

ĐỒ THỊ TRONG BÀI TẬP VẬT LÝ

Đồ thị là một công cụ hữu hiệu trong nghiên cứu vật lý. Nó giúp ta thấy trực quan sự liên quan giữa các yếu tố gây ra hiện tượng và kết hợp với xử lý toán học có thể đưa ra được định luật vật lý. Chẳng hạn, đo cường độ dòng điện I và hiệu điện thế U khi có dòng điện chạy qua một vật dẫn kim loại (điện trở) ta sẽ thu được bảng số liệu. Khi vẽ các số liệu thực nghiệm đó lên hệ trục tọa độ có trục hoành là hiệu điện thế U trục tung là cường độ dòng điện I thì có vẻ như các điểm nằm trên một đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Như vậy dự đoán là I tỷ lệ thuận với U . Đó là định luật Ôm mà ta đã quen thuộc.

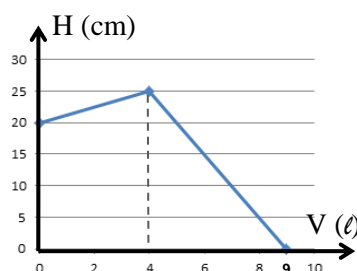
Trong một số bài tập vật lý thuộc phần Cơ, Nhiệt và Điện, thay cho việc mô tả người ta có thể cho đồ thị và yêu cầu ta dựa vào đồ thị để tính toán tìm ra giá trị của các đại lượng nào đó. Trong các đề tuyển sinh cũng hay gặp dạng bài tập này (trong Đề thi chuyên Lý Khoa học Tự nhiên các năm 2017, 2018, 2019 đều có bài liên quan đến đồ thị).

GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP:

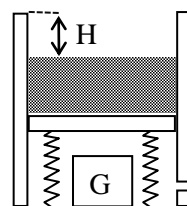
- 1) Đọc kỹ đề bài để hiểu rõ đồ thị diễn tả sự phụ thuộc của đại lượng vật lý nào vào đại lượng nào.
- 2) Hình dạng của đồ thị diễn tả quá trình vật lý xảy ra như thế nào khi mà đại lượng biến thiên ở trục hoành tăng dần từ nhỏ đến lớn. Nói cách khác, cần hiểu tại sao đồ thị lại có dạng như vậy? Trường hợp đặc biệt là đồ thị có dạng đường thẳng thì ta có thể thiết lập được hàm số bậc nhất ứng với đồ thị đó.
- 3) Đọc thông tin từ đồ thị: các con số cho trên đồ thị, nhất là các điểm giao của đồ thị với “lưới”. Chú ý đến đơn vị (ghi trên 2 trục tọa độ).
- 4) Cần lưu ý đến các điểm đặc biệt:
 - + Điểm **gãy khúc** của đồ thị.
 - + Điểm **cực đại** hay **cực tiểu** trên đồ thị.
 - + Điểm giao với các trục tọa độ.
 - + Tiệm cận của đồ thị (khi mà đại lượng ở trục hoành có giá trị rất lớn).
- 5) Lập phương trình từ các con số lấy từ đồ thị.

CÁC VÍ DỤ MẪU

VD1 (TH2018): Một thùng nước có thành thẳng đứng được đặt trong một công viên khoa học dành cho các bạn yêu thích khám phá. Bạn Khôi thực hiện thí nghiệm theo hướng dẫn: đổ thêm nước vào thùng và quan sát mực nước trong thùng. Khoảng cách H từ miệng thùng đến mặt thoáng của nước phụ thuộc vào thể tích V của nước đổ thêm vào thùng tuân theo một quy luật đặc biệt được biểu diễn như đồ thị Hình 1a. Khôi phát hiện ra



Hình 1a



Hình 1b

đáy thùng là một chiếc pít-tông đợc đờ bởi một hệ lò xo và có thể dịch chuyển thẳng đờng không ma sát trong thùng. Phía dưới đáy thùng có một giá đờ G nhằm tránh cho lò xo bị nén quá mức (Hình 1b). Biết rằng, khi hệ lò xo bị nén tới chiều dài l thì sinh ra một lực đờy là $F = k \cdot (l_0 - l)$ với k và l_0 là các hằng số. Cho khối lượng riêng của nước là $D = 1000 \text{ kg/m}^3$. Tính diện tích S của pít-tông và hệ số k .

