

NHÌN RA THẾ GIỚI

10 THÀNH TỰU VẬT LÝ NỔI BẬT NĂM 2003

Thông lệ, cứ vào cuối hàng năm dương lịch, người ta lại bình chọn những sự kiện tiêu biểu – thường là 10 – cho từng lĩnh vực của năm đó. Việc lựa chọn này dựa trên những đánh giá của các nhà khoa học tiêu biểu hoặc trưng cầu ý kiến rộng rãi. Năm 2003 này ngành vật lý có những thành tựu hết sức nổi bật mang tính đột phá trong việc đi sâu tìm hiểu vũ trụ đến những triển vọng ứng dụng khoa học hết sức to lớn. Điều này đã được khẳng định qua việc tạp chí Science, một tạp chí danh tiếng của Hoa Kỳ chọn thành tựu vật lý về vũ trụ là số 1 trong tất cả mọi lĩnh vực khoa học trong năm. Sau đây chúng tôi xin giới thiệu với bạn đọc 10 thành tựu vật lý tiêu biểu của năm 2003 do trang web về vật lý (*PhysicsWeb*) lựa chọn.

1. Vũ trụ học: *Phát hiện đầy đủ về bản đồ bức xạ nền của Vũ trụ.*

Năm nay, cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ (NASA) lần đầu tiên sử dụng vệ tinh thăm dò bất đẳng hướng sóng vi ba Wilkinson (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe satellite -WMAP) trong suốt 12 tháng đã lập được một cách đầy đủ bản đồ bức xạ nền toàn bầu trời, đây là bức xạ vi ba được coi là “tiếng vọng” bức xạ từ thuở Big Bang. Kết quả thu được đã làm tăng thêm niềm tin vào mô hình Big Bang lạm phát và hé lộ cho thấy thế hệ các sao đầu tiên đã ra đời vào khi nào.

Theo các số liệu thì tuổi của Vũ trụ hiện nay là 13,7 tỷ năm và các ngôi sao đầu tiên đã ra đời chỉ sau Big Bang 200 triệu năm. Các số liệu cũng củng cố thêm ý tưởng cho rằng Vũ trụ là phẳng và vô hạn bao gồm 4% vật chất thông thường, 23% vật chất tối và 73% năng lượng tối. Đây chính là thành tựu mà tạp chí Science đánh giá rất cao như đã nói ở trên. Nhưng những vấn đề khoa học, mà nhất là thiên văn học, không phải đều được nhất trí khẳng định như vậy mà bao giờ cũng có những ý tưởng, những mô hình phản bác lại. Cũng tháng 10 vừa qua, một số nhà vũ trụ học của Pháp và Hoa Kỳ lại đưa ra ý tưởng không gian có thể là hữu hạn và có dạng như một khối gồm 12 mặt là các ngũ giác đều (dodecahedron). Họ cũng tranh luận nhiều về sự không tương thích giữa số liệu của WMAP và mô hình vũ trụ hữu hạn 12 mặt này. Từ các dữ liệu khác của vệ tinh XMM Newton cho thấy mật độ vật chất trong Vũ trụ cao hơn nhiều và gần đây nhất nhiều nhà khoa học đã phản đối sự tồn tại của năng lượng tối với số lượng lớn như vậy. Tuy nhiên, những phản bác đó không hề ảnh hưởng tới sự bình chọn trên.

2. Vật lý hạt cơ bản: *Tìm ra các hạt mới.*

Việc tìm kiếm hạt boson Higg và nhiều hạt siêu đối xứng khác tất nhiên là có tầm quan trọng hàng đầu của vật lý năng lượng cao, nhưng điều này không hề ngăn cản các nhà vật lý quyết tâm tìm kiếm các hạt mới khác ở các phòng thí nghiệm tại Nhật, Nga và Đức, và kết quả tìm kiếm của họ đã làm kinh ngạc cộng đồng các nhà vật lý hạt trên toàn thế giới.

Tháng 4 vừa qua, các nhà vật lý thuộc phòng thí nghiệm BaBar ở Stanford, California đã thông báo phát hiện ra một hạt mới có tên là D-meson được tạo bởi 4

hạt quark, tuy nhiên điều này còn chưa được khẳng định. Hai tháng sau, các nhà vật lý Hoa Kỳ lại thông báo đã có bằng chứng phát hiện ra hạt pentaquark (hạt chứa 5 hạt quark). Hạt mới này được thông báo gồm 2 quark u, hai quark d và 1 phản-quark s, trái phần lớn các hạt meson khác đều gồm 1 quark và 1 phản-quark hay các baryon gồm ba quark hoặc ba phản-quark. Gần đây nhất, vào tháng 11, Phòng thí nghiệm hợp tác của hãng Bell tại Nhật Bản đã phát hiện ra một hạt mới có tên là “X(3873)”. Hạt này không ăn nhập với bất cứ sơ đồ các hạt nào đã biết và các nhà vật lý tin rằng nó là một dạng meson chưa biết chứa bốn quark.

3. Trạng thái ngưng tụ

Nghiên cứu trạng thái ngưng tụ của khí Bose-Einstein và khí Fermi suy biến hết sức quan trọng vì nó cho chúng ta biết thêm những tính chất mới lạ của vật chất và từ đó có thể đưa tới những ứng dụng rất to lớn. Trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein (các hạt có spin nguyên) là một trạng thái mới của vật chất mà ở đó các nguyên tử dồn về cùng một trạng thái lượng tử. Khí Fermi suy biến là sự ngưng tụ tương tự nhưng đối với các nguyên tử tuân theo thống kê Fermi-Dirac.

Vào tháng 6, các nhà vật lý ở đại học Kyoto Nhật Bản lần đầu tiên đã quan sát được thể ngưng tụ Bose-Einstein trong khí nguyên tử Ytterbi. Khí này có khả năng ngưng tụ được vì có hai electron hoá trị thay vì một như nhiều nguyên tử khác và có thể được tạo ra trong trạng thái phi từ. Trạng thái ngưng tụ mới này có thể được dùng để kiểm tra các đối xứng cơ bản. Vài tuần trước đây, các nhà khoa học Ôxtrâyli và Hoa Kỳ cũng tạo ra được các trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein của các phân tử boson từ khí của các nguyên tử fermi (có spin bán nguyên). Đột phá này đã đưa các nhà vật lý tới gần hơn cái “li thánh” là nghiên cứu khí nguyên tử siêu lạnh để quan sát tính siêu chảy trong khí fermi.

4. Quang học và điện từ học

Sau ba năm tranh cãi kịch liệt, cuối cùng các nhà vật lý cũng đã đi tới khẳng định rằng vật liệu “chiết suất âm” không hề vi phạm các định luật vật lý. Các vật liệu này làm khúc xạ ánh sáng theo chiều ngược lại so với các vật liệu thông thường. Một số nhà vật lý cho rằng mặc dù vận tốc pha của ánh sáng khúc xạ là âm, nhưng vận tốc nhóm lại không phải như vậy. Một số nhà vật lý khác lại khẳng định rằng chiết suất âm đã vi phạm nguyên lý nhân quả bởi nó cho phép có vận tốc lớn hơn vận tốc ánh sáng.

Một đột phá nữa của vật lý quang học là lần đầu tiên người ta quan sát được “hiệu ứng Doppler” đảo trên đường truyền và sự tụ tiêu được ánh sáng tới kích thước nhỏ nhất từ trước tới nay. Các nhà khoa học Đức đã hội tụ được chùm laser tới kích thước 0,06 micrômét vuông, tức là chỉ bằng một nửa kỷ lục trước đây.

5. Thông tin lượng tử

Năm 2003 các nhà nghiên cứu đã có nhiều tiến bộ trong việc tạo ra một máy tính lượng tử thực sự. “Qubit” là tương đương lượng tử của bit thông thường, chúng được tạo bởi các photon, nguyên tử và các iôn bị bẫy, nhưng các nhà vật lý lại mong muốn tạo ra các thiết bị vận hành thực sự dùng các hệ vật rắn. Nhưng điều này hiện vẫn còn là một thách thức. Tuy nhiên, vào tháng 2 một nhóm các nhà vật lý lần đầu tiên đã công bố về hai qubit trên một thiết bị vật rắn, trong khi đó một nhóm khác đã đưa ra một dạng mới là qubit siêu dẫn. Vào tháng 8, một nhóm thứ ba đã mô tả cách làm để tạo ra được một cổng logic khi sử dụng một cặp điện tử -

lỗ trống, tức 2 exciton trong chấm lượng tử. Điều này hết sức quan trọng vì ở đây các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trong những điều kiện nhất định, hệ chấm lượng tử cũng xử sự như một cổng điều khiển NOT.

6. Quang học lượng tử

Năm nay cũng là lần đầu tiên người ta được chứng kiến một laser đơn nguyên tử. Các nhà nghiên cứu ở Caltech đã thực hiện bằng cách bẫy một nguyên tử xêsi vào buồng cộng hưởng quang. Ánh sáng phát ra từ thiết bị này “phẳng lặng” hơn hay nói cách khác là “trật tự” hơn ánh sáng phát ra các laser thông thường. Laser này có thể sẽ có nhiều ứng dụng trong thông tin lượng tử. Một đột phá khác là trong tháng 12, các nhà khoa học Hoa Kỳ và Nga đã chỉ ra cách làm thế nào “dừng” được ánh sáng trong khi các nguyên tử nóng. Kỹ thuật này có nhiều hứa hẹn ứng dụng trong truyền thông quang học và thông tin lượng tử. Nên nhớ rằng các thí nghiệm gần đây về ánh sáng bị dừng chỉ là chứa “tín hiệu” các xung ánh sáng – gần như là tạo ra một toàn ảnh (hologram)- còn công nghệ mới này là bắt các tín hiệu photon thực sự.

7. “Điện” từ nước

Tháng 10 vừa qua, các kỹ sư Canada đã làm xôn xao dư luận khi họ khẳng định được một phương thức tạo điện năng mới, kể từ 160 năm nay. Ý tưởng này là ở chỗ nước được bơm qua những vi kênh hết sức nhỏ trong một đĩa thủy tinh sẽ sinh ra dòng điện. Điều này cho phép chuyển trực tiếp năng lượng chuyển động của chất lỏng thành điện năng mà không cần bất cứ một bộ phận chuyển động nào khác và không làm ô nhiễm môi trường. Ý tưởng này tuy còn một số điều chỉnh về chi tiết nhưng một nguồn năng lượng nhỏ như vậy cũng có thể được sử dụng cho các thiết bị tiêu thụ điện ít như điện thoại di động, chẳng hạn.

8. Từ

Năm nay nguyên tố Coban được quan tâm đặc biệt khi các nhà vật lý châu Âu tìm thấy có năng lượng bất đẳng hướng từ (MAE) lớn kỷ lục, cỡ 9,3meV trên một nguyên tử. Như chúng ta đã biết MAE điều chỉnh sự sắp xếp spin các nguyên tử để làm tăng từ tính của vật liệu, trái lại samari coban vật liệu đã được sử dụng rộng rãi để tạo nam châm vĩnh cửu lại chỉ có MAE bằng 1,8meV trên một nguyên tử. Các nhà vật lý cũng lần đầu tiên quan sát được các vách domain từ di động ở mức chiều dài dưới nguyên tử. Thành quả đáng ngạc nhiên này đã mở ra con đường rộng lớn đối những nghiên cứu cơ bản trong vật lý vật chất ngưng tụ và thậm chí có thể dẫn tới phát triển các vật liệu từ mới.

9. Các chất siêu dẫn mới

Trong những năm gần đây vật lý siêu dẫn đã có những tiến bộ vượt bậc và năm nay cũng không là một ngoại lệ. Điểm nổi bật là các nhà vật lý ở đại học Tokyo đã tìm ra chất siêu dẫn mới từ kali, osmi và oxi (KOs_2O_6) có nhiệt độ chuyển pha siêu dẫn là 9,6K và vẫn giữ được tính siêu dẫn trong từ trường mạnh. Sớm hơn nữa trong năm, các nhà vật lý Nhật khác cũng tìm thấy coban oxit có thể chuyển thành siêu dẫn bằng cách thêm nước vào nó.

10. Biến đổi hạt nhân bằng laser

Cuối cùng, các nhà vật lý trong năm 2003 đã chỉ ra rằng có thể biến đổi các đồng vị phóng xạ nhờ tia laser. Các nhà khoa học tại nhiều trường đại học và viện

nghiên cứu ở Anh và Đức đã chứng tỏ rằng, nhờ tia laser, lôt -129 (có chu kỳ bán rã 15,7 triệu năm có thể chuyển thành lôt -128 có thời gian sống nhỏ hơn nhiều (chỉ có 25 phút). Bước tiến bộ này có ý nghĩa sống còn đối với một nhu cầu đang nóng bỏng là việc cất giữ an toàn và loại bỏ các chất thải phóng xạ.

*Hoàng Xuân Nguyên, Viện Vật lý
(Biên soạn và giới thiệu)*

KỠ THI OLYMPIC CHÂU Á LẦN THỨ 5

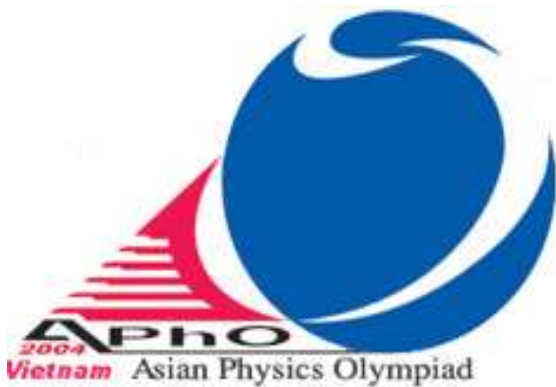
Hãy tiến xa hơn vào Vật lý (Go further into Physics)!

