CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TRUNG HỌC CƠ SỞ

(Lớp 6, chương trình mới)

TNCS1/4. Chiều dài cuốn sách vật lý 6 khoảng 25 cm. Thước nào sau đây có thể đo chiều dài cuốn sách đó chính xác hơn?

A. Thước có GHĐ 20 cm và ĐCNN 1mm
B. Thước có GHĐ 25 cm và ĐCNN 2mm
C. Thước có GHĐ 30 cm và ĐCNN 2mm
D. Thước có GHĐ 1m và ĐCNN 0,5mm

TNCS2/4. Dùng bình chia độ để đo thể tích của viên phấn. Thể tích nước trung bình trước và sau khi thả viên phấn vào bình là 22 cm^3 và 30 cm^3 thể tích viên phấn là:

A. 30 cm^3
B. 53 cm^3
C. 8 cm^3
D. Cả ba kết quả trên đều sai.

Chọn câu trả lời đúng.

TNCS3/4. Một hình hộp có các cạnh là 5 cm, 10 cm và 2 dm. Thể tích của hình hộp đó là:

A. 100 cm^3
B. 100 dm^3
C. 1000 cm^3
D. 1 lít.

Chọn kết quả đúng.

TNCS4/4. Một cân Rôbécvan có đòn cân hơi bị lệch về đĩa cân phải cả khi không cân vật. Nếu đặt vật ở đĩa cân bên trái rồi cân vật thì kết quả cân sẽ như thế nào?

A. Nhỏ hơn khối lượng thực của vật
B. Bằng khối lượng thực của vật
C. Lớn hơn khối lượng thực của vật
D. Kết quả không cố định vì cân sai

Chọn câu trả lời đúng.

TNCS5/4. Trên bì gói kẹo ghi "khối lượng tịnh 500 g". Số ghi đó là:

A. Thể tích của kẹo trong túi
B. Sức nặng của kẹo trong túi
C. Lượng chất tạo thành túi kẹo
D. Lượng kẹo chứa trong túi

Chọn kết quả đúng.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

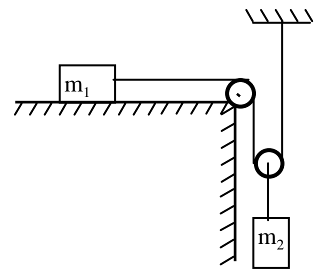
TN1/4. Một đĩa kim loại đồng chất mật độ đều, hình vành khăn có bán kinh trong và bán kính ngoài tương ứng là R_1 và R_2. Đĩa được đặt trong từ trường đều, cảm ứng từ B, có hướng vuông góc mặt đĩa. Đĩa quay tròn đều với vận tốc góc ω quanh trục của đĩa. Hiệu điện thế giữa mép ngoài và mép trong của đĩa bằng:

A) $\frac{B\omega}{2}\left(R_1^2 + R_2^2\right)$ **B**) $\frac{B\omega}{2}\left(R_2^2 - R_1^2\right)$

C) $\frac{B\omega}{2}\left(R_1 + R_2\right)$ **D**) $\frac{B\omega}{2e}\left(R_1 - R_2\right)$

TN2/4. Cho cơ học hình bên. Bỏ qua khối lượng các ròng rọc. Nếu bề mặt của bàn rất nhẵn thì gia tốc của vật m_2 sẽ là:

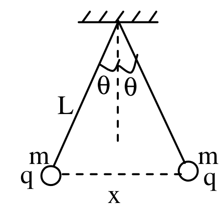
A) $m_2g/(4m_1+m_2)$ **B**) $2m_2g/(4m_1+m_2)$
C) $m_2g/(2m_1+m_2)$ **D**) $2m_2g/(m_1+m_2)$



TN3/4. Hai quả cầu dẫn nhỏ, khối lượng mỗi quả m, treo trên hai sợi dây mảnh có độ dài L bằng nhau, tích điện tích q như nhau. Giả sử độ lớn điện tích q nhỏ, khi đó khoảng cách giữa các quả cầu là:

A) $\left(\dfrac{q^2L}{4\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{1}{3}}$; **B)** $\left(\dfrac{q^2L}{2\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{1}{3}}$

C) $\left(\dfrac{q^2L}{4\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{3}{2}}$; **D)** $\left(\dfrac{q^2L}{2\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{1}{2}}$



TN4/4. Một hạt nhỏ rơi tự do từ độ cao h. Cùng lúc đó một hạt thứ hai, ở cùng độ cao như hạt thứ nhất nhưng cách một đoạn d được bắn ra theo phương ngang với vận tốc u. Cả hai hạt chạm va chạm nhau khi vừa tới mặt đất. Quan hệ giữa h, d và u là:

A) $d^2 = (u^2h)/(2g)$ **B**) $d^2 = (2u^2h)/g$
C) $d = h$ **D**) $gd^2 = u^2h$.

ở đây g là gia tốc rơi tự do.

TN5/4. Một sóng lan truyền theo chiều dương của truc x. Li độ của sóng ở thời điểm t = 0 được xác định bởi biểu thức $y = \dfrac{1}{(1+x^2)}$, còn ở thời điểm t = 2 s được xác định bởi $y = \dfrac{1}{[1+(x-1)^2]}$, ở đây x và y được tính theo mét. Vận tốc của sóng tính theo m/s sẽ bằng:

A) 0,5 **B**) 1
C) 4 **D**) 5

ĐỀ RA KỲ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/4. Một canô xuất phát từ bến sông A có vận tốc đối với nước là 12km/h đuổi theo một xà lan có vận tốc đối với bờ là 10km/h xuất phát trước 2h từ bến sông B trên cùng một dòng sông. Canô và xà lan đều chạy xuôi dòng theo hướng AB. Khi chạy ngang qua B, canô thay đổi vận tốc để có vận tốc đối với bờ tăng lên gấp đôi và sau đó 3h đã đuổi kịp xà lan. Biết AB = 60km. Hãy xác định vận tốc của dòng nước.

Thế Bình (Vĩnh Phúc)

CS2/4. Trong một bình cách nhiệt đựng một hỗn hợp nước và nước đá ở 0^0C. Người ta cung cấp cho hỗn hợp một nhiệt lượng đủ để giữ cho nhiệt độ của nước không đổi và nước đá tan hết. Thí nghiệm cho thấy thể tích của hỗn hợp giảm đi 3cm^3. Biết khối lượng riêng của nước ở 0^0C là $D_n = 0{,}99g/cm^3$, của nước đá ở 0^0C là $D_d = 0{,}92g/cm^3$ và nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 334kJ/kg$. Bỏ qua sự hấp thụ nhiệt của bình và sự trao đổi nhiệt với môi trường.

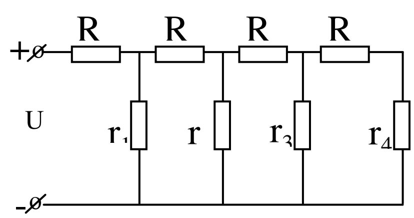
a) Tính khối lượng của nước đá đã tan thành nước và nhiệt lượng đã cung cấp.

b) Sau đó người ta đổ thêm vào bình một lượng nước ở nhiệt độ t_1 $(t_1 < 4^0C)$ và ngừng cung cấp nhiệt cho bình. So sánh thể tích nước trong bình trước và sau khi có cân bằng nhiệt. Giả thiết rằng mỗi khi nhiệt độ tăng 1độ (trong khoảng từ 0^0C đến 4^0C) thì thể tích nước giảm đi $\alpha\%$ so với thể tích của nó ở 0^0C.

CS3/4. Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là U không đổi. Cho $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ và $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r.$

a) Cho cường độ dòng điện qua R_1 là 0,5A, qua R_2 là 0,3A, hiệu điện thế hai đầu r_1 là 4V. Tính tổng hiệu điện thế của tất cả các điện trở $r_1, r_2, r_3, r_4.$

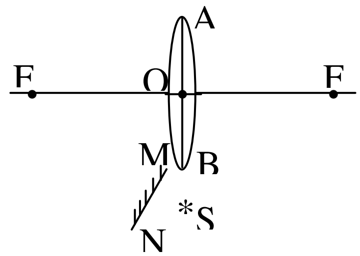
b) Cho mạch điện như trên, nhưng cho R = r/2 và thay r_4 bằng một điện trở X nào đó. Hãy tính X theo r để thoả mãn các hệ thức sau giữa các hiệu điện thế ở hai đầu các điện trở R: $U_{R_1} = kU_{R_2} = k^2U_{R_3} = k^3U_{R_4}$ với k là một hằng số nào đó. Tính k.



CS4/4. Một thấu kính hội tụ mỏng có dạng hình tròn đường kính AB = 12cm. Thấu kính có tiêu điểm F ở cách quang tâm O một khoảng bằng 12cm. Một nguồn sáng điểm S nằm trên phương AB và cách B 3cm. MN là màn chắn sáng (xem hình vẽ).

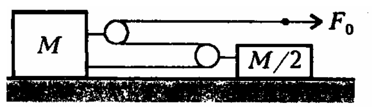
a) Người ta muốn thu được một chùm sáng song song với trục chính bằng cách dùng thêm một gương phẳng. Hỏi phải đặt gương này ở đâu và đặt như thế nào?

b) Giữ nguyên vị trí của gương, màn chắn và nguồn sáng, dịch chuyển thấu kính dọc theo phương AB xuống phía dưới 3cm. Hãy mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.



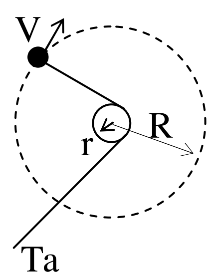
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/4. Cho cơ hệ gồm hai vật khối lượng là M và M/2 có gắn hai ròng ròng khối lượng không đáng kể. Hai vật liên kết với nhau qua sợi dây mảnh không giãn vắt qua hai ròng rọc. Biết rằng hệ chuyển động không ma sát trên mặt bàn nằm ngang dưới tác dụng của lực F_0 (xem hình vẽ) và coi các đoạn dây không tiếp xúc với ròng rọc đều nằm ngang. Tính gia tốc của đầu dây đặt lực F_0.



TH2/4. Một quả cầu nhỏ nối với một sợi dây mảnh có thể chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Sợi dây được quấn quanh một hình trụ thẳng đứng bán kính r. Truyền cho quả cầu vận tốc v_0 theo phương tiếp tuyến với đường tròn chấm chấm bán kính R như hình vẽ.Tay cầm đầu tự do của dây và kéo sao cho quả cầu luôn chuyển động trên đường tròn trên. Xác định sự phụ thuộc vận tốc của quả cầu theo thời gian. Bỏ qua ma sát giữa dây và hình trụ.

Nguyễn Xuân Quang



TH3/4. Một pittông nặng có diện tích S khi thả xuống tự do đẩy khí từ một bình hình trụ thể tích V qua một lỗ nhỏ ở đáy vào một bình có cùng thể tích. Các thông số ban đầu của không khí trong cả hai bình đều như nhau và đều bằng các giá trị ở điều kiện tiêu chuẩn. Hỏi pittông có khối lượng cực tiểu bằng bao nhiêu để nó có thể đẩy hết khí ra khỏi bình thứ nhất.

Nhật Minh (Hà Nội)

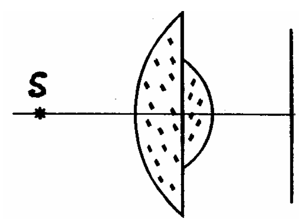
TH4/4. Tại ba đỉnh của một tứ diện đều cạnh a giữ ba quả cầu nhỏ giống nhau có khối lượng và điện tích tương ứng là M và Q. Tại đỉnh thứ tư giữ một quả cầu khác điện tích q, khối lượng m (m << M, Q = 2q).Tất cả các quả cầu được thả đồng thời.

1) Tính độ lớn vận tốc các quả cầu sau khi chúng đã bay rất xa nhau.
2) Sau khi đã bay ra xa nhau, các quả cầu này chuyển động theo phương hợp với mặt phẳng tứ diện chứa ba quả cầu M một góc bao nhiêu.

Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Nguyễn Đức Long (Hà Nội) st

TH5/4. Người ta cắt từ một quả cầu làm bằng thủy tinh hữu cơ bán kinh 10cm lấy hai chỏm cầu, để nhận được hai thấu kính phẳng lồi với đường kính là 1cm và 2cm. Các thấu kính được dán với nhau như hình vẽ. Trên trục chính và cách hệ thấu kính 1m đặt một nguồn sáng điểm và ở phía bên kia của hệ đặt một màn. Hỏi phải đặt màn như thế nào để kích thước vết sáng trên màn là nhỏ nhất? Và kích thước ấy bằng bao nhiêu?



LÀM QUEN VỚI VẬT LÝ HIỆN ĐẠI

LTS. ***Bắt đầu từ số này Vật lý &Tuổi trẻ sẽ lần lượt đăng một số chương trích từ những cuốn sách phổ biến khoa học nổi tiếng thế giới do các nhà vật lý xuất sắc trực tiếp viết, nhằm giúp bạn đọc thấy được những ý tưởng sâu sắc và vẻ đẹp nội tại của vật lý học. Trong số này và các số tiếp theo VL&TT sẽ giới thiệu với bạn đọc một số bài giảng trong cuốn "Đặc tính các định luật vật lý" của Richard Feynman, một trong những nhà vật lý vĩ đại nhất của thế kỷ XX, giải thưởng Nobel về vật lý 1965, qua bản dịch của Hoàng Quý và Phạm Quý Tư, NXB Giáo dục, 2001 (TS có biên tập và rút gọn lại). Có thể một số bạn đã từng đọc qua cuốn sách này, nhưng đối với những cuốn sách do các bộ óc vĩ đại và độc đáo như của Feynman viết ra, mỗi lần đọc bạn sẽ lại phát hiện ra nhiều điều thú vị mới.***

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VĨ ĐẠI

Khi nghiên cứu vật lý, chúng ta nhận thấy rằng có nhiều định luật phức tạp và rất chính xác như định luật về hấp dẫn, về điện, về từ, về tương tác hạt nhân, v.v... Song trong các định luật khác nhau, muôn màu muôn vẻ ấy, có chứa đựng những nguyên lý nào đó rất chung. Thí dụ, đó là các định luật bảo toàn, là một số tính đối xứng, là dạng tổng quát của các nguyên lý cơ lượng tử, và là một điều này nữa: tất cả các định luật đều biểu diễn dưới dạng toán học, điều mà có người rất lấy làm thú vị và có người chẳng ưa thích chút nào. Trong bài giảng này, tôi muốn nói về các định luật bảo toàn.

Nhà vật lý hay dùng những danh từ thông thường với một ý nghĩa khác thường. Đối với họ, nói tới một định luật bảo toàn có nghĩa là có một số nào đó luôn luôn không đổi, dù anh đếm nó lúc này hay lúc khác – sau một thời gian mà trong tự nhiên đã có nhiều thay đổi. Chẳng hạn như định luật bảo toàn năng lượng. Có một đại lượng mà anh có thể tính được theo nhiều qui tắc xác định, nhưng kết quả bao giờ cũng như nhau.

Cũng dễ thấy rằng những nguyên lý như vậy rất có ích. Giả sử rằng vật lý – hay đúng hơn, thế giới tự nhiên – là một bàn cờ khổng lồ với hàng triệu quân và chúng ta cố gắng tìm hiểu qui luật đi của các quân cờ đó. Các tiên ông, ngồi phía sau bàn cờ, đẩy các quân của mình đi rất nhanh khiến chúng ta khó theo dõi được nước đi của quân cờ. Song dù sao chúng ta cũng nắm được một vài qui luật nào đó - đó là các qui tắc mà để hiểu chúng, không nhất thiết cứ phải theo dõi từng nước cờ một. Chẳng hạn, giả sử như trên bàn cờ, chỉ có một con tượng đang đứng ở một ô trắng. Nó chỉ đi theo đường chéo nên bao giờ cũng đứng ở ô trắng. Nếu như chúng ta ngoảnh đi một lúc và sau đó lại nhìn vào bàn cờ mà các tiên ông đang chơi, thì con tượng có thể sẽ đứng tại một vị trí khác trên bàn, song nó vẫn đứng ở một ô trắng. Bản chất của định luật bảo toàn cũng như vậy. Chúng ta có thể biết một điều gì đó về cách chơi cờ, mà không cần phải nghiên cứu nó một cách quá chi tiết.

Sự thực trong trò chơi cờ, định luật đó có thể không có ích như thế cho người chơi. Nếu chúng ta ngoảnh mặt đi khá lâu thì trong thời gian đó, con tượng có thể bị ăn mất, con tốt “trở thành hoàng hậu” và tiên ông quyết định biến nó thành con tượng, hơn là con Hoàng hậu, nên con tượng bấy giờ hoá ra lại đứng ở ô đen. Đáng tiếc là một số định luật hiện nay của vật lý cũng không thật hoàn chỉnh, song ngày nay chúng ta biết về chúng như thế nào thì tôi sẽ trình bày như thế ấy.
Tôi đã nói rằng chúng ta dùng những danh từ thông thường làm các thuật ngữ khoa học, mà ở đầu đề của bài giảng có ghi chữ “vĩ đại” – “Các định luật bảo toàn vĩ đại”. Đó không phải là một thuật ngữ : tôi đưa vào chỉ là để cho đầu đề kêu thêm mà thôi, và thực ra có thể gọi tên bài giảng một cách đơn giản là “Các định luật bảo toàn”. Có một vài định luật bảo toàn chỉ là gần đúng, song nhiều lúc lại là có ích và ta có thể gọi chúng là những định luật bảo toàn “nhỏ bé” vậy. Sau này tôi sẽ nói tới một hay hai định luật như thế. Nhưng những định luật cơ bản sẽ trình bày trong bài giảng này, với sự hiểu biết hiện nay của khoa học là hoàn toàn chính xác.