Phân tích: Bài này làm khó nhiều thí sinh tham gia kỳ thi bởi nó đòi hỏi phải suy luận quá trình xảy ra như thế nào. Thông thường là nếu đáy thùng cố định thì khi đờ nước vào thùng sẽ làm mực nước dâng lên tức là H phải giảm đi. Tuy nhiên ở đây H lại tăng tức là mực nước hạ xuống, tức là do đáy di đờng và hệ số k nhỏ (lò xo yếu!) nên độ nén của các lò xo làm đáy thùng đi xuống nhiều hơn độ dâng lên của mực nước trong bình do đờ thêm nước vào.

Ta làm rõ hơn một chút: Ký hiệu Δh là mực nước dâng lên so với đáy khi đờ nước vào và Δl là độ nén của lò xo khi đó thì: trọng lượng nước đờ thêm vào là $P = \Delta h S D g$ cân bằng với độ tăng lên của lực đàn hồi: $F = k \Delta l$

Nếu $\Delta l = \Delta h$ tức là $k = S D g$ thì đờ nước vào mực nước có độ cao so với thành của thùng không đời (làm cho H không đời) nhưng các lò xo bị nén, cho đến khi đáy thùng chạm giá đờ (tức là từ đó trở đi thì giá cố định) làm mực nước dâng lên (H giảm).

Nếu $k > S D g$ (lò xo cứng) thì $\Delta l < \Delta h$, mực nước sẽ dâng lên.

Trong trường hợp chúng ta đang xét, thì tính chất lý thú của thùng ảo thuật này ở chỗ: đờ nước vào thì mực nước lại hạ xuống, mực nước ra thì mực nước lại dâng lên (ngược đời!). Những người thiết kế thùng ảo thuật này đã chọn thông số sao cho cái $k < S D g$ để $\Delta l < \Delta h$ và kích thích sự ngạc nhiên, tò mò và khám phá cho người chơi :)))

Đến đây ta hiểu điểm gắy khúc trên đồ thị là thế nào rồi phải không các bạn?

Lời giải VD1:

Sau khi đờ 4 lít nước vào bình mực nước bắt đầu dâng lên tức đáy bình chạm vào giá G và không di chuyển tiếp. Đờ thêm $(9 - 4) = 5$ lít thì nước đờy tới miệng và mực nước dâng thêm 25 cm. Vậy: $S = \frac{5000}{25} = 200 \text{ cm}^2$.

Đờ thêm 4 lít nước (khối lượng 4 kg) thì chiều cao cột nước là: $\frac{4}{5} \cdot 25 = 20 \text{ cm}$.

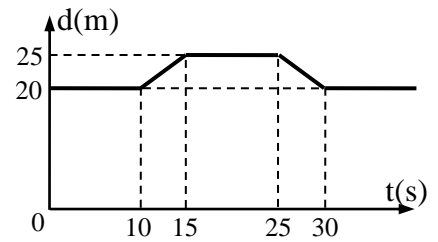
Ngoài ra, H tăng từ 20 lên 25 cm, tức mặt nước hạ xuống 5 cm.

Vậy, lò xo bị nén thêm 25 cm.

Từ đó, ta có $k = \frac{40}{0,25} = 160 \text{ N/m}$.

Rõ ràng là: $k = 160 \text{ N/m} < S D g = 200 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 10 = 200 \text{ N/m}$ đờng như đã phân tích ở trên.

VD2. Trong một buổi tập của đội tuyển Bồ Đào Nha trước vòng chung kết Euro 2008, huấn luyện viên yêu cầu các cầu thủ chạy cùng chiều trên một đường thẳng với vận tốc không đổi v_1 nhưng riêng trong đoạn AB có chiều dài L trên đường thẳng đó thì các cầu thủ phải chuyển sang chạy với vận tốc không đổi v_2 ($v_2 > v_1$). Khoảng cách d giữa hai cầu thủ Ronaldo (chạy trước) và Deco (chạy sau) phụ thuộc vào thời gian t được máy tính ghi lại thành đồ thị như hình 2. Hãy xác định v_1 , v_2 và L. (TH2008)



Hình 2

Phân tích: Đồ thị cho thấy sự thay đổi khoảng cách giữa 2 cầu thủ phụ thuộc vào thời gian (chứ không phải quãng đường phụ thuộc vào thời gian). Cần hiểu rõ tại sao đồ thị có dạng như vậy.