Lịch sử tóm tắt của Olympic Vật lý Châu Á: Olympic Vật lý Châu Á (viết tắt tiếng Anh là APhO) bắt nguồn từ Olympic Vật lý Quốc tế (IPhO), một kỳ thi vật lý hàng năm được tổ chức lần đầu tiên vào năm 1967 tại Vacsava cho các học sinh trung học phổ thông từ khắp nơi trên thế giới. Năm 1999 Trưởng đoàn Indonesia, TS Yohanes Surya, cùng với Chủ tịch Olympic Vật lý Quốc tế, GS Waldemar Gorzkowski tỏ rõ quyết tâm tổ chức APhO lần thứ nhất vào tháng 4 năm 2000 tại Indonesia. Kỳ thi này đã thu hút sự tham gia của 12 nước Châu Á. Các kỳ thi tiếp sau: lần thứ 2 được tổ chức vào tháng 4 năm 2001 tại Đài loan, lần thứ 3 được tổ chức vào tháng 5 năm 2002 tại Singapore, lần thứ 4 được tổ chức vào tháng 4 năm 2003 tại Thái Lan.

Việc tổ chức thi Olympic Vật lý Châu Á nhằm mục đích *hướng sự chú ý của xã hội vào sự gia tăng tầm quan trọng của Vật lý trong tất cả các lĩnh vực khoa học và công nghệ, cũng như trong việc giáo dục các sinh viên trẻ nói chung; khơi dậy trong thanh thiếu niên Châu Á lòng say mê học Vật lý và tìm tòi, khám phá mới trong Vật lý.*

Việt Nam rất vinh dự là nước chủ nhà của APhO lần thứ 5. APhO lần này sẽ được tổ chức tại *Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội từ 26 tháng 4 đến 4 tháng 5 năm 2004.* Kỳ thi lần này do *Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam, Hội Vật lý Việt Nam và Đại học Quốc gia Hà Nội* phối hợp tổ chức.

Biểu trưng của Olympic Vật lý Châu Á lần thứ 5 do em Trần Phước Hiền, học sinh lớp 10 A3 Trường trung học phổ thông Phan Đăng Lưu, Quận Bình Thạnh, Thành phố Hồ Chí Minh, thiết kế.



Ý nghĩa của biểu trưng như sau: Nhà bác học nổi tiếng người Hy Lạp Archimede đã sáng chế ra đòn bẩy. Từ đời xưa, người Ai Cập đã biết dùng đòn bẩy để nâng những tảng đá rất nặng khi xây các Kim Tự Tháp.

Chữ A được cách điệu làm hình tượng

đòn bẩy tượng trưng cho khoa học vật lý. Chữ A màu đỏ tượng trưng cho Châu Á, trong đó năm sọc đỏ biểu thị lần thứ 5. Quả cầu màu xanh tượng trưng cho Trái Đất. Dải màu trắng từ dưới vút lên diễn tả sự khát vọng, hằng hái của thanh niên trong nghiên cứu vật lý, luôn vươn tới đỉnh cao phục vụ loài người. Chữ S màu trắng tượng trưng cho hình dáng của đất nước Việt Nam.

“Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi sẽ nâng bổng được cả Trái Đất”.

Nào các bạn thanh niên Châu Á! Chúng ta hãy cùng nhau chung một điểm tựa để làm nên điều kỳ diệu ấy.

Trong thời gian từ 26/4 đến 4/5/2004, các thí sinh sẽ tham gia thi lý thuyết vào ngày thứ tư 28/4 và thi thí nghiệm vào ngày 30/4. Các ngày còn lại thí sinh được đi thăm quan các danh lam thắng cảnh và dự các buổi biểu diễn nghệ thuật truyền thống của Việt Nam.

Ngôn ngữ làm việc trong kỳ thi: Theo quy định của APhO, ngôn ngữ sử dụng trong kỳ thi là tiếng Anh. Tất cả các tài liệu, câu hỏi đều được trình bày bằng tiếng Anh.

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ (Lớp 6, chương trình mới)

TNCS1/6. Đặt thanh nam châm gần một miếng sắt mỏng thì:
A. Thanh nam châm tác dụng lên miếng sắt một lực hút.
B. Chỉ có thanh nam châm tác dụng lên miếng sắt một lực hút vì miếng sắt bị hút về phía thanh nam châm.
C. Miếng sắt tác dụng lên thanh nam châm một lực đẩy chống lại lực hút của thanh nam châm.
D. Thanh nam châm tác dụng lên miếng sắt một lực hút và ngược lại miếng sắt cũng tác dụng một lực hút lên thanh nam châm.
Trả lời đúng hoặc sai các kết luận trên.

TNCS2/6. Để nói về tác dụng của lực có các kết luận sau:
A. Lực là nguyên nhân làm cho vật bị biến dạng
B. Lực là nguyên nhân làm cho vật chuyển động
C. Lực là nguyên nhân làm đổi hướng chuyển động của vật
D. Lực là nguyên nhân làm cho chuyển động của vật từ chậm sang nhanh.
Hãy chỉ ra kết luận sai.

TNCS3/6. Một người dùng dây kéo một cây gỗ di chuyển trên mặt đất. Lực kéo đó có:
A. Phương nằm ngang, chiều hướng về phía trước.
B. Phương dọc theo dây kéo, chiều hướng về phía trước.
C. Phương thẳng đứng, chiều từ dưới lên.
D. Phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống.
Chọn kết luận đúng.

TNCS4/6. Quyển sách nằm yên trên bàn do:

- A. Quyển sách không chịu tác dụng của lực nào.
 B. Quyển sách chịu tác dụng bởi lực hút của Trái đất.
 C. Quyển sách chịu tác dụng bởi lực đẩy của bàn.
 D. Quyển sách đồng thời chịu tác dụng của lực hút Trái đất và lực đẩy của bàn, hai lực này cân bằng.
 Chọn kết luận đúng.

TNCS5/6. Một người đứng trên thuyền nhảy lên bờ thì thấy thuyền dịch chuyển ra xa bờ, chậm dần rồi dừng lại. Nguyên nhân làm thuyền biến đổi chuyển động là:

- A. Do chân người tác dụng lực vào thuyền.
 B. Do nước tác dụng lực vào thuyền.
 C. Do người nhảy lên bờ nên thuyền nhẹ đi.
 D. Cả A và B.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/6. Một con lắc đơn được gắn vào trần một thang máy. Chu kì dao động khi thang máy đứng yên là T . Khi thang máy rơi tự do thì chu kì dao động của nó là:

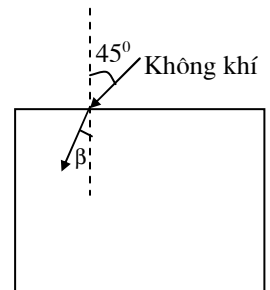
- A) 0 B) T C) $1/T$ D) vô cùng lớn E) $T/10$

TN2/6. Khối lượng và bán kính của một hành tinh lớn hơn khối lượng và bán kính của Trái đất hai lần. Chu kỳ dao động của con lắc đồng hồ trên Trái đất bằng 1 s. Khi đưa lên hành tinh đó chu kì của nó sẽ là (bỏ qua sự thay đổi chiều dài con lắc):

- A) $\frac{1}{\sqrt{2}}s$ B) $\sqrt{2}s$ C) $\frac{1}{2}s$ D) $2s$ E) $4s$

TN3/6. Một tia sáng tới mặt trên của một khối chất trong suốt dưới góc 45° như hình vẽ. Chiết suất nhỏ nhất của khối chất đó bằng bao nhiêu để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt bên :

- A) $\frac{\sqrt{2}+1}{2}$ B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ C) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ D) $\sqrt{2}+1$ E) $\frac{2}{\sqrt{2}+1}$



TN4/6. Từ hạt nhân $^{236}_{88}\text{Ra}$ phóng ra 3 hạt α và một hạt β^- trong một chuỗi phóng xạ liên tiếp, khi đó hạt nhân tạo thành là:

- A) $^{224}_{84}\text{X}$ B) $^{224}_{83}\text{X}$ C) $^{218}_{84}\text{X}$ D) $^{224}_{82}\text{X}$ E) $^{222}_{84}\text{X}$

TN5/6. Một nguồn phóng xạ nhân tạo vừa được tạo thành có chu kì bán rã 2 giờ, có độ phóng xạ lớn hơn mức độ phóng xạ an toàn cho phép 64 lần. Hỏi phải sau thời gian tối thiểu bao nhiêu để có thể làm việc an toàn với nguồn này?

- A) 6 giờ B) 12 giờ C) 24 giờ D) 128 giờ E) 32 giờ

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

HƯỚNG DẪN GIẢI ĐỀ THI OLYMPIC VẬT LÝ CHÂU Á
(Xem VL&TT số 4 tháng 12 / 2003)

II Lỗ khoét hình trụ

a) Tính momen quán tính I

Cho cấu hình ở H. 2.2(a)

(0,5 điểm)

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{1}{6}Ma^2 - \frac{1}{2}mb^2 = \frac{1}{6}(\rho a^3)a^2 - \frac{1}{2}(\rho \pi b^2 a)b^2 \\ &= \frac{1}{6}\rho a^5 - \frac{1}{2}\rho \pi ab^4 \end{aligned}$$

Cho cấu hình ở H. 2.2(b)

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{1}{6}Ma^2 - \frac{1}{12}ma^2 - \frac{1}{4}mb^2 = \frac{1}{6}(\rho a^3)a^2 - \frac{1}{12}(\rho \pi b^2 a)a^2 - \frac{1}{4}(\rho \pi b^2 a)b^2 \\ &= \frac{1}{6}\rho a^5 - \frac{1}{12}\rho \pi a^3 b^2 - \frac{1}{4}\rho \pi ab^4 \end{aligned}$$

b) Tính chu kì dao động T

Chung cho cả hai cấu hình:

Momen hồi phục $\tau = Fd$

trong đó $F = \frac{1}{2}m_0g \frac{\delta s}{l}$ và $\frac{\delta s}{d/2} \approx \theta$

$$F \approx \frac{1}{2}m_0g \frac{d}{2l} \theta \quad (0,5 \text{ điểm})$$

Khối lượng khối hộp $m_0 = \rho a^3 \left(1 - \pi \frac{b^2}{a^2}\right) = \rho a^3 (1 - \pi x^2)$ trong đó $x \equiv \frac{b}{a}$

Vì $\tau = I\alpha$ nên $\alpha = \frac{\frac{1}{4}m_0g \frac{d^2}{l}}{I} \quad (0,5 \text{ điểm})$

$$\omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{\frac{1}{4}m_0g \frac{d^2}{l}}{I}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 I l}{\frac{1}{4}m_0g d^2} = \left(\frac{16\pi^2 I}{m_0g d^2} \right) l$$

Cho cấu hình ở H. 2.2(a)

$$T_1^2 = \left(\frac{16\pi^2}{gd^2} \cdot \frac{\frac{1}{6}\rho a^5 - \frac{1}{2}\rho \pi ab^4}{\rho a^3 (1 - \pi x^2)} \right) l$$

$$T_1^2 = \frac{8\pi^2}{3g} \left(\frac{a}{d}\right)^2 \left(\frac{1-3\pi x^4}{1-\pi x^2}\right) l$$

Với $d = \sqrt{2}a$, $T_1^2 = \frac{4\pi^2}{3g} \cdot \frac{(1-3\pi x^4)}{(1-\pi x^2)} l$ (0,5 điểm)

Cho cấu hình ở H.2.2(b)

$$T_2^2 = \left(\frac{16\pi^2 \frac{1}{6} \rho a^5 \left(1 - \frac{\pi b^2}{2a^2} - \frac{3\pi b^4}{2a^4}\right)}{\rho a^3 (1-\pi x^2) g d^2} \right)$$

$$T_2^2 = \frac{8\pi^2}{3g} \left(\frac{a}{d}\right)^2 \left(\frac{1 - \frac{\pi x^2}{2} - \frac{3\pi x^4}{2}}{1-\pi x^2}\right) l$$

với $d=a$ thì $T_2^2 = \frac{8\pi^2}{3g} \left(\frac{1 - \frac{\pi x^2}{2} - \frac{3\pi x^4}{2}}{1-\pi x^2}\right) l$

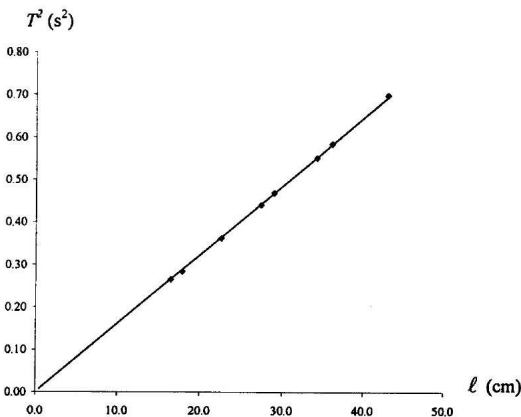
Cho cấu hình ở H. 2.2(a), $d=7,0\text{ cm}$

ℓ (cm)	T _l cho 40 dao động			T_l (s)	$(T_l)^2$ (s ²)
16.5	20.60	20.50	20.70	0.515	0.265
17.9	21.35	21.35	21.30	0.533	0.284
22.6	24.05	24.00	24.00	0.601	0.362
27.4	26.55	26.45	26.55	0.663	0.440
29.0	27.40	27.40	27.40	0.685	0.469
34.2	29.75	29.70	29.65	0.743	0.551
36.1	30.60	30.60	30.50	0.764	0.584
43.0	33.40	33.35	33.50	0.835	0.698

3 bộ giá trị cho n dao động (1 điểm)
n≥20
số các chiều dài l,≥ 5

[2 bộ -0,3 đ; 1 bộ -0,7 đ]
(1 điểm)
(1 điểm)

[≥15, -0,3 đ; ≥10, -0,7 đ; <10, -1 đ]
[4, -0,3 đ; 3, -0,5 đ; 1 hoặc 2, -1 đ]

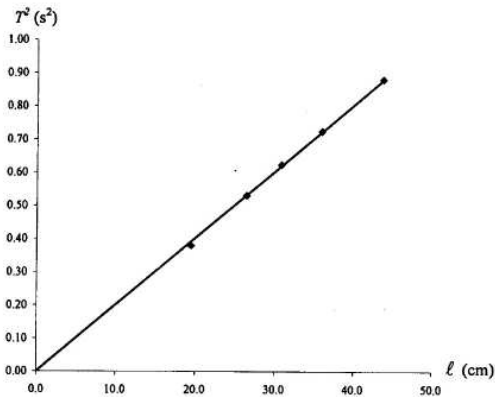


Độ dốc của đồ thị
$$s_2 = \frac{0,698 - 0,265}{(43,0 - 16,5) \times 10^{-2}} = \frac{0,433}{26,5 \times 10^{-2}} = 1,634 \text{ s}^2/\text{m}$$

$$x = \frac{b}{a} = 0,25$$

Cho cấu hình ở Hình 2.2.(b) $d = 4,9 \text{ cm}$

$\ell \text{ (cm)}$	T_1 for 50 oscillations (s)			$T_1 \text{ (s)}$	$(T_1)^2 \text{ (s}^2\text{)}$
43.8	46.95	46.90	46.80	0.938	0.880
36.0	42.70	42.45	42.50	0.851	0.724
30.9	39.60	39.40	39.35	0.789	0.623
26.5	36.40	36.30	36.45	0.728	0.530
19.5	30.80	30.85	30.75	0.616	0.379



Độ dốc của đồ thị
$$s_2 = \frac{0,88 - 0,53}{(43,8 - 26,5) \times 10^{-2}} = \frac{0,35}{17,3 \times 10^{-2}} = 2,02 \text{ s}^2/\text{m}$$

$$x = \frac{b}{a} = 0,22$$

Đồ thị: (3,0 điểm)

đồ thị tốt

độ dốc

sai số của các điểm thực nghiệm

1,5 điểm

1,0 điểm

0,5 điểm

Tính $\frac{b}{a}$ (1,0 điểm); ước tính sai số (1,0 điểm).