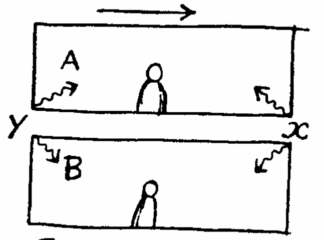
Tôi bắt đầu bằng định luật bảo toàn điện tích là định luật bảo toàn dễ hiểu hơn cả. Dù có gì xẩy ra chăng nữa, thì tổng điện tích trong vũ trụ sẽ không đổi. Nếu ta đánh mất một điện tích tại một nơi thì ta sẽ tìm thấy nó ở một nơi khác. Chỉ có điện tích toàn phần là bảo toàn. Faraday đã chứng minh điều đó bằng thực nghiệm, ông đã làm thí nghiệm với một quả cầu kim loại rất to, mặt ngoài nối với một điện kế rất nhạy để có thể theo dõi biến thiên của điện tích trên mặt quả cầu : điện kế nhạy tới mức chỉ cần một điện tích rất bé cũng đủ gây ra những độ lệch lớn. Bên trong quả cầu, Faraday đã đặt những thiết bị điện. Ông đã sản ra điện tích bằng cách cho da thú xát vào đũa thuỷ tinh và đã tạo ra những máy tĩnh điện khổng lồ, làm cho bên trong quả cầu giống như một phòng thí nghiệm trong một bộ phim rùng rợn. Song trong tất cả các thí nghiệm như vậy, ở mặt ngoài quả cầu vẫn không thấy xuất hiện một điện tích nào; không thể nào tạo thêm điện tích được. Đũa thuỷ tinh mặc dù nhiễm điện tích dương khi xát vào da thú, nhưng da thú lại nhiễm điện âm đúng bằng như vậy, nên điện tích tổng cộng luôn luôn bằng không. Nếu bên trong quả cầu, một điện tích nào đó xuất hiện, thì điện kế nối với mặt ngoài sẽ phải chỉ rõ điều đó. Như vậy điện tích toàn phần được bảo toàn.

Điều đó có thể giải thích dễ dàng bằng một mô hình đơn giản, chẳng phải là toán học gì. Giả sử vũ trụ được cấu tạo bằng hai loại hạt, êlectrôn và prôtôn - đã có thời kì, người ta hình dung Vũ trụ đơn giản như vậy – và giả sử rằng êlectrôn mang điện tích âm, còn prôtôn mang điện tích dương, thì ta có thể tách hai loại hạt ấy ra. Chúng ta có thể lấy một mẩu của một chất nào đó và rút bớt một phần êlectrôn hay thêm vào. Nhưng nếu các êlectrôn đều nguyên vẹn, không biến mất và cũng không phân rã (điều này là một giả thuyết rất đơn giản, chẳng liên quan gì đến toán học cả) thì hiệu giữa tổng số prôtôn và tổng số êlectrôn rõ ràng không thể thay đổi được. Hơn nữa, trong mô hình đơn giản của chúng ta, số lượng mỗi loại đều không thay đổi. Ta hãy quay về với các điện tích. Phần đóng góp của các prôtôn vào điện tích toàn phần là dương, còn của các êlectrôn là âm, cho nên nếu các hạt đó không tự sinh ra, và cũng không tự biến mất một mình thì điện tích toàn phần sẽ được bảo toàn.

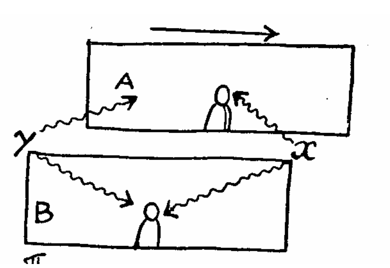
Mô hình lý thuyết trên rất giản đơn, và dần dần thời gian đã cho thấy không thể xem êlectrôn và prôtôn là không đổi và bất biến. Chẳng hạn, hạt gọi là nơtrôn có thể phân rã thành prôtôn và êlectrôn cộng thêm một hạt gì khác mà ta sẽ nói tới sau. Sự thật, nơtrôn là trung hoà về điện. Vì vậy dù rằng prôtôn và êlectrôn không phải là không thay đổi với ý nghĩa là chúng có thể sinh ra từ nơtrôn nhưng điện tích vẫn được bảo toàn. Trước lúc nơtrôn phân rã, điện tích bằng không và sau khi phân rã, một điện tích là dương và một là âm, nên tổng vẫn bằng không.

Một thí dụ tương tự khác là trường hợp một hạt điện tích dương nhưng khác prôtôn. Nó gọi là pôzitrôn và như là ảnh qua gương của êlectrôn. Về mọi phương diện nó hoàn toàn giống êlectrôn chỉ khác một điều là nó tích điện dương và điều quan trọng hơn nữa, nó là phản hạt của êlectrôn, bởi vì pôzitrôn và êlectrôn gặp nhau sẽ huỷ lẫn nhau và biến thành ánh sáng. Vì vậy, bản thân êlectrôn cũng không tồn tại vĩnh viễn. Êlectrôn với pôzitrôn cho ánh sáng. Đó là một thứ ánh sáng không nhìn thấy bằng mắt được: tia gamma; nhưng ánh sáng nhìn thấy được và tia gamma chỉ là một, đối với nhà vật lý chúng chỉ khác nhau ở bước sóng mà thôi. Như vậy, hạt và phản hạt của nó có thể huỷ lẫn nhau. ánh sáng không mang điện tích, cho nên khi huỷ đã mất đồng thời một điện tích dương và một điện tích âm, tổng điện tích vẫn như trước. Như vậy , lý thuyết bảo toàn điện tích trở nên phức tạp hơn một chút, song nó không liên quan gì mấy với toán học. Chúng ta chỉ làm đơn giản một việc : cộng số prôtôn với số pôzitrôn rồi trừ đi số êlectrôn, và ngoài ra phải chú ý tới các hạt khác, chẳng hạn như phản - prôtôn mang điện âm và mêzôn π^+ mang điện dương, bởi mỗi hạt cơ bản đều mang điện (có thể là bằng không). Chúng ta chỉ cần tìm tổng số tất cả các điện tích về sau dù có phản ứng nào xảy ra chăng nữa tổng số vẫn không đổi.

Đó là một mặt của định luật bảo toàn điện tích. Bây giờ nảy ra một câu hỏi lý thú. Chỉ cần phát biểu rằng điện tích bảo toàn một cách đơn giản như vậy, hay cần phải nói gì thêm nữa? Ví như điện tích là một hạt vật chất chuyển động và vì thế nó bảo toàn thì tính chất bảo toàn được thể hiện cụ thể hơn nhiều. Có thể tưởng tượng được hai cách bảo toàn điện tích bên trong một cái hộp. Cách thứ nhất - điện tích di chuyển bên trong hộp từ vị trí này tới vị trí khác. Cách thư hai - điện tích biến mất tại một nơi và xuất hiện tức thời tại nơi khác; điều đó xảy ra đồng thời và tổng điện tích vẫn giữ nguyên như cũ. Cách bảo toàn thứ hai khác cách thứ nhất ở chỗ là muốn điện tích biến mất ở một nơi và xuất hiện ở nơi khác, phải có cái gì đó dịch chuyển trong khoảng không gian nằm giữa. So với điều chỉ khẳng định đơn giản rằng điện tích toàn phần không đổi thì dạng bảo toàn thứ nhất gọi là bảo toàn định xứ của điện tích mang một ý nghĩa sâu sắc hơn nhiều. Ta thấy rõ là chúng ta đã làm cho định luật chính xác thêm ra – nếu thật sự điện tích được bảo toàn định xứ. Mà sự thật là như thế. Như vậy tôi đã cố gắng từng bước chứng minh khả năng của suy nghĩ lôgic đã cho phép ta liên hệ một ý này với một ý khác. Và bây giờ tôi muốn chúng ta cùng nhau theo dõi những lập luận của Einstein đã dẫn tới kết luận là : nếu một đại lượng nào đó được bảo toàn (trong trường hợp chúng ta, đại lượng đó là điện tích) thì nó bảo toàn định xứ. Lập luận ấy dựa trên cơ sở sau đây : nếu hai người ngồi trong hai con tàu Vũ trụ đi lướt qua bên nhau, thì vấn đề ai chuyển động, ai đứng yên không thể giải quyết được bằng thực nghiệm. Đó là nguyên lý tương đối : chuyển động đều theo đường thẳng chỉ là tương đối. Đối với cả hai người quan sát, bất kì một hiện tượng vật lý nào cũng sẽ nhận thấy như nhau và sẽ không cho phép chỉ ra được ai đứng yên, ai chuyển động.



Vị trí vào thời điểm của sự kiện



Vị trí vào thời điểm khi B trông thấy sự kiện

Giả sử ta có hai con tàu Vũ trụ A và B (xem hình vẽ). Tôi hãy cứ cho rằng con tàu B đứng yên còn con tàu A chuyển động lướt qua B đi. Và chú ý rằng đó chỉ la quan niệm của tôi mà thôi. Còn anh, anh có thể đứng trên quan điểm khác, mặc dù anh cũng nhìn thấy các hiện tượng đó của Tự nhiên. Bây giờ hãy giả sử bên trong con tàu có một người, người ấy muốn biết sự biến đổi điện tích ở đầu con tàu có xảy ra đồng thời với xuất hiện điện tích ở đuôi con tàu không. Muốn chắc chắn về tính đồng thời của hai sự kiện ấy, người quan sát không thể ngồi ở đầu con tàu, vì như vậy anh ta sẽ thấy sự kiện này xảy ra trước sự kiện kia, bởi lẽ ánh sáng từ phía đuôi tàu sẽ không tới ngay mắt anh ta được. Vì vậy, anh ta phải ngồi đúng chính giữa con tàu. Một người khác cũng muốn quan sát những điều như vậy trong con tàu của mình. Tia chớp loé sáng, ở điểm x xuất hiện điện tích và cùng thời điểm đó ở điểm y tại đầu kia con tàu, điện tích biến mất. Chú ý là điều đó xảy ra đồng thời và hoàn toàn phù hợp với những quan niệm của chúng ta về sự bảo toàn điện tích. Nếu chúng ta mất êlectrôn tại một nơi thì tìm thấy nó ở một nơi khác, nhưng giữa hai nơi không có gì dịch chuyển cả. Giả sử sự xuất hiện và biến mất điện tích có kèm theo một chớp sáng mà ta có thể lấy làm tín hiệu. Người quan sát B nói rằng hai sự kiện xảy ra đồng thời, bởi vì anh ta ngồi chính giữa con tàu, và tia sáng từ tia chớp ở nơi điện tích xuất hiện x và ánh sáng từ tia chớp ở nơi điện tích biến mất y, đến mắt người đó cùng một lúc. Người quan sát B bảo : "Phải ! hai sự kiện xảy ra đồng thời". Nhưng người ngồi trong con tàu kia sẽ nhìn thấy sự việc xẩy ra như thế nào? Anh ta sẽ bảo "Không, anh bạn ơi! anh nhầm rồi. Rõ ràng mắt tôi thấy ở x điện tích xuất hiện sớm hơn là điện tích biến mất ở y". Sở dĩ như vậy, vì A chuyển động theo chiều tới x và ánh sáng từ x phải đi qua một quãng đường ngắn hơn là từ y, nên nó đến sớm hơn. A có thể khẳng định : "Không ! thoạt tiên điện tích xuất hiện ở x, và sau đó nó biến mất ở y. Điều đó có nghĩa là trong khoảng thời gian giữa lúc điện tích ở x xuất hiện và điện tích ở y biến mất, có thêm điện tích. Trong khoảng thời gian ấy không có sự bảo toàn nào cả. Điều này mâu thuẫn với định luật". Người thứ nhất phản ứng lại : "Nhưng vì anh chuyển động cơ mà ". Người thứ hai đáp lại: "Làm sao anh biết được như vậy ? Tôi nhìn rõ ràng là chính anh mới chuyển động !".v.v... Nếu như bằng thực nghiệm không thể xác định được chúng ta chuyển động hay đứng yên, vì các định luật vật lý không phụ thuộc điều đó, thì tính không định xứ của định luật bảo toàn sẽ phải suy ra nó chỉ đúng với những ai đứng yên một chỗ, với nghĩa tuyệt đối của chữ đứng yên. Song theo nguyên lý tương đối Einstein, một trạng thái như vậy không thể có được và do đó định luật bảo toàn điện tích không thể là không định xứ. Tính định xứ của sự bảo toàn điện tích phù hợp với thuyết tương đối, và có thể nói như vậy đối với tất cả các định luật bảo toàn.

Điện tích còn có một đặc tính rất lý thú và kì lạ mà đến nay vẫn chưa giải thích được. Tính chất này chẳng có liên hệ gì tới định luật bảo toàn cả. Điện tích bao giờ cũng biến thiên từng lượng xác định một. Nếu ta có một hạt tích điện thì điện tích của nó chỉ có thể bằng một số nguyên lần một lượng xác định lấy làm đơn vị. Nó biến thiên từng lượng tử một nên rất tiện lợi, nhờ nó mà chúng ta dễ dàng lĩnh hội được lý thuyết về tính bảo toàn. Đây là muốn nói tới các thứ mà ta có thể đếm được và chúng dịch chuyển từ nơi này tới nơi khác. Và cuối cùng, một tính chất rất quan trọng nữa của điện tích: nó là nguồn của trường điện và từ. Vì vậy trong thực tiễn xác định số trị của điện tích toàn phần bằng phương pháp điện là điều không lấy gì làm phức tạp. Điện tích - đó là số đo tương tác của vật với điện trường, tức là điện trường liên hệ mật thiết với điện tích. Như vậy đại lượng bảo toàn ấy có hai tính chất không liên hệ trực tiếp với tính bảo toàn, nhưng không vì thế mà kém lý thú. Thứ nhất là điện tích biến thiên từng lượng tử một và thứ hai nó là nguồn của trường.

(còn nữa)

GIẢI ĐỀ KÌ TRƯỚC

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 = 7m/s và chạy liên tục nhiều vòng trên chu vi hình chữa nhật ABCD. Xe 2 chạy từ D với vận tốc không đổi v_2 = 8m/s và chạy liên tục nhiều vòng trên chu vi hình tam giác DAC (Hình 1). Biết AD = 3km, AB = 4km và khi gặp nhau các xe có thể vượt qua nhau.*

a) Ở thời điểm nào xe 2 chạy được số vòng nhiều hơn xe 1 là một vòng?
b) Tìm khoảng cách ngắn nhất giữa hai xe trong 6 phút đầu tiên.
c) 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.

Giải:

a) Chiều dài $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = 5000m$

Thời gian chạy một vòng của xe 1: $T_1 = (ABCDA)/v_1 = 2000s$

Thời gian chạy một vòng của xe 2: $T_2 = (ACDA)/v_2 = 1500s$

Lập phương trình: $t/T_2 - t/T_1 = 1$ → t = 1h 40 ph.

Thời điểm đó là: t_1 = 7h 40 ph.

b) Trong 6 phút đầu, xe 1 đi được 7.360 < AB và xe 2 đi được 8.360 < DA. Trong thời gian trên xe một đang chạy trên AB và xe 2 đang chạy trên DA.

Giả sử tại thời điểm t xe 1 ở N và xe 2 ở M.

Kí hiệu AD = a và MN = L thì:

$L^2 = AM^2 + AN^2$

$L^2 = (a - v_2t)^2 + (v_1t)^2$

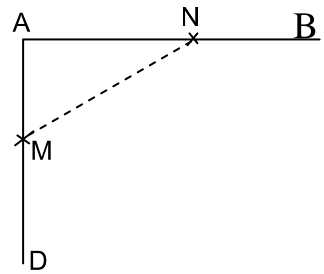
$$L^2 = (v_1^2 + v_2^2)\left[\left(t - \frac{av_2}{v_1^2 + v_2^2}\right)^2 - \left(\frac{av_2}{v_1^2 + v_2^2}\right)^2\right] + a^2$$

Nhận xét: L^2 đạt cực tiểu khi

$$\left(t - \frac{av_2}{v_1^2 + v_2^2}\right) = 0.$$

Khi đó

$L_{\min} = av_1 / \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \approx 1976(m)$



c) Thời gian xe 1 tới C lần đầu là 7000/7 = 1000 s
lần thứ n là $t = 1000 + nT_1 = 1000 + 2000n$
Thời gian xe 2 tới D lần thứ m là
$t = mT_2 = 1500m$
Để xe 1 tới C và xe 2 tới D cùng một lúc thì:
1000 + 2000 n = 1500 m
→ 3m = 2 + 4 n → m = (2 + 4 n)/3
Vì xe chỉ chạy đến 9^h30 phút nên có điều kiện
1000 + 2000 n < 3^h30 phút = 12600 s
Suy ra n < 5,8 và m, n là nguyên dương.

n	1	2	3	4	5
m	2	(loại)	(loại)	6	(loại)
t(s)	3000			9000	
Thời điểm	6^h50 phút			8^h30phút	

Vậy có 2 thời điểm để xe 1 tới C và xe 2 tới D cùng một lúc là 6h 50 ph và 8h 30 ph.

Các bạn có lời giải đúng: Vũ Huy Hoàng lớp 10 chuyên Lý trường THPT Lê Hồng Phong, **Nam Định**; *Nguyễn Quyết Thắng* lớp 11 Lý trường chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**.

CS2/1. *Dùng một bếp điện có công suất 1kW để đun một lượng nước có nhiệt độ ban đầu là 20^0C thì sau 5 phút nhiệt độ của nước đạt 45^0C. Tiếp theo do mất điện 2 phút nên nhiệt độ của nước hạ xuống chỉ còn 40^0C. 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. Biết nhiệt dung riêng của nước c = 4200J/(kg.độ) và nhiệt hoá hơi của nước L = $2,3.10^6$J/kg.*

Giải:

Gọi khối lượng của nước phải đun là m, nhiệt lượng do nước toả ra trong 1 giây là q. Khi mất điện nước chỉ toả nhiệt, ta có phương trình:

$q \cdot 2 \cdot 60 = mC(45-40)$

$\rightarrow q = mc/24$ (1)

Gọi thời gian từ sau khi mất điện đến khi nước sôi là t_1 thì:

$P \cdot t_1 = 1000t_1 = mC(100-40) + qt_1$

$\rightarrow t_1 = \dfrac{60mC}{(1000+q)}$ (2)

Gọi thời gian từ khi nước sôi đến khi bốc hơi là 5% lượng nước là t_2 thì

$1000t_2 = \dfrac{5}{100} m \cdot L + qt_2$

$\rightarrow t_2 = \dfrac{5mL}{100(1000+q)}$ (3)

Ta tìm m từ điều kiện đun nước ở giai đoạn 5 phút đầu:

$1000 \cdot 5 \cdot 60 = mC(45-20) + q \cdot 5 \cdot 60$.