Trong 10 s đầu khoảng cách giữa 2 cầu thủ luôn bằng 20 m nghĩa là tốc độ của 2 cầu thủ cùng là v_1 . Ở điểm gãy khúc $t_1 = 10$ s, khoảng cách bắt đầu tăng lên tức là Ronaldo đã đến điểm A và có tốc độ là v_2 còn lúc đó Deco đang cách A là $d_1 = 20$ m (xem hình 2a).

Từ điểm gãy khúc $t_2 = 15$ s thì khoảng cách giữa 2 cầu thủ lại không đổi nghĩa là lúc đó Deco đến điểm A. Như vậy thời gian chạy của Deco chạy $d_1 = 20$ m là $t_2 - t_1$.

Hình 2b tương tự nhưng xét khi Ronaldo đến B ở $t_3 = 25$ s thì Deco còn cách B là $d_2 = 25$ m. Đến thời điểm $t_4 = 30$ s thì Deco đến B.

Như vậy thời gian chạy của Deco chạy $d_2 = 25$ m là $t_4 - t_3$.

Thời gian Ronaldo chạy trên đoạn AB là từ lúc anh ta đến A (thời điểm t_1) cho đến khi anh ta đến B (thời điểm t_3).

Lời giải VD2:

Ký hiệu các khoảng cách và thời điểm:

$$d_1 = 20\text{m}, d_2 = 25\text{m}, t_1 = 10\text{s}, t_2 = 15\text{s}, t_3 = 25\text{s}, t_4 = 30\text{s}.$$

Ta có: t_1 là lúc Ronaldo chạy đến A; t_2 là lúc Deco chạy đến A;

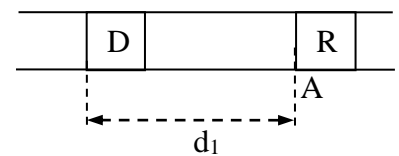
t_3 là lúc Ronaldo chạy đến B;

t_4 là lúc Deco chạy đến B.

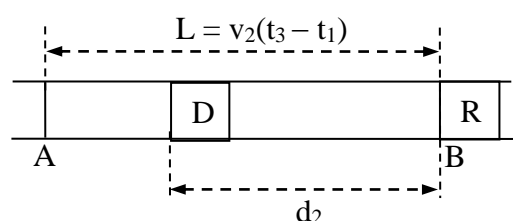
* Ở thời điểm $t_1 = 10$ s khi Ronaldo đến A thì Deco ở vị trí cách A là $d_1 = 20\text{m}$ (Hình 2a), đến thời điểm $t_2 = 15$ s thì Deco đến A, như vậy thời gian chạy khoảng cách d_1 của Deco là $t_{12} = t_2 - t_1$. Vậy:

$$v_1(t_2 - t_1) = d_1 \Rightarrow v_1 = \frac{d_1}{t_2 - t_1} = \frac{20}{15 - 10} = 4\text{m/s}.$$

* Tương tự, ở thời điểm t_3 khi Ronaldo đến B thì Deco ở vị trí cách B là $d_2 = 25\text{m}$ (Hình 2b), thời gian chạy khoảng cách này của Deco là $t_{34} = t_4 - t_3$.



Hình 2a (ở t_1)

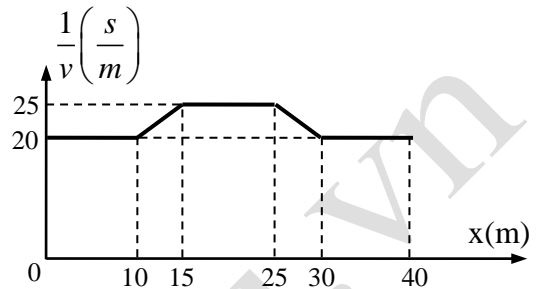


Hình 2b (ở t_3)

$$\text{Vậy: } v_2(t_4 - t_3) = d_2 \quad \Rightarrow v_2 = \frac{d_2}{t_4 - t_3} = \frac{25}{30 - 25} = 5 \text{ m/s.}$$

* Ta thấy thời gian chạy trên đoạn AB của các cầu thủ là: $t_{13} = t_3 - t_1 = 25 - 10 = 15 \text{ s}$ và họ chạy với vận tốc $v_2 = 5 \text{ m/s}$. Vậy: $AB = L = v_2 \cdot (t_3 - t_1) = 5 \cdot 15 = 75 \text{ m}$.