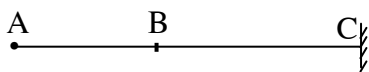
Nguyễn Thế Khôi

(Giới

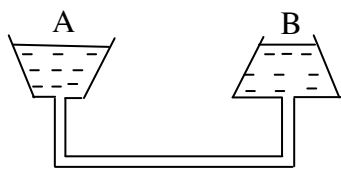
thiệu)

ĐỀ RA KỲ NÀY
TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/6. Một người đứng tại A và một người đứng tại B cùng đồng thời đánh một tiếng trống. Âm thanh truyền tới vách núi C rồi phản xạ lại. Người đứng tại B nói rằng: “Ngoài tiếng trống mình gõ còn nghe thấy ba tiếng trống nữa cách nhau sau 1 giây, sau 5 giây và sau t kể từ lúc bắt đầu đánh trống”. (Người đó quên mất thứ tự thời gian trước sau của 3 khoảng thời gian trên). Cho biết trời lặng gió và vận tốc truyền âm trong không khí là 340m/s. Hãy xác định khoảng cách AB và BC.

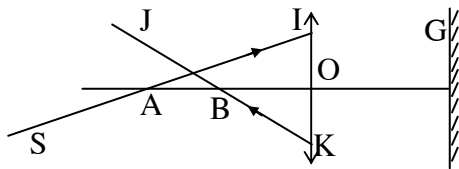


CS2/6. Một hệ thống gồm hai bình A và B, giữa chúng được nối với nhau bằng một ống nhỏ, dài và chứa cùng một chất lỏng (hình vẽ). Ta tiến hành thí nghiệm: lần đầu đốt nóng bình A, lần thứ hai đốt nóng bình B, lần thứ ba đốt nóng cả hai bình. Trước mỗi lần đốt nóng, mực chất lỏng hai bình như nhau. Hiện tượng xảy ra thế nào qua mỗi lần thí nghiệm, giải thích. Bỏ qua sự nở của bình và sự nhiệt dung của hệ.



CS3/6. Cho hệ quang học gồm một thấu kính hội tụ có tiêu cự là 6cm , một gương phẳng đặt vuông góc với trục chính của thấu kính. Chiếu tia SI tới thấu kính, sau khi khúc xạ qua thấu kính thì phản xạ trên gương rồi khúc xạ qua thấu kính lần thứ hai và tia ló ra khỏi thấu kính là KJ. Biết $OA=18cm$ và $OB=12cm$.

a. Tính khoảng cách giữa gương và thấu kính.
b. Tính tỷ số OK/OI .



TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/6. 1) Viên đạn 1 được bắn lên theo phương thẳng đứng với vận tốc đầu V. Viên đạn 2 cũng được bắn lên theo phương thẳng đứng sau viên thứ nhất t_0 giây. Viên đạn 2 vượt qua viên đạn 1 đúng vào lúc viên 1 đạt độ cao cực đại. Hãy tìm vận tốc ban đầu của viên đạn 2.

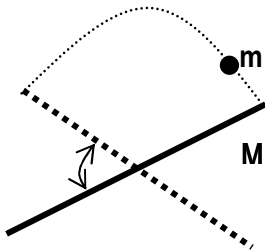
2) Viên đạn 1 được bắn từ mặt đất theo phương hợp với phương ngang một góc α . Xác định α để khoảng cách từ viên đạn đến điểm bắn luôn tăng. Bỏ qua sức cản của không khí.

Nguyễn Thanh Nhân (Hà Nội)

TH2/6. Một thanh đồng chất có khối lượng M lắc lư (tức là quay đều luân phiên theo hai chiều) quanh tâm của nó, trong khi đó một quả bóng nhỏ có khối lượng m nảy giữa hai đầu của thanh (xem hình vẽ). Biết rằng vận tốc góc của thanh là $\pm 2\pi/3$ (rad/s) và chu kỳ chuyển động của quả bóng là 1s. Bỏ qua mất mát cơ năng do va chạm.

- a) Tính vận tốc quả bóng tại điểm cao nhất của quỹ đạo.
- b) Tính chiều dài của thanh.
- c) Xác định tỷ số m/M .

Nguyễn Xuân Quang (Hà Nội)



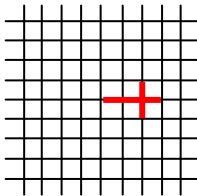
TH3/6. Một đĩa có khối lượng M và bán kính R có thể quay không ma sát quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm. Tại tâm đĩa có một con bọ khối lượng m bắt đầu bò theo một đường tròn đường kính R . Hãy xác định góc quay của đĩa khi con bọ bò được một vòng (tức là lại quay trở về tâm đĩa).

Xuân Tùng

TH4/6. Ba hạt tích điện được đặt tại ba đỉnh của một tam giác đều, cạnh L . Hai hạt được giữ cố định có điện tích q . Hạt thứ ba có khối lượng M . Xác định điện tích của hạt thứ ba để khi buông hạt này ra, nó có gia tốc lớn nhất. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Nguyễn Nhật Minh (Hà Nội)

TH5/6. Người ta nói rằng trong các tài liệu còn giữ lại được của Snell (nhà vật lý người Hà Lan đã phát minh ra định luật khúc xạ) có một sơ đồ quang học vẽ trên giấy kẻ ô gồm một thấu kính hội tụ, một vật và ảnh của nó qua thấu kính. Vì để lâu, nên mực đã bay hết nhiều, trên sơ đồ chỉ còn lại vật (xem hình vẽ). Theo lời mô tả kèm theo sơ đồ, người ta biết rằng vật và ảnh có cùng hình dạng và kích thước, còn trục chính của thấu kính thì song song với đường kẻ ô. Hãy phục hồi lại sơ đồ đó (ảnh, thấu kính và các tiêu điểm).



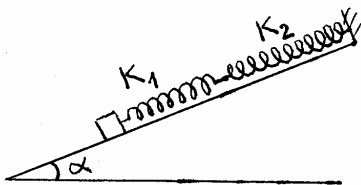
Lượng Tử(Hà Nội) st

GIÚP BẠN TỰ ÔN THI ĐẠI HỌC

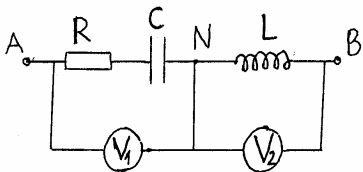
ĐỀ TỰ ÔN LUYỆN SỐ 1

Câu 1. 1. Khảo sát sự biến thiên của động năng và thế năng của một vật dao động điều hoà theo thời gian. Chứng minh rằng các đại lượng đó cũng dao động điều hoà nhưng với tần số bằng hai lần tần số dao động của vật.
 2. Cho con lắc lò xo như hình vẽ.

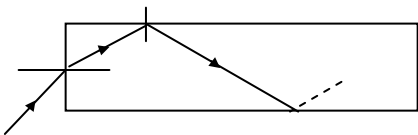
Biết $k_1 = 30(N/m)$; $k_2 = 60(N/m)$, $m = 0,2kg$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 10(m/s^2)$. Bỏ qua lực ma sát.
 a) Tính độ giãn Δl_1 và Δl_2 của hai lò xo khi m cân bằng.
 b) Kéo m xuống dưới vị trí cân bằng 2cm và truyền cho một vận tốc ban đầu $v_0 = +20\sqrt{3}(cm/s)$. Lập phương trình dao động. Tính lực cực tiểu, cực đại tác dụng lên điểm A khi vật dao động.



Câu 2. 1. Nêu nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều ba pha và động cơ không đồng bộ ba pha.
 2. Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B có biểu thức: $u = 100\sqrt{3}\sin(100\pi)(V)$. Số chỉ của các vôn kế V_1 và V_2 lần lượt là $U_1 = 100\sqrt{3}(V)$ và $U_2 = 50\sqrt{2}(V)$. Công suất tiêu thụ trong đoạn mạch là $P = 100\sqrt{2}(W)$.
 a) Vẽ giản đồ vectơ; tính $\cos\varphi$, R, L C.
 b) Viết biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch, của các hiệu điện thế u_{AN} và u_{NB} .



Câu 3. 1. Quan hệ giữa điện trường và từ trường biến thiên. Sóng điện từ khác với sóng cơ ở những điểm nào?
 2. Một mạch thu sóng vô tuyến gồm một cuộn cảm có $L = 2\mu H$ và hai tụ điện có $C_1 > C_2$. Biết bước sóng vô tuyến thu được khi hai tụ mắc nối tiếp và song song lần lượt là $\lambda_1 = 1,2\sqrt{6}\pi(m)$ và $\lambda_2 = 6\pi(m)$. Tính C_1 và C_2 .
Câu 4. 1. Với những điều kiện nào thì xảy ra phản xạ toàn phần ánh sáng đơn sắc ở mặt phân cách của hai môi trường trong suốt.? Hiện tượng này có những ứng dụng gì quan trọng?
 2. Một sợi cáp quang hình trụ làm bằng chất dẻo trong suốt. Mọi tia sáng đi xiên góc vào qua đáy đều bị phản xạ toàn phần ở thành và chỉ ló ra ở đáy thứ hai. Chứng minh chiết suất của chất dẻo thỏa mãn điều kiện $n > \sqrt{2}$.



Câu 5. 1. Định nghĩa độ hụt khối và năng lượng liên kết của hạt nhân nguyên tử. Nêu ý nghĩa của năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng.

2. Cho hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ với khối lượng $m = 4,0015(u)$. Cho biết khối lượng của proton và neutron lần lượt là $m_p = 1,0073(u)$ và $m_n = 1,0087(u)$.

a) Tính độ hụt khối Δm .

b) Tính năng lượng toả ra nếu 1kg He được tạo ra từ các hạt trên. Lấy $uc^2 = 931,5\text{MeV}$. Cho $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}(J)$.

Bùi Bằng Đoàn, ĐHQG Hà Nội
(Biên soạn và giới

thiệu)

LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VĨ ĐẠI
(tiếp theo kỳ trước)

R. Feynman

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

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

Thí dụ trên rất hùng hồn. Vì sao ta lại có thể mở rộng các định luật của mình vào những lĩnh vực chưa được nghiên cứu tỉ mỉ? Tại sao ta lại có thể chắc chắn rằng một hiện tượng mới nào đó tuân theo định luật bảo toàn năng lượng, nếu như chúng ta đã kiểm nghiệm nó dù chỉ là trong những hiện tượng đã biết? Có những lúc nào đó, anh đọc thấy trên báo chí nói rằng các nhà vật lý đã xác nhận sự sai lầm của một trong những định luật yêu quý của họ. Như vậy, phải chăng không nên bảo rằng định luật nghiệm đúng cả trong lĩnh vực mà chúng ta chưa biết tới?

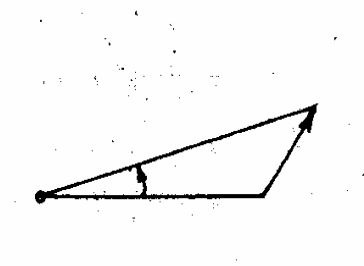
Nhưng nếu anh không bao giờ nói rằng định luật nghiệm đúng cả trong những lĩnh vực mà anh chưa biết thì anh sẽ không biết được gì hết. Nếu anh chỉ thừa nhận định luật trong phạm vi các thí nghiệm đã làm mà thôi, anh sẽ không bao giờ dự đoán được điều gì cả. Điều có ích duy nhất của khoa học là nó giúp chúng ta nhìn tới phía trước, xây dựng những dự đoán. Vì vậy, chúng ta mãi mãi đi tới, cổ cứ dài mãi ra. Còn năng lượng có lẽ nó được bảo toàn cả ở những nơi khác.

Vì thế khoa học không phải là hoàn mĩ. Khi anh nói một điều gì về một lĩnh vực thực nghiệm mà anh không tiếp xúc trực tiếp, tức khắc anh sẽ mất lòng tin. Song chúng ta bắt buộc phải nói tới những lĩnh vực mà chúng ta chưa hề nhìn thấy, nếu không thế, thì khoa học chẳng để làm gì cả. Chẳng hạn, lúc vật chuyển động, khối lượng của nó thay đổi vì năng lượng phải được bảo toàn. Do sự tương tác giữa khối lượng và năng lượng, năng lượng - gắn liền với chuyển động - sẽ xuất hiện như một khối lượng bổ sung. Khi chuyển động, vật trở nên “nặng” hơn. Newton đã quan niệm khác. Ông cho rằng khối lượng không đổi. Khi phát hiện ra quan niệm ấy của Newton là sai lầm, tất cả đều nói “Trời ơi! Thật kinh khủng ! Các nhà vật lý đã phát hiện ra sai lầm của chính họ ! Hừ ! Không hiểu trước đây tại sao họ cứ nghĩ là họ đúng ?”. Hiệu ứng ấy rất bé và chỉ bộc lộ khi vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng. Khi anh quay con quay, thì trọng lượng của nó vẫn như lúc nó đứng yên, với độ chính xác tới một phần số rất bé. Bây giờ họ sẽ phải nói thế này: “Nếu vận tốc chưa vượt tới một trị số nào đó, thì khối lượng con quay không đổi”. Tất cả đều sẽ rõ ràng, có phải thế không ? Không. Nếu chỉ thí nghiệm với con quay bằng gỗ, bằng đồng và bằng sắt, thì phải nói thế này: “Khi con quay bằng gỗ, bằng đồng và bằng sắt quay không nhanh quá một vận tốc nào đó...” Anh thấy đấy, chúng ta không biết được hết các điều kiện cần thiết cho thí nghiệm. Ta không biết khối lượng của con quay phóng xạ có được bảo toàn không. Vì vậy, nếu chúng ta muốn từ khoa học rút ra cái gì đó có ích, thì ta phải xây dựng các dự đoán. Muốn cho khoa học không biến thành những thủ tục đơn giản của các thí nghiệm đã tiến hành, chúng ta phải đề ra những định luật bao quát tới những chân trời xa lạ chưa từng biết. Ở đây chẳng có gì là ngu ngốc cả, chỉ do khoa học chưa hoàn mĩ mà thôi. Nếu anh nghĩ rằng khoa học phải hoàn mĩ - anh nhầm đấy.

