1 và O_2 được đặt sao cho trục chính của chúng trùng nhau. Khoảng cách giữa hai quang tâm của hai thấu kính là $a = 45\text{cm}$. Tiêu cự của thấu kính O_1 và O_2 lần lượt là $f_1 = 20\text{cm}$, $f_2 = 40\text{cm}$ (tiêu cự là khoảng cách từ tiêu điểm đến quang tâm của thấu kính). Vật sáng nhỏ AB có dạng một đoạn thẳng được đặt vuông góc với trục chính và ở trong khoảng giữa hai thấu kính. Điểm A nằm trên trục chính và cách quang tâm của thấu kính O_1 một khoảng bằng x (Hình 2).



- 1) Cho $x = 30\text{cm}$. Hãy xác định vị trí các ảnh và vẽ ảnh.
- 2) Tìm x để hai ảnh cùng chiều và cao bằng nhau.

Câu 5. Cho mạch điện như hình 3: $U = 60\text{V}$, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = R_5 = 20\Omega$, $R_3 = R_4 = 40\Omega$, vôn kế là lý tưởng. Bỏ qua điện trở dây nối



- 1) Hãy tìm số chỉ của vôn kế.
- 2) Nếu thay vôn kế bằng một bóng đèn có dòng điện định mức là $I_d = 0,4\text{A}$, mắc vào hai điểm P và Q của mạch điện thì bóng đèn sáng bình thường. Hãy tìm điện trở của bóng đèn.

(Nhờ Sơn cho các chữ Hình 1b, Hình 2, Hình 3 to lên giúp)

GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC

LI ĐỘ, TOẠ ĐỘ, PHA BAN ĐẦU TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Nguyễn Văn Hạnh
Trường Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An

1. Đặt vấn đề

Trong các kì thi tuyển sinh đại học những năm gần đây, viết phương trình dao động là phần không thể thiếu trong các đề thi tuyển sinh. Tuy không phải là vấn đề quá khó, song khi giải các đề thi các thí sinh vẫn thường mắc phải những sai lầm như không phân biệt rõ khái niệm li độ và khái niệm toạ độ, hoặc không chú ý tới điều kiện ban đầu của đề bài nên thường chọn nhầm pha ban đầu dẫn đến kết quả là viết sai phương trình dao động. Trong phạm vi bài viết này, chúng tôi xin đề cập việc phân biệt các khái niệm đó cũng như xác định chính xác pha ban đầu để viết phương trình dao động.

II. Phân biệt khái niệm li độ và toạ độ trong dao động điều hoà, những chú ý để viết đúng phương trình dao động

Theo SGK vật lý lớp 12 CCGD: li độ x là độ dời của vật khỏi vị trí cân bằng (VTCB) với $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Như vậy:

- Nếu gốc toạ độ trùng VTCB của vật thì li độ chính là toạ độ của vật và phương trình dao động có dạng: $x = A \sin(\omega t + \varphi)$
- Nếu bài ra chọn gốc toạ độ O của trục Ox không trùng VTCB C của vật (hoặc VTCB của vật dịch chuyển khi thêm bớt gia trọng với con lắc lò xo không nằm ngang mà gốc toạ độ không thay đổi) thì lúc này x là toạ độ của vật chứ không phải là li độ dao động

nữa. Chọn lại trục toạ độ mới $O'X \equiv Ox, O' \equiv C$ - VTCB của vật (đây chính là phép đổi gốc toạ độ), khi đó li độ của vật là: $X = A \sin(\omega t + \varphi) = x - x_c$ (với x_c là toạ độ VTCB của vật, suy ra toạ độ vật: $x = x_c + A \sin(\omega t + \varphi)$).

- **Tóm lại:**

+ Nếu gốc toạ độ trùng VTCB thì phương trình dao động (ptdd): $x = A \sin(\omega t + \varphi)$

+ Nếu gốc toạ độ không trùng VTCB của vật thì ptdđ:

$$x = x_c + A \sin(\omega t + \varphi)$$

Vì thế khi viết phương trình dao động cần chú ý những điều sau:

- 1- Kiểm tra xem gốc toạ độ có trùng VTCB của vật không, để xác định x_c
- 2- Sau đó, xác định A, ω , φ :

❖ Biên độ $A = \frac{1}{2}$ độ dài quỹ đạo $= \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{\frac{2E}{m\omega^2}}$ (trong đó x là li độ, E là cơ

năng) hoặc $A = \frac{V_{\max}}{\omega} = \frac{a_{\max}}{\omega^2}$ (A cũng có thể xác định đồng thời với φ từ điều kiện ban đầu)

❖ Pha ban đầu được xác định từ điều kiện ban đầu: tại $t = 0$

$$\begin{cases} x = x_0 \\ v = v_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = x_0 \\ A \omega \cos \varphi = v_0 \end{cases}$$

(trong đó v_0 là giá trị đại số của vận tốc). Từ đây suy ra:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega x_0}{V_0}$$

(lưu ý dấu của $\sin \varphi$ và $\cos \varphi$ để chọn nghiệm của phương trình này sao cho thoả mãn $-\pi \leq \varphi \leq \pi$)

Chú ý rằng khi thay đổi gốc thời gian, chỉ có pha ban đầu φ thay đổi. Nếu điều kiện ban đầu cho dưới dạng bài toán va chạm thì sử dụng định luật bảo toàn động lượng để xác định v_0 .