VD3. Trong mùa dịch **COVID-19**, để hạn chế lây nhiễm thì ở các bệnh viện tại Mỹ người ta đã dùng các robot để chăm sóc bệnh nhân ([còn Khoa Bảng thì cho học sinh nghỉ học và học online](#)). Sự phụ thuộc của nghịch đảo tốc độ ($1/v$) của một robot (chuyển động theo quỹ đạo thẳng) vào khoảng cách từ robot đến cửa phòng bệnh, được máy tính ghi lại thành đồ thị như hình 3. Tìm thời gian từ lúc robot đi từ cửa phòng bệnh đến khi tới giường bệnh nhân cách cửa phòng là 40m.



Hình 3

Phân tích: Trong mùa dịch **COVID-19** việc

cho học sinh nghỉ học không đến trường để ngừa lây nhiễm là đúng rồi. Đây cũng là khoảng thời gian tuyệt vời để các học sinh lớp 9 [Khoa Bảng tự học và học online](#) (*thầy nói có gì sai không nhỉ ?*). Tự học là một thói quen mà mỗi học sinh chuyên cần phải có ! Bài tập này khó với nhiều học sinh. Chúng ta

đang cần tìm $t = \frac{x}{v} = \frac{1}{v} \cdot x$ trong đó $\frac{1}{v}$ phụ thuộc

vào x .

Với những khoảng thời gian mà đồ thị song song với trục hoành tức là tốc độ không đổi thì việc tính thời gian đi các quãng đường tương ứng khá dễ dàng. Chỗ khó của bài toán ở chỗ tính thời gian khi mà tốc độ robot giảm (từ $x_1 =$

10 m đến $x_2 = 15$ m) và tăng (từ $x_3 = 25$ m đến $x_4 = 30$ m). Điều thuận lợi là trong các

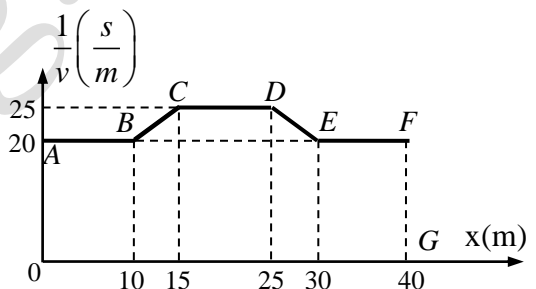
khoảng thời gian trên thì $\frac{1}{v}$ phụ thuộc vào x theo hàm số bậc nhất (vì đồ thị là thẳng) nên

tích $t = \frac{1}{v} \cdot x$ có tính bằng giá trị trung bình của $\frac{1}{v}$ trên đoạn đường từ x_1 đến x_2 và từ x_3

đến x_4 . Nhưng tích đó lại bằng diện tích các hình thang vuông giới hạn bởi đồ thị, trục hoành và hai đường vuông góc với trục hoành dựng tại x_1, x_2 và x_3, x_4 . Mở rộng ra là toàn bộ thời gian cần tìm chính là diện tích của hình đa giác 8 cạnh OABCDEFG.

