

“TÔN GIÁO LÀ VĂN HÓA CỦA ĐỨC TIN, CÒN KHOA HỌC LÀ VĂN HÓA CỦA SỰ HOÀI NGHI”.

“Religion is a culture of faith; science is a culture of doubt.”

– Richard Feynman

CÂU HỎI KỲ NÀY

Trong cuộc chạy đua giữa Achilles và rùa, vì Achilles chạy nhanh gấp 10 lần rùa nên anh ta nhường rùa xuất phát trước 100 bước (tốc độ của cả hai không đổi). Vậy nên, khi Achilles chạy được 100 bước thì rùa mới đi được 10 bước, Achilles chạy thêm 10 bước nữa để đến được vị trí của rùa thì rùa lại đi thêm được 1 bước. Cứ như vậy, mỗi khi anh ta chạy được đến vị trí trước đó của rùa thì rùa lại đi thêm được 1 đoạn nữa. Theo cách lý luận này, thì liệu Achilles có bao giờ đuổi kịp rùa không?

ĐÁP ÁN CÂU HỎI KỲ TRƯỚC

Thực chất, đầu ngọn sóng biển là tập hợp của vô vàn các hạt nước cùng bọt sóng biển được hình thành khi nước biển bị khuấy động mạnh. Ánh sáng mặt trời - ánh sáng trắng, khi gặp các hạt nước thì tán sắc. Ánh sáng từ sóng biển đi đến mắt ta là tập hợp của vô vàn các chùm sáng đơn sắc khác nhau thu được từ sự tán sắc trên, hay nói cách khác là ánh sáng trắng.

Tuy nhiên điều này lại không xảy ra trên mặt biển lặng là vì ánh sáng chỉ tán sắc khi nó đi qua nhiều môi trường khác nhau. Trong khi đó, nước biển lặng thì chỉ tiếp xúc với không khí ở mặt nước, còn ngọn sóng thì có vô vàn hạt bọt biển (chứa không khí) đan xen với các hạt nước.

Điều này cũng giải thích cho việc cốc thủy tinh trong suốt nhưng gom các mảnh vụn của một chiếc cốc vỡ lại thì ta lại thấy nó có màu trắng.

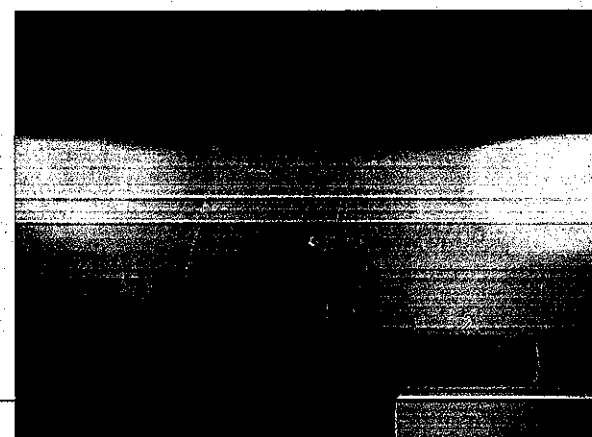
TIN VẬT LÝ

Giọt nước bay lơ lửng có thể giúp phát hiện các chất kim loại gây ô nhiễm nước

Trong một nghiên cứu mới, các nhà khoa học đã chứng minh rằng sử dụng sóng âm để đưa các giọt nước vào trạng thái không trọng lực có thể cải tiến quá trình dò tìm các chất kim loại nặng gây ô nhiễm trong nước, như là chì hay thủy ngân. Việc treo lơ lửng các giọt nước cho phép nhóm nghiên cứu điều khiển vị trí bốc hơi của nước, làm tăng mật độ các chất gây ô nhiễm trong mẫu. Sau đó, họ sử dụng phương pháp quang phổ laser (LIBS) để phân tích các chất kim loại nặng gây ô nhiễm trong các giọt nước đó. Các nhà nghiên cứu cho biết, cách tiếp cận mới này của họ chắc chắn phát hiện được các kim loại nặng như Bari, Cadimi và thủy ngân với thời

gian phân tích chỉ vùn vện trong vài phút.

Đọc thêm tại: <https://phys.org/news/2018-05-levi-tate-droplets-contaminant.html>



ISSN : 1859 - 1744

VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

HỘI VẬT LÝ VIỆT NAM

NĂM THỨ 16

Số 178

• TẠP CHÍ RA HÀNG THÁNG

THÁNG 6 - 2018



ỨNG DỤNG CỦA MICRO LED
BÀI TẬP VỀ BẮN DẪN

TRONG SỐ NÀY

Tổng biên tập :

PHẠM VĂN THIỀU

Thư ký Tòa soạn :

ĐOÀN NGỌC CĂN

BAN BIÊN TẬP :

Nguyễn Hoài Anh,
Đoàn Ngọc Căn,
Tô Bá Hạ,
Lê Như Hùng,
Bùi Thế Hưng,
Nguyễn Thế Khôi,
Hoàng Xuân Nguyên,
Nguyễn Chí Phú,
Nguyễn Xuân Quang (Trưởng ban)
Phạm Văn Thiều,
Chu Đình Thúy,
Vũ Đình Túy.

TRỊ SỰ & PHÁT HÀNH

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

Địa chỉ liên lạc và đặt mua báo

TOÀ SOẠN VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

P. 701, tầng 7, tòa nhà A22.
18 - Hoàng Quốc Việt,
Q. Cầu Giấy, Hà Nội
Email: tapchivatlytuotire@gmail.com
ĐT: (024) 376 69 209

• Bạn có thể đặt mua báo ở Bưu điện

• Các tỉnh phía Nam có thể đặt mua tại Trung tâm Phát triển KHCN và DV (CENTEC),

Địa chỉ: Số 65 - Nam Kỳ Khởi Nghĩa
(Tầng trệt), P. Bến Thành, Quận 1,
TP. Hồ Chí Minh

Email: centechvl@gmail.com

ĐT: (028) 38 29 29 54

GIÁ : 20.000VND

Giấy phép sản xuất số: 244/GP-BTTTT, ngày 9.2.2012 của Bộ Thông Tin Truyền Thông
In tại nhà in Khoa học và Công nghệ, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
In xong nộp lưu chiểu tháng 6 năm 2018

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

* TƯƠNG TÁC CỦA CÁC NGUYÊN TỬ VÀ PHÂN TỬ
(tiếp theo kỳ trước)

ĐỀ RA KỲ NÀY.....Tr5

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC.....Tr6

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

HỌC VẬT LÝ QUA CÁC BÀI TẬP DÀITr11

* BÁN DẪN

GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THITr14

* ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI THÀNH PHỐ HÀ NỘI

NHỮNG NHÀ VẬT LÝ NỔI TIẾNGTr19

* HENRY CAVENDISH VÀ THÍ NGHIỆM "CÂN TRÁI ĐẤT"

VẬT LÝ ĐỜI SỐNGTr21

* ỨNG DỤNG CỦA MICRO LED

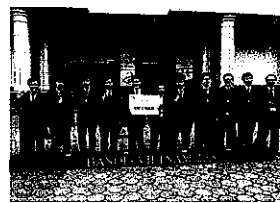
VĨNH BIỆT NHÀ VẬT LÝ VĨ ĐẠI
STEPHEN HAWKINGTr24

TIẾNG ANH VẬT LÝ.....Tr26

OLYMPIC VẬT LÝ CHÂU Á - THÁI BÌNH DƯƠNG
(APhO)Bìa 3

* MỘT SỐ THÔNG TIN VỀ APhO 2018

CLB VL&TT.....Bìa4



Ảnh bìa: ĐỘI TUYỂN VIỆT NAM
TẠI APhO 2018



TƯƠNG TÁC CỦA CÁC NGUYÊN TỬ VÀ PHÂN TỬ

(tiếp theo kì trước)

Bài toán chính

Xuất phát từ những quan điểm xác định về đặc tính tương tác của các phân tử trong các chất, ta có thể giải thích và hiểu được nhiều điều. Chúng ta sẽ dừng lại xem xét chỉ một vấn đề rất chung: làm thế nào mà biết sự phụ thuộc của thế năng vào khoảng cách giữa các phân tử lại cho phép ta có thể xác lập được những tiêu chuẩn định lượng để phân biệt các chất khí, chất lỏng và chất rắn trên quan điểm của thuyết động học phân tử.

Thật vậy, sơ bộ ta hãy xem xét chuyển động của các phân tử trên quan điểm năng lượng.

Chuyển động của hạt trong một trường thế

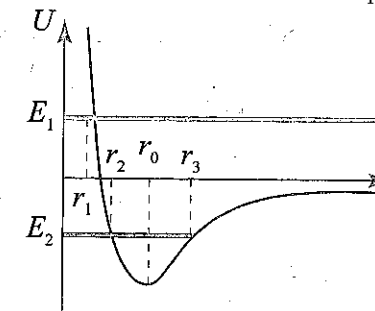
Bằng cách chỉ sử dụng định luật bảo toàn năng lượng, nếu biết sự phụ thuộc của thế năng vào khoảng cách, ta có thể xác lập được đặc tính chuyển động của vật.

Giả sử một trong số các phân tử đứng yên, và ta xét chuyển động của một phân tử khác. Đặc tính chuyển động của phân tử phụ thuộc vào năng lượng toàn phần của nó. Theo định luật bảo toàn năng lượng, thì năng lượng toàn phần luôn là một hằng số:

$$E = E_k + U = \text{const}$$

với E_k là động năng và U là thế năng.

Trước hết, ta hãy xem xét trường hợp $E = E_1 > 0$ (xem H.9). Có thể biểu diễn năng lượng toàn phần bằng một đường thẳng song song với trục r , vì với r bất kỳ nó có cùng một giá trị. Khi phân tử chuyển động dọc theo r , động năng và thế năng của nó liên tục thay đổi: thế năng càng lớn thì động năng càng nhỏ và ngược lại. Nếu hạt chuyển động từ phải sang trái, thì động năng của nó tăng và tại điểm $r = r_0$ (thế năng cực tiểu) đạt giá trị cực đại. Khi r tiếp tục giảm, động năng bắt đầu giảm và tại điểm $r = r_1$, động năng



số 178 tháng 6 - 2018

bằng 0, vì tại điểm đó năng lượng toàn phần bằng thế năng. Tiếp nữa, hạt không thể chuyển động vào vùng $r < r_1$, vì khi đó thế năng dương lớn hơn năng lượng toàn phần, và do đó động năng là âm, một điều không thể có.

Tại điểm $r = r_1$, hạt sẽ dừng lại, rồi bắt đầu chuyển động theo hướng ngược lại, vì lực tác dụng lên nó lúc này là lực đẩy. Điểm này được gọi là điểm quay lui. Tiếp theo, hạt chuyển động theo hướng dương và chuyển động ra xa vô hạn.

Ta sẽ quan sát được một bức tranh hoàn toàn khác khi $E = E_2 < 0$ (xem H.9). Trong trường hợp đó phân tử sẽ ở trong hố thế và không thể đi ra khỏi nó. Tại các điểm quay lui r_2 và r_3 động năng của hạt bằng 0. Cái gọi là trạng thái liên kết đã xuất hiện như vậy. Khi này các phân tử thực hiện các dao động bên cạnh nhau. Sự tách hệ thành hai hạt độc lập là không thể nếu không tăng năng lượng toàn phần lên đến $E > 0$.

Năng lượng tương tác của các phân tử trong các chất khí, chất lỏng và chất rắn

Bây giờ chúng ta sẽ xác lập các tiêu chuẩn định lượng để phân biệt các chất khí, chất lỏng và chất rắn trên quan điểm của thuyết động học phân tử.

Chất khí

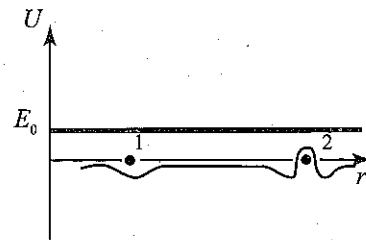
Có thể nhận được một quan niệm sâu hơn về các trạng thái của chất mà ta gọi là khí thực, nếu vẽ bức tranh về sự phụ thuộc của thế năng của một trong số các phân tử vào khoảng cách tới phân tử láng giềng gần nó nhất (H.10). Khi phân tử dịch chuyển, thế năng của nó trên phần lớn đường đi hầu như chính xác bằng 0, vì khoảng cách giữa các phân tử trong chất khí, về trung bình, lớn hơn nhiều so với kích thước của chúng. Tại các điểm 1 và 2 (H.10) đặt các láng giềng gần nhất của hạt được khảo sát. Phân tử đã cho đi qua một khoảng cách khá lớn từ hạt 1 và tiến đến gần hơn hạt 2. Thế năng trung bình của phân tử là âm và rất nhỏ. Độ lớn của nó bằng diện tích của hình giới hạn bởi đường cong thế năng giữa điểm 1 và 2 và trục r , chia cho độ dài của đoạn 1-2 (giá trị trung bình trên đoạn 1-2). Năng lượng toàn phần trung bình nhất thiết phải lớn hơn 0 (đường thẳng trên H.10), vì khi $E < 0$, ta sẽ có trạng thái liên kết.

Điều này chỉ có thể với điều kiện: trong chất khí động năng trung bình của các phân tử phải lớn hơn giá trị trung bình của thế năng của nó: $\overline{E_k} > |\overline{U}|$ vì $\overline{E} = \overline{E_k} + \overline{U}$, mà \overline{U} thì âm.

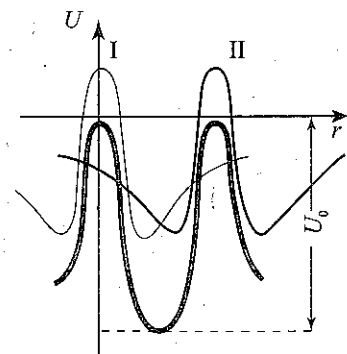
Chất lỏng

Trong các chất lỏng và chất rắn, khoảng cách giữa các phân tử là nhỏ hơn so với chất khí. Bởi vậy các phân tử ở đó tương tác ngay lập tức với vài ba phân tử láng giềng. Ta sẽ giới hạn xét ở đây tương tác của phân tử đã cho với hai láng giềng gần nhất ở cách nhau cỡ $2r_0$.

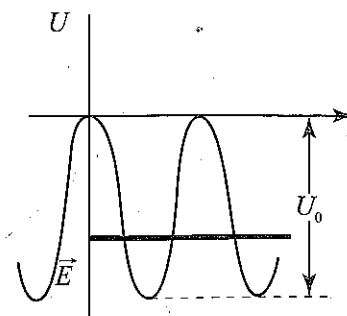
Ta có thể nhận được đường cong thế năng trong trường hợp này bằng cách chồng chập đường cong vẽ trên H.7 (tương tác cặp) và cũng với đường cong đó nhưng dịch đi so với đường cong thứ nhất một đoạn hơi lớn hơn $2r_0$ một chút. Hai thế năng này được cộng lại, và bởi vậy độ sâu của hố thế gần như tăng gấp đôi, còn cực đại của năng lượng bị giảm xuống (H.11). Kết quả ta được dáng điệu của đường cong thế năng có tính đến tương tác với các phân tử khác được minh họa trên H.12.



Hình 10.



Hình 11.



Hình 12.

Để phân tử không thể rời khỏi chất lỏng năng lượng trung bình của nó cần phải âm (tức $\overline{E} < 0$). Chỉ trong trường hợp đó phân tử mới còn lại trong hố thế do các phân tử láng giềng của nó tạo ra. Vì nếu $\overline{E} < 0$ phân tử sẽ không được giữ trong chất lỏng và sẽ rời nó.

Vì $\overline{E} = \overline{E_k} + \overline{U}$ và $\overline{U} < 0$ thì trong chất lỏng động năng trung bình phải nhỏ hơn giá trị tuyệt đối của thế năng trung bình (để $\overline{E} < 0$), tức $\overline{E_k} < |\overline{U}|$, đồng thời cũng chỉ nhỏ hơn chút ít thôi, sao cho $\overline{E_k} \leq |U_0|$, với $-U_0$ là giá trị cực tiểu của thế năng. Chính vì thế dao động của các phân tử không duy trì được lâu. Do tính hỗn loạn của chuyển động nhiệt năng lượng của các phân tử liên tục thay đổi, khi thì lớn hơn khi thì nhỏ hơn năng lượng trung bình \overline{E} .