III. Các ví dụ minh họa

Ví dụ 1. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, có chiều dài tự nhiên $l_0 = 30\text{cm}$, độ cứng $k = 100\text{ N/m}$, treo vật nhỏ khối lượng $m = 100\text{g}$. Bỏ qua mọi ma sát, lấy $g = 10\text{m/s}^2$, $\pi^2 = 10$. Nâng vật lên theo phương thẳng đứng sao cho lò xo có chiều dài $l = 29\text{cm}$ rồi truyền cho nó vận tốc $20\pi\sqrt{3}\text{cm/s}$ hướng thẳng đứng lên trên. Chọn trục Ox hướng thẳng đứng xuống dưới $O \equiv \text{VTCB}$ của vật.

1. Viết ptdđ của vật nếu chọn gốc thời gian $t = 0$:

a, Lúc vật ở vị trí thấp nhất.

b, Lúc vật ở vị trí cao nhất.

c, Lúc vật đi qua VTCB theo chiều dương.

d, Lúc vật đi qua VTCB ngược chiều dương.

e, Lúc truyền vận tốc cho vật.

2. Giả sử khi vật đi đến vị trí thấp nhất, ta đặt nhẹ nhàng lên nó một gia trọng $m_1 = 300\text{g}$.

Sau khi đặt, cả hai cùng dao động điều hoà, viết ptdđ của hệ, chọn $t = 0$ lúc đặt gia trọng.

Trục Ox vẫn giữ như cũ.

Giải:

1. * Tại VTCB: lò xo giãn $\Delta l = mg/k = 0,01\text{m} = 1\text{cm} \rightarrow$ lò xo có chiều dài $l_{cb} = 31\text{cm}$.

* Vật dao động điều hoà theo phương trình dạng $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ (vì gốc $O \equiv \text{VTCB}$). Trong đó:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10\pi(\text{rad/s})$$

$$\text{+ Cơ năng của vật: } E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$\rightarrow A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$$

Lúc truyền vận tốc $x = -(l_{cb} - l) = -2\text{cm}$, $v = -20\pi\sqrt{3}\text{cm/s}$, suy ra:

$$A = \sqrt{2^2 + \frac{(20\pi\sqrt{3})^2}{(10\pi)^2}} = 4\text{cm}$$

a) $t = 0$ lúc vật ở vị trí thấp nhất: $x = A \rightarrow A \sin \varphi = A \rightarrow \sin \varphi = 1$

$\rightarrow \varphi = \pi/2$. Vậy ptdđ: $x = 4 \sin(10\pi t + \pi/2)$ (cm)

b) $t = 0$ lúc vật ở vị trí cao nhất: $x = -A \rightarrow A \sin \varphi = -A \rightarrow \sin \varphi = -1$

$\rightarrow \varphi = -\pi/2$. Vậy ptdđ: $x = 4 \sin(10\pi t - \pi/2)$ (cm)

c) $t = 0$ lúc vật đi qua VTCB theo chiều dương, ta có:

$$\begin{cases} x = 0 \\ x > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ \omega A \cos \varphi > 0 \end{cases}$$

$\rightarrow \varphi = 0$. Vậy ptdđ có dạng: $x = 4 \sin(10\pi t)$ (cm)

d) $t = 0$ lúc vật qua VTCB ngược chiều dương, ta có:

$$\begin{cases} x = 0 \\ v < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = 0 \\ \omega A \cos \varphi < 0 \end{cases}$$

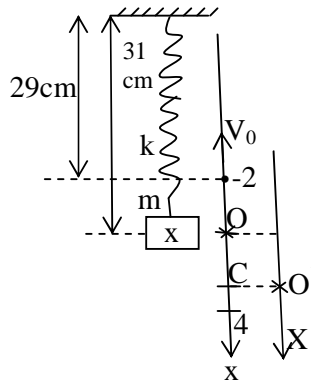
$\rightarrow \varphi = \pi$. Vậy ptdđ có dạng: $x = 4 \sin(10\pi t + \pi)$ (cm)

$\rightarrow \varphi = \pi$. Vậy ptdđ có dạng: $x = 4 \sin(10\pi t + \pi)$ (cm)

e) $t = 0$ lúc truyền vận tốc ta có:

$$\begin{cases} x = -2\text{cm} \\ v = -20\pi\sqrt{3}\text{cm/s} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = -2 \\ \omega A \cos \varphi = -20\pi\sqrt{3} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \sin \varphi = -2/A = -1/2 \\ \cos \varphi = -20\pi\sqrt{3}/10\pi A = -\sqrt{3}/2 \end{cases}$$

→ $\varphi = -5\pi/6$. Vậy ptdđ có dạng: $x = 4 \sin(10\pi t - 5\pi/6)$ (cm)



Nhận xét:

- Biên độ dao động chỉ phụ thuộc vào cường độ của kích thích ban đầu.
- Pha ban đầu phụ thuộc vào cách chọn gốc thời gian $t = 0$.