Lời giải VD3: Theo phân tích ở trên thì thời gian cần tìm bằng diện tích đa giác:

$$t = 10 \cdot 20 + (20 + 25) \cdot (15 - 10) / 2 + 25 \cdot (25 - 15) + (20 + 25) \cdot (30 - 25) / 2 + 20 \cdot (40 - 30) = 875 \text{ s.}$$

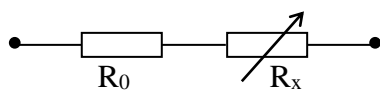


Hình 3

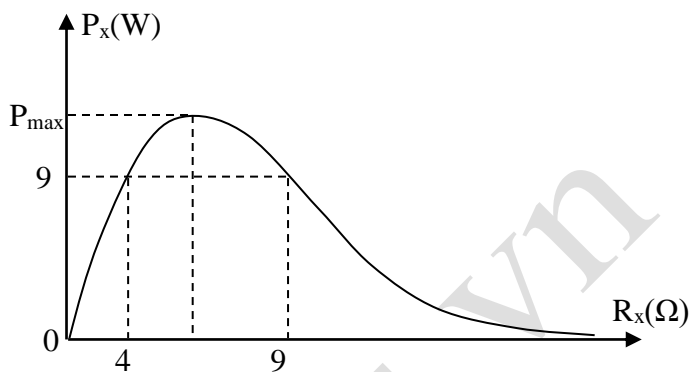
VD4: Cho mạch điện như hình 4.a, người ta vẽ được đồ thị sự phụ thuộc của công suất tỏa nhiệt P_x trên biến trở vào giá trị của biến trở như hình 4.b.

a) Hãy xác định hiệu điện thế U và điện trở R_0 .

b) Tính công suất tỏa nhiệt cực đại trên R_x và giá trị của R_x khi đó.



Hình 4.a



Hình 4.b

Phân tích: Giả thiết của bài toán này có thể phát biểu bằng lời theo cách rất quen thuộc như sau: “Cho mạch điện như hình 4.a. Khi R_x có giá trị là 4Ω hoặc 9Ω thì công suất tỏa nhiệt trên biến trở đều bằng 9 W ”

Đó chính là đọc thông tin từ đồ thị. Với các số liệu như vậy ta dễ dàng giải được bài toán.

Lời giải VD4:

Từ định luật Ôm, ta có cường độ dòng điện qua R_x : $I_x = \frac{U}{R_0 + R_x}$, do đó công suất:

$$P_x = I_x^2 R_x = \left(\frac{U}{R_0 + R_x} \right)^2 R_x$$

Thay $R_x = 4 \Omega$ và $R_x = 9 \Omega$ thì $P_x = 9 \text{ W}$, ta được 2 phương trình:

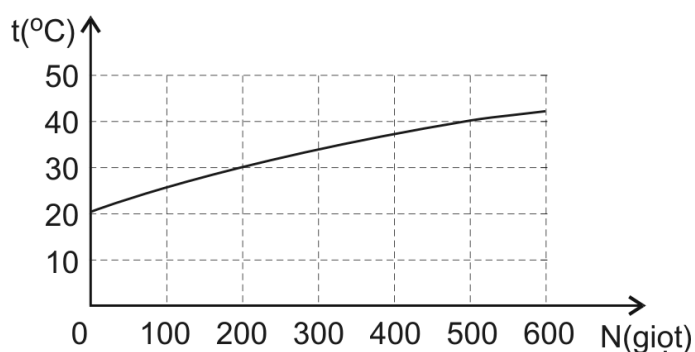
$$9 = \left(\frac{U}{R_0 + 4} \right)^2 4 \quad \text{và} \quad 9 = \left(\frac{U}{R_0 + 9} \right)^2 9$$

Từ đó: $U = 15 \text{ V}$ và $R_0 = 6 \Omega$.

VD5. Trong một bình nhiệt lượng kế ban đầu chứa $m_0 = 100\text{g}$ nước ở nhiệt độ $t_0 = 20^\circ\text{C}$,

bắt đầu có các giọt nước nóng nhỏ xuống đều đặn, nhiệt độ nước nóng không đổi. Đồ thị sự phụ thuộc của nhiệt độ nước trong nhiệt lượng kế vào số giọt nước nhỏ vào bình có dạng như hình 5.

Hãy xác định nhiệt độ nước nóng và khối lượng của mỗi giọt nước, xem rằng khối



Hình 5

lượng của các giọt nước là như nhau và sự cân bằng nhiệt được thiết lập ngay sau khi giọt nước nhỏ xuống. Bỏ qua sự mất nhiệt vào môi trường và nhiệt lượng kể.