Thay q từ (1) vào phương trình này ta được m = 1,90 kg

Thay giá trị của m vào (1) ta được q = 333,30 J/s

Thay giá trị của q và m vào (2) và (3) ta được t_1 = 360 s, t_2 = 164 s.

Vậy thời gian cần thiết để đun nước từ khi bắt đầu đến hoá hơi 5% là

$t = 7 \cdot 60 + 360 + 164 = 944(s)$

= 15 phút 44 giây.

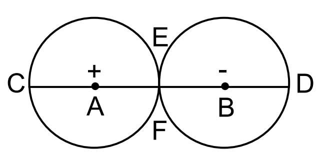
Các bạn có lời giải đúng: Vũ Huy Hoàng lớp 10 chuyên Lý trường THPT Lê Hồng Phong, **Nam Định**; *Nguyễn Quyết Thắng* lớp 11 Lý trường THPT Hùng Vương, **Phú Thọ**; *Lưu Tiến Quyết* lớp 9C, *Nguyễn Văn Tuấn* lớp 9E trường THCS Yên Lạc, **Vĩnh Phúc.**

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?*

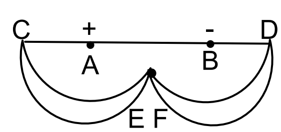
Giải:.

Vì tấm kim loại dẫn điện tốt nên điện trở đoạn EF không đáng kể, nên có thể chập E với F (Hình 1).

Do mạch có tính đối xứng với trục AB nên có thể tách mạch tại E và F mạch điện sau khi tách được vẽ lại như hình 2.



Hình 1



Hình 2

Gọi bán kính vòng tròn là r và điện trở một đơn vị độ dài là ρ thì:

$R_{ACEDB} = (r + \pi r + r)\rho = (2 + \pi)r\rho$

Cường độ dòng điện chạy trong mạch AC:

$I = \dfrac{U_{AB}}{(2+\pi)r\rho}$

Vậy $U_{CD} = I \cdot R_{CD} = U_{AB} \cdot \dfrac{\pi}{2+\pi} \approx 3{,}67(V)$

Vôn kế chỉ 3,67 V.

Các bạn có lời giải đúng: Vũ Huy Hoàng lớp 10 chuyên Lý trường THPT Lê Hồng Phong, **Nam Định**; *Nguyễn Quyết Thắng* lớp 11 Lý trường chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; *Đinh Xuân Khuê* lớp 10 Lý trường THPT Lương Văn Tuy, **Ninh Bình**.

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 60^0.*

a) *Hãy xác định hình dạng và kích thước bóng tối trên màn do khối trụ gây ra.*

b) *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?*

Giải:

a) Bóng tối EF trên tường được tạo ra như hình vẽ.

Đó là hình chữ nhật có các cạnh EF là l.

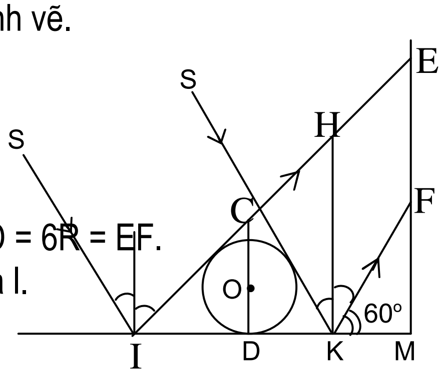
Tính EF:

Δ CIK là tam giác đều:

OC = 2OD = 2R → CD = 3R

Xét Δ IHK: CD là đường trung bình nên HK = 2CD = 6R = EF.

Bóng tối là hình chữ nhật có các cạnh bằng 6R và l.



b) Khi hình trụ đi từ K đến M thì bóng tối trên tường dịch chuyển từ F tới M với vận tốc v' ta có:

$KM = v \cdot t$

$FM = v^{'} \cdot t$

Xét Δ MKF → $FM = KMtg60^{o} = KM\sqrt{3}$.

Từ trên suy ra: $v^{'} = v\sqrt{3}$.

Các bạn có lời giải đúng: Vũ Huy Hoàng lớp 10 chuyên Lý trường THPT Lê Hồng Phong, **Nam Định**; *Nguyễn Quyết Thắng, Lưu Viết Lâm* lớp 11 Lý trường THPT Hùng Vương, **Phú Thọ**; *Đinh Xuân Khuê* lớp 10 Lý trường THPT Lương Văn Tuy,, **Ninh Bình**.*Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Công Bình* lớp 9E trường THCS Yên Lạc, **Vĩnh Phúc.**

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 = 30s. Hãy xác định vận tốc của máy bay ở thời điểm tắt động cơ. Biết rằng vận tốc âm thanh là 320m/s.*

Giải:

Chọn gốc thời gian lúc máy bay bắt đầu khởi hành. Sau thời gian t_1,máy bay đạt được độ cao:

$$h = \frac{at_1^2}{2}$$

Thời điểm cuối cùng ở mặt đất còn nghe thấy âm thanh phát ra từ máy bay cách thời đểm ban đầu một khoảng thời gian t_2 = 30s, suy ra:

$$t_2 - t_1 = \frac{h}{v} = \frac{at_1^2}{2v}$$

trong đó v = 320m/s là vận tốc truyền âm thanh trong không khí. Giải phương trình trên theo t_1, ta được:

$$t_1 = \frac{v}{a}(-1 + \sqrt{1 + \frac{2at_2}{v}})$$ (loại nghiệm âm).

Vậy vận tốc máy bay ở thời điểm tắt động cơ bằng:

$$V = at_1 = v(-1 + \sqrt{1 + \frac{2at_2}{v}})$$

$$= 320(-1 + \sqrt{1 + \frac{2.3.30}{320}}) = 80m/s$$

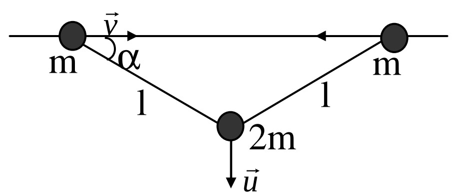
Lời giải trên là của bạn Lê Quốc Khánh, lớp 11 Lý,*Huỳnh Hoài Nguyên* 11 Toán Trường PT Năng khiếu, ĐHQG,**Tp HCM**. *Các bạn sau cũng có lời giải đúng: Nguyễn Công Dưỡng* 10 Lý, *Trương Hữu Trung* 11 Lý, *Nguyễn Thanh Tuấn*

12 A2 trường chuyên **Bắc Ninh**; *Nguyễn Hữu Tuấn Anh, Nguyễn Duy Cường* 11A3 K31, *Phan Thanh Hiền, Thái Doãn Vương* 10A3 K32 trường chuyên Phan Bội Châu; *Nguyễn Thành Công 10G* trường THPT Huỳnh Thúc Kháng, Vinh, **Nghệ An,** *Trần Quốc Trương* 10 Lý; *Nguyễn Anh Tuấn* 11 Lý PTNK - ĐHQG, **Tp. HCM**; *Huỳnh Minh Hoàng* 12C trường THPT Phan Đình Phùng ; *Ngô Thị Thu Hằng* 11 Lý chuyên Hà Tĩnh, **Hà Tĩnh**. *Nguyễn Văn Sơn; Nguyễn Văn Tuấn* 9E THCS Yên Lạc*, Nguyễn Tùng Lâm* 11A3 chuyên Vĩnh Phúc, **Vĩnh Phúc;** *Bùi Đình Bảo* 12B1; *Lê Huy Hoàng* 11 Lý ; *Nguyễn Ngọc Thạch* 11 B chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ;** *Phạm Việt Đức* 11A; *Hoàng Văn Tuệ* K18A, *Ngô Tuấn Đạt* 10A khối chuyên Lý ĐHQG, **Hà Nội**; *Đinh Xuân Khuê* !0 Lý THPT chuyên Lương Văn Tuy, **Ninh Bình;** *Nguyễn Hữu An* 10 Lý trường chuyên Hạ Long, **Quảng Ninh;** *Dương Trung Hiếu* THPT NK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang;** *Nguyễn Mạnh Tuấn* 10 chuyên Lý, THPT Nguyễn Trãi, **Hải Dương**.

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.*

Giải:

.



Gọi u là vận tốc của quả cầu *2m* và *v* là vận tốc của hai quả cầu *m* (hai quả cầu *m* có vận tốc như nhau ở mọi thời điểm) khi dây hợp với phương ngang một góc α. Vì dây luôn căng nên ta có: $v\cos\alpha = u\sin\alpha$ (1).

Mặt khác, theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\frac{1}{2}2mu^2 + 2.\frac{1}{2}mv^2 = 2mgl\sin\alpha \qquad (2)$$

Suy ra:

$$v^2 = 2gl\sin\alpha - u^2 \le 2gl\sin\alpha \le 2gl \quad \Rightarrow v \le \sqrt{2gl} \qquad (3)$$

Khi hai quả cầu *m* sắp chạm vào nhau thì $\alpha = 90^0$, tức $\sin\alpha = 1$ và $\cos\alpha = 0$. Suy ra khi hai quả cầu sắp chạm nhau thì u = 0 [theo (1)] và $\sin\alpha = 1$. Lúc đó bất đẳng thức (3) trở thành đẳng thức. Vậy vận tốc cực đại của quả cầu *2m* bằng: $v_{max} = \sqrt{2gl}$ (khi $\alpha = 90^0$).

Từ (1) ta có $v = utg\alpha \ \ (\alpha \ne 90^0)$, thế vào (2) ta được: $u^2(tg^2\alpha + 1) = 2gl\sin\alpha$. Suy ra:

$$u^2 = 2gl\cos^2\alpha\sin\alpha = 2gl\cos^2\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha}$$

Theo bất đẳng thức Cauchy, ta có:

$$u^2 = \sqrt{2}gl\sqrt{(2-2\cos^2\alpha)\cos^2\alpha\cos^2\alpha}$$

$$\le \sqrt{2}gl\left(\frac{2-2\cos^2\alpha+\cos^2\alpha+\cos^2\alpha}{3}\right)^{3/2} = \frac{4\sqrt{3}}{9}gl$$

Dấu bằng xảy ra khi $2-2\cos^2\alpha = \cos^2\alpha \Leftrightarrow \cos^2\alpha = \frac{2}{3} \Leftrightarrow \cos\alpha = \frac{\sqrt{6}}{3}$.

Suy ra vận tốc cực đại của hai quả cầu *m* bằng $u_{\max} = \frac{2}{3}\sqrt{\sqrt{3}gl}$ khi $\cos\alpha = \frac{\sqrt{6}}{3}$.

Lời giải trên là của bạn Nguyễn Tùng Lâm, lớp 11A3, trường THPT Chuyên **Vĩnh phúc**.
Các bạn có lời giải đúng: Thái Bá Sơn A3K30; *Bạch Hưng Đoàn; Nguyễn Hữu Tuấn Anh* A3K31, *Lê Quang Duy* 11A3 chuyên Phan Bội Châu, Vinh, **Nghệ An;** *Nguyễn Ngọc Thạch* 11B; *Lê Huy Hoàng* 11 Lý chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ;** *Hoàng Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quốc Khánh* 11 Lý PTNK ĐHQG, **Tp. HCM;** *Phạm Việt Đức* 11A khối chuyên Lý ĐHQG **Hà Nội;** *Huỳnh Minh Hoàng* 12C THPT Phan Đình Phùng, *Ngô Thị Thu Hằng* 11 Lý THPT chuyên Hà Tĩnh, **Hà Tĩnh;** *Dương Trung Hiếu* 11B THPT Năng Khiếu Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**.

TH3/1. *Một bình hình trụ rất cao, diện tích đáy là S = 20cm^2 được đặt thẳng đứng. Dưới một pittông rất nhẹ là nước có khối lượng m = 9g, ở nhiệt độ 20^{0}C. Nước được nung nóng bởi một nguồn có công suất N = 100W. 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 = 4200J/kg.K; nhiệt hoá hơi của nước r = 2,26.10^6 J/kg; áp suất khí quyển p_0 = 10^{5}N/m^2. Pittông và bình làm bằng chất cách nhiệt.*

Giải:

Gọi thời gian để nhiệt độ của nước tăng từ 20^{0}C đến 100^{0}C là t_1, ta có

$$t_1 = \frac{cm(100-20)}{N} = 30s$$

Trong thời gian này pittông đứng yên (v_1 = 0).

Khi nước bắt đầu hoá hơi thì pittông cũng bắt đầu chuyển động lên trên. Giả sử trong thời gian Δt có một lượng nước Δm bay hơi chiếm thể tích ΔV. Ta có:

$$\Delta m = \frac{N\Delta t}{r}\ ,\ \Delta V = \frac{\Delta m}{\mu}\frac{RT}{p_0}$$

với $\mu = 18g/mol$ và T = 373K.

Vận tốc pittông trong giai đoạn nước hoá hơi là:

$$v_2 = \frac{\Delta V}{S\Delta t} = \frac{NRT}{rS\mu p_0} = 0{,}04m/s.$$

Thời gian nước hoá hơi hết là $t_2 - t_1 = \frac{mr}{N} \approx 203s$.

Khi nước đã chuyển hết thành hơi thì xem như khí lý tưởng với i = 6, suy ra $C_p = C_V + R = 4R$. Từ đó ta có:

$$N\Delta t = Q = \frac{m}{\mu}C_p\Delta T = \frac{m}{\mu}4R\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{N\Delta t}{\frac{m}{\mu}4R}.$$

Nhưng vì $\Delta V = \frac{m}{\mu}\frac{R\Delta T}{p_0} = \frac{N\Delta t}{4p_0}$, suy ra vận tốc của pittông bằng:

$$v_3 = \frac{\Delta V}{S\Delta t} = \frac{N}{4Sp_0} = 0{,}125 m/s.$$

Vậy vận tốc cực đại của pittông bằng: $v_{\max} = 0{,}125 m/s.$ Bạn đọc tự vẽ đồ thị.

Các bạn sau có lời giải đúng: Dương Trung Hiếu 11 B trường THPT Năng Khiếu Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang;** *Lê Quốc Khánh* 11 Lý PTNK ĐHQG **Tp. HCM;** *Thái Bá Sơn* A3K30, *Lê Quang Duy* 11A3 trường THPT Phan Bội Châu, Vinh, **Nghệ An;** *Nguyễn Tùng Lâm*, lớp 11A3, trường THPT Chuyên **Vĩnh phúc**.

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 =1g; q_2 = -q, m_2 = 2g. Ban đầu, khoảng cách hai quả cầu là a = 1m, 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.*

Giải:

- Vận tốc khối tâm của hệ hai hạt.

$$\vec{V}_c = \frac{2m\vec{v}_{02} + m\cdot\vec{v}_{03}}{3m}$$

$$= \frac{2\vec{v}_{02} + \vec{v}_{01}}{3} = const$$

$$\rightarrow \begin{cases} V_{cx} = \frac{2}{3}v_0 \\ V_{cy} = \frac{1}{3}v_0 \end{cases}$$

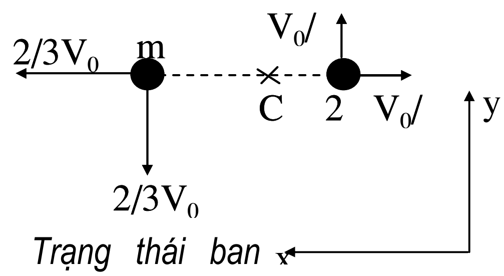
Do không có ngoại lực, khối tâm chuyển động thẳng đều.

Xét trong hệ quy chiếu khối tâm (C). Vận tốc của mỗi hạt gồm 2 thành phần:

- Thành phần theo phương nối 2 hạt (dưới đây gọi là thành phần song song)
- Thành phần vuông góc với đường thẳng nối 2 hạt (dưới đây gọi là thành phần vuông góc)

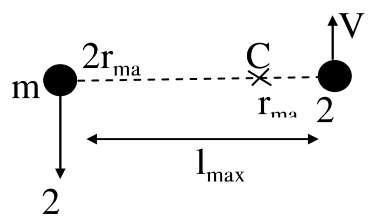
Tại thời điểm ban đầu: vận tốc trong hệ quy chiếu C của các hạt là:

$$\vec{v}_m \begin{cases} v_{mx} = \dfrac{2}{3} v_0 \\ v_{my} = -\dfrac{2}{3} v_0 \end{cases}, \quad \vec{v}_{2m} \begin{cases} v_{2mx} = -\dfrac{v_0}{3} \\ v_{2my} = \dfrac{v_0}{3} \end{cases}$$



Trạng thái ban

Để thoả mãn điều kiện hai hạt 2 lần qua vị trí cách nhau 3a thì khoảng cách cực đại giữa hai hạt $l_{\max} \geq 3a$. Khi đạt khoảng cách $l_{\max}$ thì thành phần vận tốc theo phương song song triệt tiêu, chỉ còn thành phần vuông góc.