2) * Tại VTCB mới sau khi đặt m_1 :

+ Lò xo giãn $\Delta l_1 = (m + m_1) \cdot g/k = 0,04\text{m} = 4\text{cm}$.

+ VTCB mới C dịch xuống so với O một đoạn $OC = 4 - 1 = 3\text{cm}$

* Chọn trục $O'X \equiv Ox, O' \equiv C$ ta có:

$X = x - x_c = x - OC = x - 3$ (cm) (1), hệ dao động điều hoà xung quanh VTCB nên li độ là

$X = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$, trong đó:

$$+ \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m}} = 5\pi (\text{rad/s})$$

+ $t = 0$ lúc đặt m_1 :

$$\begin{cases} X = 4 - 3 = 1\text{cm} \\ v = 0 (X' = 0) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A_0 \sin \varphi_0 = 1 \\ \omega_0 A_0 \cos \varphi_0 = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \varphi_0 = \pi/2 \\ A_0 = 1\text{cm} \end{cases}$$

→ Li độ $X = 1 \sin(5\pi t + \pi/2)$ (cm)

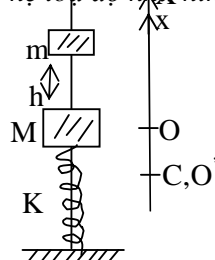
Theo (1) ta có ptdđ là: $x = X + 3 = 1 \sin(5\pi t + \pi/2) + 3$ (cm).

Ví dụ 2. (Đề thi tuyển sinh ĐH Kinh tế quốc dân 2001 – Câu 2):

Con lắc lò xo gồm một vật nặng $M = 300\text{g}$, lò xo có độ cứng $k = 200\text{N/m}$ lồng vào một trục thẳng đứng như hình vẽ. Khi M đang ở VTCB thả vật $m = 200\text{g}$ từ độ cao $h = 3,75\text{cm}$ so với M . Coi ma sát không đáng kể. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$, va chạm là hoàn toàn mềm.

a) Tính vận tốc của m ngay trước khi va chạm và vận tốc của hai vật ngay sau khi va chạm.

b) Sau va chạm hai vật cùng dao động điều hoà. Lấy $t = 0$ là lúc va chạm. Viết ptdđ của hai vật trong hệ toạ độ như hình vẽ, gốc O là VTCB của M trước va chạm.



Giải:

1) * Vận tốc của vật m ngay trước lúc va chạm

$$v = -\sqrt{2gh} = -\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,75 \cdot 10^{-2}} = -\frac{\sqrt{3}}{2} (m/s)$$

* Hệ (m + M) lúc va chạm có thể coi là hệ kín, theo định luật bảo toàn động lượng $mv = (m + M)v_0$ (theo giả thiết va chạm hoàn toàn mềm). Suy ra vận tốc của hai vật ngay sau va chạm $v_0 = mv/(m + M) = -\sqrt{3}/5 (m/s)$

2) * Tại VTCB ban đầu của M (vị trí O), lò xo nén một đoạn:

$$\Delta l_0 = Mg/k = 0,015(m) = 1,5\text{cm}$$

Tại VTCB C của hệ sau va chạm, lò xo nén một đoạn:

$$\Delta l = (m + M)g/k = 0,025(m) = 2,5 \text{ (cm)},$$

suy ra $OC = \Delta l - \Delta l_0 = 1 \text{ (cm)}$.

* Chọn trục $O'X \equiv Ox, O' \equiv C$ (C là VTCB), ta có:

$$+ X = x + 1 \text{ (cm)} \quad (2)$$

+ Sau va chạm hệ dao động điều hoà xung quanh VTCB $C = O'$ nên li độ:

$$X = A \sin(\omega t + \varphi), \text{ trong đó: } \omega = \sqrt{\frac{k}{(M + m)}} = 20(\text{rad/s})$$

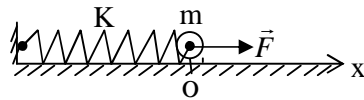
Chọn $t = 0$ lúc va chạm, nên :

$$\begin{aligned} \rightarrow \begin{cases} X = OC = 1(\text{cm}) \\ v = v_0 = -100\sqrt{3}/5 = -20\sqrt{3}(\text{cm/s}) \end{cases} &\rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = 1 \\ 20A \cos \varphi = -20\sqrt{3} \end{cases} \\ \rightarrow \begin{cases} A = 1/\sin \varphi \\ \tan \varphi = -1/\sqrt{3} \end{cases} &\rightarrow \begin{cases} A = 2(\text{cm}) \\ \varphi = 5\pi/6 \end{cases} \end{aligned}$$

Suy ra li độ của vật: $X = 2 \cdot \sin(20t + 5\pi/6)$.

Theo (2) ta có ptdđ của vật là: $x = X - 1 = 2 \cdot \sin(20t + 5\pi/6) - 1 \text{ (cm)}$.