Phân tích: Đồ thị cho thấy sự trao đổi nhiệt của nước trong bình nhiệt lượng kế với lượng nước nhỏ vào bình. Ta cần viết phương trình cân bằng nhiệt. Các con số nên lựa chọn là các giao điểm của đồ thị với “lưới” (đường đứt nét). Có thể dùng lời thế này: khi có 200 giọt nước rơi vào bình thì nhiệt độ cân bằng của nước trong bình là 30°C , còn khi có 500 giọt nước rơi vào bình thì nhiệt độ cân bằng của nước trong bình là 40°C . Từ đó ta viết được 2 phương trình cân bằng nhiệt để tính 2 đại lượng chưa biết.

Lời giải VD5

Giả sử khối lượng mỗi giọt nước nóng là m , nhiệt độ là t_x . Khi có $N_1 = 200$ giọt nước nhỏ vào nhiệt lượng kế thì nhiệt độ trong bình là $t_1 = 30^{\circ}\text{C}$ (theo đồ thị). Ta có :

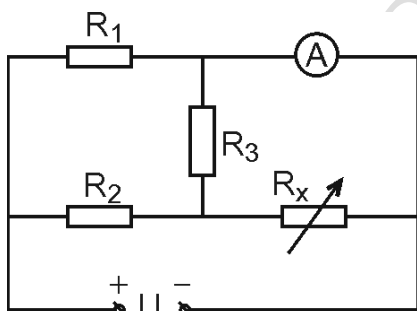
$$t_1 = \frac{200.m.t_x + m_0.t_0}{200m + m_0} = 30^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

Tương tự, khi có $N_2 = 500$ giọt nước nhỏ vào nhiệt lượng kế thì :

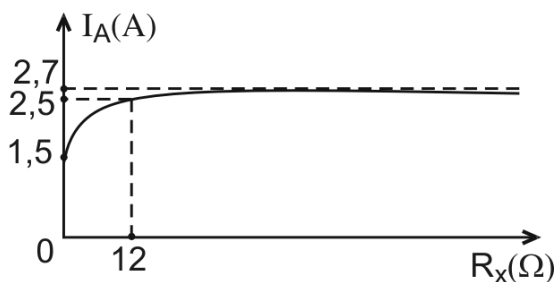
$$t_2 = \frac{500.m.t_x + m_0.t_0}{500m + m_0} = 40^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

Từ hệ 2 phương trình (1) và (2) ta tìm được : $t_x = 80^{\circ}\text{C}$ và $m = 0,1\text{g}$.

VD6: Cho mạch điện như hình 6.a : ampe kế là lí tưởng ($R_A = 0$), $U = 12\text{V}$. Đồ thị sự phụ thuộc của cường độ dòng điện chạy qua ampe kế (I_A) vào giá trị của biến trở R_x có dạng như hình 6.b. Tìm R_1, R_2, R_3 . (TH2004).



Hình 6a



Hình 6b

Phân tích: Giao điểm với trục tung ứng với $R_x = 0$. Khi đó 2 đầu điện trở R_3 nối với nhau bởi các đoạn dây dẫn và ampe kế không có điện trở (bị nối tắt), hiệu điện giữa 2 đầu R_3 bằng 0 và dòng qua R_3 bằng 0. Mạch điện tương đương khi đó chỉ còn R_1 và R_2 mắc song song vào hiệu điện thế U . Ampe kế chỉ đó chỉ dòng qua R_1 .

Đồ thị tiệm cận với đường đứt nét $I_A = 2,7\text{ A}$ ứng với khi R_x vô cùng lớn, lúc đó không có dòng qua R_x . Vậy mạch điện trở thành: $R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)$. Ampe kế lúc đó chỉ dòng mạch chính.

Khi R_x có một giá trị hữu hạn nào đó (khác 0) thì mạch điện là: $R_1 // [R_2 \text{ nt } (R_3 \text{ nt } R_x)]$.

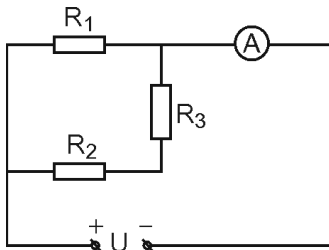
Ampe kế lúc đó chỉ tổng cường độ dòng điện qua R_1 và R_3 .