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

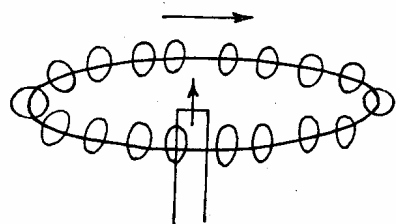
Còn có những đại lượng bảo toàn khác giống như năng lượng ở chỗ chúng cũng là những số ! Một trong những đại lượng đó là động lượng (xung lượng). Nếu lấy tất cả các khối lượng trong một hệ, đem nhân với vận tốc tương ứng và cộng lại tất cả, thì tổng sẽ là động lượng của hệ. Và động lượng toàn phần này của hệ được bảo toàn.

Một thí dụ đại lượng bảo toàn khác là mômen động lượng mà tôi đã có dịp nói tới. Mômen động lượng là diện tích mà vectơ tia quét trong một giây khi vật chuyển động. Chẳng hạn ta có một vật chuyển động và chọn lấy một tâm bất kì, thì tốc độ tăng của diện tích (hình dưới) quét bởi đoạn thẳng nối vật với tâm,

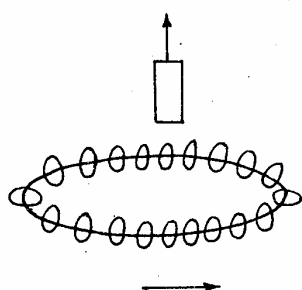


đem nhân với khối lượng của vật được gọi là mômen động lượng; cộng mômen của tất cả các vật trong một hệ ta sẽ được mômen động lượng của hệ. Đại lượng đó cũng không đổi. Như vậy

ta có sự bảo toàn của mômen động lượng. Nhân đây, có thể nói rằng, nếu anh biết nhiều về vật lý, anh có cảm giác là mômen động lượng không bảo toàn. Cũng giống như năng lượng, nó biểu hiện dưới những dạng khác nhau. Nhiều người nghĩ rằng nó chỉ liên hệ với chuyển động, song tôi sẽ chứng minh nó còn xuất hiện cả trong những dạng khác. Nếu ta đưa vào ống dây dẫn một thanh nam châm, thì từ trường, từ thông bên trong ống sẽ tăng và trong dây có dòng điện chạy qua. Chuyển vận của các máy điện dựa trên nguyên tắc như vậy. Hãy tưởng tượng ta thay ống dây bằng một cái đĩa trong đó có những điện tích, giống như electron trong dây dẫn (hình dưới).



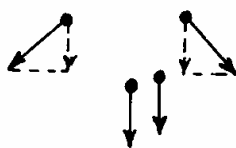
Bây giờ ta đưa rất nhanh một thanh nam châm từ xa lại, dọc theo đúng trục của đĩa; từ thông sẽ biến thiên. Cũng giống như trong dây dẫn, các điện tích sẽ bắt đầu chuyển động theo đường tròn, và nếu đĩa nằm trên một ổ trục, thì nó sẽ quay. Điều đó trái với sự bảo toàn mômen: khi nam châm ở xa đĩa không quay và khi gần thì nó quay. Chúng ta có sự quay mà không mất gì cả, và điều đó mâu thuẫn với các qui tắc ! “A ! - anh bảo - thế nghĩa là phải có tương tác nào khác, buộc nam châm quay theo chiều ngược lại” . Chẳng phải như vậy. Không có lực điện nào tác dụng lên nam châm để có thể quay nó ngược lại. Cách giải thích là: mômen đã xuất hiện dưới hai dạng khác nhau. Một là dạng mômen gắn liền với chuyển động, và dạng kia - mômen gắn liền với các trường điện và từ. Xung quanh nam châm có một trường với mômen riêng của nó, mômen này không xuất hiện trong chuyển động, song ngược với sự quay về dấu. Nếu ta tiến hành thí nghiệm theo trình tự ngược lại (hình dưới), thì điều đó càng rõ ràng. Khi đĩa với các hạt của nó và nam châm đứng bên nhau, và cả hai đều đứng yên, thì tôi bảo rằng trường có mômen, mômen dưới dạng ẩn - không bộc lộ trong chuyển động quay cơ học. Nhưng nếu anh cất nam châm đi, các trường sẽ mất, và bây giờ mômen động lượng phải xuất hiện và đĩa bắt đầu quay. Định luật buộc nó quay đó gọi là định luật cảm ứng điện từ.



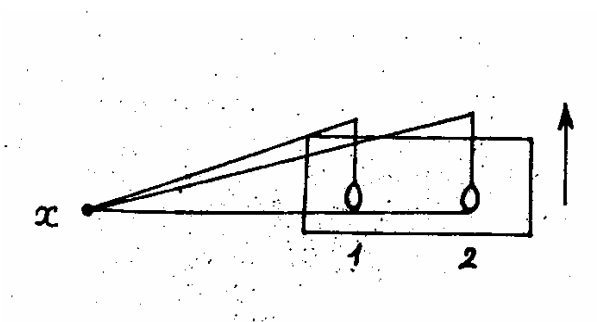
Mômen động lượng có biến thiên từng lượng tử một không, tôi thật là khó nói. Mới nhìn, nó không thể nào biến thiên từng lượng tử một được, bởi vì nó tùy thuộc ta chọn hình chiếu của hệ dưới một góc thế nào. Anh nhìn một diện tích biến thiên và dĩ nhiên anh sẽ thấy nó khác nhau tùy thuộc anh nhìn thẳng vào nó hay nhìn nghiêng. Nếu mômen biến thiên từng lượng tử một, nhìn vào hệ nghiêng đi một góc nào đó, anh sẽ thấy nó bằng 8 đơn vị; sau đó thay đổi góc nhìn chỉ một tí chút thôi, thì số đơn vị cũng phải thay đổi một tí chút thôi, ví dụ như chỉ bé hơn 8 một chút, chẳng hạn. Mà 7 không phải bé hơn 8 một tí chút; 7 bé hơn 8 một lượng hoàn toàn xác định, vì vậy mà mômen khó mà biến thiên từng lượng tử một được. Mặc dù vậy sự tinh vi và kì lạ của cơ học lượng tử đã cho phép chứng minh rằng, nếu ta đo mômen động lượng đối với bất kì trục nào, thì - lạ chưa! - bao giờ ta cũng được một số nguyên đơn vị. Cố nhiên, khác với các điện

tích, đây không phải là những đơn vị có thể đếm được. Mômen biến thiên từng lượng tử một với ý nghĩa toán học, nó biến thiên thế nào để - trong một phép đo bất kì - độ lớn của nó bao giờ cũng được biểu diễn bằng một số nguyên. Song chúng ta lại không có thể coi nó như là một số nguyên điện tích đơn vị - những đơn vị tưởng tượng mà ta có thể đếm: một, hai, ba,... Trong trường hợp mômen động lượng, chúng ta không thể hình dung chúng như là những đơn vị tách biệt, nhưng mặc dù như thế, chúng luôn luôn là một số nguyên... Đó là điều vô cùng lạ lùng.

Còn một câu hỏi lý thú nữa: các định luật bảo toàn có chứa đựng một nguyên lý cơ bản hơn nữa không, hay là chúng thế nào thì ta phải công nhận thế ấy ? Vấn đề này tôi xin để dành bài sau. Nhưng cần chú ý tới khía cạnh này: khi trình bày một cách phổ thông các nguyên lý ấy, hình như chúng chẳng liên quan gì với nhau. Nhưng nếu tìm hiểu sâu sắc hơn nữa chúng ta sẽ thấy giữa chúng có một mối liên hệ chặt chẽ: mỗi một nguyên lý - thế này hay thế khác - chứa đựng bên trong nó tất cả những cái khác. Ta chỉ xét mối liên hệ giữa tính tương đối và tính định xứ của bảo toàn chẳng hạn. Nếu tôi không làm sáng tỏ mối liên hệ ấy bằng các thí dụ, thì có thể anh đã thấy rất lạ lùng là: làm thế nào từ điều - không thể xác định được anh chuyển động nhanh bao nhiêu - mà rút ra rằng một đại lượng bảo toàn không biến mất ở một nơi và đồng thời xuất hiện ở một nơi khác. Giờ đây, tôi muốn trình bày rõ mối liên hệ giữa sự bảo toàn mômen động lượng, sự bảo toàn động lượng và sự bảo toàn của một vài đại lượng khác.



Trong sự bảo toàn mômen động lượng, chúng ta xét tới diện tích do các hạt chuyển động vạch nên. Nếu có nhiều hạt (hình trên) và chúng ta chọn điểm x rất xa làm tâm thì khoảng cách từ tâm tới các hạt hầu như bằng nhau. Trong trường hợp ấy, lúc tính diện tích hoặc mômen động lượng, chỉ cần kể tới một yếu tố là thành phần vận tốc thẳng đứng trên hình. Ta thấy tổng tất cả các khối lượng nhân với vận tốc thẳng đứng tương ứng, sẽ không đổi - bởi vì mômen động lượng đối với bất kì điểm nào cũng không đổi - và nếu điểm đó chọn đủ xa, thì mômen chỉ phụ thuộc vào khối lượng và vận tốc. Như vậy, từ sự bảo toàn mômen động lượng đã dẫn đến sự bảo toàn động lượng. Và sự bảo toàn động lượng đến lượt nó lại bao hàm sự bảo toàn của một đại lượng nữa liên quan chặt chẽ với động lượng, đó là vị trí của trọng tâm (hình dưới).



Một khối lượng trong hộp không thể tự nó chuyển dời từ chỗ này tới chỗ khác; đây không đụng chạm gì tới sự bảo toàn khối lượng cả: khối lượng bao giờ cũng giữ nguyên, ta chỉ muốn nói tới sự dịch chuyển của nó mà thôi. Diện tích thì có thể chuyển dời còn khối lượng thì không. Hãy cho phép tôi giải thích vì sao. Chuyển động không ảnh hưởng gì tới các định luật vật lý, vì vậy, hãy giả thiết là hộp chuyển động đều về phía trên. Giờ ta hãy tìm mômen động lượng đối với một điểm x không xa lắm. Nếu trong chuyển động đi lên đó của hộp, khối lượng vẫn ở yên tại vị

trí 1 thì diện tích do vectơ - tia của nó vạch nên sẽ biến thiên với một tốc độ xác định. Nếu khối lượng chuyển dời tới vị trí 2 thì diện tích sẽ biến thiên nhanh hơn; độ cao vẫn như cũ, vì hộp đi lên với vận tốc vẫn như trước nhưng khoảng cách từ x tới khối lượng lại tăng. Nhưng theo định luật bảo toàn mômen, độ nhanh của sự biến thiên diện tích phải không đổi. Vì thế, khối lượng tự nó không được phép di chuyển: Muốn nó chuyển động anh phải đẩy nó đi hoặc bằng cách tăng mômen động lượng. Vì lẽ ấy, tên lửa tưởng như không thể chuyển động trong chân không... nhưng nó vẫn chuyển động. Nếu ta có một vài khối lượng mà một cái chuyển động về phía trước, thì những cái khác buộc phải chuyển động về phía sau thế nào cho chuyển động về phía trước và về phía sau cân bằng lẫn nhau. Chuyển vận của tên lửa là như vậy. Ban đầu nó đứng yên trong chân không, sau đó khí phụt về phía sau, vì thế mà tên lửa bay về phía trước. Điều quan trọng là toàn thể vật chất, khối tâm, khối lượng nhìn một cách tổng quát, vẫn đứng yên tại chỗ. Bộ phận cần thiết sẽ bay về phía trước, phần còn lại không cần thiết, và chúng ta không quan tâm tới, bị bắn về phía sau. Đối với riêng những những bộ phận cần thiết - không có các định lý về bảo toàn, đây chỉ muốn nói tới sự bảo toàn của toàn bộ.

Sự nghiên cứu các định luật vật lý cũng giống như một trò chơi trẻ con với các mẫu hình lập phương, và từ những mẫu ấy tạo nên một bức tranh tròn vẹn. Chúng ta có một số rất lớn các mẫu hình lập phương và mỗi ngày chúng càng nhiều thêm. Nhiều mẫu rơi sang một bên như là chúng không thích hợp với số còn lại. Từ đâu mà chúng ta lại biết là tất cả chúng cùng một tập hợp? Từ đâu mà chúng ta biết là tất cả chúng hợp lại thành một bức tranh đầy đủ? Chắc chắn tuyệt đối thì không có, và điều đó làm chúng ta phần nào băn khoăn. Nhưng ở nhiều mẫu lập phương có cái chung nào đó, và điều ấy làm nảy ra hi vọng. Trên tất cả các mẫu hình lập phương đều có vẽ trời xanh, tất cả chúng đều làm bằng cùng một loại gỗ. Tất cả các định luật vật lý cũng tuân theo những định luật bảo toàn như nhau.

GIẢI ĐÁP THẮC MẮC

Trong một cuốn sách tham khảo **36 Bài tập chọn lọc vật lý 7** dành cho học sinh giỏi các lớp chọn và chuyên của hai tác giả Trương Thọ Lương và Phan Hoàng Văn do NXB Giáo Dục ấn hành năm 1996 có bài toán sau:

Trong một bình hình trụ tiết diện $S_1 = 30\text{cm}^2$ có chứa nước, khối lượng riêng $D_1 = 1\text{g} / \text{cm}^3$.