Trạng thái đạt

Do động lượng của hệ trong hệ quy chiếu C bằng 0 nên

$$\begin{cases} v_m = 2v \\ v_{2m} = v \end{cases}$$

Theo định luật bảo toàn mômen động lượng quanh C của hạt 2m, ta có

$$v \cdot r_{\max} = \left(\frac{v_0}{3}\right) \cdot \left(\frac{a}{3}\right) = \frac{v_0 \cdot a}{9} \quad (1)$$

Mặt khác:

$$r_{\max} = \frac{l_{\max}}{3} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $v = \dfrac{v_0 a}{3 \cdot l_{\max}}$. Vì: $l_{\max} \geq 3a \rightarrow v \leq \dfrac{v_0}{3} \cdot \dfrac{a}{3a}$ hay

$$v \le \frac{v_0}{9} \quad (3)$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng (biến thiên động năng của hệ bằng biến thiên năng lượng tương tác điện), ta có

$$\frac{1}{2}m(v_{mx}^2 + v_{my}^2) + \frac{1}{2}\cdot 2m(v_{2mx}^2 + v_{2my}^2) - \left(\frac{1}{2}m\cdot(2v)^2 + \frac{1}{2}2mv^2\right)$$

$$= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{l_{\max}}\right)$$

$$\to m\cdot\frac{4}{9}v_0^2 + 2m\frac{v_0^2}{9} - 3mv^2 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{l_{\max}}\right)$$

Theo giả thiết $l_{\max} \ge 3a$

$$\to \frac{2}{3}mv_0^2 - 3mv^2 \ge \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{3a}\right)$$

$$\to \frac{2}{3}mv_0^2 - 3mv^2 \ge \frac{q^2}{6\pi\varepsilon_0 a}$$

$$(3) \to q \le v_0\sqrt{\frac{34\pi\varepsilon_0 ma}{9}} = 0,32C \qquad (4)$$

Mặt khác, cũng theo định luật bảo toàn năng lượng, ứng với trạng thái trong đó hai hạt cách nhau một khoảng *l, ta có*:

$$m\left(\frac{2}{3}v_0\right)^2 + 2m\left(\frac{v_0}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}m(2v)^2 + \frac{1}{2}2mv^2\right) = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{l}\right)$$

Vì hai hạt không thể đi ra xa nhau quá $l_{\max}$, nên với $l > l_{\max}$ ta phải có:

$$m\frac{4v_0^2}{9} + 2m\frac{v_0^2}{9} \le \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{l}\right) \quad \le \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a}$$

$$\to q \ge v_0\sqrt{\frac{8\pi\varepsilon_0 ma}{3}} = 0,27C \qquad (5)$$

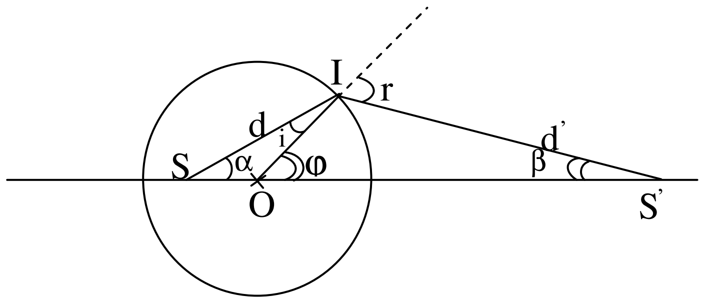
Từ (4) và (5) $\to v_0\sqrt{\frac{8\pi\varepsilon_0 ma}{3}} \le q \le v_0\sqrt{\frac{34\pi\varepsilon_0 ma}{9}}$, hay

$0,27C \le q \le 0,32C$.

Bạn *Ninh Văn Cường* Lớp 11B khối chuyên Lý ĐHQG **Hà Nội** *có lời giải đúng*.

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.*

Giải:



Đặt x =SO và x' = S'O. Dùng định lý hàm số sin cho hai tam giác ISO và IS'O, ta có:

$\frac{x}{\sin i} = \frac{R}{\sin \alpha}$ và $\frac{x'}{\sin r} = \frac{R}{\sin \beta}$.

Nhưng theo định luật khúc xạ: $\sin r = n \sin i$, suy ra: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{x'}{nx}$.

Dùng định lý hàm số sin cho tam giác ISS', ta được: $\frac{d'}{\sin \alpha} = \frac{d}{\sin \beta}$. Kết hợp với hệ thức ở trên suy ra: $\frac{d'}{d} = \frac{x'}{nx}$ (1).

Dùng định lý hàm số cosin cho hai tam giác ISO và IS'O, ta có:

$$d^2 = x^2 + R^2 + 2xR\cos\varphi$$
$$d'^2 = x'^2 + R^2 - 2x'R\cos\varphi$$

Thay hai biểu thức trên vào (1), ta được:

$$\left(\frac{x'}{nx}\right)^2 = \left(\frac{d'}{d}\right)^2 = \frac{x'^2 + R^2 - 2Rx'\cos\varphi}{x^2 + R^2 + 2Rx\cos\varphi}$$

$$\Rightarrow 2R\cos\varphi\left(\frac{1}{x'} + \frac{1}{n^2 x}\right) + \left[\left(\frac{R}{nx}\right)^2 + \frac{1}{n^2} - 1 - \left(\frac{R}{x'}\right)^2\right] = 0 \qquad (2)$$

Do điều kiện tương điểm, đẳng thức (2) phải được thoả mãn với mọi giá trị của φ, suy ra:

$$\begin{cases} x' = -n^2 x \\ \left(\frac{R}{nx}\right)^2 + \frac{1}{n^2} - 1 - \left(\frac{R}{x'}\right)^2 = 0 \end{cases}$$

Suy ra $x = \frac{R}{n}$. Vậy ba điểm cần tìm là tâm O và hai điểm cách tâm một khoảng $x = \frac{R}{n}$.

Bạn Nguyễn Tùng Lâm, lớp 11A3, trường THPT Chuyên **Vĩnh phúc** *có lời giải đúng.*

ĐÁP ÁN VÀ GỢI Ý GIẢI MỤC CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TN1/1. Trả lời **D**

Gợi ý: Từ đồ thị H.1 trong đề bài ta thấy F = -kx với k = 80/0,2 = 400N/m.Theo công thức:

$$T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$ tính được chu kì dao động T = 0,03 (s).

TN2/1. Trả lời **D**

Gợi ý: Vận tốc trung bình quảng đường chia thời gian. Trong 40 phút tính từ khi bắt đầu đi từ nhà thì mất t_1= (2,5km /5km/h) = 0,5h = 30phút từ nhà đến chợ. Vậy còn t_2 = 10phút = 1/6h trên đường từ chợ về nhà. Trong thời gian này người đó đi được đoạn đường (1/6)x(7,5)=1,25km. Vậy trong t = 40phút =2/3h, người đó đi được đoạn đường bằng 3,75 km. Vận tốc trung bình sẽ bằng (3,75/2/3)km/h = (45/8)km/h.

TN3/1. Trả lời **C**

Gợi ý: Dựa vào sự phụ thuộc của độ cao vào thời gian

$$y(t) = y_0 + v_0 t + a\frac{t^2}{2}$$, ở đây a = -10m/s^2.

Mặt khác, $h = y(2) - y(1) = y(5) - y(6)$. Thay số cụ thể vào tính được v_0 = 35m/s và h =20m.

TN4/1. Trả lời **C**

Gợi ý. Dễ dàng chứng minh được công suất cực đại mà nguồn cung cấp cho mạch ngoài bằng $E^2/4r$ = 2W.

TN5/1. Trả lời **A**

Gợi ý: q = It, mặt khác q = nevtS $\rightarrow v = \frac{I}{neS}$. Thay I=8A, n = 8.10^{28}m^{-3}, e = 1,6.10^{-19}C, S = 4,00.10^{-6}m^3 tính được v = 0,156.10^{-3}m/s.

Bạn Dương Trung Hiếu, lớp 11 Chuyên Lý, THPT Năng khiếu Ngô Sĩ Liê*n*, **Bắc Giang** *có lời giải đúng.*

GIAI THOẠI VỀ CÁC NHÀ VẬT LÝ

I don't mean to critize...

Bohr không bao giờ phê phán gay gắt các báo cáo viên, sự tế nhị trong cách diễn đạt của ông đã trở thành nổi tiếng trong giới vật lý. Một lần, có một nhà vật lý sau khi báo cáo xong tại một xêmina tỏ ra rất hoang mang. Một người bạn hỏi anh ta sao lại lo lắng đến như thế, thì được trả lời: "Gay to rồi, giáo sư Bohr nói rằng, báo cáo của mình rất lý thú...". Trước bất cứ một nhận xét nào, nhà vật lý nổi tiếng này bao giờ cũng có câu mào đầu:"I don't mean to critize..." (có nghĩa là "tôi không hề có ý định phê phán..."). Thậm chí, khi đọc một công trình chẳng đâu vào đâu, ông cũng thốt lên: "Tôi không hề có ý định phê phán, nhưng đơn giản là tôi không hiểu tại sao người ta lại có thể viết ra một thứ vớ vẩn như vậy!".

Hiệu ứng Pauli

Nhà vật lý nổi tiếng người Áo Wolfgang Pauli (giải thưởng Nobel về vật ly năm ????) được đồng nghiệp mệnh danh là nhà lý thuyết 100%. Sự xung khắc của ông với các thiết bị thí nghiệm đã trở thành giai thoại. Thậm chí người ta còn khẳng định rằng chỉ cần ông bước chân vào một phòng thí nghiệm nào đó là lập tức sẽ có một dụng cụ đang hoạt động bỗng trở nên trục trặc. Các đồng nghiệp đã gọi hiên tượng này là hiệu ứng Pauli (không nên nhầm lẫn hiêu ứng này với "nguyên lý Pauli" nổi tiếng trong cơ học lượng tử). Trong số những thể hiện của hiệu ứng Pauli đã được ghi chép lại, có lẽ, nổi tiếng nhất là trường hợp sau. Một lần tại phòng thí nghiệm của nhà vật lý James Frank ở Gettingen (Đức) xảy ra một vụ nổ nghiêm trọng phá hủy cả một bến xe ở gần đó. Thời gian xảy ra sự cố này đã được ghi lại một cách chính xác. Sau này người ta mới vỡ lẽ ra rằng vụ nổ đã xảy ra đúng vào lúc chuyến xe lửa mà Pauli đi từ Zurich tới Copenhagen dừng lại đúng 8 phút ở Gettingen.

Chiếc móng ngựa

Trên cánh cửa ngôi nhà gỗ của mình Bohr có cho treo một chiếc đế móng ngựa bằng sắt, vì theo dân gian, nó sẽ mang lại may mắn cho chủ nhân ngôi nhà. Một lần, có vị khách khi thấy chiếc móng ngựa này đã thốt lên: "Lẽ nào một nhà bác học vĩ đại như ông lại đi tin vào chuyện nhảm nhí này sao". Không hề tỏ lúng túng chút nào, Bohr bình thản đáp: "Tất nhiên là tôi không tin, nhưng ông có biết người ta nói rằng chiếc móng ngựa này mang lại may mắn cả cho những người không tin vào điều đó không?".

Tôi là một thằng ngốc...

Một lần, Bohr phát biểu tại Viện Vật lý thuộc Viện Hàn lâm Khoa học Liên xô (cũ), khi trả lời câu hỏi làm thế nào mà Bohr đã xây dựng được một trường phái vật lý có uy tín vào bậc nhất trên thế giới, ông đã trả lời: "Đó là bởi vì tôi không bao giờ ngần ngại thú nhận với các học trò của mình rằng, tôi là một thằng ngốc...". Người dịch cho Bohr hôm đó là giáo sư E.M.Lifschits đã dịch chệch câu đó thành: " Đó là bởi vì tôi không bao giờ ngần ngại tuyên bố với các học trò của mình rằng, họ là những thằng ngốc...". Nghe câu dịch đó cả hội trường xôn xao hẳn lên, Lifschits bèn quay sang hỏi lại Bohr, rồi xin lỗi vì mình đã nghe không rõ nên dịch lộn. Tuy nhiên, viện sĩ Kapitsa, lúc đó cũng ngồi trong hội trường, đã đưa ra một nhận xét khá thâm thúy rằng, đó hoàn toàn không phải là do nghe không rõ nên dịch lộn, mà thực tế nó thể hiện sự khác nhau về nguyên tắc giữa trường phái của Bohr và trường phái của Landau (trong đó có Lifschits).

P.V.T (sưu tầm)

HƯỚNG DẪN GIẢI
ĐỀ THI OLYMPIC VẬT LÝ CHÂU Á
(Xem Vật lý & Tuổi trẻ, số 3 tháng 10/2003)

BÀI THI LÝ THUYẾT

I. ***Sự chuyển quỹ đạo của vệ tinh:***

a) $\frac{mu_0^2}{R_0} = \frac{GMm}{R_0^2} \rightarrow u_0 = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$

b) Theo định luật bảo toàn mômen động lượng: $mu_1R_0 = mv_2 \cdot R_1$

Theo định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{1}{2}mu_2^2 - \frac{GMm}{R_1} = \frac{1}{2}mu_1^2 - \frac{GMm}{R_0}$

$$\rightarrow \left[\left(\frac{R_0}{R_1}\right)^2 - 1\right]u_1^2 = 2GM\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_0}\right]$$

$$\rightarrow u_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_0}} \cdot \sqrt{\frac{2R_1}{R_1 + R_0}} = u_0 \cdot \sqrt{\frac{2R_1}{R_1 + R_0}}$$

c) $\lim\limits_{R_1 \to \infty} u_1 = \sqrt{2} \cdot u_0$

d) $u_2 = u_1 \cdot \frac{R_0}{R_1} = u_0 \cdot \frac{\sqrt{2}R_0}{\sqrt{R_1(R_1 + R_0)}}$

e) $u_3 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}\sqrt{\frac{R_0}{R_1}} = u_0 \cdot \sqrt{\frac{R_0}{R_1}}$

$$= \sqrt{\frac{R_0}{R_1}} \sqrt{\frac{R_1(R_1 + R_0)}{2R_0^2}} u_2 = u_2 \sqrt{\frac{R_1 + R_0}{2R_0}}$$

f) Kết hợp hai phương trình (1) và (2)

$$\frac{d^2r}{dt^2} - \frac{(C/m)^2}{r^3} = \frac{-GM}{r^2}$$

Với quỹ đạo tròn bán kính R_1, ta có: $\left(\frac{C}{m}\right)^2 = GMR_1$, nên

$$\frac{d^2r}{dt^2} - \frac{GMR_1}{r^3} = \frac{-GM}{r^2}.$$

Đặt $r = R_1 + \eta$ với $\eta << R_1$.

$$\rightarrow \frac{d^2\eta}{dt^2} - \frac{GMR_1}{R_1^3\left(1 + \frac{\eta}{R_1}\right)^3} = \frac{-GM}{R_1^2\left(1 + \frac{\eta}{R_1}\right)^2}$$

$$\rightarrow \frac{d^2\eta}{dt^2} - \frac{GM}{R_1^2}\left(1 - \frac{3\eta}{R_1}\right) \approx \frac{-GM}{R_1^2}\left(1 - \frac{2\eta}{R_1}\right)$$

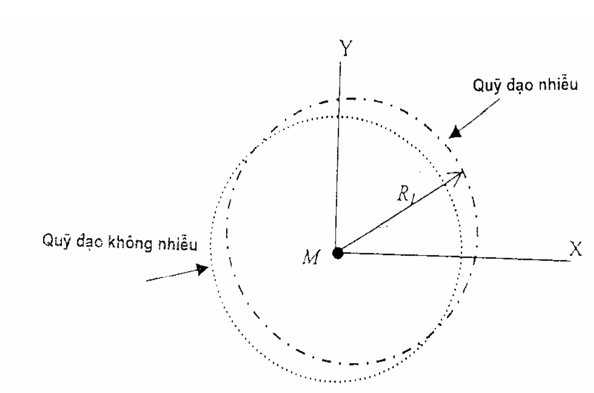
$$\rightarrow \frac{d^2\eta}{dt^2} + \frac{GM}{R_1^3} \cdot \eta = 0$$

Suy ra tần số và chu kỳ dao động xung quanh khoảng cách trung bình tương ứng bằng:

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{GM}{R_1^3}}$ và $T = 2\pi\sqrt{\frac{R_1^3}{GM}}$

Chú ý rằng chu kỳ này đúng bằng chu kì chuyển động của vệ tinh trên quỹ đạo.

g)



II. Con quay quang học:

Trong môi trường có chiết suất μ ánh sáng truyền với tốc độ là $c'=\frac{c}{\mu}$ và bước sóng ánh là: $\lambda^{'}=\frac{\lambda}{\mu}$ với λ là bước sóng ánh sáng trong chân không.

a) Thời gian đi một vòng của tia CW: $t^{+}=\frac{2\pi R+R\Omega t^{+}}{c^{'}}$

$\rightarrow t^{+}=\frac{2\pi R}{c^{'}}\left(1-\frac{R\Omega}{c^{'}}\right)^{-1}$

Thời gian đi một vòng của tia CCW: $t^{-}=\frac{2\pi R-R\Omega t^{-}}{c^{'}}$

$\rightarrow t^{-}=\frac{2\pi R}{c^{'}}\left(1+\frac{R\Omega}{c^{'}}\right)^{-1}$

$\rightarrow \Delta t=t^{-}-t^{+}=\frac{4\pi R^{2}\Omega}{c^{'2}-R^{2}\Omega^{2}}$

Vì $(R\Omega)^{2}<<c'^{2}\rightarrow \Delta t\approx\frac{4\pi R^{2}\Omega}{c^{'2}}$

b) Hiệu quang trình trên một vòng kín là:

$\Delta L=c'.\Delta t=\frac{4\pi R^{2}\Omega}{c'}$

c) $\Delta L\cong 4,5.10^{-12}m$

Con quay quang học cần được đặt ở cực Bắc hoặc cực Nam.