Ngay khi năng lượng phân tử vượt qua độ cao bờ thế ngăn cách hố thế này với hố thế khác, phân tử sẽ nhảy từ vị trí cân bằng này sang vị trí cân bằng khác. Chính đặc tính chuyển động nhiệt của các phân tử trong chất lỏng và tính chảy của chất lỏng được quyết định bởi điều đó. Thời gian 'sống định cư' của phân tử, đó là thời gian nó ở trong một hố thế xác định. Khi nhiệt độ được nâng lên, năng lượng trung bình của phân tử cũng tăng lên và sự 'du cư' sẽ xảy ra thường xuyên hơn.

Chất rắn

Thế năng tương tác của phân tử chất rắn với các phân tử láng giềng gần nhất của nó cũng giống như năng lượng tương tác của các phân tử chất lỏng (H.12). Chỉ có điều chiều sâu của hố thế ở đây hơi lớn hơn, vì các phân tử ở gần nhau hơn. Điều kiện $\overline{E_k} < |\overline{U}|$ cũng sẽ phải thỏa mãn cả đối với các chất rắn. Nhưng bây giờ động năng của các phân tử trong chất rắn nhỏ hơn nhiều so với ở chất lỏng. Sở dĩ như vậy là bởi vì các chất rắn được tạo bởi sự làm lạnh của các chất lỏng. Tương ứng, trong chất rắn động năng trung bình của các phân tử nhỏ hơn rất nhiều so với trị tuyệt đối của thế năng trung bình: $\overline{E_k} \ll |\overline{U}|$.

Trên H.12, năng lượng trung bình của phân tử trong hố thế được biểu diễn bởi một đoạn thẳng. Hạt thực hiện dao động trong một hố thế. Độ cao của bờ giữa các hố thế láng giềng trong chất rắn là cao, và các phân tử hầu như không di chuyển từ vị trí cân bằng này sang vị trí cân bằng khác. Để có thể dịch chuyển phân tử cần phải nhận thêm năng lượng, lớn hơn nhiều so với năng lượng trung bình. Sự kiện như thế xảy ra với xác suất rất thấp. Điều đó giải thích tại sao, khác với chất lỏng, các vật rắn luôn giữ được hình dạng của nó.

Lượng tử

(Sưu tầm, dịch và giới thiệu)

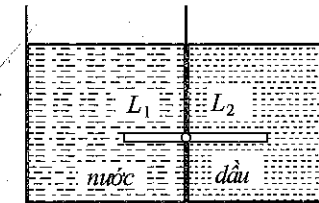


ĐỀ RA KỶ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/178. Một nhóm gồm ba người đi từ A đến B có chiều dài $s = 22,5 \text{ km}$. Cả 3 người đều xuất phát đồng thời. Cả nhóm chỉ có hai xe đạp. Biết vận tốc của người đi bộ là $v = 4,5 \text{ km/h}$, vận tốc của người đi xe đạp một mình là $4v$, vận tốc của người đi xe đạp chở thêm một người nữa là $3v$. Tính thời gian ngắn nhất để ba người đến B đồng thời và chỉ ra cách đi với thời gian đó.

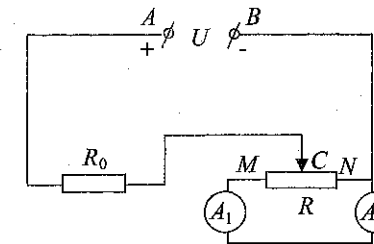
CS2/178. Người ta đo khối lượng riêng của dầu bằng thí nghiệm như hình vẽ. Một bình được chia làm hai ngăn nhờ một vách ngăn thẳng đứng. Một ngăn chứa nước còn một ngăn chứa dầu. Một thước thẳng bằng gỗ không thấm nước xuyên qua vách ngăn và có thể quay quanh mặt phẳng thẳng đứng không ma sát quanh bản lề gắn ở vách ngăn như vẽ ở Hình 1. Chiều dài thanh bên ngăn nước là $L_1 = 40 \text{ cm}$, bên ngăn dầu $L_2 = 60 \text{ cm}$. Khối lượng riêng của nước là $D_n = 1000 \text{ kg/m}^3$, của thước là $D_0 = 600 \text{ kg/m}^3$. Tính khối lượng riêng D_x của dầu.



Hình 1.

CS3/178. Trong một bình có nước đá ở nhiệt độ $t_1 = 20^\circ \text{C}$. Rót vào bình lượng nước có khối lượng $m_n = 0,8 \text{ kg}$ ở nhiệt độ $t_2 = 60^\circ \text{C}$. Hới thể tích của nước trong bình lúc có cân bằng nhiệt nếu nhiệt độ lúc đó lớn hơn 0°C ? Biết khối lượng riêng của nước đá là $D_d = 9.10^2 \text{ kg/m}^3$, của nước là $D_n = 10^3 \text{ kg/m}^3$, nhiệt dung riêng của nước đá là $c_d = 2100 \text{ J/kg.K}$, của nước là $c_n = 4200 \text{ J/kg.K}$, nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $\lambda = 3,35.10^5 \text{ J/K}$. Bỏ qua nhiệt dung của bình và nhiệt truyền cho môi trường.

CS4/178. Cho mạch điện như Hình 2. Biết R_0 , điện trở toàn phần R của biến trở và hiệu điện thế U của nguồn không đổi. Các ampe kế A_1 , A_2 là lí tưởng.



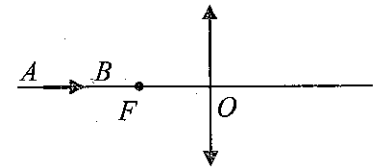
Hình 2.

1. Số chỉ của các ampe thay đổi thế nào nếu con chạy

C di chuyển từ M tới N?

2. Phải đặt con chạy C ở đâu để tổng số chỉ của hai ampe kế cực tiểu?

CS5/178. Đặt vật sáng AB có chiều dài $a = 10 \text{ cm}$ nằm trên trục chính và ở ngoài khoảng tiêu cự của thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$, có đường rìa là hình tròn (Hình 3). Phía sau thấu kính đặt một màn ảnh vuông góc với trục chính thì thu được trên màn một vết sáng tròn. Dịch chuyển màn cho tới khi cách thấu kính $b = 48 \text{ cm}$ thì vết sáng trên màn có kích thước nhỏ nhất.

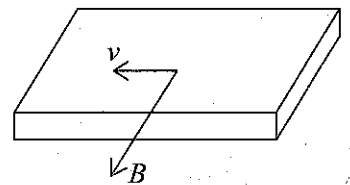


Hình 3.

1. Tính khoảng cách từ B tới quang tâm của thấu kính
2. Hới ảnh của vật sáng AB lớn bằng mấy vật?

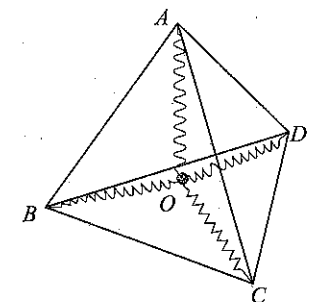
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/178. Một xi lanh thành mỏng có chiều dài l , bán kính R , chứa một chất khí dưới áp suất p . Tính lực tương tác của hai nửa xi lanh nếu ta tưởng tượng cắt nó bằng một mặt phẳng: a) vuông góc với trục xi lanh; b) đi qua trục của xi lanh.

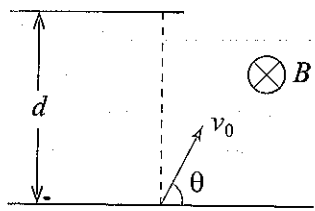


TH2/178. Một tấm đồng dài không tích điện chuyển động đều với vận tốc $v = 6 \text{ cm/s}$ trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,2 \text{ T}$. Các vectơ \vec{v} và \vec{B} vuông góc với nhau và song song với bề mặt của tấm đồng. Hãy xác định mật độ điện tích mặt xuất hiện trên hai bề mặt của tấm đồng khi nó chuyển động.

TH3/178. Một hệ gồm bốn lò xo giống nhau độ cứng k , chiều dài tự nhiên a gắn cố định ở 4 đỉnh của hình tứ diện đều tâm O cạnh a các đầu còn lại của lò xo gắn vào vật nặng m tại tâm O và tại vị trí đó lò xo không biến dạng. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm chu kỳ dao động nhỏ của vật.



TH4/178. Một điện tích điểm khối lượng m mang điện tích dương q được phóng vào miền có từ trường đều B với vận tốc v_0 vuông góc với các đường cảm ứng từ. Miền từ trường có bề rộng d . Trong khi chuyển động hạt chịu tác dụng của lực cản $\vec{f} = -k\vec{v}$, với k là hằng số dương. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm độ lớn nhỏ nhất của v_0 để hạt ra khỏi được vùng có từ trường.



TH5/178. Xác định hằng số điện môi ϵ và điện trường đánh thủng E_t của lớp chất điện môi trong lòng tụ điện.

Cho các dụng cụ sau:

- Hộp điện trở mẫu có dải giá trị nguyên từ 1Ω đến $10M\Omega$;
- 01 nguồn điện xoay chiều $f = 50 \text{ Hz}$, $U = 220 \text{ V}$;
- 01 ampe kế xoay chiều.
- Một tụ điện gồm hai bản tụ bằng kim loại có diện tích S và khoảng cách giữa hai bản tụ là d , không gian giữa hai bản tụ được lấp đầy bởi lớp chất điện môi đồng tính cần xác định hằng số điện môi ϵ và điện trường đánh thủng E_t ;
- Các dây nối và ngắt điện cần thiết.

Yêu cầu:

1. Trình bày cách bố trí thí nghiệm và xây dựng các công thức cần thiết.
2. Nêu các bước tiến hành thí nghiệm, bảng biểu cần thiết và cách xác định ϵ và E_t .

DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/178. Cho các số a, b, c không âm thỏa mãn $a^4 + b^4 + c^4 = 1$. Tìm giá trị nhỏ nhất của

$$P = \frac{a^3}{1-a^8} + \frac{b^3}{1-b^8} + \frac{c^3}{1-c^8}$$

T2/178. Cho a, n là các số nguyên dương. Chứng minh rằng nếu d là một ước dương của $a^{2^n} + 1$ và $d \geq 3$ thì $d > 2^{n+1}$.

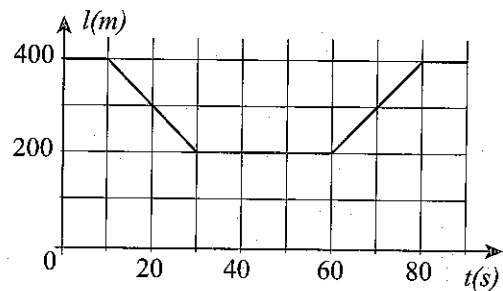
T3/178. Cho tam giác ABC . Đường phân giác góc A cắt cạnh BC tại D . Giả sử $AB + AD = CD$ và $AC + AD = BC$. Tìm số đo các góc A, B, C .



GIẢI ĐỀ KỶ TRƯỚC

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/175. Trên đường nhựa thẳng các ô tô chuyển động với vận tốc không đổi là v_1 , khi chạy trên cầu thì chúng chuyển động với vận tốc không đổi v_2 . Trên hình vẽ là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của khoảng cách giữa hai ô tô chạy cùng chiều trên đường nhựa theo thời gian t . Tìm vận tốc v_1, v_2 và chiều dài của cầu.



Giải. Từ đồ thị ta có nhận xét sau: Khoảng cách giữa hai ô tô khi chạy trên đường nhựa là $l_1 = 400m$ và khi chúng chạy trên cầu là $l_2 = 200m$

Tại thời điểm $t_1 = 10s$ thì ô tô thứ nhất bắt đầu vào cầu vì khoảng cách giữa hai ô tô bắt đầu giảm. Cũng tại thời điểm này, ô tô thứ hai cách đầu cầu là $l_1 = 400m$.

Tại thời điểm $t_2 = 30s$ thì ô tô thứ hai vào đầu cầu vì từ thời điểm đó khoảng cách giữa hai ô tô là không đổi và bằng $l_2 = 200m$. Từ trên suy ra vận tốc của ô tô chạy trên đường nhựa là

$$v_1 = \frac{l_1}{t_2 - t_1} = \frac{400}{20} = 20 (m/s)$$

Sau khoảng thời gian $t_2 - t_1 = 20s$ thì khoảng cách giữa hai ô tô được rút ngắn là $l_1 - l_2 = 200m$. Vậy hai ô tô chuyển động lại gần nhau với vận tốc:

$$v_1 - v_2 = \frac{l_1 - l_2}{t_2 - t_1} = 10 (m/s)$$

Vậy vận tốc của các ô tô chạy trên cầu là:

$$v_2 = v_1 - \frac{l_1 - l_2}{t_2 - t_1} = 20 - 10 = 10 (m/s)$$

Vì ô tô thứ nhất ra cầu tại thời điểm $t_3 = 60s$ (do khoảng cách giữa hai ô tô bắt đầu tăng) nên thời gian ô tô chạy trên cầu là: $60 - 10 = 50s$. Do độ chiều dài của cầu là $L = 10 \cdot 50 = 500 (m)$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Quốc Hùng 9/10, THCS Tân Phú, Thị xã Đồng Xoài, Bình Phước.

CS2/175. Một hệ gồm hai bình hình trụ thẳng đứng thông nhau cùng chứa chất lỏng khối lượng riêng là D_0 và được đặt kín bằng các pít tông có khối lượng là M_1 và M_2 . Ở vị trí cân bằng các pít tông nằm trên cùng độ cao. Nếu đặt một trọng vật khối lượng m lên trên pít tông M_1 thì khi cân bằng pít tông M_2 nằm ở độ cao h so với vị trí ban đầu.

Nếu đem trọng vật m đặt lên pít tông M_2 thì khi cân bằng pít tông M_1 nằm ở độ cao bao nhiêu so với vị trí ban đầu?

Giải. Giả sử khi đặt vật m lên pít tông M_1 thì pít tông M_1 dịch xuống một đoạn h_1 , còn pít tông M_2 nâng lên một đoạn h_2 so với vị trí ban đầu. Khi đó độ chênh lệch giữa mực chất lỏng của hai bình là $(h_1 + h_2)$. Gọi diện tích của pít tông M_1 là S_1 và của pít tông M_2 là S_2 .

$$\text{Khi cân bằng ta có: } \frac{10m}{S_1} = 10D_0(h_1 + h_2) \quad (1)$$

Vì thể tích của chất lỏng không đổi nên:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta suy ra: } h_2 = \frac{m}{D_0(S_1 + S_2)}$$

Theo bài ra thì đại lượng h_2 bằng h .

Nếu ta đặt vật m lên pít tông M_2 thì làm tương tự như trên ta cũng tìm được pít tông M_1 nằm ở độ cao so

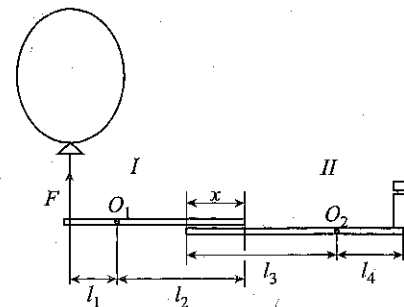
$$\text{với vị trí ban đầu là } h'_1 = \frac{m}{D_0(S_2 + S_1)} = h_2 = h$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Quốc Hùng 9/10, THCS Tân Phú, Thị xã Đồng Xoài, Bình Phước.

CS3/175. Để đo lực nâng của quả cầu khí, một học sinh sử dụng hai đòn bẩy nhẹ I và II, trục quay của chúng là O_1 và O_2 song song với nhau. Các đòn bẩy đặt nằm ngang có phần "chồng nhau" dài là x (hình vẽ). Đầu tự do của đòn bẩy I là quả cầu khí, đầu tự do của đòn bẩy II là quả cân khối lượng M .

Lực nâng F của quả cầu khí cần phải như thế nào để nó có thể làm quả cân mất cân bằng?