Ví dụ 3. Một con lắc lò xo nằm ngang, lò xo có khối lượng không đáng kể và có độ cứng $k = 100\text{N/m}$, vật nặng có khối lượng $m = 400\text{g}$. Chọn trục Ox cùng phương với trục lò xo, O là vị trí cân bằng của vật. Tại thời điểm $t = 0$ lúc con lắc đang cân bằng người ta tác dụng lên m một lực $F = 2(\text{N})$ theo chiều ngược dương của trục Ox trong thời gian $0,3(\text{s})$. Bỏ qua mọi ma sát. Viết phương trình dao động của vật.

**Giải:**

• Với $0 \leq t \leq 0,3(\text{s})$

+ Các lực gây chuyển động cho vật là F và lực đàn hồi của lò xo: $F_d = -kx$

+ Khi vật có toạ độ x, theo định luật II Newton: $F - kx = mx''$

$$\rightarrow -k\left(x - \frac{F}{k}\right) = mx'', \text{ đặt } X = x - \frac{F}{k} \text{ thì } x'' = X'' \rightarrow -kX = mX''$$

$$\rightarrow X'' + \omega^2 \cdot X = 0 \text{ với } \omega^2 = \frac{k}{m} \rightarrow \text{Li độ của vật } X = A \sin(\omega t + \varphi), \text{ trong đó:}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\pi (\text{rad/s}).$$

$$\text{Tại } t = 0 : \begin{cases} X = x - \frac{F}{k} = -\frac{F}{k} = -2(\text{cm}) \\ v = 0 (X' = 0) \end{cases} \quad (\text{vì } x = 0)$$

$$\rightarrow \begin{cases} A \sin \varphi = -2(\text{cm}) \\ \omega A \cos \varphi = 0 \end{cases} \rightarrow X = 2 \sin(5\pi t - \pi/2)(\text{cm})$$

Suy ra: tọa độ $x = X + \frac{F}{k} = 2 \sin(5\pi t - \pi/2) + 2(\text{cm})$ với $0 \leq t \leq 0,3(\text{s})$.

• Với $t \geq 0,3(\text{s})$.

+ Lúc này $F = 0$, lực gây chuyển động cho vật là $F_d = -kx$

+ Theo định luật II Newton: $-kx = m\ddot{x} \rightarrow \ddot{x} + \omega^2 x = 0$, suy ra li độ của vật:

$$x = A_0 \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ với } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\pi (\text{rad/s})$$

$$\text{Điều kiện liên tục tại } t = 0,3(\text{s}) \text{ cho: } \begin{cases} x = 2 \sin(5\pi \cdot 0,3 - \pi/2) + 2 \\ x' = X' \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} A_0 \sin(5\pi \cdot 0,3 + \varphi_0) = 2(\text{cm}) \\ 5\pi A_0 \cos(5\pi \cdot 0,3 + \varphi_0) = 5\pi \cdot 2 \cos(5\pi \cdot 0,3 - \pi/2) = -10\pi (\text{cm/s}) \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} A_0 \sin(1,5\pi + \varphi_0) = 2(\text{cm}) \\ A_0 \cos(1,5\pi + \varphi_0) = -2(\text{cm}) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \tan(1,5\pi + \varphi_0) = -1 \\ A_0 = \frac{2}{\sin(1,5\pi + \varphi_0)} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 1,5\pi + \varphi_0 = 3\pi/4 \\ A_0 = 2\sqrt{2}\text{cm} \end{cases}$$

$$\text{Suy ra: } x = 2\sqrt{2} \sin(5\pi t - 3\pi/4)(\text{cm})$$

$$\text{Vậy: } + 0 \leq t \leq 0,3(\text{s}): \text{ptdd: } x = 2 \sin(5\pi t - \pi/2) + 2(\text{cm})$$

$$+ t \geq 0,3(\text{s}): \text{ptdd: } x = 2\sqrt{2} \sin(5\pi t - 3\pi/4)(\text{cm}).$$

Qua bài viết này chúng tôi hi vọng các bạn học sinh đang chuẩn bị ôn thi đại học sẽ nắm vững các khái niệm li độ, tọa độ và thành thạo trong việc chọn pha ban đầu chính xác phù hợp với đề ra, biết cách tính biên độ dao động để viết đúng phương trình dao động trong các đề thi tuyển sinh sắp tới. Chúc các bạn thành công. ■

BÌA 4

KẾT QUẢ CÁC KỲ THI OLYMPIC VẬT LÝ NĂM 2003 CỦA ĐOÀN HỌC SINH VIỆT NAM

1. Kết quả kỳ thi Olympic Vật lý Châu Á (Tổ chức tại Băng Cốc - Thái Lan, từ 20 – 29/4/2003)

TT	Họ và tên	Học sinh	Được trao
1.	Cao Vũ Nhân	Khối THPT chuyên Vật lý, trường ĐHKHTN Hà Nội	Huy chương vàng