Lời giải VD6:

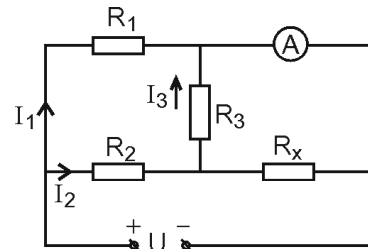
- Khi $R_x = 0$ thì R_3 được nối tắt, không có dòng điện qua R_3 , ampe kế chỉ dòng qua R_1 :

$$1,5 = I_A = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{12}{1,5} = 8\Omega$$

- Khi R_x rất lớn thì không có dòng qua R_x : mạch điện có dạng như hình 6.1. Lúc này ampe kế chỉ: $I_A = 2,7A$



Hình 6.1



Hình 6.2

$$I_A = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2 + R_3}$$

$$2,7 = 1,5 + \frac{12}{R_2 + R_3} \rightarrow R_2 + R_3 = 10 \Omega \quad (1)$$

- Khi : $R_x = 12 \Omega$ (mạch đện như hình 6.2)

$$I_A = 2,5A = I_1 + I_3$$

Vẫn có $I_1 = 1,5A$ (ampe kế có điện trở 0) $\rightarrow I_3 = 1A$

$$I_3 = I_2 \cdot \frac{R_x}{R_3 + R_x} = \frac{U}{\left(R_2 + \frac{R_3 R_x}{R_3 + R_x}\right)} \cdot \frac{R_x}{(R_3 + R_x)}$$

$$I_3 = \frac{U \cdot R_x}{R_2 R_3 + R_x (R_2 + R_3)} = \frac{12 \cdot 12}{R_2 \cdot R_3 + 12 (R_2 + R_3)} \quad (2)$$

Vì $I_3 = 1A$ và kết hợp (1) với (2) ta có :

$$1 = \frac{12 \cdot 12}{R_2 \cdot R_3 + 12 \cdot 10} \rightarrow \begin{cases} R_2 \cdot R_3 = 24 \\ R_2 + R_3 = 10 \end{cases}$$

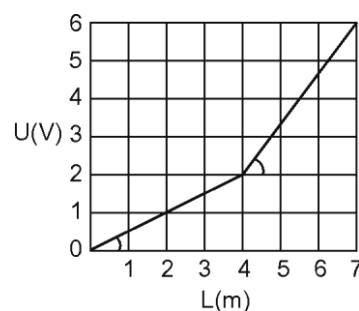
$$\text{Hệ có 2 nghiệm : } \begin{cases} R_2 = 4\Omega \\ R_3 = 6\Omega \end{cases} \text{ và } \begin{cases} R_2 = 6\Omega \\ R_3 = 4\Omega \end{cases}$$

Vậy, giá trị các điện trở cần tìm là : $R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 4\Omega$;

$R_3 = 6\Omega$ hoặc $R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 6\Omega$ và $R_3 = 4\Omega$.

CÁC BÀI TỰ LUYỆN TẬP

Bài 1 (TH1993): Cho một dòng điện không đổi qua hai dây dẫn đồng chất mắc nối tiếp. Hiệu điện thế giữa một đầu dây và một điểm trên dây phụ thuộc vào khoảng cách giữa chúng như đồ thị cho trên hình 1. Từ đồ thị hãy xác định tỉ số đường kính tiết diện thẳng của hai dây.



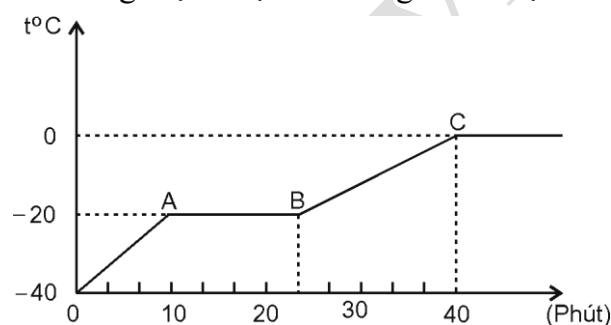
Hình 1

Bài 2 (TH1998): Người ta đun một hỗn hợp gồm m (kg) một chất rắn X dễ nóng chảy và m (kg) nước đá trong một nhiệt lượng kế cách nhiệt nhờ một dây đun điện có công suất không đổi. Nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp chứa trong nhiệt lượng kế là -40°C . Dùng một nhiệt kế nhúng vào nhiệt lượng kế và theo dõi sự phụ thuộc nhiệt độ