Lực nâng F của quả cân phải như thế nào để quả cầu khí mất cân bằng?



số 178 tháng 6 - 2018

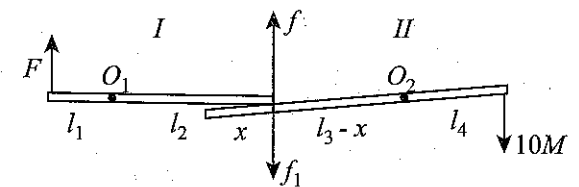
Giải. 1) Quả cầu khí làm quả cân mất cân bằng. Khi đó đòn bẩy I chạm vào đòn bẩy II tại điểm nằm cách đầu trái của đòn bẩy II một khoảng là x , cánh tay đòn trái của đòn bẩy II là $l_3 - x$ (hình vẽ).

Tại tiếp điểm của hai đòn bẩy có các lực tác dụng là $f = f_1$, hai lực này có độ lớn bằng nhau nhưng ngược chiều. Để quả cân mất cân bằng thì theo quy tắc đòn bẩy, ta có:

$$f l_1 > f_2 l_2 \quad \text{đối với đòn bẩy I}$$

$$f(l_3 - x) > 10M l_4 \quad \text{đối với đòn bẩy II}$$

$$\text{Từ đó, ta có: } F > \frac{l_2}{l_1} f > \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{l_4}{l_3 - x} \cdot 10M$$



2) Quả cân làm quả cầu khí mất cân bằng.

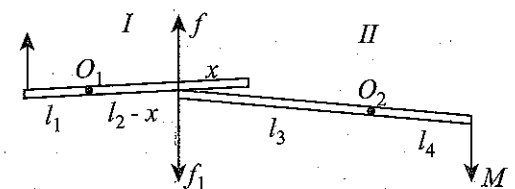
Khi đó đòn bẩy II, tiếp xúc với đòn bẩy I tại điểm nằm cách đầu phải của đòn bẩy I một khoảng x và cánh tay đòn phải của đòn bẩy I bằng $(l_2 - x)$ (hình vẽ).

Để quả cầu khí mất cân bằng thì theo quy tắc đòn bẩy, ta có:

$$F l_1 < f(l_2 - x) \quad \text{với đòn bẩy I}$$

$$f l_3 < 10M l_4 \quad \text{với đòn bẩy II}$$

$$\text{Từ đó ta có: } F < \frac{l_2 - x}{l_1} f < \frac{l_4}{l_1} \cdot \frac{l_2 - x}{l_3} \cdot 10M$$



Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Quốc Hùng 9/10, THCS Tân Phú, Thị xã Đồng Xoài, Bình Phước.

CS4/175. Nước chưng cất có thể làm lạnh tới nhiệt độ -10°C mà nó không đóng băng. Nhưng nếu trong nước quá đông đảo người ta thả vào tinh thể nước đá thì ngay lập tức nước bắt đầu đóng băng.

Tỷ phần nước đóng băng là bao nhiêu? Bỏ qua sự mất mát nhiệt. Cho nhiệt dung riêng của nước là $c = 4200 \text{ J/kg.K}$, nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.

Giải. Tỷ phần nước đóng băng là $\frac{m_1}{m}$, trong đó m_1 là

khối lượng nước đóng băng và m là khối lượng nước

chưng cất. Lượng nhiệt cần cung để làm nóng khối nước từ $t^0 = -10^0C$ đến 0^0C là :

$$Q = c(m - m_1)(0^0C - t^0)$$

Lượng nhiệt tỏa ra khi khối lượng nước m_1 tạo thành nước đá là : $Q_1 = \lambda m_1$

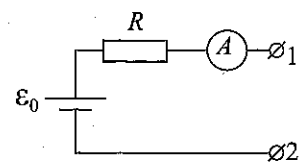
Theo định luật bảo toàn năng lượng thì $Q = Q_1$

$$\text{Suy ra : } \frac{m_1}{m} = \frac{10c}{\lambda + 10c} = 0,11$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Quốc Hùng 9/10, THCS Tân Phú, Thị xã Đồng Xoài, Bình Phước.

CS5/175. Một thiết bị để đo điện trở được tạo ra từ bộ pin có hiệu điện thế $\varepsilon_0 = 4,5V$, điện trở $R = 10\Omega$ và một ampe kế nối với nhau như hình 1. Am pe kế ghi số chỉ của điện trở cần đo. Người ta dùng thiết bị trên để đo điện trở của mạch điện gồm nguồn điện và điện trở (hình 2).

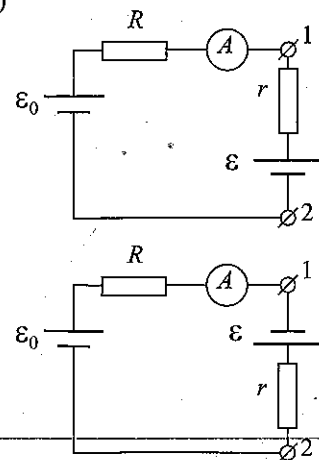
Tuy nhiên, số chỉ của thiết bị đo phụ thuộc vào cách mắc thiết bị đo với mạch điện đó. Trong lần đo thứ nhất, số chỉ của thiết bị đo là $r_1 = 20\Omega$; lần đo thứ hai, số chỉ của thiết bị đo là $r_2 = 5\Omega$ Tìm hiệu điện thế ε của nguồn và điện trở r của mạch điện. Bỏ qua điện trở trong của nguồn, điện trở của ampe kế và dây nối.



Hình 1.

Giải. Số chỉ của thiết bị đo sẽ bằng r , nếu dòng điện qua ampe kế bằng $\frac{\varepsilon_0}{R+r}$

Có hai cách mắc thiết bị để đo điện trở của mạch điện trên (hình vẽ)



Hình 2.

Với hai kết quả đo được, cường độ dòng điện chạy trong hai mạch tương ứng trên là:

$$I_1 = \frac{\varepsilon_0}{R+r_1} = \frac{4,5}{10+20} = 0,15A$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_0}{R+r_2} = \frac{4,5}{10+5} = 0,3A$$

Ta xét mạch điện ở hai cách mắc thiết bị đo thấy: điện trở toàn mạch trong hai cách mắc là giống nhau và bằng $(R+r)$, còn tổng hiệu điện thế trong hai cách mắc là khác nhau và bằng $\varepsilon_0 - \varepsilon$ (cách 1), bằng $\varepsilon_0 + \varepsilon$ (cách 2). Ta viết định luật Ôm cho đoạn mạch trên:

$$\varepsilon_0 - \varepsilon = I_1(R+r) \quad (1) \quad \varepsilon_0 + \varepsilon = I_2(R+r) \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } \frac{\varepsilon_0 + \varepsilon}{\varepsilon_0 - \varepsilon} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{r+r_1}{r+r_2} = 2$$

$$\text{Và } \varepsilon = \frac{r_1 - r_2}{2R+r_1+r_2} \varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_0}{3} = 1,5V \quad (3)$$

Từ (1) và (3) suy ra :

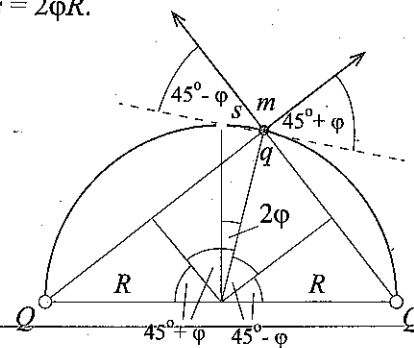
$$R+r = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{I_1} = \left(1 - \frac{r_1 - r_2}{2R+r_1+r_2}\right)(R+r_1)$$

$$\text{Từ đó : } r = \frac{R(r_1+r_2)+2r_1r_2}{2R+r_1+r_2} = 10(\Omega)$$

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/175. Một điện tích điểm khối lượng m điện tích q có thể trượt không ma sát dọc theo nửa đường tròn bán kính R . Hai đầu ở nửa đường tròn đặt cố định hai điện tích điểm Q (cùng dấu q). Hệ ở trạng thái cân bằng. Tìm chu kỳ dao động nhỏ của q quanh vị trí cân bằng.

Giải. Xét khi điện tích q lệch khỏi tâm góc 2φ , tọa độ dài $s = 2\varphi R$.



Hợp lực theo phương tiếp tuyến:

$$F = k \frac{qQ}{4R^2} \left[\frac{\cos(45^0 + \varphi)}{\sin^2(45^0 + \varphi)} - \frac{\cos(45^0 - \varphi)}{\sin^2(45^0 - \varphi)} \right]$$

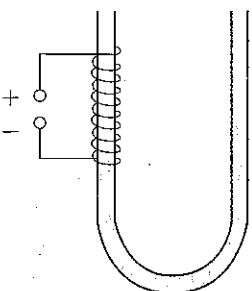
$$= -k \frac{qQ}{4R^2} \frac{6\cos^2\varphi \sin\varphi + 2\sin^3\varphi}{(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)^2} \approx -k \frac{qQ}{4R^2} 6\sqrt{2}\varphi$$

Áp dụng định luật II Newton: $F = ms''$

$$\text{Suy ra : } T = 2\pi \sqrt{\frac{\sqrt{8mR^3}}{3kqQ}}$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Kiên Anh, Hồ Anh Tùng 12 Lý THPT Chuyên Lê Hồng Phong, Nam Định; Nguyễn Cảnh Minh 10Lý1, THPT Amsterdam - Hà Nội.

TH2/175. Một ống hình chữ U đặt thẳng đứng có chứa nước. Một ống dây có chiều dài l , số vòng N được quấn chặt vào một nhánh của ống. Cho dòng điện không đổi có cường độ I chạy qua ống dây. Xác định chênh lệch mực nước giữa hai nhánh. Cho biết đường kính mỗi nhánh nhỏ hơn nhiều chiều dài ống dây. Cho biết độ từ thẩm tương đối của nước nhỏ hơn 1 một chút.



Giải. Mặt nước ban đầu cách đáy dưới ống dây là x_0 . Khi có dòng điện, cột nước dâng thêm đoạn nhỏ x . Xem hệ như hai cuộn cảm mắc nối tiếp.

$$L_1 = \frac{\mu_0 SN^2 I}{x+x_0} \mu_n = \frac{\mu_0 SN^2 I (x+x_0)}{l^2} \mu_n$$

$$L_2 = \frac{\mu_0 SN^2 I}{l-x+x_0} = \frac{\mu_0 SN^2 I (l-x+x_0)}{l^2}$$

Độ tự cảm tương đương

$$L = \frac{\mu_0 SN^2 I}{l^2} [(\mu_n - 1)x + (1+x_0)]$$

Khi cột nước dâng lên:

$$W_t = \rho S g x^2 \Rightarrow dW_t = 2\rho S g x dx$$

Năng lượng từ:

$$dW_m = \frac{1}{2} I^2 dL = \frac{1}{2} I^2 \frac{\mu_0 SN^2 I}{l^2} (\mu_n - 1) dx$$

Công của nguồn: $dA = UI dt = d\Phi \cdot I = I^2 dL$

Bảo toàn năng lượng: $dA = dW_t + dW_m$

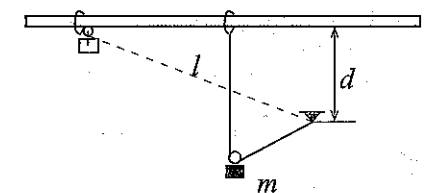
$$\text{Suy ra } x = \frac{I^2 N^2 \mu_0 (\mu_n - 1)}{4\rho g l^2}$$

Các bạn có lời giải đúng: Trần Nhật Quang 11 Lý THPT Chuyên Lê Hồng Phong, Nam Định.

TH3/175. Một sợi dây nhẹ không giãn dài l một đầu được gắn vào một điểm cố định, đầu kia có buộc vào một vòng nhẫn nhỏ mà vòng này có thể trượt không ma sát trên một thanh cứng mảnh nằm ngang. Điểm treo đầu dây kia và thanh nằm trong cùng mặt phẳng thẳng đứng và cách nhau một đoạn d . Một vật nặng khối lượng m có thể trượt không ma sát trên dây như một ròng rọc động. Ban đầu giữ cho dây thẳng và vật nặng nằm cạnh thanh. Thả hệ.

a) Tìm vận tốc của vật và lực căng dây khi vật đi qua điểm thấp nhất của quỹ đạo.

b) Xác định dạng quỹ đạo của vật.



Giải. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$mg \frac{l+d}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{g(l+d)}$$

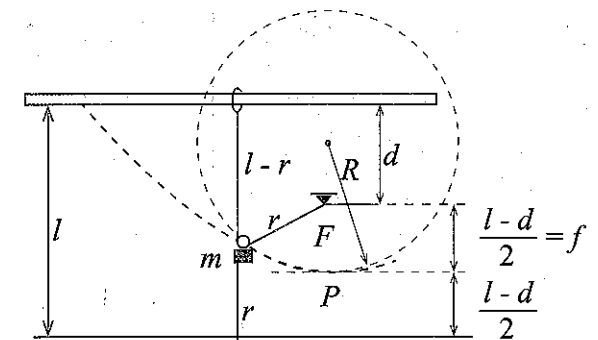
Khi vật chuyển động, do không có ma sát và vòng nhẫn nhỏ, nhẹ nên phần dây trên vật nối với vòng sẽ luôn có phương thẳng đứng, do đó quỹ đạo của vật sẽ có dạng parabol mà tiêu điểm là F và tiêu cự là:

$$f = \frac{l-d}{2}$$

$$\text{Khi đến điểm thấp nhất: } 2T - mg = \frac{mv^2}{R}$$

với R là bán kính quỹ đạo tại điểm P.

$$R = 2f = l-d \text{ nên } T = mg \frac{l}{l-d}$$



Các bạn có lời giải đúng: Phùng Hà Nguyên 11F THPT Chuyên Lam Sơn, Thanh Hóa.

TH4/175. Nhờ buồng Wilson đặt trong một từ trường có cảm ứng từ B , người ta quan sát được va chạm đàn hồi của hạt α trên các hạt nhân đơteri (H_1^2). Hãy xác định năng lượng ban đầu của hạt α , nếu bán kính cong của phần đầu của quỹ đạo của hạt α và hạt nhân đơteri sau va chạm đều bằng R . Biết rằng cả hai quỹ đạo đều nằm trong mặt phẳng vuông góc với cảm ứng từ B .

Giải. Kí hiệu (m ; q) và ($4m$; $2q$) lần lượt là khối lượng, điện tích của hạt nhân đơteri (H_1^2) và hạt α .

$$\text{Ta có: } \frac{mv^2}{R} = qvB \Rightarrow v = \frac{qB}{m} R$$

Vận tốc các trên tương ứng là:

$$v_1 = \frac{qB}{m} R; v_2 = \frac{2qB}{4m} R = \frac{qB}{2m} R$$

Động năng của hạt anpha ban đầu:

$$W_d = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{2mv_2^2}{2} = \frac{3(qBR)^2}{4m}$$

Các bạn có lời giải đúng: Phùng Hà Nguyên 11F THPT Chuyên Lam Sơn, Thanh Hóa.

TH5/175. Một electron quay trong từ trường đều theo quỹ đạo tròn trong mặt phẳng vuông góc với đường cảm ứng từ. Người ta tăng chậm cảm ứng từ lên 3 lần (trong khoảng thời gian lớn hơn nhiều lần chu kỳ quay của electron). Hỏi khi đó bán kính quỹ đạo của electron thay đổi bao nhiêu lần?