2.	Nguyễn Hữu Thuận	Khối THPT chuyên Vật lý, trường ĐHKHTN Hà Nội	Huy chương bạc
3.	Vũ Quốc Hiên	Trường THPT chuyên Hùng Vương, tỉnh Phú Thọ	Huy chương bạc
4.	Lê Huy Nguyên	Trường THPT Quốc Học Huế, tỉnh Thừa Thiên-Huế	Huy chương bạc
5.	Ngô Bá Thường	Trường THPT chuyên Nguyễn Huệ, tỉnh Hà Tây	Huy chương bạc
6.	Trần Công Toán	Trường THPT chuyên Lê Hồng Phong, tỉnh Nam Định	Huy chương bạc
7.	Hoàng Trung Trí	Trường THPT chuyên Nguyễn Trãi, tỉnh Hải Dương	Huy chương đồng
8.	Bùi Lê Minh	Trường THPT chuyên tỉnh Thái Bình	Bằng khen

(ảnh 8 người)

2. Kết quả kỳ thi Olympic Vật lý quốc tế lần thứ 34 năm 2003 (Tổ chức tại Đài Bắc – Đài Loan từ 2 – 11/8/2003)

TT	Họ và tên	Học sinh	Được trao
1.	Vũ Quốc Hiên	Trường THPT chuyên Hùng Vương, tỉnh Phú Thọ	Huy chương bạc
2.	Nguyễn Hữu Thuận	Khối THPT chuyên Vật lý, trường ĐHKHTN Hà Nội	Huy chương đồng
3.	Hoàng Trung Trí	Trường THPT chuyên Nguyễn Trãi, tỉnh Hải Dương	Huy chương đồng
4.	Cao Vũ Nhân	Khối THPT chuyên Vật lý, trường ĐHKHTN Hà Nội	Bằng khen
5.	Nguyễn Xuân Tùng	Trường THPT chuyên Lam Sơn, tỉnh Thanh Hoá	Không đoạt giải

(ảnh 5 người)

(Nếu không đủ chỗ thì in Kết quả kỳ thi châu Á –TBD trước, kết quả thi Olympic quốc tế để sang số tháng 10)

CHUYÊN ĐỀ/TRAO ĐỔI

CÁC PHÂN TỬ PHI TUYẾN TRONG MẠCH ĐIỆN

Nguyễn Xuân Quang

Những khó khăn lớn nhất đối với các thí sinh trong các kỳ thi học sinh giỏi là những bài tập về điện trong đó có mặt các phân tử phi tuyến. Đó là các phân tử có đường đặc trưng vôn - ampe, tức đồ thị mô tả sự phụ thuộc của điện áp U hai đầu phân tử đó vào cường độ dòng điện I đi qua nó - không phải là đường thẳng đi qua gốc tọa độ.

Một ví dụ điển hình về phần tử phi tuyến và cũng là phần tử thường gặp nhất trong các bài tập là một diôt *lý tưởng*. Khi người ta đặt một điện áp ngược với bất kỳ độ lớn bằng bao nhiêu lên phần tử này thì không có dòng điện đi qua diôt và ta nói diôt bị đóng. Trong trường hợp đó điện trở của diôt bằng vô cùng – tình huống này tương đương với sự ngắt mạch. Trong trường hợp điện áp đặt vào là thuận, điện trở của diôt bằng không và nó không có ảnh hưởng gì đến dòng điện đi qua nó.

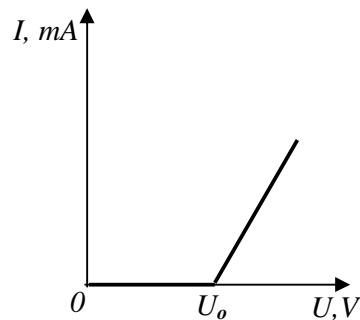
Một loại phần tử phi tuyến khác là những điện trở phụ thuộc vào cường độ dòng điện đi qua nó. Ví dụ, dây tóc của các bóng đèn điện: theo sự tăng của cường độ dòng điện qua dây này mà nhiệt độ và do đó cả điện trở của nó cũng tăng lên. Một phần tử phi tuyến nữa là những dụng cụ trong đó xảy ra sự phóng điện, ví dụ các đèn chứa đầy khí, các đèn tiratron và các linh kiện vô tuyến khác.

Ngoài ra, phần tử phi tuyến có thể là: cuộn dây có lõi sắt (do hiện tượng từ trễ), tụ điện có xecnhec (hiệu ứng áp điện), v.v.

Để giải các bài toán có phần tử phi tuyến người ta thường dùng các phương pháp sau: phương pháp đồ thị, phương pháp số, phương pháp biểu diễn gần đúng bằng hàm giải tích.

Dưới đây chúng ta sẽ xét một số mạch điện cụ thể có chứa các phần tử phi tuyến.

Ví dụ 1. Trên hình 1 là đường đặc trưng vôn-ampe của một phần tử phi tuyến nào đó. Trước điện áp $U_0 = 100V$, không có dòng điện đi qua phần tử này, nhưng sau đó cường độ dòng điện tăng tuyến tính theo hiệu điện thế (h.đ.t.). Khi mắc phần tử này vào một nguồn điện có suất điện động không đổi và điện trở trong $r = 25\Omega$ thì cường độ dòng điện đi qua nó là $I_1 = 2mA$, nhưng khi mắc nó với cùng nguồn điện đó nhưng qua một tải có điện trở $R = r$ thì dòng qua nó là $I_2 = 1mA$. Hãy xác định suất điện động của nguồn điện.