Người ta thả thẳng đứng một thanh gỗ có khối lượng riêng $D_2 = 0,8\text{g} / \text{cm}^3$, tiết diện $S_1 = 10\text{cm}^2$ thì phần chìm trong nước là $h = 20\text{cm}$.

- Tính chiều dài l của thanh gỗ.*
- Biết đầu dưới của thanh gỗ cách đáy $\Delta h = 2\text{cm}$. Tìm chiều cao mực nước đã có lúc đầu trong bình.*
- Có thể nhấn chìm hoàn toàn thanh gỗ vào nước được không? Để có thể nhấn chìm thanh gỗ trong nước thì chiều cao ban đầu tối thiểu của mực nước trong bình phải là bao nhiêu?*

Giải:

a) Do thanh gỗ cân bằng trong nước nên trọng lượng của nó cân bằng với lực đẩy Acsimet. Ta có:

$$10D_1.S_2.h = 10D_2.S_2.l$$

Suy ra:

$$l = \frac{D_1}{D_2} h = \frac{1}{0,8} 20 = 25\text{cm}$$

b) Khi thả thanh gỗ vào nước, phần nước dâng lên ứng với thể tích thanh gỗ chìm trong nước.

Gọi ΔH là phần nước dâng lên, ta có:

$$S_2 h = (S_1 - S_2) \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{S_2 h}{S_1 - S_2} = \frac{10.20}{30 - 10} = 10\text{cm}$$

Gọi H và H' là mực nước trước và sau khi thả thanh gỗ vào, ta có:

$$H' = H + \Delta H \text{ hay } H = H' - \Delta H = (h + \Delta h) - \Delta H = (20 + 2) - 10 = 12\text{cm}$$

c) Khi thanh gỗ chìm hoàn toàn trong nước thì mực nước dâng lên một đoạn

$$\Delta H' = \frac{S_2 l}{S_1 - S_2} = \frac{10.25}{30 - 10} = 12,5\text{cm}$$

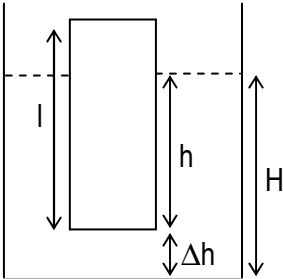
Chiều cao mực nước khi đó là:

$$H'' = H + \Delta H' = 12 + 12,5 = 24,5\text{cm}.$$

Vì $H'' < l$ nên không thể nhấn chìm hoàn toàn thanh vào trong nước. Để có thể nhấn chìm hoàn toàn thanh gỗ vào nước, thì phải có: $H + \Delta H' \geq l$, hay:

$$H \geq l - \Delta H' = 25 - 12,5 = 12,5\text{cm}.$$

Vậy chiều cao mực nước tối thiểu lúc đầu $H_{\min} = 12,5\text{cm}$.



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

Phạm Xuân Mai
(Sở GD&ĐT Hải Dương)

GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

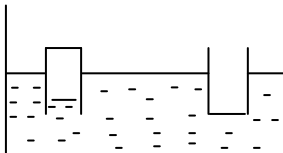
TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/3. Một chiếc cốc hình trụ thành mỏng để hở miệng được nhúng thẳng đứng vào trong bình đựng nước: lần nhúng thứ nhất đáy cốc hướng lên trên, lần nhúng thứ hai đáy cốc hướng xuống dưới trong cả hai lần nhúng, cốc đều ngập ở cùng một độ sâu, nước trong bình không tràn ra ngoài và ở trường hợp sau nước không tràn vào trong cốc. Hỏi công cần thực hiện để nhúng cốc trong trường hợp nào lớn hơn? Giải thích.

Giải: Do cốc thành mỏng nên bỏ qua kích thước của cốc. Để ấn cốc ngập trong nước ta phải tác dụng vào cốc một lực theo phương thẳng đứng $F = F_A - P$ với F_A lực đẩy Acsimet và P là trọng lượng của cốc. (Bỏ qua áp suất khí quyển).

Trường hợp đầu do không khí bị nén trong cốc nên thể tích nước do cốc chiếm chỗ nhỏ hơn trường hợp sau khi cốc ngập cùng độ sâu trong nước, do đó lực đẩy Acsimet nhỏ hơn (hình vẽ).

Suy ra lực ấn trung bình F_{tb} nhỏ hơn. Cốc ngập cùng độ sâu nên có cùng độ dài đường đi s. Vì thế công để ấn cốc: $A = F_{tb} s$ trong trường hợp sau lớn hơn.



Các bạn có lời giải đúng: Lưu Tiến Quyết lớp 9C, trường THCS Yên Lạc, **Vĩnh phúc**.

CS2/3. Trong một bình cách nhiệt có chứa $m_1 = 189$ gam nước đá ở nhiệt độ t_1 . Đổ vào bình một ca chứa m_2 gam nước ở nhiệt độ $t_2 = 22^\circ\text{C}$. Khi có cân bằng nhiệt, khối lượng nước đá giảm đi là $\Delta m = 84$ gam. Nếu đổ thêm ca thứ hai chứa nước như ca thứ nhất vào bình thì nhiệt độ của hỗn hợp khi có cân bằng nhiệt là $t = 1^\circ\text{C}$. Biết nhiệt dung riêng của nước đá là $c_1 = 2,1$ J/g.độ, của nước là $c_2 = 4,2$ J/g.độ, nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 340$ J/g. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt giữa nước với bình và môi trường.

- Tính nhiệt độ t_1 của nước đá và khối lượng m_2 của nước có trong một ca.
- Thực ra, do có sự truyền nhiệt cho bình nên nhiệt độ của hỗn hợp sau khi đổ 2 ca nước trên là $0,8^\circ\text{C}$. Sử dụng kết quả vừa tìm được tính nhiệt dung của bình.

Giải: a) Sau khi đổ một ca nước ở 22°C thì nước đá chỉ tan một phần. Hỗn hợp gồm cả nước và nước đá nên ở 0°C .

Phương trình cân bằng nhiệt:

$$\text{Sau khi đổ một ca: } m_2 C_2 t_2 = \Delta m \lambda + m_1 C_1 (0 - t_1) \quad (1)$$

$$\text{Sau khi đổ ca thứ hai: } m_2 C_2 (t_2 - t) = (m_1 - \Delta m) \lambda + (m_1 + m_2) C_2 t \quad (2)$$

Thay các giá trị đã cho vào (2) ta được $m_2 = 434,45\text{g}$

Thay giá trị của m_2 vào (1) ta được $t_1 = -29,2^\circ\text{C}$

- Gọi q là nhiệt dung của bình. Phương trình cân bằng nhiệt là:

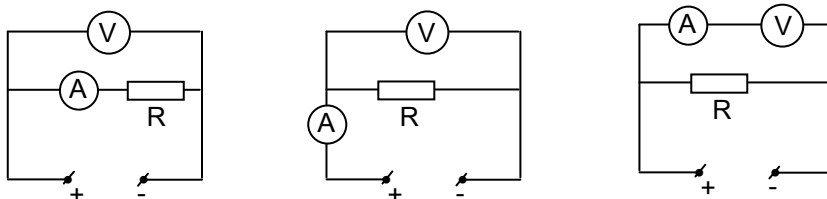
$$2m_2 c_2 (t_2 - t) = \lambda m_1 + m_1 c_1 (0 - t_1) + m_1 c_2 t + q(t - t_1)$$

$$\rightarrow q = [2m_2 c_2 (t_2 - t) - \lambda m_1 - m_1 c_1 (0 - t_1) - m_1 c_2 t] : (t - t_1)$$

Thay các giá trị ở trên ta được: $q = 29,4\text{ J/g}$.

Các bạn có lời giải đúng: Hoàng Nguyễn Anh Tuấn lớp 9, trường THCS Nguyễn Bình Khiêm, Biên Hoà **Đồng Nai**; Quách Hoài Nam lớp 9B, trường THCS Yên Lạc **Vĩnh Phúc**; Vương Bằng Việt lớp 7, trường THCS Nam Hà, thị xã **Hà Tĩnh**; Nguyễn Văn Thành lớp 10Lý, trường THPT Chuyên **Bắc Ninh**.

CS3/3. Cùng các dụng cụ đo nhưng được mắc theo các sơ đồ khác nhau như hình vẽ. Số chỉ của vôn kế và ampe kế trong mỗi sơ đồ lần lượt là U_1, I_1 ; U_2, I_2 ; U_3, I_3 . Bỏ qua điện trở dây nối, hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện không đổi.



- Tìm điện trở R_A của ampe kế và R_V của vôn kế.
- Cho biết $R_V > R > R_A$, hãy so sánh các giá trị của dòng điện I_1, I_2, I_3 và giá trị của các hiệu điện thế U_1, U_2, U_3 .

Giải: a) Từ sơ đồ 3: $R_V = U_3 / I_3$

Từ sơ đồ 2: $R = U_2 / (I_2 - I_V) = U_2 / (I_2 - U_2 / R_V)$

$$\rightarrow R = \frac{U_2 U_3}{U_3 I_2 - U_2 I_3}$$

Từ sơ đồ 1: $R_A = U_1 / I_1 - R \rightarrow R_A = U_1 / I_1 - U_2 U_3 / (U_3 I_2 - U_2 I_3)$

- So sánh các giá trị của I .

Hiệu điện thế U của nguồn đúng bằng U_1 .

$$I_1 = U_1 / (R_A + R) \quad I_2 = \frac{U_1}{R_A + \frac{R_V R}{R_V + R}} \quad I_3 = U_1 / (R_A + R_V)$$

Vì $\frac{R_V \cdot R}{R_V + R} < R < R_V$ nên $I_2 > I_1 > I_3$.

+ So sánh các giá trị của U .

$$U_1 = U_{\text{nguồn}}; \quad U_2 = \frac{U}{\frac{R_A}{R_{td}} + 1} \quad \text{với} \quad R_{td} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}; \quad U_3 = \frac{U}{R_A + R_V} \cdot R = \frac{U}{\frac{R_A}{R_V} + 1}$$

Vì mẫu số của U_2 và U_3 đều lớn hơn 1 nên U_2 và U_3 đều nhỏ hơn $U = U_1$. Vì $R_{td} < R_V$ nên $R_A / R_V \rightarrow U_3 > U_2$. Vậy $U_1 > U_3 > U_2$.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Sơn Tùng lớp 9, trường THCS Chu Văn An, Q. Ngô Quyền, **Hải Phòng**; Nguyễn Văn Thành, Trần Thái Hà lớp 10 Lý, trường THPT Chuyên **Bắc Ninh**.

CS4/3. Một vật phẳng nhỏ AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ, sao cho điểm B nằm trên trục chính và cách quang tâm của thấu kính một khoảng $BO = a$. Nhận thấy rằng nếu dịch vật đi một khoảng $b = 5 \text{ cm}$ lại gần hoặc ra xa thấu kính thì đều được ảnh có độ cao bằng ba lần vật, trong đó một ảnh cùng chiều và một ảnh ngược chiều với vật. Dùng cách vẽ đường đi tia sáng, hãy xác định khoảng cách a và vị trí tiêu điểm của thấu kính.

Giải: Kí hiệu vị trí của vật khi lại gần thấu kính là A_1B_1 và khi ra xa thấu kính là A_2B_2 . Vẽ đường đi các tia sáng để tạo ảnh của vật ứng với các vị trí đặt vật nói trên. Ta được các ảnh $A_1'B_1'$ và $A_2'B_2'$ như hình vẽ.

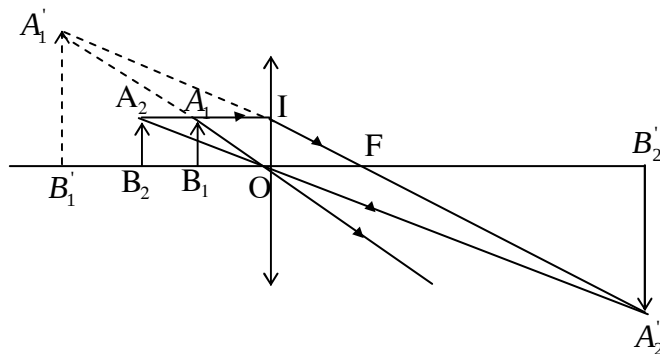
Xét hai tam giác đồng dạng OA_1B_1 và $OA_1'B_1'$, ta có: $\frac{OB_1}{OB_1'} = \frac{1}{3} \rightarrow OB_1 = \frac{OB_1'}{3}$ (1)

Xét hai tam giác đồng dạng OA_2B_2 và $OA_2'B_2'$, ta có: $OB_2 = \frac{OB_2'}{3}$ (2)

Xét hai tam giác đồng dạng FOI và $FA_2'B_2'$, ta có: $FB_2' = 3OF$

Kí hiệu $OF = f$, dễ dàng suy ra $FB_2' = 3f = FB_1'$. Vậy $OB_2' = 4f$ và $OB_1' = 2f$

Thay các giá trị này vào (1) và (2) ta được: $OB_1 = \frac{2f}{3}$ và $OB_2 = \frac{4f}{3}$.



Do đó $B_1B_2 = \frac{2f}{3} = 10 \text{ cm} \rightarrow f = 15 \text{ cm}$. Vậy tiêu điểm F nằm cách thấu kính 15 cm .

Điểm B nằm cách đều B_1 và B_2 một khoảng là 5 cm. Thay $f = 15$ vào trên ta được $OB_1 = 10\text{cm}$. Vậy $OB = a = 10 + 5 = 15(\text{cm})$. Điểm B trùng với tiêu điểm trước của thấu kính.