Giải. Xét độ biến thiên của cảm ứng từ ΔB trong thời gian Δt . Giả sử bán kính của quỹ đạo electron ở thời điểm t là R . Từ trường biến thiên dẫn tới sự xuất hiện của điện trường xoáy:

$$\pi R^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} = E_x \cdot 2\pi R. \text{ Suy ra: } E_x = \frac{R}{2} \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Trong thời gian Δt điện trường xoáy này tác dụng lên electron một xung lực làm cho động lượng của nó thay đổi: $eE_x \Delta t = \frac{eR}{2} \Delta B = m\Delta v$

trong đó e và m là độ lớn điện tích và khối lượng của electron, Δv là độ biến thiên vận tốc của nó. Mặt khác, ta biết rằng phương trình chuyển động của electron theo quỹ đạo bán kính R với vận tốc v trong từ trường có cảm ứng từ B là

$$\frac{mv^2}{R} = evB \text{ hay } v = \frac{e}{m} RB$$

Lấy vi phân phương trình trên, ta được:

$$\Delta v = \frac{e}{m} R \Delta B + \frac{e}{m} B \Delta R$$

Đặt phương trình này vào phương trình biến thiên động lượng của electron, ta được:

$$e \frac{R}{2} \Delta B = eR \Delta B + eB \Delta R \text{ hay } -\frac{1}{2} \frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta R}{R}$$

Sau khi lấy tích phân hai vế, ta được: $R\sqrt{B} = \text{const}$

Do đó, bán kính quỹ đạo của electron giảm $\sqrt{3}$ lần.

Các bạn có lời giải đúng: Mai Quang Tuấn A3K46 THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An; Nguyễn Văn Khánh 11 Lý THPT Chuyên Lê Thánh Tông, Quảng Nam; Bùi Nguyễn Đức Tùng AK14 THPT Chuyên Quang Trung Bình Phước; Trần Nhật Quang 11 Lý THPT Chuyên Lê Hồng Phong, Nam Định; Phan Nhật Tiến 11 Lý 2 THPT Chuyên Quốc học, Huế

DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/175. Cho a, b, c là các số dương thỏa mãn $a + b + c = 3$. Chứng minh rằng

$$(a+b)^2(b+c)^2(c+a)^2 \geq 64abc.$$

Giải. Ta có

$$a^2b + ab^2 + b^2c + bc^2 + c^2a + ca^2 \geq 6abc.$$

$$\text{Do đó } 9(a^2b + ab^2 + b^2c + bc^2 + c^2a + ca^2 + 2abc) \geq$$

$$\geq 8(a^2b + ab^2 + b^2c + bc^2 + c^2a + ca^2 + 3abc)$$

$$\Rightarrow 9(a+b)(b+c)(c+a) \geq 8(a+b+c)(ab+bc+ca)$$

$$= 12[a(b+c) + b(c+a) + c(a+b)].$$

Suy ra:

$$\frac{3}{4}(a+b)(b+c)(c+a) \geq a(b+c) + b(c+a) + c(a+b)$$

$$\geq 3\sqrt{abc(a+b)(b+c)(c+a)}$$

$$\Rightarrow (a+b)^2(b+c)^2(c+a)^2 \geq 64abc. \text{ ĐPCM.}$$

T2/175. Tìm tất cả các số có 4 chữ số \overline{abcd} sao cho $\overline{abcd} = a^a + b^b + c^c + d^d$.

Giải. Đầu tiên ta quy định rằng $0^0 = 1$. Vì $6^6 = 46656$ nên $a, b, c, d \leq 5$.

Nếu $a, b, c, d < 5$ thì $a^a + b^b + c^c + d^d \leq 4 \cdot 4^4 = 1024$.

Do đó $a = 1$. Suy ra $a^a + b^b + c^c + d^d \leq 1 + 3 \cdot 4^4 = 769$

(vô lí). Vậy trong các số a, b, c, d có ít nhất một số bằng 5.

Nếu trong các số a, b, c, d có nhiều hơn một số bằng 5 thì $a^a + b^b + c^c + d^d \geq 2 \cdot 5^5 = 6250 \Rightarrow a \geq 6$ (vô lí).

Vậy trong các số chỉ có đúng 1 số bằng 5.

Ta có, $3125 = 5^5 \leq a^a + b^b + c^c + d^d \leq 5^5 + 3 \cdot 4^4 = 3893$

Suy ra $a = 3$.

Nếu trong hai số còn lại đều nhỏ hơn 4 thì

$$a^a + b^b + c^c + d^d \leq 5^5 + 3^3 + 2 \cdot 3^3 = 3206 \Rightarrow b \leq 2.$$

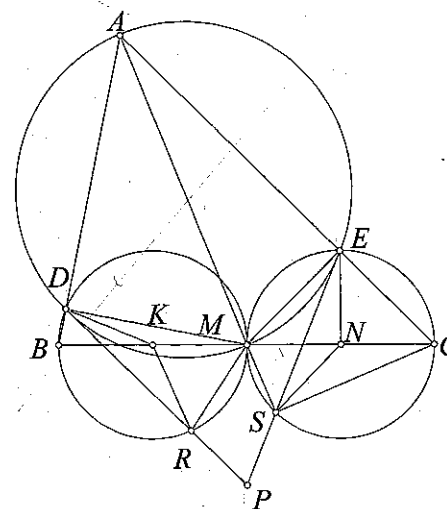
Do đó, $3125 \leq a^a + b^b + c^c + d^d \leq 5^5 + 3^3 + 3^3 + 2^2 = 3183$

$\Rightarrow b = 1$. Do đó $a = 3; b = 1; 5 \in \{c, d\}$. Thử với các trường hợp số còn lại bằng 0; 1; 2; 3 đều không có trường hợp nào thỏa mãn.

Do đó trong hai số còn lại có một số bằng 4. Thử các trường hợp số còn lại cuối bằng 0; 1; 2; 3; 4. Ta có số 3435 thỏa mãn đề bài.

T3/175. Cho tam giác ABC . Gọi M là trung điểm của BC . Đường tròn (C) đường kính AM cắt AB, AC lần lượt tại D, E . Hai tiếp tuyến tại D và E của (C) cắt nhau tại P . Chứng minh rằng $PB = PC$.

Giải.



Gọi R là giao điểm của PD và đường tròn đường kính BM , S là giao điểm của PE và đường tròn đường kính CM . Gọi K, N lần lượt là trung điểm của BM và CM . Vì M là trung điểm của BC nên ta có $DK = KR = EN = NS$. Dễ dàng thấy rằng $\triangle DMR \sim \triangle ABM$ (g.g).

Do đó, $\angle AMB = \angle DMR$ (1).

Hoàn toàn tương tự ta có $\angle AMC = \angle EMS$ (2).

Mặt khác, $\angle AMB + \angle AMC = 180^\circ$

và $\angle EMS + \angle ECS = 180^\circ$ (3).

Từ (1), (2), (3), ta có $\angle DMR = \angle ECS$

$\Rightarrow \angle DKR = \angle ENS$. Do đó $\triangle DKR = \triangle ENS$ (c.g.c)

$\Rightarrow DR = ES$. Mà $DP = PE$, suy ra $PR \cdot PD = PS \cdot PE$.

Do đó, $PM \perp BC$. Mà M là trung điểm BC

nên $PB = PC$. ĐPCM.

số 178 tháng 6 - 2018



HỌC VẬT LÝ QUA CÁC BÀI TẬP ĐẠI

BẢN DẪN

Trong bài tập này, các bạn phải mô tả về lý thuyết độ dẫn điện của một chất bán dẫn thuần (không có tạp chất) và sự phụ thuộc của nó vào nhiệt độ và độ rọi. Các hiện tượng được khảo sát dưới đây được ứng dụng rất rộng rãi trong các thiết bị điện tử hiện đại, đặc biệt là trong các nhiệt (điện) trở và quang (điện) trở. Để làm ví dụ về chất bán dẫn, ta sử dụng silic tinh thể (Si) mà mô hình mạng tinh thể của nó sẽ được cho trên hình vẽ.

1. Mở đầu - ôn lại

Để mô tả dòng điện trong một chất, sẽ là rất thuận tiện nếu ta đưa vào khái niệm mật độ dòng điện j . Mật độ dòng điện được định nghĩa là lượng điện tích chạy qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương chuyển động của điện tích trong một đơn vị thời gian (hay như cường độ dòng điện chạy qua một đơn vị

$$\text{diện tích): } j = \frac{\Delta q}{\Delta S \Delta t} \quad (1)$$

Mật độ dòng điện là đại lượng vectơ có hướng trùng với hướng của dòng điện.

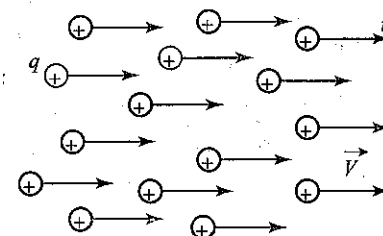
1.1. Giả sử dòng điện chảy đều dọc theo một khối trụ đồng chất. Dùng định luật Ôm đối với đoạn mạch trên chứng minh rằng mật độ dòng điện trong khối trụ được tính theo công thức:

$$j = \sigma E \quad (2)$$

trong đó E là cường độ điện trường trong khối trụ, σ là độ dẫn suất của vật liệu làm khối trụ (đại lượng này

là nghịch đảo của điện trở suất $\rho = \frac{1}{\sigma}$)

1.2. Nồng (mật) độ các hạt trong dòng là n . Tính mật độ dòng điện trong dòng điện này?

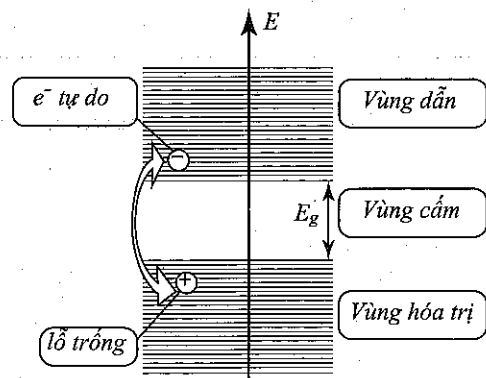


1.3. Chứng minh rằng vận tốc trung bình chuyển động có hướng của các electron trong kim loại khi có dòng điện chạy qua tỷ lệ với cường độ điện trường trong kim loại $\langle v \rangle = \mu E$

ở đây hệ số tỷ lệ μ gọi là độ linh động của các electron. Hãy biểu diễn độ dẫn suất của kim loại qua độ linh động của các electron và mật độ của chúng trong kim loại.

2. Nhiệt điện trở

Trạng thái năng lượng của các electron trong tinh thể gồm một số vùng. Vùng bị choán đầy dưới cùng là vùng hóa trị, tiếp sau đó là vùng các trạng thái khả dĩ hay vùng dẫn. Giữa hai vùng này có một vùng cấm – các electron trong tinh thể không thể có giá trị năng lượng nằm trong vùng đó! Hiệu năng lượng giữa mép trên của vùng hóa trị với mép dưới của vùng dẫn được gọi là độ rộng vùng cấm và ký hiệu là E_g .



Các electron ở vùng hóa trị gắn chặt với các nguyên tử của mình và không thể dịch chuyển trong tinh thể được, vì vậy chúng không thể là các phân tử tải điện. Các electron ở vùng dẫn là tự do nên chúng mới là các hạt tải điện.

Trong tinh thể silic được khảo sát, ở nhiệt độ không tuyệt đối, tất cả các electron nằm ở vùng hóa trị, còn vùng dẫn thì trống hoàn toàn, bởi vậy ở trạng thái đó, chất bán dẫn là vật cách điện. Khi nâng nhiệt độ lên, do chuyển động nhiệt một số electron có thể chuyển từ vùng hóa trị lên vùng dẫn. Trong trường hợp đó, trong vùng dẫn xuất hiện các electron, còn trong vùng hóa trị xuất hiện các lỗ trống. Tốc độ G_T của sự sinh các cặp electron-lỗ trống (tức số cặp sinh ra trong một đơn vị thể tích trong một đơn vị thời gian) trong một chất bán dẫn đã cho phụ thuộc chỉ vào nhiệt độ.

Như vậy, các phân tử tải điện trong chất bán dẫn là cả electron tự do và lỗ trống. Đồng thời, các lỗ trống có thể xem như các hạt có điện tích dương bằng điện tích nguyên tố. Ký hiệu mật độ electron tự do trong chất

bán dẫn là n_i , và mật độ lỗ trống là p_i . Nhưng trong chất bán dẫn thuần (là trường hợp được xét trong bài toán này) hai nồng độ này là như nhau, nên ta dùng một ký hiệu chung $n_i = p_i = n$. Cũng có thể xảy ra quá trình ngược với sự sinh cặp electron-lỗ trống, tức electron từ vùng dẫn trở về vùng hóa trị và khi đó cặp electron-lỗ trống sẽ biến mất. Hiện tượng đó gọi là quá trình tái tổ hợp. Rõ ràng tốc độ tái tổ hợp R (số cặp electron-lỗ trống biến mất trong một đơn vị thể tích trong một đơn vị thời gian) tỷ lệ với tích nồng độ electron và nồng độ lỗ trống.

Ở nhiệt độ không đổi của chất bán dẫn, một trạng thái cân bằng động được thiết lập, tức là số trung bình các cặp electron-lỗ trống sinh ra đúng bằng số cặp biến mất do tái tổ hợp: $G_T = R$.

Nồng độ electron tự do trong trường hợp đó gọi là nồng độ cân bằng, ta ký hiệu nó là \bar{n} . Nồng độ này chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ tuyệt đối T theo công thức

$$\bar{n}(T) = AT^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right)$$

với k là hằng số Boltzmann, A là một đại lượng không đổi đối với chất đã cho, còn $\exp(x) = e^x$.

2.1. Dùng các đặc tính vật lý của silic tinh thể tính độ dẫn suất σ_0 ở nhiệt độ phòng.

2.2. Với độ biến thiên nhiệt độ ΔT nhỏ, có thể coi độ dẫn của silic biến thiên theo quy luật tuyến tính:

$$\sigma = \sigma_0(1 + \gamma \Delta T)$$

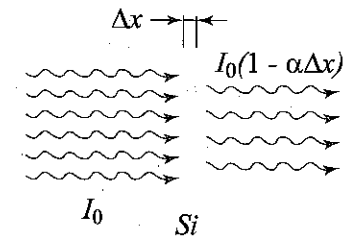
Tính hệ số nhiệt độ γ đối với tinh thể silic ở nhiệt độ phòng. Có thể bỏ qua độ biến thiên của độ linh động của electron và lỗ trống.

3. Quang trở

Khi hấp thụ lượng tử ánh sáng, các electron cũng có thể chuyển lên vùng dẫn, và trong trường hợp đó cũng tạo ra các cặp electron-lỗ trống. Hiện tượng đó gọi là hiệu ứng quang điện trong. Các dụng cụ điện tử dùng để đo cường độ ánh sáng (kể cả vùng hồng ngoại) gọi là các quang trở đều hoạt động dựa trên nguyên tắc này.

Nếu năng lượng photon lớn hơn độ rộng của vùng cấm thì nó có thể bị hấp thụ, và trong một số trường hợp hấp thụ photon sẽ tạo ra cặp electron-lỗ trống. Tỷ số giữa các cặp sinh ra và số các photon bị hấp thụ gọi là hiệu suất lượng tử của hiệu ứng quang điện (ký hiệu là η).

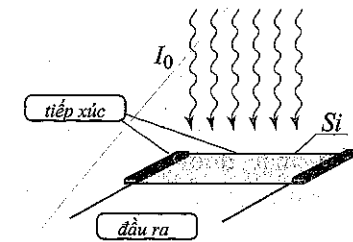
Sự hấp thụ ánh sáng được đặc trưng bởi hệ số hấp thụ α . Đại lượng $\alpha \Delta x$ (với $\alpha \Delta x \ll 1$) bằng tỷ số giữa số photon bị hấp thụ trong một lớp mỏng vật chất có bề dày Δx và số photon tới lớp đó.



Đối với tinh thể silic, sự phụ thuộc của hệ số hấp thụ vào tần số của ánh sáng tới được mô tả bằng công thức gần đúng: $\alpha(\nu) = B(h\nu - E_g)^2$

với $h\nu$ là năng lượng của photon (tính theo eV) và $B = 3,9 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ eV}^{-2}$ là một hằng số thực nghiệm.

Quang điện trở là một lớp mỏng silic tinh thể. Ở mép của lớp có phủ dải tiếp xúc dẫn điện có đầu thò ra ngoài (hình vẽ). Toàn bộ lớp được chiếu sáng theo phương vuông góc với lớp. Bề dày của lớp bán dẫn là h đủ nhỏ để trong vùng phổ khảo sát thoả mãn điều kiện $\alpha h \ll 1$. Nhiệt độ của tấm có lớp bán dẫn được coi là không đổi và bằng nhiệt độ phòng.