Giải:

Dựa vào đường đặc trưng vôn-ampe ta thấy dòng điện I chạy qua phần tử phi tuyến này phụ thuộc vào h.đ.t. U giữa hai đầu phần tử: khi $0 < U < U_0$ thì $I = 0$; khi $U > U_0$ thì $I = \alpha(U - U_0)$ với $\alpha = \Delta I / \Delta U = \text{const}$.

Khi mắc phần tử phi tuyến trên vào nguồn điện có s.đ.đ. E và điện trở trong r , cường độ dòng điện trong mạch là I_1 , ta có:

$$E = I_1 r + \frac{I_1}{\alpha} + U_0 \quad (1)$$

Khi mắc phần tử này vào nguồn điện nhưng qua một tải có điện trở $R = r$ thì dòng điện trong mạch là I_2 , ta có:

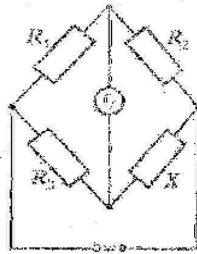
$$E = I_2 r + I_2 R + \frac{I_2}{\alpha} + U_0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$E = \frac{I_2 I_1}{I_1 - I_2} r + U_0$$

Thay số ta được: $E = 150V$.

Ví dụ 2. Cho một mạch điện như hình 2, X là một phần tử phi tuyến mà cường độ dòng điện đi qua nó phụ thuộc h.đ.t. hai đầu phần tử theo công thức: $I_X = \alpha U_X^3$ với $\alpha = 0,25A/V^3$. Hãy tính công suất toả ra trên X , khi dòng qua điện kế G bằng không. Biết rằng $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ và $R_3 = 1\Omega$.



Giải:

Gọi U là h.đ.t. hai đầu mạch điện, U_2 là h.đ.t. hai đầu điện trở R_2 , ta có:

$$U_2 = \frac{UR_2}{R_1 + R_2}$$

Khi điện kế G chỉ số 0 thì h.đ.t. giữa hai đầu phần tử phi tuyến X bằng h.đ.t. hai đầu R_2 : $U_X = U_2$. Ta cũng có :

$$U_1 = U_3 = \frac{UR_1}{R_1 + R_2}$$

Cường độ dòng điện chạy qua X là :

$$I_X = \frac{U_3}{R_3} = \frac{UR_1}{(R_1 + R_2)R_3}$$

Theo bài ra : $I_X = \alpha U_X^3$ nên ta có :

$$\frac{UR_1}{(R_1 + R_2)R_3} = \alpha \frac{U^3 R_2^3}{(R_1 + R_2)^3}$$

Từ đó rút ra :

$$U = \sqrt{\frac{R_1(R_1 + R_2)^2}{\alpha R_2^3 R_3}} \quad (1)$$

Công suất toả ra trên X là :

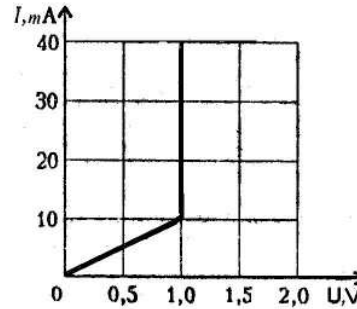
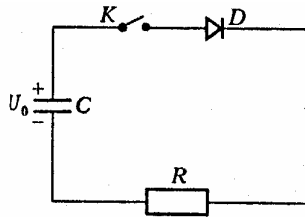
$$P_X = I_X U_X = \alpha U_X^4 = \alpha \left(\frac{UR_2}{R_1 + R_2} \right)^4 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$P_X = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_1}{R_2 R_3} \right)^2$$

Thay số ta được $P_X = 1W$.

Vi dụ 3. Trong mạch điện trên hình 3, tụ điện có điện dung $C = 100\mu F$ được tích điện đến $U_0 = 5V$ và được nối điện trở $R = 100\Omega$ qua điôt D . Đường đặc trưng vôn-ampe của điôt như hình vẽ. Ở thời điểm ban đầu, khoá K mở. Sau đó đóng K . Xác định cường độ dòng điện trong mạch ngay sau khi đóng K . Tính h.đ.t trên tụ điện khi dòng điện trong mạch bằng $10mA$. Tính lượng nhiệt toả ra trên điôt sau khi đóng khoá K .



Giải:

Ngay sau khi đóng khoá, h.đ.t. trên tụ vẫn còn chưa thay đổi cả về độ lớn và dấu. Giả thiết rằng dòng điện ban đầu I_0 trong mạch lớn hơn $10mA$. Định luật Ôm đối với mạch kín tại thời điểm đó có dạng:

$$U = U_d + I_0 R$$

trong đó U_d là h.đ.t. hai đầu điôt ($U_d = 1V$). Thay số vào ta được:

$$I_0 = \frac{U_0 - U_d}{R} = 40mA$$

Vì giá trị nhận được của dòng điện lớn hơn $10mA$, nên giả thiết của chúng ta là đúng.