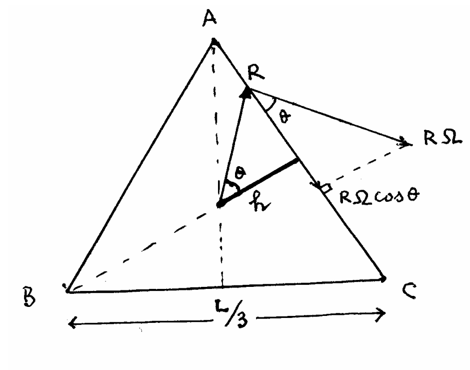
d) Hiệu số pha quang học tương ứng là:

$$\Delta\theta=\frac{2\pi\Delta L}{\lambda'}=\frac{8\pi^{2}R^{2}\cdot\Omega}{c\cdot\lambda^{'}}$$

với $\lambda^{'}=\frac{\lambda}{\mu}$. Với sợi quang có N vòng, thì

$$\Delta\theta=\frac{8\pi^{2}R^{2}\cdot N\Omega}{c\cdot\lambda^{'}}$$

e)



Hình vẽ cho thấy vòng hình tam giác quay quanh tâm O với vận tốc góc Ω theo chiều kim đồng hồ. Ta hãy xét vận tốc ánh sáng dọc AC theo chiều CW và CCW:

$V_{\pm} = c \pm R\Omega\cos\theta = c \pm \Omega h$

(với $h = const$)

$t_{\pm} = \dfrac{L/3}{V\pm} = \dfrac{L/3}{c \pm \Omega h} \approx \dfrac{L/3}{c}\left(1 \pm \dfrac{\Omega h}{c}\right)$

với L là chu vi tam giác. Vậy hiệu thời gian ánh sáng đi hết một vòng là:

$$\Delta t = \frac{2\Omega S h}{c^2} = \frac{4\Omega}{c^2}\cdot\left(\frac{1}{2}Sh\right) = \frac{4\Omega A}{c^2}$$

với h là 1/3 đường cao và A là diện tích tam giác.

f) Các tần số cộng hưởng gắn với $L_{\pm}$ ứng với độ dài hiệu dụng của hốc do các tia truyền theo CW và CCW nhìn thấy là:

$\nu_{\pm} = \dfrac{m}{L_{\pm}}\cdot c \quad (m = 1,2,3...)$

và $L_{\pm} = ct_{\pm} = L\left(1 \pm \dfrac{R\Omega}{c}\right)$

Do đó hiệu tần số gữa các chùm sáng truyền theo CW và CCW là

$\Delta\nu = \nu_{+} - \nu_{+} = \dfrac{m}{L_{-}}c - \dfrac{m}{L_{+}}c$

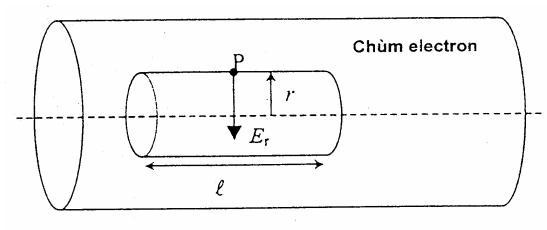
$\approx mc\dfrac{\Delta L}{L^2} = \nu\cdot\dfrac{\Delta L}{L}$

(ở đây ta đã dùng phép gần đúng $L_{+}\cdot L_{-} \approx L^2$). Vì $\Delta L = c.\Delta t$ và $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$, ta có:

$\Delta\nu \approx \dfrac{4A\Omega}{c}\dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{1}{3\sqrt{3}}\dfrac{L}{\lambda}\cdot\Omega$

III. Thấu kính Plasma:

a) Xét một mặt trụ Gauss dài l, bán kính r, xung quanh trục trung tâm. Do tính đối xứng trục của mật độ điện tích, độ lớn của điện trường giống nhau tại những khoảng cách bằng nhau đến trục và có phương bán kính.

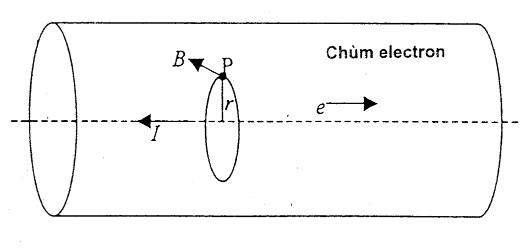


Từ định luật Gauss:

$$E \cdot 2\pi \cdot rl = \frac{-1}{\varepsilon_0} ne(\pi r^2 l) \rightarrow E = \frac{-ner}{2\varepsilon_0}$$

$\vec{E} = \frac{-ner}{2\varepsilon_0} \cdot \hat{e}_r$ ($\hat{e}_r$ là véctơ đơn vị theo hướng bán kính)

b) Xét một vòng tròn bán kính r quanh trục trung tâm, từ trường được gây nên bởi dòng đều chạy bên trong đường tròn. Từ trường có giá trị như nhau tại mọi điểm cách đều trục và có phương vuông góc với bán kính.



Từ định luật Ampère: $B.2\pi r = \mu I_{bibaoquanh} = \mu_0 n \cdot ev \cdot \pi r^2$.

$$\rightarrow B = \frac{\mu_0 nerv}{2}$$

$\rightarrow \vec{B} = \frac{-\mu_0 nerv}{2} \cdot \hat{e}_\theta$ ($\hat{e}_\theta$ là véctơ đơn vị theo phương tiếp tuyến với vòng tròn).

c) Lực Lorentz tổng hợp tác dụng lên electron đang chuyển động ở điểm đang xét:

$$\vec{F}_{th} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\left|\vec{F}_{th}\right| = \frac{ne^2 r}{2\varepsilon_0} - \frac{\mu_0 ne^2 rv^2}{2}$$

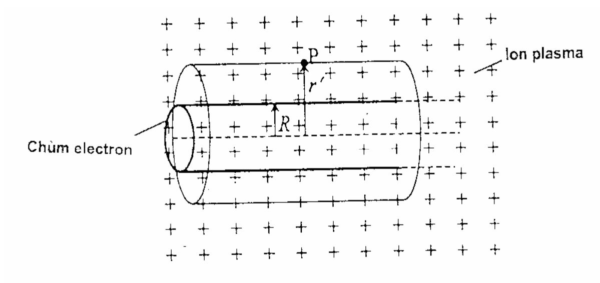
hay $\vec{F} = \left(\frac{ne^2 r}{2\varepsilon_0} - \frac{\mu_0 ne^2 rv^2}{2} \right) \hat{e}_r$

d) Từ (c) $F = \frac{1}{2\varepsilon_0} \cdot ne^2 r(1 - \mu_0 \varepsilon_0 v^2)$

$= \frac{1}{2\varepsilon_0} \cdot ne^2 r\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$ với $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$

$F = 0$ khi $v \to c$. Lực điện và lực từ triệt tiêu lẫn nhau.

e) Sau khi chùm electron bay vào plasma, các electron của plasma ở gần chùm, do khối lượng của chúng rất nhỏ, bị đẩy ra xa, nên chỉ còn lại các ion mà ta giả sử là có mật độ đều. Điện trường tại điểm P được xác định giống như ở câu (a):



$$E_{r'} 2\pi r'.l = \frac{1}{\varepsilon_0}\left[-ne(\pi R^2 l) + n_0 e(\pi r'^2 l)\right]$$

$$\to E_{r'} = \frac{1}{2\varepsilon_0}\left[\frac{-neR^2}{r'} + n_0 e^2 r'\right]$$

Lực tác dụng lên các ion đứng yên là:

$$F = qE = \frac{1}{2\varepsilon_0}\left[\frac{-ne^2R^2}{r'} + n_0 \cdot e^2 \cdot r'\right]$$

Lực gây bởi từ trường của chùm sẽ bằng 0 do vận tốc v của các ion bằng 0.

f) Lực tổng hợp tác dụng lên chùm electron trong môi trường plasma là:

$$\vec{F} = \frac{ne^2 r}{2\varepsilon_0}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \cdot \hat{e}_r - \frac{n_0 e^2 r}{2\varepsilon_0} \cdot \hat{e}_r$$

Nguyễn Thế Khôi (giới thiệu)

CHUYÊN ĐỀ-TRAO ĐỔI

HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM TRONG CÁC MẠCH ĐIỆN

Khi dòng điện chạy trong mạch, ngoài điện trường, còn xuất hiện một từ trường do chuyển động của các điện tích tự do. *Đại lượng đặc trưng cho các tính chất từ của mạch điện như trên được gọi là độ tự cảm của mạch điện*. Dòng điện chạy trong dây dẫn tạo ra trong không gian xung quanh nó một từ trường. Từ thông Φ gửi qua mạch kín này tỷ lệ thuận với cường độ dòng điện *I:*

$$\Phi = LI . \qquad (1)$$

Hệ số tỷ lệ *L* được gọi là độ tự cảm hay là hệ số tự cảm của mạch. Độ tự cảm phụ thuộc vào kích thước, hình dạng của mạch và vào độ từ thẩm của môi trường xung quanh.

Độ tự cảm của các vật dẫn nối của mạch điện thường là nhỏ (người ta gọi nó là độ tự cảm ký sinh). Các phần tử đặc biệt với độ từ cảm lớn được gọi là các cuộn cảm có lõi. Về nguyên tắc cuộn cảm là một số lớn các vòng của dây dẫn cách ly nhau cuốn xung quanh một lõi hình trụ hay hình xuyến.

Độ tự cảm *L* của cuộn cảm trong đó có dòng điện *I* chạy qua đó liên hệ với năng lượng W_M của từ trường của dòng này theo công thức sau

$$W_M = \frac{LI^2}{2} . \qquad (2)$$

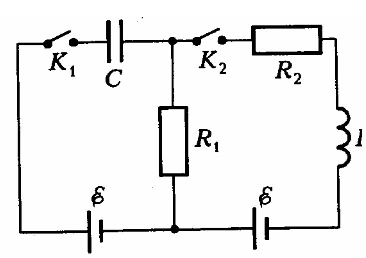
Tương đương với các hiện tượng cơ học ta có thể xem năng lượng của từ trường như động năng của dòng điện được xét, nghĩa là

$$W_K = \frac{mv^2}{2} , \qquad (3)$$

trong đó *m* là khối lượng và *v* là tốc độ của vật. Từ sự tương đương giữa (2) và (3) ta thấy độ từ cảm *L* đóng vai trò khối lượng (quán tính), còn cường độ dòng *I* đóng vai trò vận tốc của nó. Như vậy, có thể hiểu rằng độ tự cảm xác định các quán tính của dòng điện.

Bây giờ ta xét một số bài toán cụ thể có liên quan đến độ tự cảm.

Bài toán 1. *Trong một sơ đồ điện mà các tham số của nó được trình bầy trên Hình 1, tại thời điểm ban đầu các khóa K_1 và K_2 để mở. Sau đó đóng khoá thứ nhất (K_1), cho đến khi hiệu điện thế (h.đ.t.) trên tụ điện đạt giá trị $U_0 = \mathcal{E}/2$ thì đóng khoá thứ hai (K_2). Hãy xác định h.đ.t. trên cuộn cảm ngay sau khi đóng khoá thứ 2 và h.đ.t. trên tụ điện đối với chế độ đã được thiết lập. Bỏ qua điện trở trong của nguồn.*



Hình 1

Giải.

Trước hết ta xét xem điều gì sẽ xảy ra ở phần bên trái của sơ đồ sau khi đóng khoá K_1? Ngay sau khi đóng khoá thứ nhất, *h.đ.t.* trên tụ điện vẫn còn bằng không, và trong mạch có dòng điện

$$I_0 = \mathcal{E}/R_1 ,$$

kết quả này được rút ra từ định luật Ohm đối với mạch kín. Sau đó *h.đ.t.* trên tụ điện sẽ tăng và dòng điện trong mạch sẽ giảm. Tại thời điểm khi *h.đ.t.* trên tụ điện đạt giá trị U_0 điện áp trên điện trở R_1 sẽ bằng

$$U_1 = \mathcal{E} - U_0 = \frac{\mathcal{E}}{2}.$$

(đầu trên là *dương*, đầu dưới là *âm*). Tại thời điểm này ta đóng khoá thứ 2. Khi đó xuất hiện mạch kín có chứa cuộn cảm *L*. Ngay sau khi đóng khoá thứ 2, dòng điện qua điện trở R_2, cuộn cảm và nguồn (phía phải của sơ đồ) sẽ bằng không, còn điện áp trên điện trở R_1 giữ không đổi. Việc không có dòng điện ban đầu này liên quan đến quán tính của cuộn cảm – sự xuất hiện dòng điện không lớn trong cuộn cảm tạo ra trong các vòng dây của nó một s.đ.đ. cảm ứng mà theo định luật Lenz hướng ngược với dòng điện này và như vậy khống chế sự tăng dần của nó. Theo định luật Ohm, đối với phần bên phải của sơ đồ, ta có phương trình:

$$\mathcal{E} = U_L - U_1 .$$

Từ đây chúng ta tìm được *h.đ.t.* trên cuộn cảm ngay sau khi đóng khoá thứ hai:

$$U_L = \mathcal{E} + U_1 = \frac{3}{2}\mathcal{E} .$$

Đối với chế độ đã được thiết lập trong phần bên phải của sơ đồ sẽ có dòng điện không đổi (hướng theo chiều kim đồng hồ)

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2},$$

và trên điện trở R_1 sẽ thiết lập hiệu điện thế

$$U_{1tl} = IR_1 = \frac{R_1\mathcal{E}}{R_1 + R_2}.$$

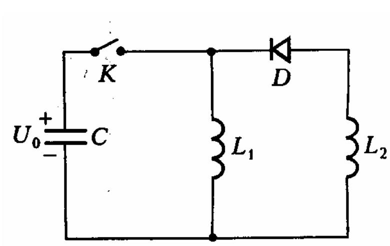
(đầu dưới là *dương*, đầu trên là *âm*). Theo định luật Ohm, đối với mạch bên trái ta có thể viết

$$\mathcal{E} = U_c - U_{1tl} .$$

Do đó ta nhận được *h.đ.t.* thiết lập trên tụ điện

$$U_c = \mathcal{E} + U_{1tl} = \frac{(2R_1 + R_2)\mathcal{E}}{R_1 + R_2}.$$

Bài toán 2. *Trong sơ đồ được biểu diễn trên Hình 2, các cuộn cảm L_1 và L_2 được nối với nhau qua một điôt lý tưởng D. Tại thời điểm ban đầu khoá K mở, còn tụ điện với điện dung C được tích điện đến h.đ.t. U_0. Sau khi đóng khoá một thời gian, h.đ.t. trên tụ điện trở nên bằng không. Hãy tìm dòng điện chạy qua cuộn cảm L_1 tại thời điểm đó. Sau đó tụ điện được tích điện lại đến một h.đ.t. cực đại nào đó. Xác định h.đ.t. cực đại đó.*



Hình 2

Giải.

Sau khi đóng khoá K ta có một mạch dao động bao gồm tụ điện với điện dung C và cuộn cảm với độ tự cảm L_1. Tụ điện bắt đầu tích điện, và khi *h.đ.t.* của nó trở nên bằng không thì năng lượng ban đầu của tụ điện được chuyển hoàn toàn sang năng lượng từ trường của cuộn cảm. Nếu tại thời điểm này dòng điện chạy qua cuộn cảm bằng I_L thì ta có thể viết

$$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{L_1 I_L^2}{2}.$$

Từ đây ta nhận được dòng điện phải tìm

$$I_L = U_0\sqrt{\frac{C}{L_1}}.$$

Đó là dòng điện cực đại chạy qua cuộn cảm L_1, sau đó nó bắt đầu giảm, một phần của nó được tích điện cho tụ, một phần chạy qua cuộn cảm L_2. Giả sử tại một thời điểm nào đó dòng điện I_1 chạy qua cuộn cảm ứng thứ nhất còn dòng điện I_2 chạy qua cuộn cảm ứng thứ hai. Khi đó theo định luật Ohm đối với mạch chứa cả hai cuộn cảm ta có thể viết:

$$L_1\frac{dI_1}{dt} + L_2\frac{dI_2}{dt} = 0.$$

Nghiệm của phương trình này có dạng

$$L_1 I_1 + L_2 I_2 = A.$$

với A là một hằng số. Ta có thể tìm A từ các điều kiện ban đầu. Tại thời điểm khi dòng điện chạy qua cuộn cảm L_1 đã đạt giá trị cực đại và bằng $U_0\sqrt{C/L_1}$, thì dòng điện qua cuộn L_2 bằng không, do đó

$$A = U_0\sqrt{L_1 C}.$$

Khi đó nghiệm có dạng

$$L_1 I_1 + L_2 I_2 = \mathrm{U}_0\sqrt{L_1 C}.$$

Khi *h.đ.t.* của tụ điện đạt giá trị cực đại, dòng qua tụ điện sẽ bằng không, còn dòng chung đi qua hai cuộn cảm ta sẽ ký hiệu là I_{12}. Sử dụng mối liên hệ như trên ta có thể viết

$$(L_1 + L_2)I_{12} = U_0\sqrt{L_1 C},$$

khi đó

$$I_{12} = \frac{U_0\sqrt{L_1 C}}{L_1 + L_2}.$$

Giả sử *h.đ.t.* cực đại trên tụ điện bằng U_m. Vì trong mạch không có mất mát năng lượng do toả nhiệt nên tại thời điểm bất kỳ ta đều có thể sử dụng định luật bảo toàn năng lượng. Năng lượng toàn phần của mạch điện bằng $CU_0^2/2$. Tại thời điểm khi tụ điện tích điện lại và *h.đ.t.* của nó đạt giá trị cực đại, phần năng lượng tập trung trong tụ điện bằng:

$$W_c = \frac{1}{2}CU_m^2,$$

phần còn lại sẽ tập trung trong các cuộn cảm:

$$W_L = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)I_{12}^2 = \frac{1}{2}\frac{L_1 C U_0^2}{L_1 + L_2}.$$

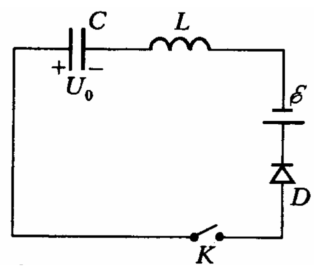
Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có

$$\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}CU_m^2 + \frac{1}{2}\frac{L_1 C U_0^2}{L_1 + L_2} \quad .$$

Từ đây ta nhận được

$$U_m = U_0\sqrt{\frac{L_2}{L_1 + L_2}} \quad .$$

Bài toán 3. *Khi khoá K đóng (Hình 3) tụ điện với điện dung $C = 20\mu F$ được tích điện đến h.đ.t. $U_0 = 12V$, s.đ.đ. của nguồn (ăcqui) $\mathcal{E} = 5V$, độ tự cảm của cuộn dây $L = 2H$, D là một điôt lý tưởng. Hãy cho biết dòng điện cực đại trong mạch sau khi đóng khoá K bằng bao nhiêu? H.đ.t. của tụ điện sau khi đóng khoá K bằng bao nhiêu ?*



Hình 3

Giải.