Các bạn có lời giải đúng: Phạm Hoàng Thạch lớp 7, trường THCS Trần Hưng Đạo, Biên Hoà **Đồng Nai**; Vương Bằng Việt lớp 7, trường THCS Nam Hà, thị xã **Hà Tĩnh**; Nguyễn Việt Bảo lớp 8B, trường THCS Nguyễn Thượng Hiền, Ứng Hoà, **Hà Tây**; Hồ Quang Sơn lớp 9C, trường THCS Đặng Thai Mai, Vinh **Nghệ An**; Nguyễn Thị Huyền Trang lớp 9D trường THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**; Nguyễn Sơn Tùng lớp 9 trường THCS Chu Văn An, Q. Ngô Quyền, **Hải Phòng**; Nguyễn Đình Phúc lớp 10T, trường THPT Đào Duy Từ, **Hà Nội**; Nguyễn Văn Thành lớp 10 Lý, trường THPT Chuyên **Bắc Ninh**.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/3. Một xe có khối lượng M trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng có góc nghiêng α . Lúc $t = 0$, trên sàn xe AA' có một quả bóng rời A với vận tốc v_0 trượt không ma sát hướng tới A' . Cho hệ số phục hồi của bóng và thành là e , $AA' = L$.

1) Tìm thời điểm t_n của lần va chạm thứ n của bóng với thành xe. Tìm động lượng của hệ xe và bóng ở thời điểm đó.

2) Tìm vận tốc v của xe và u của bóng sau lần va chạm thứ n .

Giải:

1) Do không có ma sát nên xét hệ quy chiếu phi quán tính chuyển động với gia tốc $a = g \sin \alpha$ thì vận tốc tương đối của bóng so với xe không đổi giữa hai va chạm. Dễ dàng tính được vận tốc của bóng:

Lần 1 từ $A \rightarrow A'$: v_0 ; lần 2 từ $A' \rightarrow A$: $-ev_0$; lần 3: e^2v_0 ; lần 4: $-e^3v_0$; ...

Khoảng thời gian giữa hai va chạm liên tiếp lần lượt là:

$$t_1 = \frac{L}{v_0}; t_2 = \frac{L}{ev_0}; t_3 = \frac{L}{e^2v_0}; t_4 = \frac{L}{e^3v_0}; \dots$$

Vậy thời điểm diễn ra va chạm thứ n là:

$$t = t_1 + t_2 + \dots + t_n$$

$$= \frac{L}{v_0} \left(1 + \frac{1}{e} + \frac{1}{e^2} + \dots + \frac{1}{e^{n-1}} \right) = \frac{L}{v_0} \left(\frac{1 - e^{-n}}{1 - e^{-1}} \right) \quad (1)$$

Động lượng của hệ biến thiên do xung của thành phần trọng lực dọc theo mặt phẳng nghiêng $F = (M + m)g \sin \alpha$. Ta có:

$$\Delta p = F \Delta t \rightarrow p - p_0 = (M + m)g \sin \alpha \Delta t \text{ với } p_0 = mv_0 \text{ và } \Delta t = t. \text{ Suy ra:}$$

$$p = mv_0 + (m + M)gt \sin \alpha, \text{ hay}$$

$$p = mv_0 + (m + M)g \sin \alpha \frac{L}{v_0} \left(\frac{1 - e^{-n}}{1 - e^{-1}} \right). \quad (2)$$

2) Động lượng của hệ sau lần va chạm thứ n là:

$$p = mu + Mv \text{ (v và u là các giá trị đại số).}$$

Từ (2) suy ra:

$$u + \frac{M}{m}v = v_0 + \left(\frac{M}{m} + 1 \right)g \sin \alpha \frac{L}{v_0} \left(\frac{1 - e^{-n}}{1 - e^{-1}} \right) \quad (3)$$

Mà theo câu 1 thì vận tốc tương đối của bóng sau lần va chạm thứ n là:

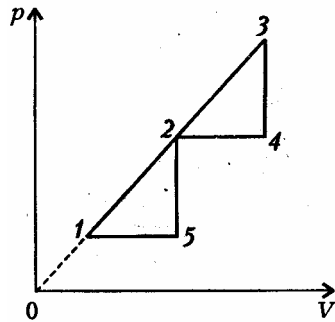
$$u - v = (-e)^n v_0 \quad (4)$$

Từ (3) và (4) suy ra:

$$v = \frac{v_0 \left[1 - (-e)^n + \left(\frac{M}{m} + 1 \right) g \sin \alpha \frac{L}{v_0^2} \left(\frac{1 - e^{-n}}{1 - e^{-1}} \right) \right]}{\frac{M}{m} + 1}$$

$$u = \frac{v_0 \left[1 + (-e)^n + \frac{M}{m} + \left(\frac{M}{m} + 1 \right) g \sin \alpha \frac{L}{v_0^2} \left(\frac{1 - e^{-n}}{1 - e^{-1}} \right) \right]}{\frac{M}{m} + 1}$$

TH2/3. Một máy nhiệt, với chất công tác là khí lý tưởng đơn nguyên tử, thực hiện công theo chu trình 1 - 2- 3- 4- 5- 1 được biểu diễn trên giản đồ pV như hình vẽ. Các điểm 1, 2 và 3 nằm trên



một đường thẳng đi qua gốc tọa độ của giản đồ, trong đó điểm 2 là trung điểm của đoạn 1-3. Tìm hiệu suất của máy nhiệt trên, biết rằng nhiệt độ cực đại của khí trong chu trình này lớn hơn nhiệt độ cực tiểu của nó n lần. Tính hiệu suất với $n = 4$.

Giải:

Theo đề bài, 1, 2, 3 nằm trên đường thẳng đi qua gốc tọa độ, ta có:

$$p_1 = p_5 = \alpha V_1 \quad (1); \quad p_2 = p_4 = \alpha V_2 \quad (2); \quad p_3 = \alpha V_3 \quad (3)$$

với α là một hằng số. Mặt khác, theo phương trình trạng thái khí lý tưởng và ba phương trình trên ta được:

$$p_1 V_1 = RT_1 \rightarrow \alpha V_1 \cdot V_1 = \alpha V_1^2 = RT_1. \text{ Suy ra: } T_1 = \frac{\alpha}{R} V_1^2 \quad (4).$$

$$\text{Tương tự: } T_2 = \frac{\alpha}{R} V_2^2 \quad (5) \text{ và } T_3 = \frac{\alpha}{R} V_3^2 \quad (6)$$

Vì $V_1 < V_2 < V_3$, từ (3), (4), (5) suy ra $T_1 < T_2 < T_3$.

Vì quá trình 3-4 là đẳng áp, nên: $\frac{T_3}{T_4} = \frac{p_3}{p_4} = \frac{p_3}{p_2} = \frac{V_3}{V_2} > 1 \rightarrow T_4 < T_3$.

Vì quá trình 4-2 là đẳng tích, nên: $\frac{T_4}{T_2} = \frac{V_4}{V_2} = \frac{V_3}{V_2} > 1 \rightarrow T_4 > T_2$, như vậy: $T_1 < T_5 < T_2$

Tương tự, từ các quá trình đẳng tích 2-5 và đẳng áp 5-1, ta được: $T_1 < T_5 < T_2$. Suy ra:

$$T_1 < T_5 < T_2 < T_4 < T_3.$$

Nghĩa là T_3 là nhiệt độ lớn nhất và T_1 là nhiệt độ nhỏ nhất của khí trong chu trình nên theo đề bài $T_3 = nT_1$. Thay (6) và (4) vào phương trình vừa nhận được, ta có:

$$\frac{\alpha}{R}V_1^2 = n\frac{\alpha}{R}V_3^2 \rightarrow V_3^2 = nV_1^2 \rightarrow V_3 = \sqrt{n}V_1 \quad (7)$$

Vì 2 là điểm giữa của đoạn 1-3, ta có:

$$V_2 - V_1 = V_3 - V_2 \rightarrow V_2 = \frac{1}{2}(V_3 + V_1)$$

Thay (7) vào ta được: $V_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{n} + 1)V_1 \quad (8)$

Như đã biết, công A thực hiện trong một chu trình có giá trị bằng diện tích của chu trình đó, ở đây đó là diện tích của hai tam giác bằng nhau 1-2-5 và 2-3-4. Từ hình vẽ và dùng (1) và (2), ta có:

$$A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \alpha(V_2 - V_1)^2$$

Thay (8) vào ta được:

$$A = \alpha \left(\frac{\sqrt{n} + 1}{2} V_1 - V_1 \right)^2 = \alpha V_1^2 \left(\frac{\sqrt{n} - 1}{2} \right)^2$$

Dễ thấy rằng các quá trình đẳng tích 3-4, 2-5 và đẳng áp 4-2; 5-1 đều toả nhiệt, nên nhiệt lượng Q máy nhiệt nhận được chỉ trong các quá trình 1-2-3. áp dụng nguyên lý I của nhiệt động học, ta có:

$$Q = \frac{3}{2}R(T_3 - T_1) + \frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_3 - V_1)$$

Thay (1), (3), (6) và (7) vào ta được:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{2}R\left(\frac{\alpha}{R}V_3^2 - \frac{\alpha}{R}V_1^2\right) + \frac{1}{2}(\alpha V_1 + \alpha V_3)(V_3 - V_1) \\ &= \frac{3\alpha}{2}(nV_1^2 - V_1^2) + \frac{1}{2}\alpha(nV_1^2 - V_1^2) \\ &= 2\alpha(n-1)V_1^2 \end{aligned}$$

Vậy hiệu suất của máy nhiệt đã cho bằng:

$$H = \frac{A}{Q} = \frac{\alpha V_1^2 (\sqrt{n} - 1)^2}{8\alpha(n-1)V_1^2} = \frac{1}{8} \frac{\sqrt{n} - 1}{\sqrt{n} + 1}$$

Với $n = 4$, thay vào công thức trên ta được $H = 1/24$.

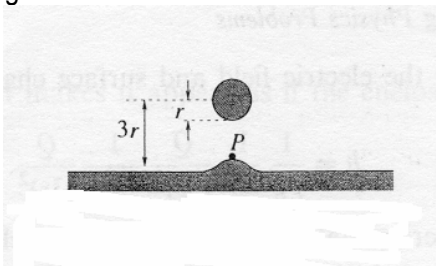
Các bạn có lời giải đúng: Phạm Việt Đức lớp 11A, Hoàng Văn Tuệ lớp 10A Khối chuyên Lý ĐHQG Hà Nội; Trịnh Hữu Phước lớp 11A10 Trường chuyên Vĩnh Phúc; Nguyễn Quyết Thắng lớp 11 Lý Trường chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**.

TH3/3. Một quả cầu đường kính 1 cm mang điện tích $Q = 10^{-8}C$ được treo bằng một dây cách điện, điểm thấp nhất của nó cách mặt nước biển chứa trong một bình lớn là 1 cm. Khi đó mặt nước ngay dưới quả cầu sẽ dâng lên một chút. Hãy giải thích hiện tượng và tính độ cao của nước dâng lên nếu bỏ qua sức căng mặt ngoài của nước biển, cho khối lượng riêng của nước biển là 1000 kg/m^3 .

Giải:

Nước biển là chất dẫn điện tốt do có chứa các điện tích tự do (cụ thể là các ion dương và âm). Khi quả cầu tích điện đặt gần bề mặt nước biển, các điện tích tự do trái dấu được hút lên và các điện tích cùng dấu bị đẩy ra xa. Kết quả là điện trường trên mặt nước có đường sức vuông góc với bề mặt còn điện trường ở dưới bị triệt tiêu.

Tương tác giữa các điện tích của quả cầu và của mặt nước làm cho mặt nước bị dâng lên. Lực điện tác dụng lên phần dâng lên này cân bằng với trọng lực (bỏ qua sức căng mặt ngoài). Ta không thể biết rõ hình dạng của phần dâng lên, nhưng có thể coi mức nước dâng lên là nhỏ và chỉ là một sự thay đổi không đáng kể của hình dạng mặt nước, đó là lý do để chúng ta có thể sử dụng phương pháp ảnh điện. Đây là phương pháp rất có hiệu quả để xét hiệu ứng lớn nhất và xác định độ cao dâng lên ở điểm P trên hình.



Tại P điện trường do điện tích Q của quả cầu gây ra là:

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(3r)^2}$$

ở đây $r = 0,5\text{cm}$ là bán kính của quả cầu. Điện trường do phân bố điện tích bề mặt chưa biết gây ra có thể thay bằng điện trường gây bởi một điện tích ảnh $(-Q)$ đặt tại độ sâu $3r$. Điện trường tại P gây ra do điện tích ảnh có cùng độ lớn và phương như $\vec{E}_1$, do vậy điện trường tổng hợp tại P là

$$E = 2E_1 = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(3r)^2}.$$

Áp dụng định lý Gauss, mật độ điện tích mặt tại P là:

$$\sigma = \epsilon_0 E = \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{(3r)^2}$$

Ở mặt nước, lực tác dụng lên một đơn vị diện tích bằng tích của mật độ điện tích σ và cường độ điện trường E_1 do quả cầu gây ra:

$$\frac{F}{A} = \sigma E_1$$

Áp suất này cân bằng với áp suất thủy tĩnh của nước có độ cao h:

$$\frac{F}{A} = \rho gh = \sigma E_1$$

Suy ra:

$$h = \frac{1}{\rho g} \cdot \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{(3r)^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(3r)^2} \approx 0,29\text{mm}.$$

TH4/3. Hai đầu một đòn cân nhẹ chiều dài $2L$ có gắn hai điện tích $+Q$ và $-Q$ với cùng khối lượng M . Đòn cân có thể quay không ma sát quanh trục thẳng đứng. Ở dưới đòn cân, trên đường thẳng nối $+Q$ và $-Q$ có một lưỡng cực điện nhỏ gồm hai điện tích $+q$ và $-q$ cách nhau $2a$ (với a

$\ll L$) cố định. Ở thời điểm ban đầu đòn cân nằm ở vị trí cân bằng. Tìm tần số dao động nhỏ của đòn cân trong mặt phẳng thẳng đứng.