3.1.1. Tính bước sóng giới hạn λ_{kp} của hiệu ứng quang điện.

3.1.2. Để tính toán sau đây được đơn giản hãy biểu diễn hệ số hấp thụ của silic như một hàm của đại lượng λ/λ_{kp} (λ là bước sóng của ánh sáng chiếu tới): $\alpha = F(\lambda/\lambda_{kp})$.

3.1.3. Tính tốc độ sinh cặp electron-lỗ trống G_T do hiệu ứng quang điện. Biểu diễn đại lượng này qua đặc tính của ánh sáng tới (bước sóng λ , cường độ I_0 , tức năng lượng tới trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị diện tích) và những đặc trưng của silic mà bạn cần được cho ở cuối bài.

3.2.1. Viết phương trình mô tả vận tốc biến thiên của nồng độ các electron tự do $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ trong chất bán dẫn

được chiếu sáng. Chú ý rằng sự xuất hiện các cặp electron-lỗ trống là do cả tác dụng của chuyển động nhiệt và hiệu ứng quang điện.

3.2.2. Giả sử do được chiếu một xung ánh sáng trong thời gian ngắn, nồng độ các electron tự do vượt quá nồng độ cân bằng nhiệt động \bar{n} một lượng n_1 (tức $n =$

$\bar{n} + n_1$, đồng thời $n_1 \ll \bar{n}$). Chứng minh rằng độ biến thiên của độ lệch Δn_1 sau một khoảng thời gian nhỏ

$$\Delta t \text{ tuân theo phương trình } \Delta n_1 = -\frac{n_1}{\tau} \Delta t$$

với τ là một hằng số được gọi là thời gian sống của cặp electron-lỗ trống (giá trị bằng số của nó cho ở cuối bài).

3.2.3. Biểu diễn vận tốc sinh cặp do nhiệt G_T và tốc độ tái tổ hợp R qua nồng độ các hạt tải và các tham số đã biết của silic cho trong bảng ở cuối bài.

3.2.4. Giả sử quang trở được chiếu sáng liên tục, trong trường hợp đó nồng độ hạt tải đạt một giá trị dừng nào đó. Tìm tỷ số giữa nồng độ này và nồng độ cân bằng (tức tìm n/\bar{n}) như một hàm của bước sóng (tốt hơn λ/λ_{kp}) và cường độ I_0 của ánh sáng tới.

3.3 Đo cường độ ánh sáng

Mắc quang trở vào nguồn điện một chiều có điện áp không đổi và đo dòng điện chạy qua nó. Khi không có chiếu sáng, cường độ dòng là i_0 (dòng tối).

3.3.1. Tìm sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào các đặc trưng của ánh sáng tới (bước sóng và cường độ).

3.3.2. Dựng phác đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của tỷ số dòng điện trong mạch và dòng tối (i/i_0) vào cường độ ánh sáng chiếu tới (trong vùng từ 0 đến $0,1 \text{ Vm/cm}^2$) với bước sóng $\lambda = 0,90 \lambda_{kp}$.

3.3.3. Dựng phác đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của tỷ số giữa dòng điện trong mạch và dòng tối (i/i_0) bước sóng ánh sáng chiếu tới trong vùng từ $\lambda_1 = 0,8 \mu\text{m}$ đến $\lambda_2 = 1,1 \mu\text{m}$. Coi cường độ ánh sáng là không đổi và bằng $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ Vm/cm}^2$.

BẢNG TRA CỨU

- Nhiệt độ phòng: $T_0 = 300 \text{ K}$
- Điện tích nguyên tố: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Tốc độ ánh sáng: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Hằng số Boltzmann: $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- Hằng số Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
- Các đặc trưng của silic tinh thể**
- Độ rộng vùng cấm: $E_g = 1,12 \text{ eV}$
- Nồng độ cân bằng của electron tự do ở nhiệt độ phòng: $\bar{n} = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$
- Độ linh động của electron tự do: $\mu_n = 1,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- Độ linh động của lỗ trống: $\mu_p = 0,45 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- Hiệu suất lượng tử h.u.q.đ. trong: $\eta = 0,01$
- Thời gian sống của cặp e-p: $\tau = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

(Xem hướng dẫn & đáp án trang 15)



GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI

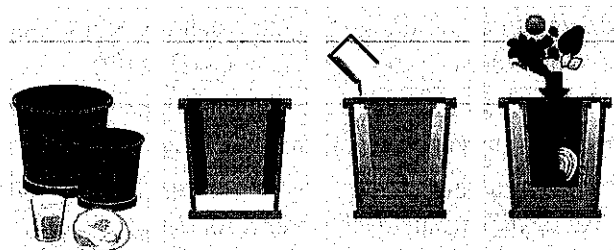
ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI THÀNH
PHỐ HÀ NỘI

Năm học 2017 – 2018

(Thời gian làm bài: 150 phút)

Bài I (5 điểm)

Ông Mohammed Bah Abba, một giáo viên người Nigeria đã sáng chế ra hệ thống làm lạnh đặc biệt góp phần thay đổi cuộc sống của người dân nghèo ở đất nước này. Cấu tạo của chiếc “tủ lạnh” này gồm hai chiếc bình gồm được lồng vào nhau, khoảng trống giữa hai bình sẽ được đổ đầy cát và nước. Thực phẩm được bỏ vào bình gồm nhỏ bên trong và được đẩy lại bằng một tấm vải.



Hệ thống “bình trong bình” hiệu quả này đã thay đổi cuộc sống của người dân nghèo Nigeria. Thực phẩm được ... (a) ... lâu hơn và ... (b) ... hơn, giúp họ bán được nông sản với giá ... (c) ... Từ khi có những chiếc bình này, người dân nơi đây không cần phải đi chợ xa mua thực phẩm mỗi ngày, giúp họ ... (d) ... được nhiều thời gian.

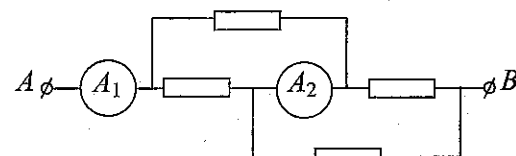
Trước khi mất vào năm 2010, ông Abba đã sử dụng tiền của chính mình để thuê các nhà máy địa phương sản xuất hàng loạt “tủ lạnh”, sau đó gửi tặng 5000 chiếc cho 5 ngôi làng ở Jigawa và 7000 chiếc cho người dân các địa phương khác ở Nigeria.

1. Tìm các từ thích hợp ứng với các vị trí (a), (b), (c), (d) để hoàn thiện các thông tin trên.
2. Giải thích nguyên lý làm việc của chiếc “tủ lạnh” trên.
3. Cần đặt “tủ lạnh” ở vị trí nào để nó làm việc hiệu quả?
4. Biết rằng, sau mỗi ngày đêm, người ta phải bổ sung cho hệ thống “tủ lạnh” trên 0,9 lít nước. Mỗi lít nước khi bay hơi khỏi “tủ lạnh” mang theo nhiệt lượng khoảng 2275 kJ. Tính công suất làm lạnh trung bình của hệ thống.

5. Một chiếc tủ lạnh chạy điện với công suất làm lạnh tương đương với “tủ lạnh” đặc biệt trên có hiệu suất bằng 60%. Tính điện năng tiết kiệm được mỗi năm (theo đơn vị kWh) khi sử dụng tất cả những chiếc “tủ lạnh” mà ông Abba đã tặng cho người dân.

Bài II (4 điểm)

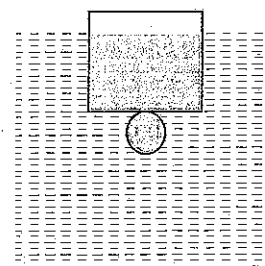
Cho mạch điện như hình 1: các điện trở có giá trị là 10Ω , 20Ω , 30Ω , 40Ω được mắc vào hiệu điện thế $U_{AB} = 10V$; các ampe kế và dây nối có điện trở không đáng kể. Biết số chỉ của ampe kế A_1 là 0,5 A. Tìm số chỉ của ampe kế A_2 .



Hình 1.

Bài III (3 điểm)

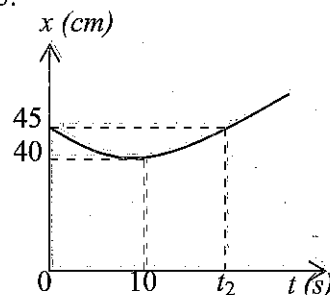
Thả khối gỗ đặc hình lập phương có cạnh $a = 10$ cm vào nước. Khi cân bằng, mặt trên của khối gỗ nằm ngang cách mặt nước 4 cm. Gắn một vật đặc làm bằng nhôm tại tâm mặt dưới khối gỗ. Khi cân bằng, ta thấy phần nổi của gỗ cao 2 cm như hình 2. Biết khối lượng riêng của nước và nhôm lần lượt là 1000 kg/m^3 và 2700 kg/m^3 . Tìm khối lượng của vật nặng.



Hình 2.

Bài IV (4 điểm)

Một con kiến chuyển động đều, dọc theo một cây thước thẳng được đặt trùng với trục quang học của một thấu kính mỏng. Khoảng cách từ con kiến tới ảnh của nó phụ thuộc vào thời gian được biểu diễn như hình 3.



Hình 3.

1. Thấu kính trên thuộc loại thấu kính gì? Tính tiêu cự của thấu kính.
2. Tìm tốc độ của con kiến và giá trị của t_2 .

HỌC VẬT LÝ QUA ... (tiếp theo trang 13)

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN.

1.1 Theo định luật Ohm cho đoạn mạch: $I = \frac{U}{R}$ (1)

Thay vào các công thức đã biết:

$$\text{Điện trở dây dẫn: } R = \rho \frac{L}{S}$$

Mối liên hệ giữa h.đ.t. và điện trường:

$$E = \frac{U}{L} \text{ hay } U = EL$$

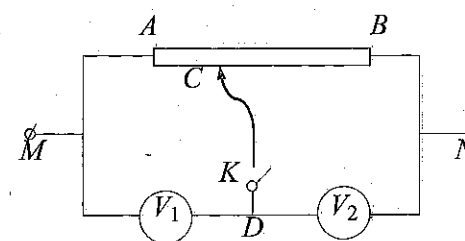
Mối liên hệ giữa cường độ dòng điện và mật độ dòng điện: $I = jS$ vào (1), ta được:

$$jS = \frac{EL}{\rho \frac{L}{S}} \text{ suy ra } j = \frac{1}{\rho} E = \sigma E$$

Rõ ràng hướng chuyển động của các điện tích dương cùng hướng với vectơ cường độ điện trường, nên $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ (2)

Bài V (4 điểm)

Cho mạch điện như hình 4: hiệu điện thế $U_{MN} = 27$ V; điện trở $R_{AB} = 30 \text{ k}\Omega$; hai vôn kế có điện trở lần lượt là $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ và $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$; điện trở của khóa K và các dây nối không đáng kể.



Hình 4.

1. K mở, tìm số chỉ của hai vôn kế.
2. K đóng, tìm vị trí con chạy C để số chỉ của hai vôn kế bằng nhau.
3. Di chuyển con chạy tới vị trí mà khi K đóng hoặc mở thì số chỉ 2 vôn kế không đổi. Hãy tìm vị trí đó.
4. K đóng, dòng điện qua khóa K thay đổi như thế nào khi con chạy C di chuyển từ A đến B?

(Xem hướng dẫn & đáp án trang 17)

1.2. Sau thời gian Δt , tất cả các hạt nằm cách mặt có diện tích ΔS đặt vuông góc với vận tốc các hạt một khoảng $v\Delta t$ sẽ đi qua diện tích đó. Thể tích vùng chứa các hạt này bằng $\Delta V = v\Delta t\Delta S$. Số hạt chứa trong thể tích này bằng $N = n\Delta V = nv\Delta t\Delta S$, chúng mang tổng điện tích là: $\Delta q = qN = qnv\Delta t\Delta S$. Theo định nghĩa

của mật độ dòng điện, ta có $j = \frac{\Delta Q}{\Delta t\Delta S} = qnv$ (3)

1.3. So sánh (2) và (3), ta được (cho $q = e$):

$$env = \sigma E \quad (4)$$

Suy ra vận tốc trung bình của hạt: $v = \frac{\sigma}{en} E$. So sánh

biểu thức này với định nghĩa của độ linh động $\langle v \rangle = \mu E$, ta tìm được độ dẫn điện của kim loại theo công thức:

$$\sigma = en\mu$$

2.1. Để tính độ dẫn điện riêng của bán dẫn ta cần phải nhớ rằng dòng điện ở đây gây ra bởi cả các electron tự do và lỗ trống. Mặc dù electron tự do và lỗ trống chuyển động ngược chiều nhau, nhưng dòng điện do chúng gây ra lại cùng chiều (là chiều của điện tích dương). Từ (5), ta tìm được:

$$\sigma_0 = e(n_i\mu_n + p_i\mu_p) = e\bar{n}(\mu_n + \mu_p) \quad (6)$$

Thay các số từ bảng số liệu đã cho vào, ta được

$$\sigma_0 = 3,0 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1} m^{-1}$$

2.2. Từ điều kiện đề bài $\sigma = \sigma_0(1 + \gamma\Delta T)$, suy ra

$$\gamma = \frac{1}{\sigma_0} \frac{\Delta\sigma}{\Delta T}$$

Với những biến thiên nhỏ của nhiệt độ, tỷ số các số gia có thể thay bằng đạo hàm tương ứng

$$\gamma = \frac{\sigma'}{\sigma_0} \quad (\text{với } \sigma' = \frac{d\sigma}{dT})$$

Khi tăng nhiệt độ, nồng độ hạt tải tăng, dẫn tới độ dẫn tăng. Do đó, độ dẫn tỷ lệ với nồng độ, hay

$$\frac{1}{\sigma_0} \frac{\Delta\sigma}{\Delta T} = \frac{\sigma'}{\sigma_0} = \frac{1}{\bar{n}} \frac{\Delta\bar{n}}{\Delta T} = \frac{\bar{n}'}{\bar{n}}$$

Biểu thức của nồng độ cân bằng đã được cho trong đề. Tỷ số trên có thể tính dễ dàng theo một mẹo quen thuộc trong giải tích toán, đó là lấy ln hai vế rồi mới

$$\text{lấy đạo hàm sau: } \bar{n} = AT^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right) \Rightarrow$$

$$\ln \bar{n} = \ln A + \frac{3}{2} \ln T - \frac{E_g}{kT}$$

Lấy đạo hàm hai vế, ta được:

$$\frac{\bar{n}'}{\bar{n}} = \frac{3}{2} \frac{1}{T} + \frac{E_g}{kT^2} = \frac{1}{T} \left(\frac{3}{2} + \frac{E_g}{kT} \right) \quad (9)$$

Khi tính số phải đổi đúng eV thành Jun. Thay số ta được: $\gamma = 0,15K^{-1}$ (10)

3.1.1. Giới hạn đỏ của hiệu ứng quang điện ứng với các photon có năng lượng bằng độ rộng E_g của vùng năng lượng cấm: $h\nu_{kp} = E_g$ (11)

Dễ dàng tính được bước sóng

$$\lambda_{kp} = \frac{c}{\nu_{kp}} = \frac{hc}{E_g} = 1\mu m$$

3.1.2. Biến đổi công thức tính hệ số hấp thụ về dạng thuận tiện cho những tính toán sau này:

$$\alpha = B(h\nu - E_g)^2 = BE_g^2 \left(\frac{hc}{E_g \lambda} - 1 \right)^2 = b \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2$$

Với $b = BE_g^2 = 4,9.10^5 m^{-1}$ - một hằng số; và như đã tính ở trên $\lambda_{kp} = 1\mu m$.

3.1.3. Trong một đơn vị thời gian có $\frac{I_0}{h\nu} S$ photon đập vào tấm (S là diện tích bề mặt của tấm), trong số đó có $\frac{I_0}{h\nu} S \alpha h$ photon bị hấp thụ và dẫn tới xuất hiện

$\frac{I_0}{h\nu} S \alpha h \eta$ cặp electron-lỗ trống. Do đó trong một đơn vị thể tích, trong một đơn vị thời gian xuất hiện

$$G_r = \frac{1}{V} \frac{I_0}{h\nu} S \alpha h \eta = \frac{I_0}{V} \alpha \eta \text{ cặp electron-lỗ trống}$$

(tức là tốc độ sinh cặp).