Do trong mạch có cuộn cảm nên ngay sau khi đóng khoá K dòng điện sẽ bằng không, sau đó dòng điện sẽ tăng dần, và tại một thời điểm nào đó, nó sẽ đạt cực đại. Khi dòng điện trong mạch cực đại s.đ.đ. cảm ứng trong cuộn cảm sẽ bằng không, và theo định luật Ohm đối với mạch kín h.đ.t. của tụ điện trong trường hợp này phải bằng s.đ.đ. của nguồn. Ta ký hiệu h.đ.t. này bằng U_1 $(U_1 = \mathcal{E})$ và sẽ tìm giá trị của dòng điện cực đại. Để làm điều đó ta sử dụng định luật bảo toàn năng lượng. Trong thời gian thiết lập dòng điện cực đại, điện lượng đã chạy qua mạch bằng:

$$\Delta q = CU_0 - CU_1 = C(U_0 - U_1).$$

Để dịch chuyển điện lượng này ngược với s.đ.đ. của nguồn, phải thực hiện một công:

$$A = \Delta q\mathcal{E} = C\mathcal{E}(U_0 - U_1).$$

Sự có mặt dòng điện cực đại I_m trong cuộn cảm dẫn đến xuất hiện năng lượng của từ trường

$$W_L = \frac{1}{2}LI_m^2.$$

Hiệu năng lượng của tụ điện tại trạng thái đầu và trạng thái cuối bằng tổng của công đã thực hiện và năng lượng của cuộn cảm:

$$\frac{1}{2}CU_0^2 - \frac{1}{2}CU_1^2 = A + W_L = C\mathcal{E}(U_0 - U_1) + \frac{1}{2}LI_m^2.$$

Từ đây ta tìm được

$$I_m = (U_0 - \mathcal{E})\sqrt{\frac{C}{L}} \approx 0{,}022\,A.$$

Bây giờ ta trả lời câu hỏi về giá trị của h.đ.t.. được thiết lập trên tụ điện. Sau khi đạt giá trị cực đại, dòng điện trong mạch sẽ giảm và cuối cùng sẽ bằng không. Do dòng điện không thể chạy theo chiều ngược lại (do điôt cản trở) nên một trạng thái dừng sẽ được thiết lập: Dòng điện bằng không, còn trên tụ điện h.đ.t. có giá trị không đổi nào đó được ký hiệu bởi U_K. Ta có thể tìm h.đ.t. này theo định luật bảo toàn năng lượng. Trong suốt thời gian từ lúc đóng khoá K đến lúc thiết lập trạng thái dừng, sự biến đổi năng lượng của tụ điện đã được dùng để làm dịch chuyển toàn bộ điện lượng chạy ngược với s.đ.đ. của nguồn điện:

$$\frac{1}{2}CU_0^2 - \frac{1}{2}CU_K^2 = C\mathcal{E}(U_0 - U_K).$$

Sau một số biến đổi đơn giản, phương trình này sẽ có dạng

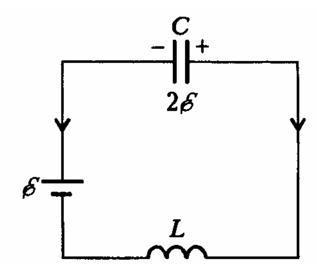
$$(U_0 - U_K)(U_0 - 2\mathcal{E} + U_K) = 0.$$

Phương trình này có hai nghiệm. Nghiệm thứ nhất: $U_K = U_0$ ứng với trạng thái ban đầu ngay sau khi đóng khoá K. Nghiệm thứ hai bằng:

$$U_K = 2\mathcal{E} - U_0 = -2V,$$

trong đó dấu trừ nói lên rằng tụ điện được nạp điện lại và h.đ.t. được thiết lập sẽ ngược dấu với h.đ.t. ban đầu.

Bài toán 4. *Mắc nối tiếp một tụ điện (điện dung C) chưa tích điện với một nguồn điện (s.đ.đ. $\mathcal{E}$) và một cuộn cảm (độ tự cảm L). Trong mạch xuất hiện các dao động của dòng. Tại thời điểm khi dòng trở nên bằng không, ta ngắt tụ điện khỏi sơ đồ rồi lại nối vào với đầu vào và đầu ra đảo ngược lại. Hỏi dòng điện cực đại chạy trong mạch sau việc làm đó bằng bao nhiêu ? Bỏ qua điện trở trong của nguồn.*



Hình 4

Giải.

Ngay sau khi nối tụ điện lần thứ nhất vào mạch dòng điện trong mạch bằng không. Sau đó dòng điện sẽ tăng, đạt giá trị cực đại, rồi sau đó bắt đầu giảm và qua khoảng thời gian $\tau = \pi\sqrt{LC}$ (bán chu kỳ dao động của dòng) lại trở nên bằng không. Giả sử tại thời điểm đó h.đ.t của tụ điện bằng U_x. Do không có mất mát năng lượng trong mạch, ta có thể sử dụng định luật bảo toàn năng lượng đối với thời điểm ban đầu và đối với thời điểm khi dòng điện trong mạch lại trở nên bằng không. Trong thời gian τ điện lượng chạy qua nguồn bằng $q = CU_x$, và nguồn đã thực hiện công:

$$A_x = q_x\mathcal{E} = CU_x\mathcal{E}.$$

Toàn bộ công này được dùng làm tăng năng lượng của tụ điện:

$$CU_x\mathcal{E} = \frac{CU_x^2}{2}.$$

Phương trình này có hai nghiệm:

$$U_{1x} = 0; \quad U_{2x} = 2\mathcal{E}.$$

Nghiệm thứ nhất ứng với trạng thái ban đầu và trạng thái tại các thời điểm là bội số nguyên lần các chu kỳ $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Nghiệm thứ hai xảy ra sau một thời gian bằng nửa chu kỳ cộng với một số nguyên lần chu kỳ.

Ta hãy xét trường hợp thứ nhất. Tại trạng thái ban đầu dòng điện trong mạch bằng không, tụ điện không tích điện. Sự đổi cực của tụ điện trong trường hợp này không đóng vai trò gì. Khi dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại, s.đ.đ. cảm ứng sẽ bằng không, còn h.đ.t. trên tụ điện rõ ràng bằng s.đ.đ. $\mathcal{E}$ của nguồn. Ta ký hiệu dòng điện trong mạch tại thời điểm đó bằng I_{m1}. Theo định luật bảo toàn năng lượng, công của nguồn thực hiện trong thời gian thiết lập dòng cực đại bằng tổng năng lượng của tụ điện và năng lượng chứa trong cuộn cảm:

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}LI_{m1}^2.$$

Từ đây ta nhận được

$$I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Bây giờ ta xét trường hợp thứ hai. Tại trạng thái ban đầu sau khi mắc lại tụ điện dòng điện trong mạch bằng không, còn h.đ.t. trên tụ điện bằng $2\mathcal{E}$, trong đó bản bên trái có dấu âm, còn bản bên phải có dấu dương (Hình 4). Khi dòng điện trong mạch đạt cực đại, s.đ.đ. cảm ứng sẽ bằng không, và theo định luật Ohm đối với mạch kín h.đ.t. trên tụ điện sẽ bằng s.đ.đ. $\mathcal{E}$ của nguồn, trong đó bản trái của tụ điện sẽ là “dương”, còn bản phải sẽ là “âm”. Như vậy, độ biến thiên điện tích của tụ điện sẽ bằng

$$\Delta q = C(U_K - U_H) = C(\mathcal{E} - (-2\mathcal{E})) = 3C\mathcal{E}.$$

Năng lượng ban đầu của hệ bằng

$$W_H = \frac{1}{2}CU_H^2 = 2C\mathcal{E}^2,$$

còn năng lượng cuối bằng

$$W_K = \frac{1}{2}CU_K^2 + \frac{1}{2}LI_{m2}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}LI_{m2}^2,$$

trong đó I_{m2} là dòng điện cực đại trong mạch. Theo định luật bảo toàn năng lượng, công của nguồn để dịch chuyển điện tích Δq sẽ ứng với sự biến đổi năng lượng của hệ

$$\Delta q\mathcal{E} = W_K - W_H,$$

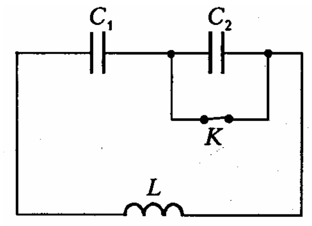
hay là

$$3C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}LI_{m2}^2 - 2C\mathcal{E}^2.$$

Từ đây ta nhận được

$$I_{m2} = 3\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Bài toán 5. *Trong mạch dao động được mô tả trên Hình 5 xuất hiện các dao động tự do khi khoá K đóng. Tại thời điểm h.đ.t. trong tụ điện với điện dung C_1 đạt giá trị cực đại U_0, ta mở khoá K. Hãy xác định giá trị của dòng điện trong mạch, khi h.đ.t. của tụ điện với điện dung C_1 sẽ bằng không với điều kiện $C_2 > C_1$.*



Hình 5

Giải.

Khi h.đ.t. của tụ điện với điện dung C_1 đạt giá trị cực đại, dòng điện trong mạch bằng không, và vì vậy ta có thể ngắt mạch mà không có vấn đề gì. Ngay sau khi mở khoá K điện tích trên bản bên phải của tụ điện với điện dung C_1 bằng $q_1 = C_1U_0$, còn điện tích trên bản trái của tụ điện với điện dung C_2 bằng không. Nhưng tổng điện tích trên hai bản tụ điện này sẽ giữ không đổi và bằng C_1U_0. Tại thời điểm khi h.đ.t. trên tụ điện thứ nhất bằng không, toàn bộ điện tích q_1 sẽ tập trung ở tụ điện thứ hai. Ta ký hiệu dòng điện trong mạch tại thời điểm này là I_K. Theo định luật bảo toàn năng lượng thì năng lượng ban đầu chứa trong tụ điện với điện dung C_1 sẽ bằng tổng năng lượng của tụ điện với điện dung C_2 và năng lượng chứa trong cuộn cảm với dòng I_K:

$$\frac{1}{2}C_1U_0^2 = \frac{q_1^2}{2C_2} + \frac{LI_K^2}{2},$$

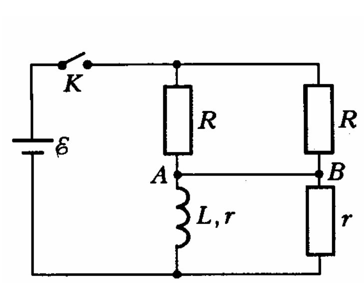
hay

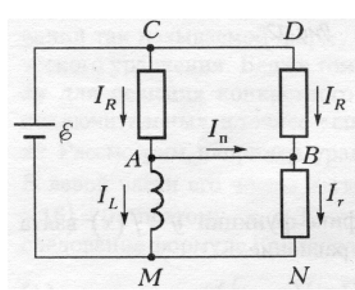
$$\frac{1}{2}C_1U_0^2 = \frac{1}{2}\frac{C_1^2}{C_2}U_0^2 + \frac{LI_K^2}{2}.$$

Từ đây ta nhận được

$$I_K = U_0\sqrt{\frac{C_1(C_2 - C_1)}{C_2L}}.$$

Bài toán 6. *Trong sơ đồ trên Hình 6 tại thời điểm ban đầu khoá K mở. Cuộn cảm với độ tự cảm L có điện trở thuần r. Hãy xác định điện lượng chạy qua dây nối AB sau khi khoá K đóng ? Bỏ qua điện trở trong của nguồn và điện trở của đoạn dây nối. Các tham số của mạch điện được chỉ ra trên hình vẽ.*





Hình 6 Hình 7

Giải.

Giả sử tại thời điểm bất kỳ dòng điện chạy qua các phần của mạch được biểu diễn trên Hình 7. Tại thời điểm bất kỳ đều có các dòng điện như nhau I_R chạy qua các điện trở R. Điều đó được rút ra từ định luật Ohm đối với mạch ABDC. Dòng chạy qua dây nối AB là I_n, dòng chạy qua cuộn cảm là I_L, còn dòng chạy qua điện trở r là I_r. Đối với các điểm nút A và B ta có thể viết định luật bảo toàn điện tích:

$$I_n + I_L = I_R$$

và

$$I_r = I_R + I_n.$$

Đối với mạch ABNM ta có thể viết định luật Ohm

$$L\frac{dI_L}{dt} = r(I_r - I_L),$$

hoặc sử dụng các biểu thức ở trên đối với các dòng điện, ta có

$$L\frac{dI_L}{dt} = 2rI_n .$$

Ta viết lại phương trình này dưới dạng

$$LdI_L = 2rI_n dt = 2rdq$$

và lấy tích phân

$$\int_0^Q dq = \frac{L}{2r}\int_0^{I_{L_n}} dI_L .$$

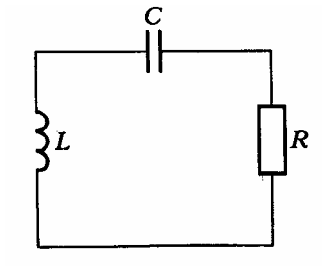
Ngay sau khi đóng khoá dòng điện qua cuộn cảm bằng không. Vì vậy giới hạn dưới của tích phân tại vế phải của phương trình trên cũng bằng không. Bây giờ ta tìm giới hạn trên I_{L_n}, nghĩa là dòng điện đã thiết lập qua cuộn cảm. Rõ ràng nó bằng

$$I_{L_n} = \frac{\mathcal{E}}{R+r} .$$

Sau khi lấy tích phân ta nhận được tổng điện lượng chạy qua dây nối AB:

$$Q = \frac{LI_{L_n}}{2r} = \frac{L\mathcal{E}}{2r(R+r)} .$$

Bài toán 7. *Để duy trì các dao động không tắt dần trong mạch với độ tắt dần nhỏ (Hình 8) người ta tăng nhanh độ tự cảm của cuộn dây (so với chu kỳ dao động trong mạch) một đại lượng nhỏ ΔL $(\Delta L << L)$ mỗi lần khi dòng trong mạch bằng không, và sau thời gian bằng một phần tư chu kỳ dao động người ta lại chuyển nhanh nó về trạng thái ban đầu. Hãy xác định ΔL, nếu $L = 0{,}15\,H$, $C = 1{,}5.10^{-7}\,F$, $R = 20\,\Omega$.*



Hình 8

Giải.

Nếu sự biến đổi độ tự cảm của cuộn cảm xuất hiện trong thời gian ngắn (so với chu kỳ dao động của dòng điện trong mạch), thì từ thông Φ đi qua cuộn cảm được bảo toàn. Sự tăng độ tự cảm khi dòng điện bằng không trong mạch không dẫn đến thay đổi dòng điện và dòng đó vẫn giữ bằng không. Năng lượng trong mạch cũng được bảo toàn. Sau 1/4 chu kỳ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại. Ta ký hiệu đại lượng này là I_m. Ta biểu diễn năng lượng từ trường của cuộn cảm qua từ thông Φ $(\Phi = LI)$:

$$W_L = \frac{1}{2}\frac{\Phi^2}{L} .$$

Do $\Phi = const$ nên với biến đổi nhỏ của độ tự cảm ta có thể viết sự biến đổi năng lượng của cuộn cảm dưới dạng

$$\Delta W_L = \frac{\Phi^2 \Delta L}{2L^2} = -\frac{I_m^2 \Delta L}{2} .$$

Như vậy, rõ ràng là việc giảm độ tự cảm dẫn đến sự tăng năng lượng từ trường. Sự nhảy bậc này của năng lượng trong mạch sẽ xẩy ra theo các khoảng thời gian bằng nửa chu kỳ dao động, nghĩa là

$$\frac{T}{2} = \pi\sqrt{LC} .$$

Giữa hai lần nhảy liên tiếp này năng lượng của mạch dao động sẽ giảm do sự mất nhiệt trong điện trở. Ta có thể viết những mất mát này sau thời gian T/2 dưới dạng:

$$\Delta W_R = \frac{1}{2} I_m^2 R\pi\sqrt{LC} .$$

Để duy trì dao động không tắt dần thì cần phải làm sao cho năng lượng đưa vào mạch phải lớn hơn hoặc bằng những mất mát do toả nhiệt đó:

$$|\Delta W_L| \geq \Delta W_R ,$$

hay

$$\frac{I_m^2 \Delta L}{2} \geq \frac{I_m^2 R\pi\sqrt{LC}}{2} .$$

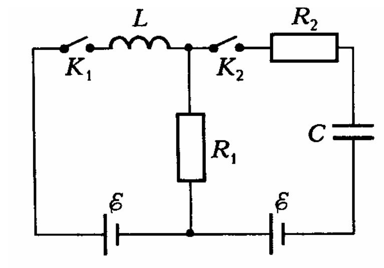
Từ đây ta nhận được

$$\Delta L \geq \pi R\sqrt{LC} \approx 9{,}4.10^{-3}\, H .$$

Bài tập

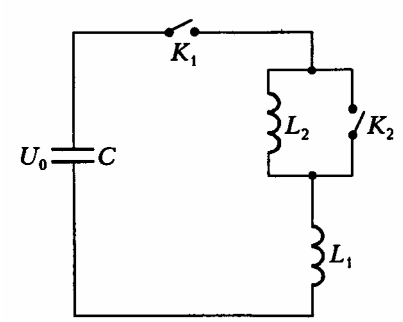
1. Trong mạch điện, với các tham số của nó được biểu diễn trên Hình 9, tại thời điểm ban đầu các khoá K_1 và K_2 đều mở. Trước hết ta đóng khoá K_1. Khi dòng điện qua cuộn cảm ứng đạt giá trị I_0, ta đóng khoá

K_2. Hãy xác định h.đ.t. của cuộn cảm ngay sau khi đóng khoá K_2 và h.đ.t. trên tụ điện trong chế độ đã được thiết lập. Bỏ qua điện trở trong của nguồn.