Giải:

Xét khi đòn cân quay một góc α nhỏ. Điện thế do lưỡng cực gây ra tại A

$$V_A = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2} \right)$$

$$\text{với } r_2 - r_1 = 2a \cos \alpha \approx 2a \left(1 - \frac{\alpha^2}{2} \right) = 2a - \alpha^2; \quad r_1 r_2 \approx L^2$$

$$\text{Suy ra } V_A = \frac{qa}{4\pi\epsilon_0 L^2} (2 - \alpha^2).$$

Tương tự ta có điện thế tại B do lưỡng cực điện gây ra là:

$$V_B = -\frac{qa}{4\pi\epsilon_0 L^2} (2 - \alpha^2)$$

Thế năng tĩnh điện của hệ là:

$$W_p = -QV_A + QV_B = -\frac{Qqa}{4\pi\epsilon_0 L^2} (2 - \alpha^2)$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$W_p + W_k = \text{const}$$

$$\Leftrightarrow \frac{-Qqa}{2\pi\epsilon_0 L^2} (2 - \alpha^2) + \frac{2M\omega^2 L^2}{2} = \text{const}$$

Lấy đạo hàm theo thời gian hệ thức trên ta có:

$$\frac{Qqa}{\pi\epsilon_0 L^2} \alpha \frac{d\alpha}{dt} + 2ML^2 \omega \frac{d\alpha}{dt} = 0. \Leftrightarrow 2ML^2 \alpha'' + \frac{Qqa}{\pi\epsilon_0 L^2} \alpha = 0$$

$$\Leftrightarrow \alpha'' + \omega^2 \alpha = 0$$

Vậy tần số dao động nhỏ của đòn cân là:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{Qqa}{2M\pi\epsilon_0}}$$

Các bạn có lời giải đúng: Phạm Việt Đức lớp 11A Khối chuyên lý ĐHQG Hà Nội; Lê Quốc Khánh lớp 11Lý, trường PT Năng Khiếu ĐHQG T.p. Hồ Chí Minh.

TH5/3. Giả thiết rằng người đối thoại với bạn đang đeo kính và ngồi đối diện với bạn qua một cái bàn. Bạn có thể xác định được anh ta đang đeo kính cận hoặc kính viễn hay không? Hiển nhiên rằng với tư cách là một người lịch sự, bạn không đề nghị anh ta cho đeo thử chiếc kính đó và không đề cập đến chiếc kính trong cuộc nói chuyện.

Giải:

Như đã biết những người cận thị phải đeo kính phân kỳ và những người viễn thị phải đeo kính hội tụ. Để thấy rằng mắt ở sau thấu kính phân kỳ nhìn sẽ thấy nhỏ hơn còn sau thấu kính hội tụ nhìn sẽ thấy lớn hơn. Tuy nhiên, điều này rất khó xác định nếu giá trị độ tụ của kính người đối thoại không thật lớn. Một cách đơn giản là xác định xem mép nhìn thấy được phía sau kính của mặt người đối thoại so với các phần lân cận của mặt dịch chuyển về phía nào: nếu dịch chuyển vào phía trong thì người đó đeo kính phân kỳ, còn nếu dịch ra phía ngoài thì người đó đeo kính hội tụ.

GỢI Ý TRẢ LỜI MỤC CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TN1/3 . Trả lời (C).

Gợi ý: Hiệu điện thế trên điện trở 100Ω khi chưa mắc vôn kế bằng

$$U_0 = E100/110 \text{ (V)} = E10/11 \text{ (V)},$$

Và sau khi mắc vôn kế bằng

$$U = E90/100 \text{ (V)} = E9/10 \text{ (V)}$$

$$\text{Sai số tương đối } \varepsilon = |U_0 - U| / U_0 \times 100\% = 1\%$$

TN2/3. Trả lời (A)

Gợi ý: Trong hệ này một đơn vị khối lượng $1\text{đv}_m = 1,673 \cdot 10^{-27}\text{kg}$, suy ra:

$$1\text{kg} = (1/1,673 \cdot 10^{-27}) \text{đv}_m \quad (1).$$

Tương tự

$$1\text{m/s} = (1/3 \cdot 10^8) \text{đv}_v \quad (2)$$

ở đây đv_v là đơn vị vận tốc trong hệ đơn vị mới.

Ta biết trong hệ SI $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{Js} = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{kg(m}^2/\text{s}^2)\text{s}$, còn trong hệ mới $h = 4\text{đv}$. Vậy

$$1\text{s} = \frac{4}{6,625 \cdot 10^{-34} \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}. \text{ Thay m/s và kg theo đơn vị mới từ (1) và (2) vào ta được: } 1\text{s} =$$

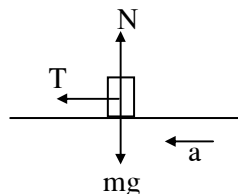
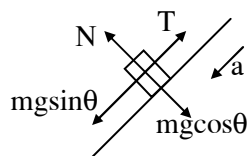
$$9,091 \cdot 10^{23} \text{đv}_t. \text{ Vậy } 1\text{đv}_t = (1/9,091 \cdot 10^{23}) \text{s} = 1,1 \cdot 10^{-24}\text{s}.$$

TN3/3. Trả lời (A).

Gợi ý: Áp dụng định lý Gauss cho mặt cầu tâm trùng tâm các quả cầu, còn bán kính R : $b < R < c$. Từ đó dễ dàng nhận được kết quả.

TN4/3. Trả lời (C)

Gợi ý: Giãn đồ lực tác dụng và phương trình định luật 2 Newton cho các vật như sau:



$$mgsin\theta - T = ma$$

$$ma = T$$

$$\Rightarrow T = 1/2 mgsin\theta.$$

TN5/3. Trả lời (D)

Gợi ý: Khi giọt mưa đạt vận tốc không đổi thì tổng hợp lực tác dụng lên giọt mưa bằng không.

Do đó $mg = kv$, suy ra $v = mg/k$. Động năng của giọt mưa sẽ là $(1/2)mv^2 = m^3g^2/2k^2$.

Bạn Lê Quốc Khánh lớp 11Lý trường PT Năng Khiếu ĐHQG T.p. Hồ Chí Minh có lời giải đúng.

GIẢI THOẠI VỀ CÁC NHÀ VẬT LÝ

Nguyên lý bất định...

Nhà vật lý nổi tiếng người Đức Werner Heisenberg, năm 1932 được trao giải thưởng Nobel về vật lý vì những đóng góp to lớn của ông cho Cơ học lượng tử mà nổi tiếng nhất là nguyên lý bất định – nguyên lý chi phối giới hạn nhận thức của con người. Theo nguyên lý này “nếu đo tọa độ của một hạt càng chính xác bao nhiêu thì đo động lượng (hay xung lượng) của nó càng kém chính xác bấy nhiêu và ngược lại”.

Khi mất, Heisenberg có để lại di chúc và theo di chúc này người ta đã khắc trên bia mộ ông dòng chữ: “Tôi nằm đâu đó ở quanh đây”.

Sự thú nhận của Frank...

Giáo sư James Frank là một trong số các vị giám khảo tại buổi bảo vệ luận án tiến sĩ của nghiên cứu sinh 23 tuổi Robert Oppenheimer – nhà vật lý sau này trở thành người lãnh đạo chương trình chế tạo quả bom nguyên tử đầu tiên của Hoa Kỳ. Tuy nhiên, khi buổi bảo vệ chưa kết thúc, người ta đã thấy Frank hốt hải bỏ ra ngoài. “May mà tôi đã kịp ra ngoài, - Frank giải thích - nếu không cậu ta sẽ hỏi lại tôi đủ thứ câu hỏi!”.

Hồng Hải (sưu tầm)

Bắt cóc “trẻ vị thành niên”...

Một lần tới thăm trường đại học Gettingen (Đức), Niels Bohr đã mời Heisenberg, một trong số những người đặt nền móng cho môn Cơ học lượng tử, lúc đó mới 25 tuổi, sang Copenhagen làm việc. Ngày hôm sau, trong bữa tiệc chào mừng Bohr, có hai cảnh sát đi tới đọc lệnh ... bắt ông vì tội “bắt cóc trẻ vị thành niên”. Thì ra đó là hai sinh viên của trường cải trang thành cảnh sát !

P.V.T (sưu tầm)

CHUYÊN ĐỀ

PHƯƠNG TRÌNH VĨ ĐẠI CỦA CƠ HỌC

Vật lý lý thuyết luôn khao khát hướng tới làm sao mô tả mọi quá trình vật lý bằng một phương trình duy nhất. Hiện tại đó mới chỉ là một mơ ước, bởi vậy cho đến nay vật lý được chia thành các ngành riêng biệt là cơ học, nhiệt động lực học, điện từ học... Nhưng trong mỗi ngành này người ta đã làm được rất nhiều để dùng một số lượng phương trình ít nhất mô tả một lớp rộng lớn hơn các hiện tượng.

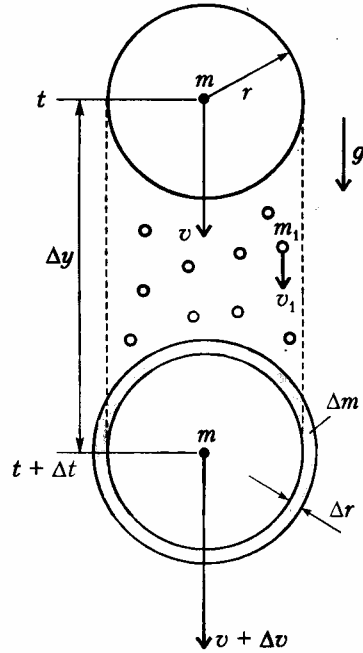
Thí dụ nếu ta hỏi một học sinh trung học “phương trình nào trong cơ học là chung nhất ?” thì học sinh đó sẽ trả lời ngay, đó là phương trình:

$$m\vec{a} = \vec{F}, \text{ hay là } m\Delta\vec{v} = \vec{F}\Delta t \quad (1)$$

Điều này đúng nhưng chỉ đối với các vật có khối lượng không đổi. Còn đối với các vật có khối lượng thay đổi trong quá trình chuyển động thì không dùng phương trình đó được. Thí dụ chuyển động của một giọt nước trong một đám mây, trong quá trình chuyển động nó va chạm và dính kết với các giọt khác hay chuyển động của tên lửa thì trong quá trình chuyển động nó đều đặn phóng đi một phần khối lượng. Các chuyển động đó được mô tả như thế nào đây? Trong các trường hợp này phương trình chuyển động tịnh tiến của vật (vật ở đây được hiểu như là chất điểm, không quan tâm đến chuyển động quay của nó) cần có dạng như thế nào?

Chúng ta hãy xét chuyển động của giọt nước rơi trong không khí dưới tác dụng của trọng lực và va chạm với các giọt nước khác (xem H.1). Giả sử va chạm này hoàn toàn không đàn hồi (kết quả va chạm là các giọt dính kết lại với nhau). Giả thiết rằng giọt nước mà chúng ta đang xét lớn hơn các giọt nước khác và rơi với vận tốc nào đó. Vào thời điểm t khối lượng của nó là m , vận tốc là v , giả sử tất cả các giọt còn lại có khối lượng m_1 và vận tốc rơi v_1 như nhau.

Điều gì sẽ xảy ra sau khoảng thời gian nhỏ Δt ?



Hình 1

Khối lượng giọt nước tăng và bằng $m + \Delta m$, ở đây Δm là tổng khối lượng của tất cả các giọt khác dính vào nó. Vận tốc của giọt nước bây giờ bằng $v + \Delta v$ (vì theo giả thiết vận tốc của giọt nước đang xét khác với vận tốc của các giọt nước khác). Ở đây chúng ta không thể không nhớ tới thí nghiệm tưởng tượng mà nhờ nó Galilê đã chứng minh được trong chân không mọi vật phải rơi với gia tốc như nhau. Chúng ta giả thiết ngược lại là vật nặng hơn sẽ rơi với gia tốc lớn hơn. Khi đó lúc các giọt nước đang rơi chập lại với nhau thì một mặt giọt nhẹ hơn phải hãm giọt nặng hơn (giọt mà chúng ta đang xét chuyển động của nó) và giá trị gia tốc của hạt mới tạo thành phải nằm đâu đó giữa các gia tốc của các hạt ban đầu; mặt khác giọt mới tạo thành này lại nặng hơn lúc đầu nên theo giả thiết thì phải rơi với gia tốc còn lớn hơn lúc đầu. Mâu thuẫn này chứng tỏ giả thiết mà ta đã nêu ra là sai lầm.

Quay trở lại với giọt nước của chúng ta. Ngoài sự biến đổi động lượng do các hạt nhỏ chập vào, trong khoảng thời gian Δt , nó còn chịu tác dụng các ngoại lực là trọng lực $m\vec{g}$ và lực cản $\vec{F}_C$ của không khí. Bây giờ chúng ta chỉ còn phải viết ra biểu thức biểu diễn định lý biến thiên động lượng của hệ bằng xung của ngoại lực:

$$(m + \Delta m)(\vec{v} + \Delta \vec{v}) - (m\vec{v} + \Delta m\vec{v}_1) = (m\vec{g} + \vec{F}_C)\Delta t$$

Biến đổi vế trái của phương trình này ta được:

$$m\vec{v} + \Delta m\vec{v} + m\Delta \vec{v} + \Delta m\Delta \vec{v} - m\vec{v} - \Delta m\vec{v}_1 \approx m\Delta \vec{v} + \Delta m(\vec{v} - \vec{v}_1)$$

Ở đây ta đã bỏ qua số hạng nhỏ bậc hai $\Delta m\Delta \vec{v}$. Như vậy có thể viết phương trình chuyển động của giọt nước dưới dạng:

$$m\Delta \vec{v} = (m\vec{g} + \vec{F}_C)\Delta t + \Delta m(\vec{v}_1 - \vec{v}). \quad (2)$$

Tất nhiên trong vế phải của phương trình này có thể tính đến cả lực tĩnh điện $\vec{F}_e = q\vec{E}$ (nếu như giọt nước tích điện q, còn điện trường tại vị trí giọt nước trong đám mây có cường độ $\vec{E}$) và lực Lorentz $\vec{F}_L = q[\vec{v} \times \vec{B}]$ (nếu tồn tại từ trường $\vec{B}$), v.v. Nhưng có thể ký hiệu tổng tất cả các lực tác dụng là $\vec{F}$ thì phương trình (2) được viết dưới dạng tổng quát sau:

$$m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{F} + \frac{\Delta m}{\Delta t} (\vec{v}_1 - \vec{v})$$

(3)

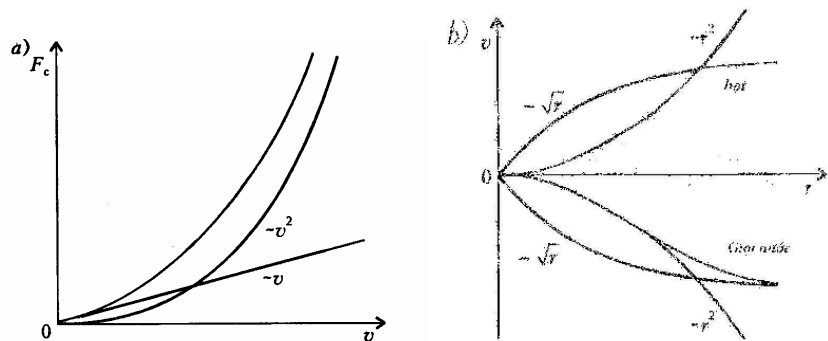
Nhờ các lập luận trên chúng ta đã thu được điều gì? Đơn giản là trong vế phải đã xuất hiện một số hạng phụ (so với phương trình (1)) mô tả trường hợp chung hơn là khối lượng của vật chuyển động biến đổi. Thực ra có thể rút ra phương trình này mà không cần lập luận dài dòng như vậy. Nhưng bất luận thế nào thì phương trình này cũng mở ra nhiều khả năng để nghiên cứu khiến ta có thể gọi nó là phương trình vĩ đại.