Sau khi đóng khoá, tụ điện sẽ phóng điện, còn dòng điện trong mạch sẽ giảm. Khi dòng giảm tới giá trị $I_1 = 10mA$, áp dụng định luật Ôm ta tìm được h.đ.t. U_C giữa hai bản tụ:

$$U_C = U_d + I_1 R = 2V$$

Từ thời điểm đóng khoá cho tới khi tụ phóng hết điện, điôt sẽ p73 hai chế độ: khi dòng điện trong mạch biến thiên từ $I_0 = 40mA$ đến $I_1 = 10mA$ và khi dòng điện giảm từ $I_1 = 10mA$ đến 0.

Trong chế độ thứ nhất, h.đ.t. trên điôt không đổi và bằng $U_d = 1V$, còn đ.đ.t trên tụ giảm từ $U_0 = 5V$ đến $U_C = 2V$. Trong thời gian đó, điện lượng chạy qua điôt là:

$$q = C(U_0 - U_C) = 3.10^{-4} C$$

và nhiệt lượng toả ra trên điôt là:

$$Q_1 = qU_d = 3.10^{-4} J$$

Trong chế độ thứ hai, điôt hoạt động như một điện trở $R_d = U_d/I_1 = 100\Omega$. Sau khi kết thúc chế độ thứ nhất, h.đ.t. trên tụ bằng $U_C = 2V$ và năng lượng còn lại của điện trường trong tụ là:

$$W = \frac{CU_C^2}{2} = 2.10^{-4} J$$

Vì điện trở R_d của điôt bằng điện trở R , nên năng lượng toả ra trên điôt và trên R là như nhau. Do đó, nhiệt lượng toả ra trên điôt ở chế độ thứ hai bằng:

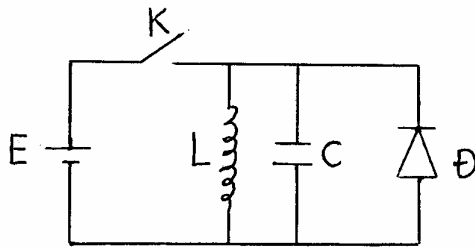
$$Q_2 = \frac{W}{2} = 10^{-4} J$$

Vậy nhiệt lượng toả ra trên sau khi đóng khoá bằng:

$$Q_d = Q_1 + Q_2 = 4.10^{-4} \text{ J}.$$

Ví dụ 4. Cho mạch điện như hình vẽ, các đại lượng trên hình đã biết. Đ là điôt lý tưởng. Khoá K đóng trong thời gian τ rồi ngắt. Ở thời điểm khoá K ngắt, dòng điện trong cuộn cảm là I_0 .

- Sau bao lâu kể từ khi ngắt khoá K, dòng điện trong cuộn cảm đạt giá trị cực đại, biết giá trị đó bằng $2I_0$.
- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện qua cuộn cảm vào thời gian (lấy $t = 0$ lúc ngắt khoá K).



Giải:

a) Trong thời gian τ , dòng qua cuộn cảm tăng tuyến tính theo thời gian, nên ta có $E = LI_0/\tau$ (1). Lúc $t = 0$, dòng điện trong cuộn cảm bằng I_0 , điện tích của tụ điện $q_0 = EC$, hiệu điện thế U giữa A và B dương, nên điôt Đ đóng, trong mạch bắt đầu xảy ra dao động. Khi dòng điện trong cuộn cảm cực đại, thì điện tích của tụ điện bằng 0. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\frac{1}{2}LI_0^2 + \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 + \frac{1}{2}E^2C = \frac{1}{2}L(2I_0)^2$$

$$\text{Suy ra: } 3LI_0^2 = E^2C \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2), ta được: } \sqrt{LC} = \sqrt{3}\tau \quad (3)$$

Mặt khác,

$$\frac{q}{C} = L \frac{di_L}{dt} = Li'_L = -Lq''$$

trong đó i_L là dòng điện đi qua cuộn cảm. Từ phương trình trên suy ra:

$$q'' + \frac{1}{LC}q = 0$$

Như đã biết, phương trình này có nghiệm là:

$$q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi) \text{ với } \omega = 1/\sqrt{LC}$$

và

$$i_L = -q' = -Q_0 \omega \cos(\omega t + \varphi) \text{ với } \omega Q_0 = 2I_0.$$

Khi $t = 0$,

$$q = EC = Q_0 \sin \varphi = 2I_0(\sin \varphi)/\omega$$

$$i_L = I_0 = -2I_0 \cos \varphi$$

Suy ra: $\varphi = 2\pi/3$. Do đó biểu thức của dòng điện qua cuộn cảm là:

$$i_L = -Q_0\omega\cos(\omega t + 2\pi/3) = Q_0\omega\cos(\omega t - \pi/3).$$

Như vậy, i_L cực đại khi: $\cos(\omega t - \pi/3) = 1$, suy ra:

$$t = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{\pi}{3}\sqrt{LC} \quad (4).$$