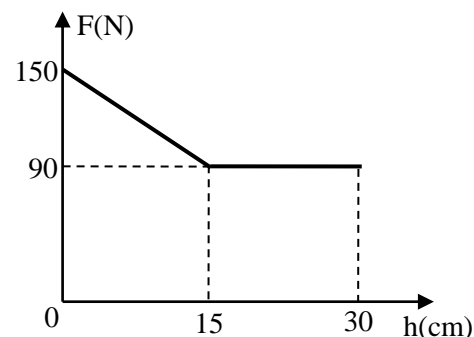
của hỗn hợp theo thời gian T thì được đồ thị phụ thuộc có dạng như hình vẽ. Hãy xác định nhiệt nóng chảy của chất rắn X và nhiệt dung riêng của nó ở trạng thái lỏng.

Biết nhiệt dung riêng của nước đá là $c =$

$2100\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, của chất rắn X ở trạng thái rắn là $c_1 = 1200\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với nhiệt lượng kế.



Bài 3 (TH2010) : Đặt thẳng đứng một khối kim loại đặc, đồng chất, hình trụ vào trong một bình chứa có đáy nằm ngang. Đổ nước có khối lượng riêng $D_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$ vào bình. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của áp lực F mà khối trụ tác dụng lên đáy bình theo độ cao h của mực nước trong bình có dạng như hình 3.



Hình 3

1) Xác định chiều cao, diện tích đáy của khối trụ và khối lượng riêng của chất làm khối trụ.

2) Đặt khối trụ nằm ngang rồi xả dần nước ra ngoài bình qua một van ở đáy. Vẽ dạng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của áp lực mà khối trụ tác dụng lên đáy bình theo độ cao của mực nước trong bình. Điền các giá trị cần thiết trên đồ thị.

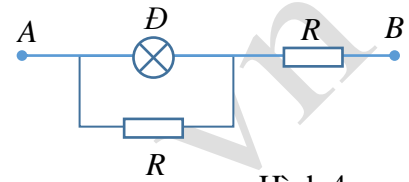
Bài 4 (TH2019): Học sinh Đức đã thực hiện thí nghiệm khảo sát sự phụ thuộc của cường độ dòng điện I_D chạy qua một bóng đèn theo hiệu điện thế U_D cấp cho bóng đèn đó và ghi lại các số liệu đo được vào bảng sau đây:

U_D (V)	0	2	4	6	7	8	9	10	11	12
I_D (A)	0	0,28	0,40	0,49	0,53	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69

- a) Dựa vào bảng trên, em hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của I_D theo U_D (mỗi centimet trên trục tung tương ứng với $0,1 \text{ A}$, trên trục hoành tương ứng với 1 V).
- b) Đức đã mắc nối tiếp hai bóng đèn cùng loại nêu trên vào một nguồn điện có hiệu điện thế không đổi $U = 24 \text{ V}$ Tìm công suất tiêu thụ trên mỗi bóng đèn.

Vùng hiệu điện thế hoạt động thích hợp nhất của loại đèn này là từ $7,5 \text{ V}$ đến 10 V . Do vậy, khi mắc các bóng đèn như trên thì lúc sau có một bóng đèn bị cháy. Có trong tay hai chiếc điện trở giống nhau, cùng loại $R = 10 \Omega$, Đức đã dùng các điện trở này nối với bóng đèn còn lại rồi mắc vào nguồn điện 24 V để thấp sáng bóng đèn này.

- c) Đức mắc mạch điện như hình 4. Em hãy tính hiệu điện thế và công suất tiêu thụ trên bóng đèn lúc này.
- d) Thấy Đức mắc như vậy, Khang đã kiểm tra lại và nhận xét rằng: trong số các cách mắc khả dĩ thì cách mắc của Đức là cách mắc khiến cho đèn hoạt động ở trạng thái phù hợp nhất. Em hãy chứng minh nhận định đó.



Hình 4.