3.2.1. Nồng độ electron trong bán dẫn biến thiên trong quá trình sinh và tái sinh, bởi vậy phương trình mô tả sự biến thiên của nồng độ có thể viết dưới dạng:

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = G_r + G_r - R \quad (14)$$

3.2.2. Khi không có chiếu sáng, ta có

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = G_r - R \quad (15)$$

Bây giờ ta biểu diễn nồng độ hạt tải dưới dạng $n = \bar{n} + n_1$. Ta biết rằng tốc độ tái tổ hợp tỷ lệ với bình phương nồng độ electron tự do, do đó ta có thể viết $R = r n^2 = r(\bar{n} + n_1)^2$ với r là một hằng số tỷ lệ nào đó.

Bây giờ phương trình (14) có dạng

$$\frac{\Delta(\bar{n} + n_1)}{\Delta t} = G_r - r(\bar{n} + n_1)^2 =$$

$$= G_r - r\bar{n}^2 - 2r\bar{n}n_1 - rn_1^2 \quad (16)$$

Với $\bar{n} \gg n_1$, có thể bỏ qua số hạng tỷ lệ với n_1^2 . Ngoài ra, ở cân bằng thỏa mãn điều kiện $G_r = R = r\bar{n}^2$. Do đó phương trình (16) có dạng

$$\frac{\Delta(n_1)}{\Delta t} = -2r\bar{n}n_1 \quad (17)$$

Hệ số tái tổ hợp đưa vào ở trên được biểu diễn qua thời gian sống của cặp điện tử-lỗ trống:

$$2r\bar{n}n_1 = \frac{1}{\tau} \Rightarrow r = \frac{1}{2\bar{n}\tau} \quad (18)$$

Vậy tốc độ sinh do nhiệt bằng $G_r = r\bar{n}^2$ (19)

$$\text{và tốc độ tái tổ hợp bằng } R = r n^2 = \frac{n^2}{2\bar{n}\tau} \quad (20)$$

3.2.4. Ở chế độ dừng, nồng độ các electron tự do không thay đổi. Khi đó, ta có hệ thức $G_r + G_r - R = 0$. Thay vào phương trình này có biểu thức tìm được ở

$$\text{trên, ta có: } \frac{1}{2\tau} \bar{n} + \frac{I_0 \lambda}{hc} \alpha \eta - \frac{n^2}{2\bar{n}\tau} = 0$$

Từ phương trình này, ta nhận được:

$$\frac{n^2}{\bar{n}^2} = 1 + 2 \frac{I_0 \lambda}{hc \bar{n}} \alpha \eta \tau = 1 + 2 \frac{I_0 \lambda}{hc \bar{n}} \eta \tau b \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2$$

$$\text{Hay } \frac{n^2}{\bar{n}^2} = 1 + W \frac{I_0}{I_{00}} \frac{\lambda}{\lambda_{kp}} \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2$$

$$\text{Với } W = 2 \frac{I_{00} \lambda_{kp}}{hc \bar{n}} \eta \tau b = 1,5.10^9 \text{ (theo các số liệu cho}$$

trong bảng ở đề bài) - đây là một hằng số không thứ nguyên và $I_{00} = 1 \frac{W}{cm^2}$ là đơn vị đo cường độ.

Cuối cùng, ta nhận được

$$\frac{n}{\bar{n}} = \sqrt{1 + W \frac{I_0}{I_{00}} \frac{\lambda}{\lambda_{kp}} \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2} \quad (23)$$

3.3.1. Vì với điện áp không đổi, cường độ dòng điện qua quang trở tỷ lệ với độ dẫn của quang trở, độ dẫn này lại tỷ lệ với nồng độ hạt tải, nên (23) cũng mô tả sự biến thiên của cường độ dòng điện

$$\frac{i}{i_0} = \sqrt{1 + W \frac{I_0}{I_{00}} \frac{\lambda}{\lambda_{kp}} \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2} \quad (24)$$

3.3.2. Dùng các số liệu của bước sóng dễ dàng tính

$$\text{được } W \frac{\lambda}{\lambda_{kp}} \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2 = 1,67.10^7$$

GIỚI THIỆU CÁC ... (tiếp theo trang 15)

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN

Bài I.

- (a) lưu giữ/bảo quản; (b) tươi/ngon
(c) cao hơn/tốt hơn; (d) tiết kiệm
- Nước thu nhiệt lượng từ bình để bay hơi, làm bình lạnh đi
- Độ ẩm thấp, thoáng mát, có gió
- Công suất làm lạnh bằng nhiệt lượng nước thu từ bình để bay hơi trong một ngày chia cho thời gian 1

$$\text{ngày (tính bằng giây): } P = \frac{0,9.2275.10^3}{3600.24} \approx 23,7W$$

5. Có 12000 chiếc "tủ lạnh" đã được sử dụng, mỗi chiếc tủ lạnh chạy điện thông thường có công suất $\frac{P}{60\%} \cdot 10^{-3} (kW)$ chạy liên tục trong thời gian 1 năm $= 24 \times 365 (h)$. Điện năng tiết kiệm được là

$$A = (5000 + 7000) \frac{P}{60\%} \cdot 10^{-3} \cdot 24.365 \approx 4,15.10^6 (kWh)$$

Chú ý: khi tính điện năng tiêu thụ, em nên sử dụng đơn vị kW với công suất và giờ với thời gian. Khi đó, điện năng tiêu thụ bằng tích của công suất và thời gian sẽ có đơn vị kWh.

Bài II. Sơ đồ cấu tạo mạch là $(R_1 // R_2) nt (R_3 // R_4)$, giá trị các điện trở chưa biết.

$$\text{Điện trở toàn mạch: } R_m = \frac{U_{AB}}{I_A} = 20\Omega$$

Giá trị quá lớn của hệ số này cho phép ta bỏ qua 1 dưới căn trong (24), suy ra cường độ dòng điện tỷ lệ với căn bậc hai của cường độ ánh sáng tới. Đồ thị biểu diễn hàm $\frac{i}{i_0} \sim \sqrt{I_0}$ dựng không khó khăn gì (đồ thị của hàm căn bậc hai!!!)

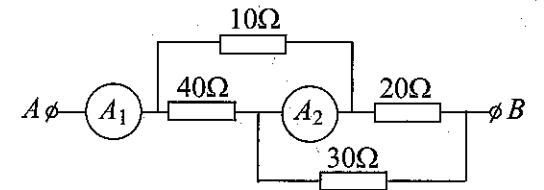
3.3.3. Trong trường hợp này, ta phải dựng đồ thị

$$\frac{i}{i_0} = \sqrt{1 + 1,5.10^7 \frac{\lambda}{\lambda_{kp}} \left(\frac{\lambda_{kp}}{\lambda} - 1 \right)^2}$$

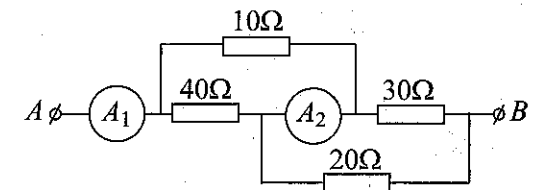
Khi dựng đồ thị lưu ý rằng đối với các $\lambda > \lambda_{kp}$ thì hiệu ứng quang điện không xảy ra, bởi vậy trong vùng đó $i = i_0$. Với $\lambda < \lambda_{kp}$ đồ thị gần như là đường thẳng.

Thử các trường hợp khác nhau của các điện trở, trường hợp thỏa mãn là $(10\Omega // 40\Omega) nt (20\Omega // 30\Omega)$.

Chú ý: chưa thể gán chính xác giá trị của R_1, R_2 mà chỉ biết cặp điện trở này là nhận cặp giá trị $10\Omega, 40\Omega$. Tương tự với cặp điện trở R_3, R_4 . Do đó ở phía dưới ta phải xét hai trường hợp.



Trường hợp 1.



Trường hợp 2.

$$\text{Do đó: } R_{12} = \frac{10.40}{10+40} = 8\Omega; R_{34} = \frac{20.30}{20+30} = 12\Omega$$

$$\text{Suy ra: } U_{12} = \frac{R_{12}}{R_m} U_{AB} = 4V; U_{34} = U_{AB} - U_{12} = 6V$$

$$\text{Trường hợp 1: } I_{A_2} = \frac{U_{12}}{10} - \frac{U_{34}}{20} = 0,1A$$

$$\text{Trường hợp 2: } I'_{A_2} = \frac{U_{12}}{10} - \frac{U_{34}}{30} = 0,2A$$

Bài III. Ban đầu, chỉ có trọng lực và lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên vật. Hai lực này cân bằng nhau:

$$P_1 = F_A \Leftrightarrow a^3 \times D_g = a^2 \times (a - 2) \times D_n$$

$$\Rightarrow D_g = 600kg/m^3$$

Sau đó, hệ vật nhôm và gỗ chịu tác dụng của trọng lực lên mỗi vật, lực đẩy Ác-si-mét lên mỗi vật:

$$P_1 + P_2 = F'_A + F_{A_2}$$

$$\Leftrightarrow P_1 + 10V_2 D_2 = 10D_n V'_C + 10D_n V_2$$

$$\text{Thay số tính được: } V_2 = \frac{1}{8500} m^3 \text{ và } m_2 = \frac{27}{85} \approx 0,32kg$$

Chú ý: Ở bài này, em đã xét cân bằng của cả hệ gồm cục nhôm và khối gỗ mà không cần quan tâm tới việc chúng được liên kết với nhau bằng cách nào. Trong

trường hợp 2 vật được nối bằng dây lý tưởng, ta cũng có thể làm như vậy.

Bài IV. Để giải nhanh bài này, ta sử dụng công thức

$$\text{thấu kính } \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

1. Khi con kiến chuyển động thì khoảng cách từ nó tới thấu kính d thay đổi (tăng hoặc giảm)

Khoảng cách từ vật tới ảnh:

Trường hợp 1: Thấu kính phân kỳ

$$x = d + d' = d + \frac{df}{d-f} = \frac{d^2}{d-f} = \frac{1}{\frac{1}{d} - \frac{1}{f}}$$

vì f âm nên khi d tăng hoặc giảm thì x giảm hoặc tăng, không có giá trị của d để x đạt giá trị nhỏ nhất.

Trường hợp 2: Thấu kính hội tụ cho ảnh thật

$$x = -(d + d') = -\frac{1}{\frac{1}{d} - \frac{1}{f}}$$

vì $\frac{f}{d} - 1 > 0$ nên khi d tăng hoặc giảm thì x giảm hoặc tăng, không có giá trị của d để x đạt giá trị nhỏ nhất.

Trường hợp 3: TKHT cho ảnh thật:

$$x = d + d' = \frac{d^2}{d-f}$$

đạt giá trị nhỏ nhất khi $d = 2f$ và khi đó $x_{\min} = 4f$

Như vậy, chỉ có trường hợp 3 thỏa mãn tính chất trên đồ thị: thấu kính hội tụ có tiêu cự 10 cm

2. Tại t = 0, x = 45 cm

$$\Leftrightarrow \frac{d^2}{d-f} = 45 \Leftrightarrow \begin{cases} d_1 = 15\text{cm} \\ d_2 = 30\text{cm} \end{cases}$$

TH1: kiến bò ra xa thấu kính từ vị trí d_1 đến vị trí d_2 , khi đi qua vị trí $2f$ thì x_{\min} nên

$$v_1 = \frac{2f - d_1}{10 - 0} = 0,5 (\text{cm/s}) \text{ và } v_1 = \frac{d_2 - 2f}{t_2 - 10} \Rightarrow t_2 = 30\text{s}$$

TH2: kiến bò lại gần thấu kính từ vị trí d_2 đến vị trí d_1 , khi đi qua vị trí $2f$ thì x_{\min} nên

$$v_2 = \frac{d_2 - 2f}{10 - 0} = 1 (\text{cm/s}) \text{ và } v_2 = \frac{2f - d_1}{t_2 - 10} \Rightarrow t_2 = 15\text{s}$$

Bài V. 1. K mở, ta chỉ xét nhánh dưới gồm 2 vôn kế mắc nối tiếp.

$$\text{Do đó } U_{V_1} = U_{MN} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 15V;$$

$$U_{V_2} = U_{MN} - U_{V_1} = 12V$$

2. K đóng, cấu tạo mạch là

$$(R_{AC} // V_1) \text{ nt } (R_{CB} // V_2)$$

Đề hiệu điện thế 2 đoạn mạch nối tiếp bằng nhau thì điện trở hai đoạn mạch đó bằng nhau:

$$\frac{R_{AC}R_1}{R_{AC} + R_1} = \frac{R_{CB}R_2}{R_{CB} + R_2}$$

$$\text{Thay số tính được } R_{AC} = \frac{R_{AB}}{3} = 10k\Omega$$

3. Khi K mở hoặc đóng mà số chỉ 2 vôn kế không đổi nghĩa là không có dòng điện qua khóa K khi K đóng. Khi đó, mạch cầu cân bằng.

$$\text{Từ điều kiện cầu cân bằng là } \frac{R_{AC}}{R_1} = \frac{R_{CB}}{R_2}$$

$$\text{tính được } R_{AC} = \frac{50}{3} k\Omega$$

4. Do tồn tại vị trí con chạy để dòng qua khóa K bằng 0 (ý 3 ở trên) nên khi con chạy di chuyển từ A đến B thì dòng điện qua khóa K có 2 giai đoạn, chạy theo hai chiều khác nhau, ngăn cách bởi giá trị R_{AC} tính ở trên.

Khi C = A thì dòng điện qua khóa có chiều C đến D và

$$I_K (C \equiv A) = \frac{U_{AB}}{R_2} = 6,75 (mA)$$

Khi C = B thì dòng điện qua khóa có chiều D đến C và

$$I_K (C \equiv B) = \frac{U_{AB}}{R_1} = 5,4 (mA)$$

Có thể tóm tắt quá trình thay đổi của I_K theo giá trị của R_{AC} theo bảng sau

$R_{AC} (k\Omega)$	0	50/3	30
$I_K (mA)$	6,75		5,4
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> chiều từ C đến D 0 chiều từ D đến C </div>		



NHỮNG NHÀ VẬT LÝ NỔI TIẾNG

HENRY CAVENDISH VÀ THÍ NGHIỆM “CÂN TRÁI ĐẤT”

LTS: Vào tháng 6 năm 1798, Henry Cavendish đã công bố “Thí nghiệm để xác định khối lượng riêng của Trái Đất” - một báo cáo dài 57 trang trên Kỷ yếu Triết học tự nhiên của Hội Hoàng Gia Anh, tạp chí khoa học đầu tiên trên thế giới. Khác với tên của công trình đã được công bố, ngày nay hầu hết mọi người đều chỉ biết đến Cavendish như là nhà khoa học đã đo được hằng số hấp dẫn với độ chính xác cao. Nhân dịp kỉ niệm 220 năm ngày Cavendish công bố công trình nổi tiếng nhất của mình, Tạp chí Vật lý & Tuổi trẻ trân trọng giới thiệu tới bạn đọc đôi chút về cuộc đời, sự nghiệp của nhà khoa học này, cũng như công trình nổi tiếng nhất đó của ông.



H. Cavendish

Henry Cavendish và chữ ký của ông

Cuộc đời và sự nghiệp của Cavendish

Henry Cavendish (1731 - 1810) là một người lập dị, cực kì nhút nhát và bị nhiều ám ảnh. Ông khoác trên mình những trang phục đã lỗi mốt 50 năm, tránh mặt người khác và đặc biệt sợ gặp phụ nữ. Ông thường ra ngoài vào ban đêm để tránh gặp những người hàng xóm của mình. Ông còn lắp đặt riêng một cầu thang trong nhà để không phải chạm mặt với những người hầu gái. Thậm chí, ông đã bỏ dở việc lấy bằng Triết học tự nhiên ở Đại học Cambridge ngay trước kì thi cuối cùng chỉ vì ông sẽ phải nói trước đám đông.