Từ (3) và (4), ta được:

$$t = \frac{\pi\sqrt{3}}{3}\tau \approx 1,814\tau.$$

Vậy sau thời gian $1,814\tau$, kể từ khi ngắt khoá K, thì dòng điện trong cuộn cảm đạt cực đại.

$$b)+ \text{ Khi } 0 < t < \frac{\pi\sqrt{3}}{3}\tau, \text{ thì } i_L = 2I_0\omega\cos(\omega t - \pi/3)$$

+ Khi $t = \frac{\pi\sqrt{3}}{3}\tau$, thì điện tích q của tụ bằng 0 và $U = 0$, điôt Đ bắt đầu mở. Kể từ thời điểm này dòng điện không đổi, chỉ đi qua cuộn cảm và điôt Đ.

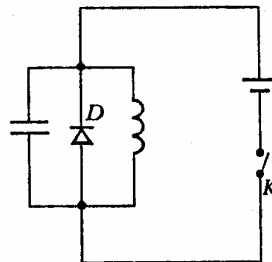
Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của i_L vào t, xin dành cho bạn đọc tự vẽ.

Bài tập

1. Cho mạch điện như trong Ví dụ 2, nhưng bây giờ sự phụ thuộc của cường độ dòng điện I_X vào hiệu điện thế U_X có dạng $I_X = aU_X^2$ và các điện trở $R_1 = R_3 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$. Với giá trị nào của hằng số a, công suất toả ra trên X bằng $P_X = 1W$ trong trường hợp cầu cân bằng (tức điện kế chỉ số 0).

$$\text{ĐS: } a = \frac{1}{\sqrt{P_X(R_2R_3/R_1)^2}} = 0,125A/V^2$$

2. Cho mạch điện như hình vẽ, khoá K đóng trong thời gian τ , rồi sau đó ngắt. Tại thời điểm ngắt K cường độ dòng điện qua cuộn dây là I_0 . Hỏi qua thời gian bao lâu sau khi ngắt K cường độ dòng điện qua cuộn dây đạt giá trị cực đại bằng $2I_0$? Dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong cuộn dây theo thời gian, bắt đầu từ thời điểm đóng khoá K. Bỏ qua điện trở thuần trong mạch điện đã cho.

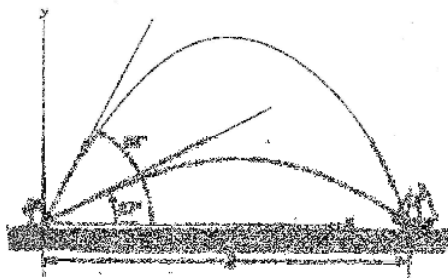


$$\text{ĐS: } * t = \frac{\pi\tau}{\sqrt{3}}$$

* Bạn đọc tự vẽ đồ thị ■

TIẾNG ANH VẬT LÝ

Problem: A sled is given a quick push up the snowy slope. The sled slides up and then comes back down; the whole trip takes time t . If the coefficient of sliding friction between the sled and snow is μ , find the time t_u it took the sled to reach the top point of its trajectory. The slope makes the angle θ with the horizontal.



Solution: Newton's second law applied to the sled gives accelerations upwards (positive direction up) and downwards (positive direction down) as follows:

$$a_u = -g(\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

and

$$a_d = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

If u and v are, respectively, the initial velocity when moving upwards and the final velocity when moving downwards, then according to the (constant acceleration) kinematical formula involving squares of velocities, $a_u / a_d = -(u / v)^2$ (try to prove this formula!). If t_u and t_d are, respectively, the time it takes to move up and the time it takes to move down, then according to the definition of acceleration and using the previous equation, $t_u / t_d = (-a_d / a_u)^{1/2}$. Combining the latter equation with the first two, we get (noting that $\tan \theta > \mu$ since the sled comes back):

$$t_u = \frac{t}{1 + \sqrt{(\tan \theta + \mu) / (\tan \theta - \mu)}} \blacktriangle$$

Từ mới:

- sled: xe trượt tuyết nhỏ
- slope: mặt phẳng nghiêng
- trip: hành trình
- coefficient: hệ số
- coefficient of slid friction: hệ số ma sát trượt
- to take time t : mất khoảng thời gian là t
- the top point: điểm cao nhất
- trajectory: quỹ đạo
- horizontal: (mặt phẳng) nằm ngang
- to make the angle: lập một góc
- law: định luật
- acceleration: gia tốc
- velocity: vận tốc

- *initial (final) velocity*: vận tốc ban đầu (cuối cùng)
- *to move up (down)*: chuyển động đi lên (xuống)
- *according to*: theo
- *kinematical*: (thuộc về) động học
- *formula*: công thức (số nhiều: formulae)
- *definition*: định nghĩa
- *equation*: phương trình
- *square*: bình phương

Chú ý: Một từ tiếng Anh có thể có nhiều nghĩa, ở đây chúng tôi chỉ cho nghĩa trong bài.