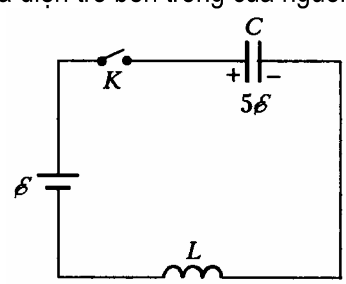
Hình 9

2. Trong sơ đồ được biểu diễn trên Hình 10 các cuộn cảm làm bằng chất siêu dẫn với các độ tự cảm L_1 và L_2 được mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Tại thời điểm ban đầu các khoá K_1 và K_2 đều mở, còn tụ điện được tích điện đến h.đ.t. U_0. Trước hết ta đóng khoá K_1, còn sau khi h.đ.t. của tụ điện bằng không ta đóng tiếp khoá K_2. Một khoảng thời gian sau khi đóng khoá K_2 tụ điện được tích điện lại đến giá trị cực đại U_m. Hãy tìm dòng điện qua cuộn cảm ứng ngay trước khi đóng khoá K_2 và h.đ.t. U_m.



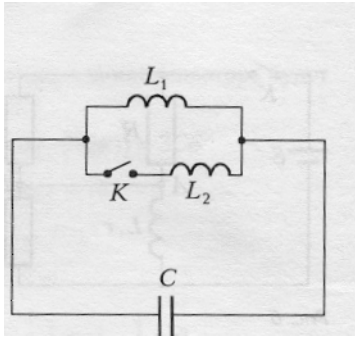
Hình 10

3. Trong sơ đồ (Hình 11) khi khoá K mở h.đ.t. của tụ điện với điện dung C bằng $5\mathcal{E}$, trong đó $\mathcal{E}$ là s.đ.đ. của nguồn. Hỏi dòng điện cực đại chạy qua cuộn cảm với độ tự cảm L sau khi đóng khoá K sẽ bằng bao nhiêu ? Bỏ qua điện trở bên trong của nguồn.



Hình 11

4. Khi khoá K mở trong mạch (Hình 12) xuất hiện các dao động không tắt dần. Tại thời điểm khi dòng điện trong mạch cực đại và bằng I_0, ta đóng khoá K. Hãy xác định h.đ.t. cực đại của tụ điện sau khi đóng khoá. Các tham số của sơ đồ được cho trên Hình 12.



Hình 12

Nguyễn Văn Hùng (sưu tầm và giới thiệu)

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

ĐỀ THI OLYMPIC VẬT LÝ
CHÂU Á LẦN THỨ TƯ

(Xem Vật lý &Tuổi trẻ số 2 tháng 10/2003)

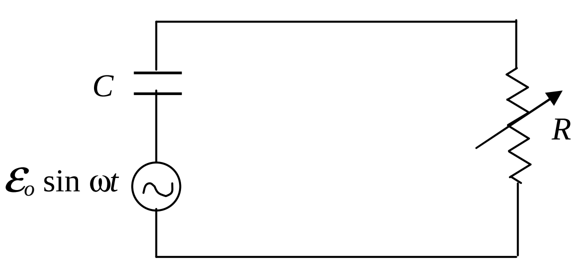
PHẦN THỰC HÀNH

I. Xác định điện dung

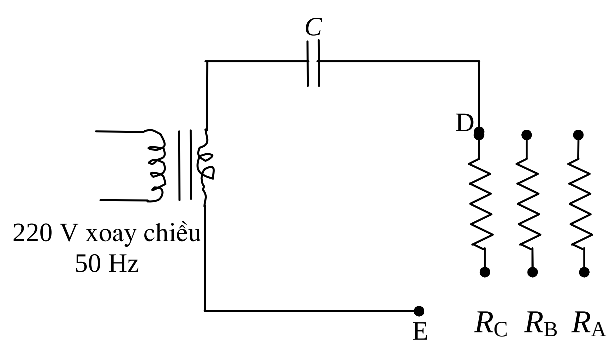
Cơ sở

Ta đã biết tụ điện đóng một vai trò đáng kể trong các mạch điện. Có nhiều phương pháp khác nhau để đo điện dung của một tụ điện. Trong thí nghiệm này, em cần tiến hành thí nghiệm để xác định điện dung của một tụ điện bằng cách sử dụng một mạch điện xoay chiều đơn giản.

Trên Hình 1.1(a), một tụ điện có điện dung C và một điện trở R được mắc nối tiếp vào một nguồn xoay chiều có tần số của điện lưới. Công suất điện tiêu hao trên điện trở R phụ thuộc vào các giá trị $\mathcal{E}_0$, C, R và tần số *f* của điện lưới. Việc phân tích bằng đồ thị mối quan hệ này có thể được dùng để xác định C .



Hình 1.1 (a): Mạch điện xoay chiều dùng để xác dinh C



Hình 1.1 (b): Sơ đồ thiết bị được sử dụng

Vật liệu và dụng cụ

1. tụ điện
2. ba điện trở đã biết giá trị, với sai số ±5% ($R_A = 680\,\Omega$, $R_B = 1500\,\Omega$ và $R_C = 3300\,\Omega$) như vẽ trên Hình 1.1(b)
3. biến thế hạ thế cho nguồn xoay chiều, f = 50 Hz
4. vôn kế hiện số
5. các sợi dây nối điện
6. các tờ giấy vẽ đồ thị có ô chia đều

Chú ý: Máy đo vạn năng hiện số trong thí nghiệm này chỉ được dùng để đo hiệu điện thế hiệu dụng ***(*** $\tilde{V}$ ***)*** **trên R. Không được dùng nó để đo các đại lượng khác**

Hướng dẫn

a) Tìm biểu thức cho công suất tiêu hao trung bình $\overline{P}$ trên điện trở R theo $\mathcal{E}_o, R, C$ và ω. (1 điểm)

b) Suy ra điều kiện để cho $\overline{P}$ cực đại. (1 điểm)

c) Biến đổi biểu thức tìm được ở a) thành biểu thức nêu sự phụ thuộc tuyến tính giữa đại lượng α và đại lượng β nào đó. (1 điểm)

d) Đo hiệu điện thế hiệu dụng *V* trên điện trở *R* với mọi khả năng tổ hợp khả dĩ của R_A, R_B và R_C. (2,5điểm)

e) Vẽ đồ thị của $\overline{P}$ theo R và từ đồ thị này, tính giá trị của điện dung *C*. (2 điểm)

f) Từ c), vẽ đồ thị của α theo β và xác định điện dung *C.* (2 điểm)

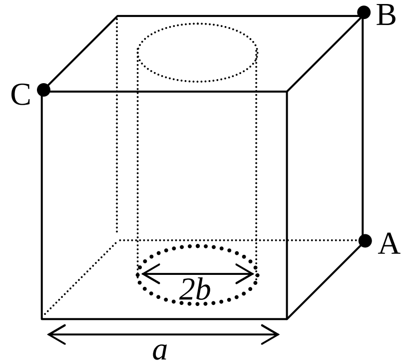
g) Ước tính sai số của *C* thu được ở e) và f). (0,5 điểm)

II. Lỗ khoét hình trụ

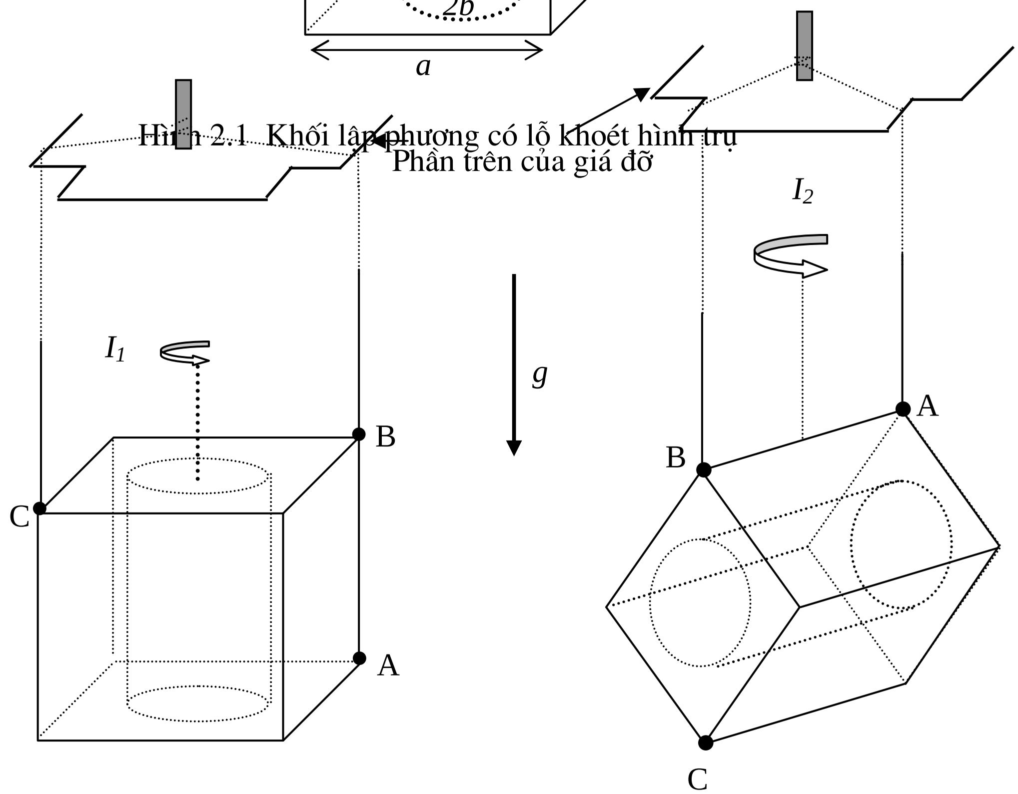
Cơ sở

Có nhiều cách nghiên cứu một vật có khoét lỗ ở bên trong. Phương pháp dao động cơ học là một trong các phương pháp không phá hủy mẫu. Trong bài này, em được cấp một hình lập phương bằng đồng thau, có mật độ đồng nhất, bên trong có một lỗ khoét hình trụ. Em cần tiến hành các phép đo cơ học không phá huỷ mẫu và dùng các dữ liệu đó để vẽ một đồ thị thích hợp và tìm ra tỉ số giữa bán kính của lỗ khoét và cạnh của khối lập phương.

Khối lập phương cạnh *a* có một lỗ khoét hình trụ bán kính *b* nằm dọc theo trục đối xứng của nó, như được vẽ trên Hình 2.1. Lỗ khoét này được đậy bằng các đĩa rất mỏng làm bằng cùng vật liệu. A, B, C là các lỗ nhỏ ở các góc của khối lập phương. Các lỗ đó có thể dùng để treo khối lập phương theo 2 cách. Hình 2.2(a) chỉ ra cách treo dùng B và C; còn cách treo dùng A và B được vẽ ở Hình 2.2 (b).



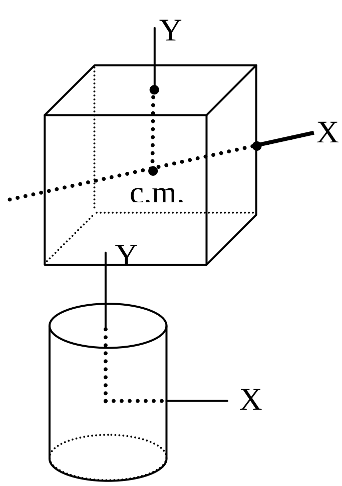
Hình 2.1 Khối lập phương có lỗ khoét hình trụ



(2.2a) (2.2b)

Hình 2.2 Hai cách treo khối lập phương

Khi tìm các công thức cần thiết, học sinh có thể dùng những kiến thức sau đây:



Với một khối lập phương đặc, cạnh *a***,** thì

$$I = \frac{1}{6}Ma^2$$ đối với cả hai trục

c.m. = khối tâm (center of mass)

Với một khối trụ đặc, bán kính *b*, chiều dài *a*, thì

$$I_Y = \frac{1}{2}mb^2$$

$$I_X = \frac{1}{12}ma^2 + \frac{1}{4}mb^2$$

Vật liệu và dụng cụ

1. khối lập phương bằng đồng thau
2. đồng hồ bấm giây (thì kế)
3. giá đỡ
4. dây để treo
5. thước đo
6. các tờ giấy vẽ đồ thị có chia ô đều

Thí nghiệm

a) Chọn một trong hai cách treo khối lập phương bằng hai sợi dây như vẽ trên Hình 2.2, và tìm biểu thức cho mô men quán tính và biểu thức cho chu kì dao động quanh trục thẳng đứng đi qua khối tâm, theo ℓ, d, b, a và g. ở đây ℓ là chiều dài của mỗi dây và d là khoảng cách giữa hai dây.

(2 điểm)

b) Thực hiện các phép đo cơ học cần thiết, không phá huỷ mẫu, rồi dùng những dữ liệu thu được để vẽ một đồ thị thích hợp và tìm giá trị của $\frac{b}{a}$. (8 điểm)

Giá trị của g ở Bangkok là g **=** 9,78 m/s^2

Nguyễn Thế Khôi (giới thiệu)

HỌC SINH VIẾT

DÙNG TÍCH VÉCTƠ ĐỂ GIẢI MỘT SỐ BÀI TOÁN CƠ HỌC

Nguyễn Đức Giang

Lớp 12 Khối Chuyên Lý, ĐHKHTN-ĐHQG Hà Nội

Trong chương trình vật lý lớp 10, phần cơ học, bài toán ném xiên là một trong những dạng bài toán khó nhất. Phương pháp giải thông thường như đã được giới thiệu trong sách giáo khoa là xét chuyển động theo hai phương vuông góc. Đây là một cách làm tổng quát mà về nguyên tắc có thể giải được tất cả các bài toán. Nhưng đối với một số bài toán thì cách giải này tỏ ra quá phức tạp và dài dòng. Trong bài viết này chúng tôi xin giới thiệu một cách giải mới là sử dụng các tích véctơ (cả tích vô hướng và hữu hướng). Với phương pháp giải mới này, lời giải của các bài toán trên sẽ trở nên đơn giản và ngắn gọn. Để bạn đọc tiện theo dõi, trước hết chúng tôi xin nhắc lại một số tính chất của các tích véctơ.

a) ***Tích vô hướng***.

+ Định nghĩa: $\vec{a}\cdot\vec{b}=|\vec{a}|\cdot|\vec{b}|\cdot\cos(\vec{a},\vec{b})$

+ Tính chất:

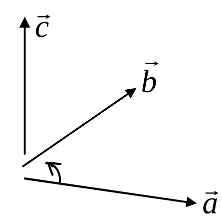
- $\vec{a}\perp\vec{b}\Leftrightarrow\vec{a}.\vec{b}=0$ (1)
- $(\vec{a}+\vec{b}).(\vec{c}+\vec{d})$
  $=\vec{a}.\vec{c}+\vec{a}\cdot\vec{d}+\vec{b}.\vec{c}+\vec{b}\cdot\vec{d}$. (2)

b) Tích hữu hướng:

+ **Định nghĩa**: $\left[\vec{a}\wedge\vec{b}\right]=\vec{c}$.

$|\vec{c}|=|\vec{a}|\cdot|\vec{b}|\sin(\vec{a}\cdot\vec{b})$

$\vec{c}$: có chiều xác định theo qui tắc bàn tay phải



+ **Tính chất**

- $\vec{a}\ //\ \vec{b}\ \Leftrightarrow\left[\vec{a}\wedge\vec{b}\right]=0$. (3)
- $\left[(\vec{a}+\vec{b})\wedge(\vec{c}+\vec{d})\right]=\left[\vec{a}\wedge\vec{c}\right]+\left[\vec{a}\wedge\vec{d}\right]+\left[\vec{b}\wedge\vec{c}\right]+\left[\vec{b}\wedge\vec{d}\right]$ (4)

Về mặt vật lý chúng ta chủ yếu sẽ sử dụng công thức: $\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{g}\,t$ trong đó $\vec{v}_0$ là vận tốc ban đầu, $\vec{v}$ là vận tốc tại thời điểm t.

Để minh hoạ những ưu điểm của phương pháp này, chúng ta hãy xét một số ví dụ cụ thể dưới đây.

Ví dụ 1. Chứng minh rằng từ một độ cao nào đó so với mặt đất ta ném một vật thì khi đạt tới tầm xa cực đại, vận tốc ban đầu và vận tốc ngay trước khi chạm đất vuông góc với nhau.

Giải: Gọi vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$ và vận tốc ngay trước khi chạm đất là $\vec{v}$.

Ta có: $\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{g}\,t$ (t là thời gian rơi của vật).

Ta có: $[\vec{v}_0\wedge\vec{v}]=[\vec{v}_0\wedge(\vec{v}_0+\vec{g}t)]$

$=[\vec{v}_0\wedge\vec{v}_0]+[\vec{v}_0\wedge\vec{g}t]$.

Vì $[\vec{v}_0\wedge\vec{v}_0]=0$ theo (3), suy ra

$\left|[\vec{v}_0\wedge\vec{v}]\right|=\left|[\vec{v}_0\wedge\vec{g}\,t]\right|=v_0\cos\alpha\cdot t\cdot g$

Vì tầm bay của vật là $L = v_x t = v_0 \cos\alpha \cdot t$

$\Leftrightarrow \left|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]\right| = gL$

$\Leftrightarrow L = \dfrac{\left|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]\right|}{g} = \dfrac{v_0 \cdot v\left|\sin(\vec{v}_0 \cdot v)\right|}{g}$

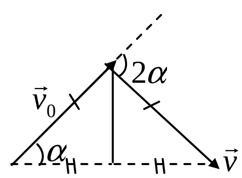
Vậy L lớn nhất khi $\sin(\vec{v}_0, \vec{v}) = 1$ hay hai vận tốc $\vec{v}_0$ và $\vec{v}$ vuông góc với nhau.

- ***Nhận xét***. Trong ví dụ này ta đã đưa ra một công thức tổng quát là: $L = \dfrac{\left|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]\right|}{g}$

Công thức này có thể áp dụng cho nhiều bài toán và cho ta cách giải mới khá đẹp như trong ví dụ quen thuộc sau đây.

Ví dụ 2. Một vật được ném từ mặt đất với vận tốc $\vec{v}_0$ lập với phương nằm ngang một góc α. Tìm tầm xa đạt được, với góc ném α nào thì tầm xa cực đại.

Giải: Theo định luật bảo toàn cơ năng thì vận tốc cuối là $v = v_0$.