Những yếu tố kì quặc đó trong tính cách của ông có lẽ chính là điều đã giúp ông trở thành một nhà khoa học thực nghiệm vĩ đại - người có thể kiên trì thực hiện những phép đo cực kì phức tạp và tinh vi, khi mà những người khác đều đã mất kiên nhẫn. Ông thích làm đi làm lại những thiết bị khoa học, và luôn cố gắng cải thiện chúng. Ông đã rất nhàn nhuyn các phương pháp đo đạc, loại trừ những sai số từ các nguồn khác nhau một cách rất có hệ thống, và không bao giờ tự hài lòng rằng công việc đã được hoàn thành.

Giống như nhiều nhà khoa học vào thời của mình, Cavendish là một quý tộc, và ông được thừa hưởng một tài sản đủ lớn để trang trải cho các thí nghiệm vật lý và hóa học của mình. Ông gần như đã biến cả ngôi nhà của mình thành phòng thí nghiệm, chỉ để lại một phần nhỏ làm không gian sống.

Cavendish không chỉ là một nhà vật lý vĩ đại, ông đồng thời cũng là một nhà hóa học tài ba. Ngoài Thí nghiệm đo khối lượng riêng của Trái Đất, ông được cho là đã tìm ra được (nhưng không công bố) nhiều công thức, định luật về điện như: công thức tính điện dung của tụ phẳng, định luật Ohm, định luật Coulomb, ... Ông cũng là người đầu tiên chế tạo được thiết bị điều chế hydro từ nước, đồng thời xác định hydro là nguyên tố hóa học và được nhận giải thưởng của Hội Hoàng Gia về công trình này.

Henry Cavendish mất năm 1810. Tên của ông được đặt cho con phố nơi ông đã sống ở thành phố Derby. Phòng thí nghiệm Cavendish của Đại học Cambridge được đặt tên để ghi nhớ những cống hiến cho khoa học của Henry Cavendish và một hậu bối cùng dòng họ William Cavendish - hiệu trưởng của trường giai đoạn 1861-1891, người tài trợ để xây dựng nên phòng thí nghiệm. Một trong số những vị trí Giáo sư vật lý quan trọng tại Cambridge được gọi là Giáo sư Cavendish, và Maxwell là người đầu tiên nắm giữ vị trí này. Cho tới nay, đã có 29 nhà khoa học làm việc tại Phòng thí nghiệm Cavendish được nhận giải Nobel.

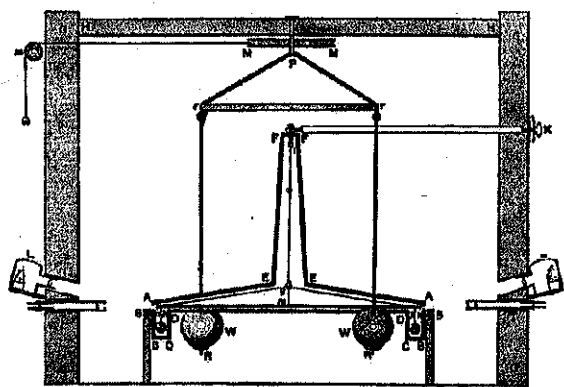
Thí nghiệm để xác định khối lượng riêng của Trái Đất

Trong số rất nhiều thí nghiệm của mình, Henry Cavendish nổi tiếng nhất với thí nghiệm mà ông dùng để xác định khối lượng riêng của Trái Đất. Ngày nay, chúng ta hay gọi nó là thí nghiệm Cavendish hay là thí nghiệm “cân Trái Đất”.

Newton đã công bố định luật vạn vật hấp dẫn vào năm 1687, nhưng ông đã không tìm cách xác định hằng số hấp dẫn cũng như khối lượng của Trái Đất. Các lập luận của Newton về lực hấp dẫn chủ yếu dựa vào lực hút giữ Mặt Trăng chuyển động trên quỹ đạo quanh Trái Đất, hoặc lực hút giữ Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời. Nhưng Newton cũng nói rằng, các vật thể nhỏ hơn cũng hút nhau bởi lực hấp dẫn. Tuy nhiên, chưa có bằng chứng thực nghiệm nào chứng minh do lực hấp dẫn giữa các vật thể thông thường là rất nhỏ.

Sang thế kỉ 18, các nhà thiết văn học muốn biết khối lượng riêng của Trái Đất, vì qua đó có thể xác định được khối lượng riêng của các hành tinh khác. Năm 1772, Hội Hoàng gia Anh thành lập Ủy ban Hấp dẫn để xác định khối lượng riêng của Trái Đất. Có vài đề xuất thực hiện việc này bằng cách tìm một ngọn núi có "hình dạng thật chuẩn" và đo xem nó làm lệch một quả rơi đi bao nhiêu. Vì lực hấp dẫn rất yếu, nên hiệu ứng là rất nhỏ. Ủy ban, bao gồm cả Cavendish đã làm thử thí nghiệm đó với một ngọn núi lớn ở Scotland. Khối lượng riêng của Trái Đất được ước lượng vào khoảng 4,5 lần khối lượng riêng của nước. Nhưng Cavendish cho rằng phép đo đó chứa nhiều giả thuyết vô căn cứ.

Cavendish quan tâm tới vấn đề này trong nhiều năm nhưng mãi tới năm 1797 ông mới thực hiện thí nghiệm của riêng mình. Ban đầu, ông làm thí nghiệm với hệ cân xoắn được một người bạn, Mục sư John Michell tặng khi qua đời mà chưa kịp thực hiện thí nghiệm. Nhận ra các thiết bị của Michell là không đủ chính xác để đo lực hấp dẫn giữa hai quả cầu kim loại nhỏ, Cavendish đã tỉ mỉ thiết lập một hệ thống phức tạp và chính xác hơn nhiều lần.



Sơ đồ bố trí thí nghiệm của Cavendish

Ông chế tạo một quả tạ rất lớn, với hai quả cầu bằng chì có đường kính 5,05 cm gắn ở hai đầu một cây gậy gỗ dài hơn 180 cm. Thanh được treo bằng một sợi dây nhỏ cố định đi qua tâm thanh. Quả tạ thứ hai với hai quả cầu có đường kính hơn 30 cm và khối lượng gần 160 kg được đặt sao cho hai quả cầu lớn ở gần và hút các quả cầu nhỏ, tạo ra một mô men lực tác dụng lên thanh treo (Hình vẽ). Cavendish đã theo dõi cẩn thận dao động của hệ hàng giờ để tìm ra qui luật. Qua đó, ông suy ra độ lớn lực hấp dẫn giữa quả cầu lớn với quả cầu nhỏ. Vì khối lượng riêng của các quả cầu đã biết, và lực hấp dẫn giữa các quả cầu và Trái Đất có thể đo được bằng lực kế, nên tỉ lệ giữa các lực hấp dẫn sẽ giúp suy ra khối lượng riêng của Trái Đất. Bằng quan hệ giữa các lực hấp dẫn, ta cũng suy ra được độ lớn của hằng số hấp dẫn và khối lượng của Trái Đất. Tương tác hấp dẫn giữa các vật nhỏ cũng đã được chứng minh bằng thực nghiệm.

Vì lực hấp dẫn rất nhỏ, nên những dòng khí lưu mong manh nhất cũng có thể làm hỏng thí nghiệm. Cavendish đã đặt hệ thí nghiệm trong một căn phòng kín để tránh các dòng khí và phải sử dụng ống nhôm để quan sát thí nghiệm từ bên ngoài. Ông cũng thiết kế một hệ thống rỗng rọc và dây kéo để di chuyển các trọng vật mà không cần ở gần đó. Căn phòng còn được chắn sáng để tránh sự khác biệt về nhiệt độ trong các phần khác nhau của nó có thể ảnh hưởng tới thí nghiệm. Cavendish không ngừng theo dõi và loại bỏ những nguy cơ có thể gây sai số. Ông xoay các quả cầu để loại bỏ ảnh hưởng của việc nhiễm từ, dù là nhỏ nhất. Ông quan sát tương tác hấp dẫn giữa các đòn tạ mà không có các quả cầu. Ông thử nhiều loại dây khác nhau để hỗ trợ cho hệ thống. Sau khi cân nhắc mọi yếu tố phức tạp, Cavendish công bố khối lượng riêng của Trái Đất ông đo được là 5,48 – chỉ sai 0,7% so với con số được chấp nhận rộng rãi ngày nay là 5,52. Trong hàng thế kỉ sau đó, nhiều người đã lặp lại thí nghiệm của ông nhưng không ai đạt được độ chính xác tương tự hoặc cao hơn.

Ngày nay, thí nghiệm Cavendish được sử dụng rộng rãi để đo hằng số hấp dẫn chứ không phải đo khối lượng riêng của Trái Đất. Nhiều nhà khoa học và sinh viên vẫn thực hiện thí nghiệm được cho là trang nhã nhất mọi thời đại này với nguyên lý cũ và những thiết bị hiện đại hơn.



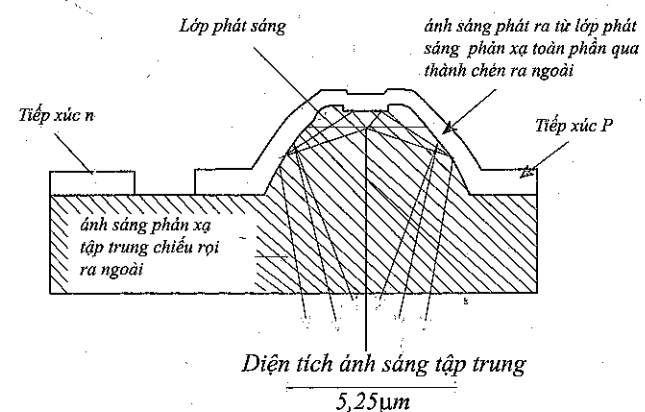
ỨNG DỤNG CỦA MICRO LED

Nguyễn Xuân Chánh

Kỳ trước chúng ta đã thấy micro LED được hãng Samsung ứng dụng để làm màn hình rộng 146 inch có tên là "Bức tường" (The Wall). Mỗi phần tử ảnh (pixel) ở đây gồm ba micro LED ứng với ba màu đỏ lục lam (RGB), cả màn hình có đến hàng chục triệu micro LED ghép lại. Nhiều dự đoán màn hình micro LED sẽ lên ngôi là màn hình số một, xét về tất cả các tiêu chuẩn giá thành hợp lý, dễ phổ biến thì còn đang chờ đợi tin tức, đặc biệt là của hãng Samsung vì hãng này đưa ra giới thiệu TV micro LED vào đầu năm 2018 nhưng chưa cho biết giá bán. Kỳ này chúng ta tìm hiểu một số ứng dụng khác của micro LED thể hiện những ưu việt về kích thước micro của loại LED này.

1. Nhắc lại những ưu điểm của micro LED

Micro LED không phải có cấu tạo như LED thông thường nhưng kích thước thu nhỏ lại đến cỡ micromet. Tuy cũng phát sáng từ tiếp xúc p-n như ở LED nhưng micro LED có cấu trúc "lộn ngược" như vẽ ở hình 1.



Hình 1. Cấu tạo của Micro LED

Trên một tấm xaphia, người ta tạo một lớp bán dẫn loại n, tiếp đó là lớp bán dẫn loại p sau đó quang khắc bán dẫn thành hình những cái chén úp có lớp tiếp xúc p-n ở lưng chừng gần đáy chén. Mỗi cái chén úp như vậy có đường kính 5-25 micro mét, thành chén có phủ lớp kim loại phản xạ, trên cùng

có các đường dẫn điện tiếp xúc với bán dẫn p và bán dẫn n. Khi nối điện giữa p và n, ánh sáng phát ra từ lớp tiếp xúc p-n, phản xạ toàn phần với lớp kim loại phủ ở thành chén, tập trung thành chùm sáng nhỏ kích cỡ micromet đi về phía đế xaphia để ra ngoài.

Tùy theo ý định thiết kế, có thể chế tạo trên một tấm xaphia một mảng gồm nhiều hàng nhiều dãy micro LED, hoặc dãy nhiều micro LED xếp theo hàng bốn, hàng ba, hàng đôi, hàng một hoặc cắt lẻ ra từng micro LED.

Với đặc điểm là một micro LED là một nguồn phát sáng cỡ micromet (5-25µm) có thể có các màn cơ bản đỏ, lục, lam đóng ngắt nhanh chóng và dễ dàng nhờ các xung điện thế và đặc biệt là có độ sáng tối rất cao nên micro LED đã được ứng dụng để thực hiện nhiều nhiệm vụ đặc biệt.

2. Vi hiển thị bằng micro LED

Hiện thị ở màn hình tivi, ở các màn hình chiếu... là hiển thị ở tầm lớn, xa mắt. Thực tế cần rất nhiều hiển thị kích thước rất nhỏ, ở gần mắt, thí dụ ở thị kính của kính hiển vi, ở ống ngắm của súng bắn tỉa, ở đồng hồ thông minh, ở điện thoại v.v... Thường quy định hiển thị với màn hình có đường chéo nhỏ hơn 25mm là vi hiển thị (micro-display). Đầu những năm 1990 phần lớn vi hiển thị làm theo kỹ thuật tinh thể lỏng LCD (liquid crystal display) đầu những năm 2000 bắt đầu phát triển kỹ thuật tinh thể lỏng trên silic LcoS (liquid crystal on silic) có nhiều ưu điểm hơn nhưng rồi kỹ thuật LED hữu cơ OLED (organic light emitting diode) thắng thế.

Năm 2016 hãng Sony bắt đầu đưa ra thị trường hiển thị micro LED cho video, ở đây mọi đèn LED dùng trước kia được thay bằng micro LED. Ở hiển thị bằng micro LED, ánh sáng phát ra từ mỗi pixel là của một micro LED kích cỡ micromet, sáng rõ nhưng tiêu thụ ít điện. Việc điều khiển sáng tối từng micro LED được thực hiện bằng mạch vi điện tử chế tạo trên chip bán dẫn. Các chỗ nối điện giữa chip bán dẫn và chip micro LED rất nhiều, không gian hẹp nên không thể hàn dây mà là hàn theo cách các chân cần hàn được bố trí đối diện nhau, giữa chúng cho mọc các ống nano dẫn điện rồi họ nóng ép lại (hình 2).



VĨNH BIỆT NHÀ VẬT LÝ VĨ ĐẠI STEPHEN HAWKING

Stephen Hawking từng tuyên bố: “Tôi không sợ chết, nhưng tôi không việc gì mà phải vội vã chết cả. Tôi có quá nhiều điều còn muốn làm”

Sống dưới cái bóng của thần chết

Ngày 14/3/2018, theo thông báo của gia đình, giáo sư Stephen Hawking, ngôi sao sáng chói nhất trên bầu trời khoa học đã qua đời tại nhà riêng ở Cambridge ở tuổi 76. Ông từng tuyên bố rằng “Tôi không sợ chết, nhưng tôi không việc gì mà phải vội vã chết cả. Tôi có quá nhiều điều còn muốn làm”.



Stephen Hawking sinh năm 1942 ở Oxford, trong một gia đình có bố là một chuyên gia về bệnh nhiệt đới và mẹ là một người cấp tiến có tư tưởng tự do, người đã có nhiều ảnh hưởng đến ông.

Năm 8 tuổi gia đình ông chuyển đến St. Albans, ông theo học phổ thông ở đây. Ông được các giáo viên đánh giá có khả năng đặc biệt và đã giành được học bổng theo học vật lý ở Oxford.

Thật không may, năm 1963, ngay sau sinh nhật ông lần thứ 21, các bác sĩ đã chẩn đoán ông mắc một căn bệnh hiểm nghèo, không thể chữa khỏi. Đó là bệnh về thần kinh vận động, chứng xơ cứng teo cơ (ALS). Các bác sĩ dự đoán may lắm ông chỉ sống được vài năm nữa.

Nhưng sau đó không lâu, không giống những người bình thường trong tình trạng ấy, để tuyệt vọng buông xuôi, Hawking tập trung xem xét một số vấn đề cơ bản nhất liên quan đến bản chất vật lý của vũ trụ.

Ông khát khao đạt được những thành công phi thường để chống lại sự tàn phế nghiêm trọng về thể chất của mình. Bất chấp những quan niệm đã xác quyết của y học, ông đã sống được thêm 55 năm nữa.