Chúng ta hãy minh hoạ các khả năng này thông qua một vài ví dụ đơn giản sau.

1. Đầu tiên chúng ta hãy tập dượt trong trường hợp “bình thường” là khối lượng của giọt nước không thay đổi. Có thể viết lực cản dưới dạng:

$$\vec{F}_C = -\alpha r \vec{v} - \beta r^2 v \vec{v} \tag{4}$$

Số hạng thứ nhất trong vế phải là lực Stock được sinh ra do độ nhớt của môi trường. Như đã thấy lực này tỉ lệ với vận tốc $\vec{v}$ và bán kính giọt nước r . Lực này chỉ sinh ra khi vật chuyển động chậm trong môi trường nhớt. Số hạng thứ hai là lực cản khí động lực học tỉ lệ với diện tích thiết diện ngang và với bình phương vận tốc. Dễ thấy khi vận tốc tăng lực này sẽ ngày càng vượt trội và khi giảm vận tốc thì nó giảm đến không nhanh hơn lực thứ nhất (Xem H.2a).



Hình 2

Chúng ta hãy tìm vận tốc rơi ổn định của một giọt nước trong không khí khi không có các hạt khác. Phương trình (2) khi đó có ý nghĩa rất đơn giản: trọng lực của giọt nước (khối lượng riêng của nó bằng ρ_g) cân bằng với các lực cản

$$\frac{4}{3} \pi \rho_g r^3 g = \alpha r v + \beta r^2 v^2 \tag{5}$$

Đây chính là phương trình bậc hai đối với v và dễ dàng giải được. Nhưng chúng ta hãy xét hai trường hợp riêng còn đơn giản hơn:

a) Trường hợp vận tốc nhỏ, khi đó có thể bỏ qua số hạng thứ hai bên phải và do đó $v \sim r^2$

b) Trường hợp vận tốc lớn, khi đó số hạng thứ hai vượt trội và do đó $v \sim \sqrt{r}$

Như vậy có thể thấy là giọt nước lớn hơn rơi với vận tốc lớn hơn các giọt nhỏ (H.2b).

Nếu thay cho giọt nước trong không khí ta xét các bọt khí trong chất lỏng thì trong vế trái của phương trình cần tính đến lực đẩy Acsimet, tức phải thay ρ_g thành $\rho_l (1 - \rho_k / \rho_l)$, trong đó ρ_l và ρ_k tương ứng là khối lượng riêng của chất lỏng và của bọt khí. Khi đó cũng phải thay đổi dấu của vận tốc (bọt khí chuyển động lên trên, còn giọt nước thì rơi xuống) và đổi dấu của lực cản (bây giờ lực cản hướng xuống dưới) nhưng kết quả thì cũng giống như trước, đó là các bọt khí lớn hơn nổi nhanh hơn. Dễ dàng quan sát thấy điều đó sau khi mở chai nước có ga.

2. Giả sử giọt nước bắt đầu rơi trong đám mây các giọt nhỏ, khối lượng mỗi giọt bằng m_1 , mật độ bằng n_1 và hầu như treo bất động ($v_1 = 0$). Nói “bắt đầu rơi” ở đây có nghĩa là trong một khoảng thời gian nào đó vận tốc của giọt nước nhỏ đến mức ta có thể bỏ qua lực cản của không khí (vì lực này tăng đơn điệu theo vận tốc, xem (4)). Khi đó phương trình (2) chiếu lên trục thẳng đứng có thể viết dưới dạng:

$$m\Delta v + \Delta m v = \Delta(mv) = mg\Delta t \quad (6)$$

Thế còn khối lượng của giọt chất lỏng thì thay đổi như thế nào? Qua khoảng thời gian Δt , sau khi đi được đoạn đường $v\Delta t$, giọt nước đang xét đã “quét” một thể tích $\Delta V = \pi r^2 v\Delta t$ trong đó có $n_1\Delta V$ giọt nhỏ bây giờ đã nhập vào. Như thế thì số gia của khối lượng sẽ bằng:

$$\Delta m = m_1 n_1 \pi r^2 v \Delta t.$$

Mặt khác

$$\Delta m = \rho_g \Delta \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) = \rho_g \cdot 4\pi r^2 \Delta r.$$

Như vậy, khối lượng bám thêm vào đã “phủ” một lớp mỏng, bề dày Δr và có diện tích $4\pi r^2$. Từ hai phương trình trên ta thu được kết quả là bán kính của giọt nước tăng tỉ lệ với quãng đường đi được (xem H.1):

$$\Delta r \sim v\Delta t = \Delta y \text{ hay } r \sim y$$

(nếu cho rằng bán kính ban đầu nhỏ). Kết quả này cũng có nghĩa là khối lượng của giọt chất lỏng tăng tỉ lệ với lũy thừa bậc ba của quãng đường đi được.

$$m \sim y^3.$$

Thế biểu thức này vào phương trình (6), ta được:

$$y^3 g = \frac{\Delta(y^3 v)}{\Delta t}.$$

Dĩ nhiên có thể giải phương trình này bằng phương pháp thông thường. Nhưng chúng ta hãy giả thiết rằng giọt nước nặng dần, nhưng vẫn rơi với gia tốc không đổi. Khi đó $v = at$, $y = a \frac{t^2}{2}$ và phương trình trên có dạng:

$$t^6 g = \frac{\Delta(at^7)}{\Delta t} = 7at^6,$$

từ đó

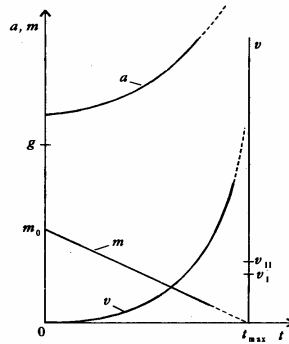
$$a = \frac{g}{7} = 1,4m/s^2.$$

Một kết quả thật thú vị.

3. Chúng ta hãy quay trở lại phương trình vĩ đại (3). Bây giờ giả sử khối lượng Δm không nhập vào đối tượng của chúng ta, mà ngược lại, nó được tách ra khỏi đối tượng đó với vận tốc tương đối $v_1 - v = u$, vì thế khối lượng của đối tượng chuyển động sẽ giảm đi. Chúng ta ký hiệu tốc độ giảm này bằng một đại lượng dương $\mu = -\frac{\Delta m}{\Delta t}$ và giả sử ngoại lực bằng không ($F=0$).

Khi đó phương trình (3) có dạng:

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \mu u \quad (7)$$



Hình 3

Dễ hiểu rằng trong trường hợp ta đang nói đến này chính là các tên lửa đang chuyển động ở cách xa các thiên thể có lực hấp dẫn lớn và xa bầu khí quyển của chúng. Vế phải của phương trình (7) chính là lực đẩy của tên lửa.

Nếu như tốc độ giảm không thay đổi thì khối lượng tên lửa sẽ giảm tuyến tính: $m = m_0 - \mu t$, ở đây m_0 là giá trị ban đầu của nó (H. 3). Kết quả gia tốc của tên lửa bằng:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\mu}{m_0 - \mu t} u.$$

Từ đó dễ thấy rằng gia tốc của tên lửa sẽ tiến tới giá trị lớn vô hạn khi thời gian tiến đến một giá trị giới hạn $t_{\max} = \frac{m_0}{\mu}$. Vào thời điểm đó “tất cả đã cháy hết”. Có thể nói rằng vào thời điểm đó

vận tốc tên lửa cũng đạt đến giá trị vô cùng lớn.

Chính kết quả này đã làm cho K. E. Xiônkovski nghĩ rằng chỉ cần dùng tên lửa là có thể đạt đến vận tốc vũ trụ cấp I và cấp II. Nhân đây cũng cần nhắc lại rằng chính Xiônkovski là người đầu tiên đã giải phương trình (7) với giá trị không đổi của u và tìm được công thức mang tên ông:

$$\frac{v}{u} = \ln \frac{m_0}{m_0 - \mu t},$$

Như vậy các ví dụ đã xét chứng tỏ rằng phương trình “vĩ đại” (3) của cơ học thực sự cho nhiều thông tin hơn phương trình (1), vì nó cho phép mô tả chuyển động của vật có khối lượng thay đổi. Dĩ nhiên, nó cũng phải mô tả được tất cả các trường hợp mà phương trình (1) mô tả được. Nghĩa là nó gần hơn với chân lý tuyệt đối hay là gần hơn với “phương trình duy nhất” mà đến lúc nào đó các nhà vật lý sẽ viết ra được.

Ở đây cũng cần nhắc lại cái gì là tiêu chuẩn của chân lý trong khoa học. Chúng ta chỉ liệt kê ra đây một số tiêu chuẩn gắn liền với tên tuổi của các nhà bác học vĩ đại.

- *Tiêu chuẩn tiết kiệm và đơn giản* (Isac Newton): một lý thuyết đơn giản hơn, dễ dàng hiểu được và tiết kiệm thời gian sử dụng nó là chân lý.
- *Tiêu chuẩn vẻ đẹp* (Henry Poincaré, Paul Dirac)
- *Tiêu chuẩn tiên đoán các sự kiện và hiện tượng mới.*
- *Tiêu chuẩn phù hợp với nguyên lý bổ sung* (Niels Bohr): lý thuyết mới phải bao hàm lý thuyết cũ như một trường hợp riêng.
- *Tiêu chuẩn về sự phù hợp với các sự kiện thực nghiệm* (Galileo Galilee, Rodger Bacon)

Rõ ràng phương trình (3) của cơ học chất điểm có khối lượng thay đổi phù hợp với tất cả các tiêu chuẩn này vì vậy nó xứng đáng được gọi là phương trình “vĩ đại”.

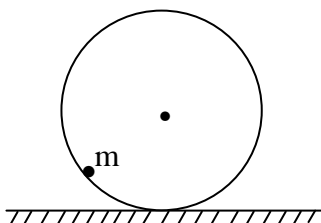
Phạm Tô
(Sưu tầm và giới thiệu)

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

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

Bài 1 (4 điểm)

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



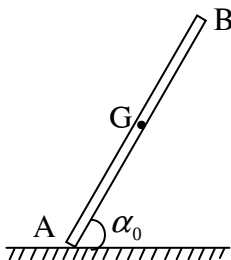
Hình 1

Bài 2 (4 điểm)

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

- a- Xác định quỹ đạo của khối tâm G .
- b- Tính vận tốc của G khi thanh chạm đất.

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

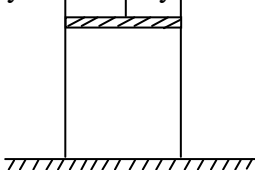


Hình

Bài 3 (4 điểm)

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

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



Hình 3

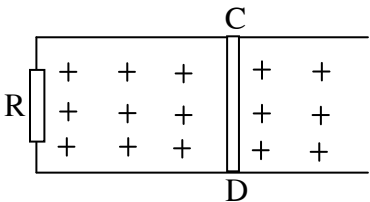
Bài 4 (4 điểm)

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

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

a- Tính F

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



Hình

Bài 5 (4 điểm)

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

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

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

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

TIẾNG ANH VẬT LÝ

Problem: An eagle lands on the ground a = 5.00m behind a hiker’s back. The hiker sees two images of the eagle reflecting in her glasses. One image appears to be $b_1 = 5.00m$ away, and other is $b_2 = 0.714m$ away. When she turns and looks at the eagle, still wearing glasses, the image of the eagle appears to be at a distance $b_3 = 2.5m$. Find the index of refraction n of the lenses.

Solution: Let us consider the first situation. Since one of images is 5.00m away, it is clear that one of the lens surfaces is flat*. For rays passing through such a lens, the lensmaker’s equation gives:

$$f_1 = \frac{R}{n-1}$$

Here, R is the radius of curvature of the concave surface, n is the index of refraction of the lens, and f_1 is focal length of the lens.

Also, for a concave surface with radius R, the focal length f_2 can be found as:

$$f_2 = \frac{R}{2}.$$

The rays from the object are passing through the lens, reflecting from the convex surface, and passing through the lens again to emerge from the flat side to form a virtual image:

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} - \frac{1}{b_2} &= \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_1} = \frac{2}{f_1} + \frac{1}{f_2} \\ &= \frac{2(n-1)}{R} + \frac{2}{R} = \frac{2n}{R}. \end{aligned}$$

When the hiker turns, the rays from the object passing *through* the lens also form a virtual image:

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f_1} = \frac{n-1}{R}$$

Eliminating R from the pair of equation,

$$(n-1)5 = n\left(\frac{5}{3}\right), \text{ so } n = 1.5.$$

Từ mới

- **eagle** - chim ưng
- **(to) land** - đậu
- **ground** - mặt đất
- **hiker** – lữ khách
- **image** - ảnh (*virtual image* - ảnh ảo)
- **glasses** - kính mắt (wearing glasses - đeo kính)
- **(to) reflect** - phản xạ
- **index of refraction** - chiết suất
- **lens** (*snh. lenses*) - thấu kính
- **radius of curvarture** - bán kính cong
- **concave surface** – mặt lõm
- **convex surface** - mặt lồi
- **focal length** - tiêu cự
- **ray** - tia sáng
- **passing through** – truyền qua
- **(to) emerge** - ló ra
- **(to) elimilate** - khử, loại bỏ