Kết hợp với hình vẽ bên ta suy ra: $(\vec{v}, \vec{v}_0) = 2\alpha$. Áp dụng công thức:

$L = \dfrac{\left|[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}]\right|}{g}$

$\Leftrightarrow L = \dfrac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$

$L_{\max} = \dfrac{v_0^2}{g}$ khi $\sin 2\alpha = 1 \Leftrightarrow \alpha = 45^0$

Ví dụ 3. Ném một vật với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ lập với phương nằm ngang một góc α. Tìm thời gian để vận tốc của vật vuông góc với phương ban đầu.

Giải: Gọi thời gian phải tìm là t, khi đó vận tốc của vật tại thời điểm t là:

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}\,t$

Ta có: $\vec{v} \perp \vec{v}_0 \Leftrightarrow \vec{v} \cdot \vec{v}_0 = 0$

$\Leftrightarrow (\vec{v}_0 + \vec{g}\,t) \cdot \vec{v}_0$

$\Leftrightarrow v_0^2 + \vec{v}_0 \cdot \vec{g} \cdot t = 0$

$\Leftrightarrow v_0^2 - v_0 \cdot gt\sin\alpha = 0$

$\Leftrightarrow t = \dfrac{v_0}{g\sin\alpha}$

Kết quả này chỉ có ý nghĩa khi $t \leq t_0$ với t_0 là thời gian rơi của vật. Ví dụ như vật được ném từ mặt đất thì thời gian rơi là: $t_0 = \dfrac{2v_0\sin\alpha}{g}$

$\Leftrightarrow \sin\alpha \geq \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \alpha \geq 45^0$

Tức là nếu vật được ném từ mặt đất thì để tồn tại thời gian thoả mãn điều kiện đầu bài thì góc α phải lớn hơn hoặc bằng 45^0.

Ví dụ 4. Một vật được ném lên theo phương lập với phương ngang một góc α. Đến thời điểm t thì vận tốc của vật là $\vec{v}$ và góc lệch so với ban đầu một góc φ. Tìm t.

Giải: Gọi vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$

Ta có: $\vec{v} = \vec{v}_0 + t$

Xét: $[\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] = [\vec{v}_0 \wedge (\vec{v}_0 + \vec{g}\,t)]$

$\Leftrightarrow [\vec{v}_0 \wedge \vec{v}] = [\vec{v}_0 \wedge \vec{g}\,t]$

$\Rightarrow v_0 \cdot v \cdot \sin\varphi = v_0 g\,t\cos\alpha$

$\Leftrightarrow t = \dfrac{v\sin\varphi}{g\cos\alpha}$

Ví dụ 5. Hai vật được ném tại cùng một thời điểm với vận tốc là $\vec{v}_{01}$, $\vec{v}_{02}$ lần lượt lập với phương nằm ngang các góc là α_1 và α_2. Sau khoảng thời gian t thì vận tốc của hai vật song song với nhau. Tìm t.

Giải: Sau khoảng thời gian t, ta có vận tốc của hai vật lần lượt là:

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{01} + \vec{g}\,t$

$\vec{v}_2 = \vec{v}_{02} + \vec{g}\,t$

Theo đề bài $\vec{v}_1 // \vec{v}_2$

$\Leftrightarrow [\vec{v}_1 \wedge \vec{v}_2] = 0$

$\Leftrightarrow [(\vec{v}_{01} + \vec{g}\,t) \wedge (\vec{v}_{02} + \vec{g}\,t)] = 0$

$\Leftrightarrow [\vec{v}_{01} \wedge \vec{v}_{02}] + [\vec{v}_{01} \wedge \vec{g}\,t] + [\vec{g}\,t \wedge \vec{v}_{02}] = 0$

$\Rightarrow v_{01} \cdot v_{02}\sin(\alpha_2 - \alpha_1) - v_{01} \cdot g \cdot t\cos\alpha_1 + v_{02} \cdot g\cos\alpha_2 \cdot t = 0$

$\Leftrightarrow g(v_{01}\cos\alpha_1 - v_{02}\cos\alpha_2)t$

$\quad = v_{01} \cdot v_{02}\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$

$\Rightarrow t = \dfrac{v_{01} \cdot v_{02} \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha_1)}{g(v_{01}\cos\alpha_1 - v_{02}\cos\alpha_2)}$

Kết quả này chỉ có ý nghĩa khi $0 \le t \le t_0$ (t_0: thời gian rơi của vật).

Từ các ví dụ trên đây các bạn cũng đã hiểu rõ được phần nào sự tiện lợi của phương pháp tích véctơ trong các bài toán ném xiên. Phương pháp này có thể ứng dụng rất hiệu quả cho nhiều bài toán cơ học hay tĩnh điện.

Bài tập

1. Một vật được ném đi với vận tốc $\vec{v}_0$, góc ném α. Đến thời điểm nào đó thì vận tốc của vật hợp với phương ban đầu góc φ. Tìm thời gian đó.

ĐS: $t = \dfrac{v_0 \sin\varphi}{g\sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\varphi}}$

2. Hai vật được ném tại cùng một thời điểm với vận tốc là $\vec{v}_{01}, \vec{v}_{02}$ và góc ném là α_1 và α_2. Đến thời điểm t thì phương vận tốc của hai vật vuông góc. Tìm t.

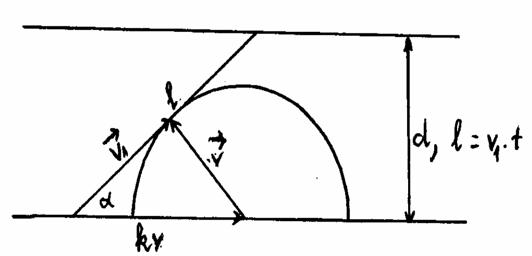
ĐS: $t = \dfrac{a^2 \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2g}$

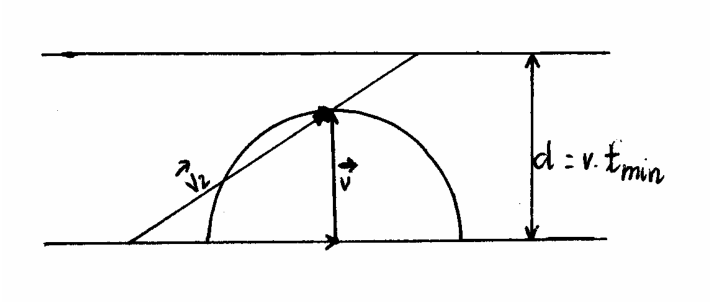
với $a = v_{01}\sin\alpha_1 + v_{02}\cos(\alpha_2 - \alpha_1)$

TIẾNG ANH VẬT LÝ

Problem: *A child in a boat needs to cross the river. The speed of the current in the river is k times greater than the speed of the boat in the still water. If the child crosses the river in such as to minimize the lateral displacemet, it takes time t to cross. What is the mininum time required to cross the river?*

Sulution: The two sketches below show two possible directions for the resultant velocity of the child (v_1 at the top sketch, v_2 at the bottom one). When the child chooses the direction $\vec{v}_1$ (see top sketch), angle α is maximized, and she gets the minimum lateral displacement.





From the top sketch:

$\sin\alpha = 1/k$ and $\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{1}{k^2}} = \frac{1}{k}\sqrt{k^2-1}$.

For the minimum time we find:

$d = vt_{\min}$

For the minimum displacement, the distance traveled (let us call it *l*) is given by $d = l\sin\alpha$, and the time required to cross with minimum lateral displacement is given by

$(kv\cos\alpha)\ t = l$ (because $v_1 = kv\cos\alpha$).

Combining these equations gives: $t_{\min} = k\sin\alpha\cos\alpha$

or

$$t_{\min} = t\cdot\frac{\sqrt{k^2-1}}{k}$$

Từ mới:

- **speed:** tốc độ
- **current:** dòng nước (*the speed of the current* – tốc độ dòng nước)
- **lateral displacement:** độ dịch chuyển theo dòng nước (*nghĩa trong bài*)
- **to minimize:** làm (cho cái gì đó) đạt cực tiểu
- **it takes time t**...: mất thời gian t để...
- **equation**: phương trình
- **sketche**: hình vẽ
- **resultant velocity**: vận tốc tổng hợp

đáp án câu hỏi trắc nghiệm

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/11. Đáp án C

CS2/11. Đáp án C

CS3/11. Đáp án D

CS4/11. Đáp án D

CS5/11. A: Đúng B: Sai C: Sai D: Đúng

Các bạn có đáp án đúng: *Lê Hoàng Sang* 9^4 THCS Võ Thị Sáu, **Bạc Liêu**; *Phạm Bảo Long* THPT Lê Quý Đôn, **Bình Định**; *Nguyễn Anh Phương* 9A8, *Nguyễn Thế Anh* 9A1, THCS Ngô Sĩ Liên, *Nguyễn Hoàng Vũ* 11B3, THPT Trần Nhân Tông, *Nguyễn Ngọc Lan* 10A Khối Chuyên Lý, ĐHKHTN, *Hoàng Ngọc Ánh* Ngõ 106, Nguyễn Sơn, Long Biên, **Hà Nội**; *Nguyễn Đức Hiếu* 9I, THCS Kỳ Anh, *Võ Hoàng Công* 9A, THCS Phan Huy Chú, Thạch Hà, **Hà Tĩnh**; *Phạm Văn Ninh* 8A, THCS Nguyễn Lương Bằng, Thanh Miện, **Hải Dương**; *Lê Quốc* 10A1, THPT Gia Định, *Trần Thị Hương Lan* 10A5, THPT Lê Hồng Phong, **Tp. Hồ Chí Minh**; *Nguyễn Thị Minh Huệ* 11A1, THPT Văn Lâm, **Hưng Yên**; *Nguyễn Trọng Toán, Nguyễn Thị Huyền Trâm* 10A3, THPT Chuyên Phan Bội Châu, *Đậu Lê Trung* 9B, THCS Bến Thuỷ, Vinh, *Nguyễn Minh Ngọc* Văn Thành, Yên Thành, *Hồ Quang Sơn* Hưng Bình, Vinh, **Nghệ An**; *Hoàng Thị Thanh Tâm* Dữu Lâu, Việt Trì, *Trần Quốc Tuấn* 10G, *Hán Minh Hoàng* 11A, THPT Tam Nông, **Phú Thọ**; *Lê Đức Anh* 9C, THCS Trần Phú, Nông Cống, *Nguyễn Thị Thu Hiền* 9A1, THCS Quang Trung, *Trịnh Tuấn Dương* 9D, THCS Trần Mai Ninh, *Ngô Đức Thành* 11F, THPT Lam Sơn, **Thanh Hoá**; *Lê Anh Tú* 9D, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/11. Đáp án **C**)

Gợi ý: Áp dụng công thức s=$\frac{at^2}{2}$. Suy ra gia tốc *a*.

TN2/11. Đáp án **B**)

Gợi ý: Khi giật nhanh dây 2 do quán tính, vật chưa kịp chuyển động để kéo đứt dây 1 thì dây 2 đã đứt.

TN3/11. Đáp án **C**)

Gợi ý: Gọi l là chiều dài mỗi toa tàu. Khi toa thứ n vừa qua người quan sát: nl=$\frac{at_n^2}{2}$. Ở đây a là gia tốc của đoàn tàu, t_n là khoảng thời gian từ lúc tàu bắt đầu khởi hành đến lúc toa thứ n vừa qua người quan sát.

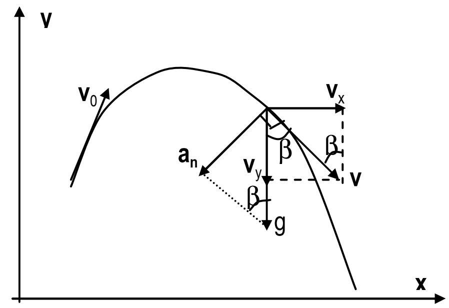
Thời gian toa thứ n đi qua trước người quan sát: $\tau_n = t_n - t_{n-1} = (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})\sqrt{\frac{2l}{a}}$. Áp dụng đối với toa thứ n=3 và toa thứ n=8, suy ra: $\tau_3 = \frac{(\sqrt{3}-\sqrt{2})}{(\sqrt{8}-\sqrt{7})}\tau_8 \approx 5{,}2s$.

TN4/11. Đáp án **A**)

Gợi ý: Cứ một chu kí thì vật đi được đoạn đường bằng bốn lần biên độ. Vậy trong thòi gian bằng 5 chu kì thì nó đi được đoạn đường bằng 20 lần biên độ.

TN5/11 Đáp án **B**)

Gợi ý: Gia tốc toàn phần của vật là gia tốc rơi tự do g. Từ hình vẽ 2 ta thấy $a_n = g.\sin\beta = g\frac{v_x}{v}$, với $v_x = v_0\cos\alpha$; $v_y = v_0\sin\alpha - gt$; $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$. Thay các giá trị của v_0, α, g và t đã cho vào sẽ tính được a_n.



Hình

Các bạn có đáp án đúng cả 5 câu: *Trần Văn Hoà, Lê Xuân Đoàn* 12 Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; *Nguyễn Lê Hiếu* 11A2, *Võ Quốc Trình* 12A2, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Đà Nẵng**; *Đặng Tiến Đạt* 11Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định**; *Nguyễn Chí Linh* 12A1, THPT Phan Bội Châu, Krông Năng, **Đắc Lắc**; *Nguyễn Long Vương* 11C4, THPT Hùng Vương, t.p. Pleiku, **Gia Lai**; *Nguyễn Quang Huy* K18B, *Nguyễn Tiến Hùng,* 11B Lý, ĐHKHTN **-** ĐHQG, **Hà Nội**; *Ngô Thị Thu Hằng* 12lý, *Hoàng Thanh Hà* K9 Lý trường chuyên **Hà Tĩnh;** *Trần Quý Dương* 12 Lý, THPT NK Trần Phú, **Hải Phòng**; *Trần Nhật Tuấn* 10A1Lý, THPT Bùi Thị Xuân*, Lê Quốc* 10A1, THPT Gia Định, *Lê Quốc Khánh* 12Lý, *Huỳnh Hoài Nguyên* 12Toán, THPT NK, ĐHQG **t.p. Hồ Chí Minh**; *Vũ Thị Ngọc Ánh* 12A3, THPT Yên Khánh A,*Trần Xuân Trường* 12Lý **Ninh Bình;** *Hồ Quang Sơn* số nhà 11, Tân Phúc, Hưng Bình, Vinh, *Phan Thanh Hiền* A3K32, *Phạm Văn Hiếu* 10A3K33, THPT Chuyên Phan Bội Châu, Vinh, **Nghệ An**; *Hà Kim Dung*, *Trịnh Trung Kiên* 11Lý, THPT chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; *Nguyễn Tấn Duy* 12Lý, THPT Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; *Nguyễn Lan Anh* 10G2, THPT Cẩm Phả, **Quảng Ninh**; *Ngô Thu Hà* Lý 10K15, THPH chuyên **Thái Nguyên;** *Nguyễn Văn Phương* nhà 130, Tổ 6, Phường Minh Xuân, **Tuyên Quang;** *Nguyễn Duy Hội* 10A3, *Nguyễn Trung Tuấn* 12A3,THPT Chuyên **Vĩnh Phúc;** *Lê Ngọc Tú* 11Lý, THPT Chuyên Nguyễ Tất Thành, **Yên Bái**.

Các bạn có đáp án đúng 4 câu: *Vũ Công Lực, Dương Trung Hiếu* 11B, *Phạm Thế Mạnh,Nguyễn Hữu Đức* 12B,THPT NK Ngô Sĩ Liên, **Bắc Giang**; *Phạm Anh Tú, Nguyễn Hà Bảo Vân, Hoàng Đức Tường, Nguyễn Hải Minh, Nguyễn Văn Tuệ, Phạm Tiến Dũng, Phạm Thành Đô* 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; *Bùi Thái Luân* 11Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định;** *Đinh Văn Tuân* 11A2, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Đà Nẵng**;*Nguyên Hoàng Vũ* 11B3, THPT Trần Nhân Tông, *Nguyễn Đức Thiện* 10D1, THPT Chu Văn An, *Nguyễn Ngọc Lan* 10A, THPT Chuyên Lý, ĐHKHTN **-** ĐHQG **Hà Nội**; *Nguyễn Văn Dũng, Vương Quang Hùng, Nguyễn Thanh Long* 11Lý, *Lê Đức Hải* 12Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; *Phạm Song Phương Sinh* 12 Văn, *Nguyễn Bá Long* 12 Sinh, *Nguyễn Tuấn Anh, Đỗ Trung Hiếu, Phạm Quốc Việt, Nguyễn Mạnh Tuấn, Hoàng Huy Đạt* 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; *Trần Quang Huy* 11Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**; *Nguyễn Tư Hoà* K32, *Phan Duy Tùng* 10A5K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; *Phạm Thị Thu Trang* 11Lý, THPT Chuyên Lương Văn Tụy, **Ninh Bình**; *Cao Quang Hoàng* 11Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, *Hán Minh Hoàng* 11A, THPT Tam Nông, **Phú Thọ**; *Kiều Anh* 11Lý, THPT Chuyên Hạ Long, **Quảng Ninh***; Phạm Văn Hùng* 12A1, *Nguyễn Thùy Trang* 12A2, THPT Quỳnh Côi, Quỳnh Phụ, *Lê Thanh Tú Nhân* 11Lý, Chuyên Lê Quý Đôn, **Quảng Trị**; *Đặng Phương Thủy* 12Lý, THPT Chuyên **Thái Bình**; *Trần Sĩ Kiên* 10Lý K15, *Dương Quốc Huân* 11Lý K15, *Nguyễn Xuân Hiếu* 12Lý K14, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; *Lê Hoàng Long, Trần Đại Dương, Nguyễn Tùng Lâm* 11F, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; *Trương Huỳnh Thanh Trúc* 12Lý, THPT chuyên **Tiền Giang;** *Trần Đức Hiếu* Lý K16, *Nguyễ Huy Hiệu* 11F, THPT Chuyên **Tuyên Quang**; *Nguyễn Đức Trọng* 10A3,*Trần Trung Đức, Trần Văn Phú, Lê Hoàng Hải* 11A3, *Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Thị Phương Dung, Đặng Công Hải, Nguyễn Văn Linh* 12A3, *Trịnh Hữu Phước* 12A10, THPT Chuyên, **Vĩnh Phúc**.