Nhưng những người sống dưới cái bóng của thần chết hóa ra lại sống được nhiều nhất. Chứng kiến cái chết của một cậu bé mà ông quen ở bệnh viện do bệnh máu trắng, trong ông bỗng khởi phát một ý thức mới mẻ về mục đích.

Ông nói: “Mặc dù có đám mây đen luôn treo lơ lửng trên tương lai của tôi, nhưng thật ngạc nhiên, tôi phát hiện ra rằng, giờ đây tôi ham (enjoying) sống còn hơn cả trước đây. Tôi bắt đầu có những tiến bộ trong nghiên cứu”.

Và ông đã nói rõ: “Mục đích của tôi thật đơn giản. Đó là hiểu biết một cách đầy đủ vũ trụ: tại sao nó lại như hiện có và tại sao nó lại tồn tại”.

Khi mới là nghiên cứu sinh năm thứ hai, bằng những kỹ thuật toán học mà phần lớn các nhà vật lý thời đó còn xa lạ, Hawking đã chứng minh được rằng một ngôi sao nặng khi co sập lại sẽ tạo thành một kỳ dị trong không-thời gian.

Đó là nơi mà mật độ và độ cong của không - thời gian có giá trị vô cùng lớn, một thực thể mà sau này người ta gọi là lỗ đen. Điểm kỳ dị như thể nằm sâu trong một “chân trời” mà cả ánh sáng lẫn vật chất không thể thoát ra ngoài.

Tiếp sau, Hawking đã xác lập được nhiều kết quả quan trọng về các lỗ đen, chẳng hạn như lập luận chứng tỏ hình học của chân trời sự cố của lỗ đen tương tự như mặt cầu.

Cùng với một số đồng nghiệp, ông đã xác lập được một số điểm tương tự quan trọng giữa hành vi của các lỗ đen với các định luật cơ bản của nhiệt động lực học, trong đó diện tích của chân trời sự cố và hấp dẫn ở bề mặt của nó lần lượt tương tự với hai đại lượng nhiệt động là entropy (đại lượng vật lý đặc trưng cho sự hỗn loạn) và nhiệt độ.

Công bằng mà nói trong thời kỳ hoạt động sôi nổi nhất này của Hawking dẫn tới công trình nói trên, những nghiên cứu của ông về thuyết tương đối rộng cổ điển là xuất sắc nhất so với bất kỳ ai trên thế giới vào thời gian đó.

Kết quả cuộc săn đuổi các phát minh có tính cách mạng là Stephen Hawking đã được bầu vào Hội Hoàng gia Anh (tương đương với Viện Hàn lâm khoa học ở các nước khác) vào năm 1974, khi ông mới 32 tuổi.

Và 5 năm sau, ông đã được phong chức giáo sư Lucas về toán ở Đại học Cambridge, một chức vị danh giá vào bậc nhất nước Anh, mà Isaac Newton và Paul Dirac (một trong những cha đẻ của cơ học lượng tử) đã từng giữ cương vị đó.

Những đóng góp cơ bản của Hawking vẫn tiếp tục

vào những năm 1980. Lý thuyết lạm phát vũ trụ khẳng định rằng vũ trụ non trẻ đã trải qua giai đoạn giãn nở kinh hoàng.

Năm 1982, Hawking là người đầu tiên chỉ ra được các thăng giáng lượng tử - tức những biến thiên nhỏ bé của phân bố vật chất - có thể lớn lên và thông qua lạm phát gieo rắc các hạt giống của các thiên hà, các ngôi sao, các hành tinh và cả sự sống như chúng ta đã biết.

Sau này, Hawking còn quan tâm tới những hiệu ứng lượng tử liên quan tới các lỗ đen. Và ông đã phát hiện ra rằng lỗ đen không thật là đen, nó có phát xạ mặc dù rất yếu. Và bức xạ này hiện nay người ta gọi là bức xạ Hawking.

Thật không may, những phát minh quan trọng của Hawking lại chưa được kiểm chứng bằng thực nghiệm do những phương tiện công nghệ hiện nay không cho phép. Và ông đã ra đi mà không được nhận giải thưởng Nobel danh giá mà các đồng nghiệp và công chúng luôn mong mỏi cho ông.

“Lược sử thời gian” đưa Hawking tới địa vị một ngôi sao

Nhưng có lẽ cuốn Lược sử thời gian mới thực sự đưa ông tới địa vị một ngôi sao. Được xuất bản lần đầu năm 1988, cuốn sách đã đạt kỷ lục Guinness là trong suốt 237 tuần liên tục có mặt trong danh sách best-seller của báo Sunday Times, một hiện tượng chưa từng có trước đó.

Cuốn sách đã được dịch ra 40 thứ tiếng và đã bán được 25 triệu bản. Ở Việt Nam, Lược sử thời gian đã được dịch từ năm 1993. Chỉ tính từ năm 2010 đến nay, riêng NXB Trẻ đã in tới 20 lần.

Bước vào tuổi xưa nay hiếm, mỗi quan tâm lớn nhất của Hawking lại không phải là vũ trụ đã hình thành như thế nào từ hư vô, hay làm thế nào mà ông có thể sống được lâu đến như thế với căn bệnh thoái hóa thần kinh, mà điều quan tâm nhất của ông: “Phụ nữ - họ hoàn toàn là một bí ẩn”.

Nhận xét ngắn gọn của ông về phụ nữ đã thu hút nhiều sự chú ý: Tại sao một nhà khoa học đã tìm ra những bí ẩn sâu thẳm của vũ trụ lại thấy phụ nữ bí ẩn?

Người đời thường cảm thấy thỏa mãn với ý tưởng cho rằng các thiên tài đều ngơ ngẩn về mặt xã hội. Nhưng hình mẫu này thực sự là không đúng, đặc biệt là với trường hợp của Hawking.

Giống như Einstein ngoài đời thực, Hawking cũng có một cuộc sống rất lãng mạn, được đánh dấu bởi hai cuộc hôn nhân. Căn bệnh hiểm nghèo của Hawking hóa ra lại không ảnh hưởng gì tới nam tính của ông, bằng chứng là ông đã có tới ba người con. Người ta

đón ông đã nói rằng: “căn bệnh chỉ ảnh hưởng đến các cơ chủ động mà thôi”.

Hawking từng được gọi là “kẻ ve vãn bất trị” và “kẻ thích tiệc tùng nhảy nhót trên chiếc xe lăn”. Khi nhìn thấy ông chơi đùa với người cháu ở phía sau sân khấu trên chiếc xe lăn sau một buổi thuyết trình ở Seattle, ta có thể tin điều đó. Và khi nhìn thấy ánh mắt đầy biểu cảm của ông có thể làm cả khán phòng sáng lên, ta biết rằng ông có thể trở nên quyến rũ bất chấp sự tật nguyền của mình.

Trong một thời gian dài, Hawking đã có một sự quan tâm đặc biệt với Marilyn Monroe. Một bức chân dung lớn của cô được treo ngay tại phòng làm việc của ông ở Cambridge.

Và ông đã từng nói với phóng viên của tờ Guardian rằng nếu có thể du hành về quá khứ, ông thà tới gặp Marilyn Monroe còn hơn là gặp nhà bác học Isaac Newton, người có “một tính tình rất khó chịu”.

Không chỉ công chúng mà các đồng nghiệp cũng đều cảm nhận được sự bí hiểm của Hawking. Nhà vật lý nổi tiếng Leonard Susskind đã dành nhiều trang trong tác phẩm phổ biến khoa học Cuộc chiến lỗ đen của ông để mô tả về Hawking.

Ông đã từng kinh ngạc khi dự các cuộc thuyết trình trước công chúng của Hawking. Mặc dù, tiếng nói qua máy tính đã khó nghe, nội dung thì không phải là dễ hiểu, nhưng cả hội trường hàng trăm người đều im phăng phắc và trên sân khấu chỉ có đôi mắt của Hawking phát sáng một cách tinh quái.

Susskind còn kể trong lần đi chơi bạn bè, Hawking đã thả phanh cho chiếc xe lăn của ông lao xuống một con dốc dựng đứng. Rồi có lần trong một nhà hàng, một người bồi bàn đã đến quỳ xuống trước ông để xin ông ban phước.

Một số phát biểu thẳng thắn nhất của Hawking cũng đã đụng chạm đến tôn giáo. Ông công khai tuyên bố rằng vũ trụ là không có biên trong không gian và vô thủy vô chung trong thời gian, chẳng có việc gì cho Chúa làm ở đây cả.

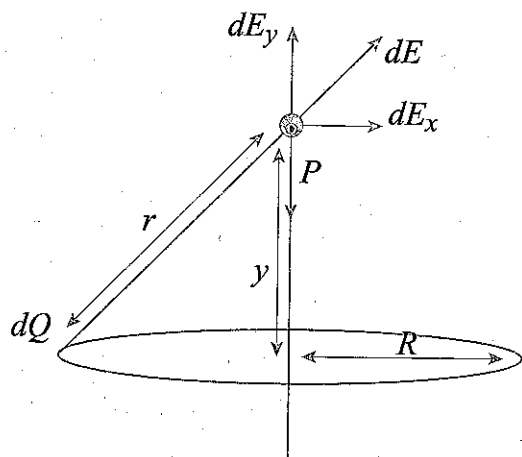
Và trong một cuộc phỏng vấn của tờ Guardian, ông cũng nói rằng: “Tôi coi bộ não cũng giống như cái máy tính, nó sẽ dừng hoạt động khi các linh kiện trong nó hư hỏng. Chẳng có thiên đường cũng chẳng có thế giới bên kia đối với các máy tính đã hỏng. Đó chẳng qua chỉ là câu chuyện cổ tích dành cho những người sợ bóng tối mà thôi”.

Giờ đây Hawking đã đi về cõi vĩnh hằng, giả dụ có phải đối mặt với Chúa Trời (nếu có) liệu ông có rút lại những phát biểu quá ư dứt khoát của mình hay không?



Problem. A small marble of charge q and mass m can slide without friction along a long, thin vertical rod passing through the center of a horizontal conducting ring of radius r , mounted on an insulating support. What is the magnitude of the minimum charge Q placed on the ring that would allow the marble to oscillate along the rod?

Solution: In order for the mass m to oscillate along the rod at some point y , it is necessary that the following conditions are met (figure):



The equilibrium condition, i.e.:

$$F_{\text{total}-y} = \sum F_y = 0$$

$$F_{\text{total}-y} = E_y q - mg$$

$$E_y q = mg$$

where E_y is the electric field of the ring at the location of the mass

$$E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qy}{(y^2 + R^2)^{3/2}} \quad (1)$$

It is also necessary to have a stable equilibrium, i.e.:

$$\frac{dF_{\text{total}-y}}{dy} = 0 \quad (2)$$

From Eq. (2) we obtain: $-2y^2 + R^2 = 0$. (3)

From Eq. (3) we obtain the value of y

$$y = \pm R \sqrt{\frac{1}{2}}$$

We use the obtained value of y in Eq. (1) and finally we obtain

$$Q = \pm \frac{mg2\pi\epsilon_0 R^2 \sqrt{27}}{q}$$

So, we have two possible solutions:

$$\text{if } y > 0 \text{ then } Q = \frac{mg2\pi\epsilon_0 R^2 \sqrt{27}}{q}$$

$$\text{if } y < 0 \text{ then } Q = -\frac{mg2\pi\epsilon_0 R^2 \sqrt{27}}{q}$$

The final solution can be written in the form:

$$Q_{\text{min}} = -\frac{mg2\pi\epsilon_0 R^2 \sqrt{27}}{q}$$

TỪ MỚI.

- (to) slide without friction – trượt không ma sát
- thin vertical rod – thanh mảnh thẳng đứng
- passing through – đi qua
- conducting ring of radius ... – vành dẫn điện có bán kính ...
- mounted on – được lắp trên
- insulating support – giá cách điện
- magnitude of the minimum charge – độ lớn cực tiểu của điện tích
- allow smth to oscillate – cho phép cái gì đó dao động
- equilibrium condition – điều kiện cân bằng
- at location of ... – vị trí của ...
- stable equilibrium – cân bằng bền
- the obtained value of ... – giá trị nhận được của ...
- can be written in the form – có thể viết dưới dạng



MỘT SỐ THÔNG TIN VỀ APhO 2018

Năm nay, APhO 2018 được tổ chức tại thủ đô Hà Nội của nước ta từ ngày 5/5 đến ngày 11/5 tại trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Đây là lần thứ hai Việt Nam đăng cai tổ chức cuộc thi này. Năm nay có 25 đoàn từ các nước và vùng lãnh thổ, với tổng số 188 học sinh tham dự kì thi.

Kết thúc kì thi, số huy chương vàng là 33, số huy chương bạc là 13, số huy chương đồng là 24, số bằng khen là 30.

Ngưỡng điểm để đạt huy chương vàng là 24,0, huy chương bạc là 21,0, huy chương đồng là 17,0 và bằng khen là 13,0.

Tổng điểm cao nhất là 39,07 thuộc về thí sinh Chen Tianyang người Trung Quốc, bạn này cũng đạt điểm cao nhất về lí thuyết. Thí sinh có điểm thí nghiệm cao nhất là Grigori Bobkov người Nga.

Điểm đặc biệt nhất của kì thi năm nay là sự xuất hiện của thí sinh nhỏ tuổi Lau Sze Chun – 13 tuổi, của đoàn Hồng Kông. Em cũng đã đạt huy chương đồng với số điểm 20,75; chỉ thiếu 0,25 điểm nữa để đạt huy chương bạc.

Đề lí thuyết bao gồm ba bài: Bài 1 nói về Bẫy quang học các nguyên tử trung hòa, Bài 2 nói về Thang máy không gian; Bài 3 về Hiệu ứng nhiệt điện, các ứng dụng vào máy phát và máy làm lạnh nhiệt điện. Bài thi thí nghiệm liên quan tới

Hiệu ứng từ trở khổng lồ (Giant magnetoresistance – GMR). Các bài thi có nội dung vật lí hay, đề cập đến những vấn đề khá hiện đại của vật lí như sự làm lạnh các nguyên tử bằng chùm laser, thiết kế một thang máy đặc biệt với vật liệu mới là ống nano các bon, và những ứng dụng của hiệu ứng nhiệt điện trong việc làm các máy phát nhiệt điện và máy làm lạnh nhiệt điện... Nhìn chung, đề thi năm nay dài, có độ khó cao, cần nhiều thời gian để giải. Do đó, điểm số bài làm của thí sinh không cao. Điều này được phản ánh ở các ngưỡng điểm nêu trên.

Đoàn Việt Nam có 8 học sinh dự thi và cả 8 em đều đoạt giải chính thức. Năm nay cũng đánh dấu thành tích cao nhất của đoàn Việt Nam tại một kì APhO. Kết quả giải của Đoàn ta như sau:

Họ và tên	Trường THPT chuyên	Giải
Trần Đức Huy	Hà Nội-Amsterdam	Huy chương Vàng
Nguyễn Văn Thành Lợi	Quang Trung, tỉnh Bình Phước	Huy chương Vàng
Nguyễn Ngọc Long	Lam Sơn, tỉnh Thanh Hóa	Huy chương Vàng
Trịnh Duy Hiếu	Bắc Giang	Huy chương Vàng
Nguyễn Xuân Tân	ĐH KHTN Hà Nội	Huy chương Bạc
Nguyễn Văn Duy	ĐH Sư Phạm Hà Nội	Huy chương Bạc
Lê Cao Anh	Lam Sơn, tỉnh Thanh Hóa	Huy chương Đồng
Lê Kỳ Nam	Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh	Huy chương Đồng

Ảnh bìa

(từ trái qua phải):

Bạn Trịnh Duy Hiếu, bạn Nguyễn Xuân Tân, bạn Lê Cao Anh, bạn Nguyễn Văn Thành Lợi, thầy Nguyễn Công Toàn (phó đoàn), thầy Nguyễn Văn Thụ (trưởng đoàn), bạn Nguyễn Ngọc Long, bạn Lê Kỳ Nam, bạn Trần Đức Huy, bạn Nguyễn Văn Duy, thầy Nguyễn Mạnh Nghĩa (chủ nhiệm lớp).

