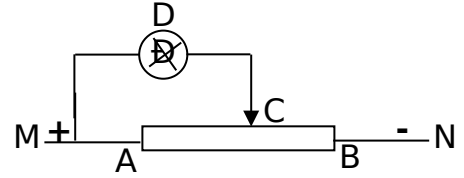


MỘT SỐ BÀI TẬP VỀ DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI- HỌC SINH GIỎI

Câu 1: Cho mạch điện như hình 2. Hiệu điện thế giữa hai đầu M và N có giá trị không đổi là 5V. Đèn dây tóc Đ trên đó có ghi 3V – 1,5W. Biến trở con chạy AB có điện trở toàn phần là 3Ω.

1. Xác định vị trí của con chạy C để đèn sáng bình thường.
2. Thay đèn bằng một vôn kế có điện trở R_V . Hỏi khi dịch chuyển con chạy C từ A đến B thì số chỉ của vôn kế tăng hay giảm? Giải thích tại sao?



Giải

1. Dòng định mức của đèn; $I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{1,5}{3} = 0,5 A$;

Gọi điện trở đoạn AC là $R_{AC} = x$; dòng qua x là: $I_x = \frac{U_d}{x} = \frac{3}{x}$.

Dòng điện qua đoạn BC (mạch chính): $I = I_d + I_x = 0,5 + \frac{3}{x}$.

Hiệu điện thế hai đầu B,C là: $U_{BC} = I \cdot R_{BC} = (0,5 + \frac{3}{x})(3 - x)$.

Mà $U_{BC} = U - U_d = 5 - 3 = 2V$. Vậy ta có phương trình:

$$2 = (0,5 + \frac{3}{x})(3 - x) \rightarrow x^2 + 7x - 18 = 0$$

giải phương trình ta được: $x = -9\Omega$; $x = 2\Omega$. Loại nghiệm -9Ω vậy: $x = 2\Omega$

Thay đèn bằng vôn kế, khi dịch chuyển con chạy C từ A đến B thì x tăng.

Vôn kế chỉ hiệu điện thế:

$$U_v = I \cdot \frac{R_V \cdot x}{R_V + x} = \frac{U}{(R_{AB} - x) + \frac{R_V \cdot x}{R_V + x}} \cdot \frac{R_V \cdot x}{R_V + x}$$

$$\frac{U \cdot R_V \cdot x}{R_{AB} \cdot R_V + R_{AB} \cdot x - x^2} = \frac{U \cdot R_V}{\frac{R_{AB} \cdot R_V}{x} + R_{AB} - x}$$

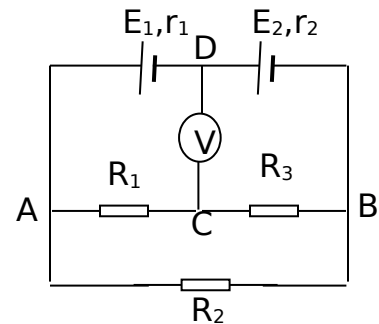
Khi x tăng thì R_{AB} không đổi còn $\frac{R_{AB} \cdot R_V}{x} - x$ giảm, do đó số chỉ của Vôn kế tăng.

Câu 2. Cho mạch điện như hình vẽ (H1): trong đó $E_1 = 6V$; $r_1 = 1\Omega$; $r_2 = 3\Omega$; $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$.

1. Vôn kế V (điện trở rất lớn) chỉ 3V. Tính suất điện động E_2 .
2. Nếu đổi chỗ hai cực của nguồn E_2 thì vôn kế V chỉ bao nhiêu?

1. Tính suất điện động E_2 . (3 đ)

+ Điện trở toàn mạch $R = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_2 + R_1 + R_3} = 4\Omega$



H.1

+ I đến A rẽ thành hai nhánh: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_3} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{3}$

$$+ U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = -R_1 I_1 + E_1 - r_1 I_1 = 6 - 3I$$

$$+ |U_{CD}| = 3V; + 6 - 3I = \pm 3 \Rightarrow I = 1A, I = 3A.$$

$$\text{Với } I = 1A: E_1 + E_2 = (R + r_1 + r_2)I = 8 \Rightarrow E_2 = 2V$$

$$\text{- Với } I = 3A: E_1 + E_2 = 8 \cdot 3 = 24 \Rightarrow E_2 = 18V$$

2. Đổi chỗ hai cực của nguồn E_2 thì vôn kế chỉ bao nhiêu (2 đ).

+ Khi đổi chỗ hai cực thì hai nguồn mắc xung đối

- Với $E_2 = 2V < E_1$: E_1 phát, E_2 thu, dòng điện đi ra từ cực dương của E_1

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R + r_1 + r_2} = 0,5A; U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = 6 - 3I = 4,5V$$

- Với $E_2 = 18V > E_1$: E_2 là nguồn, E_1 là máy thu

$$I = \frac{E_2 - E_1}{R + r_1 + r_2} = 1,5A; U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = R_1 I_1 + E_1 + r_1 I_1 = 6 + 3I = 10,5V$$

Câu 3:

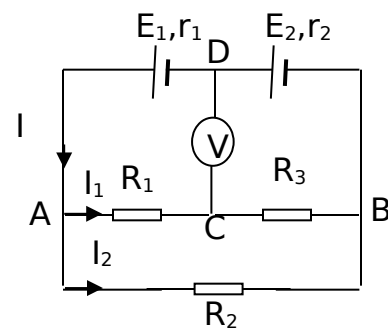
Cho mạch điện như hình vẽ 4, biết $r = 6 \Omega$, $C_1 = 7 \mu F$, $C_2 = 3 \mu F$ bá qua điện trở dây nối và điện trở $R_{MN} = R_1$, vệt đến MN cả chiều dài $MN = 30cm$.

a) Khi khóa K đóng và nối (1) với (3). Tính R_2 để công suất tỏa nhiệt trên R_2 đạt cực đại. Cho $E = 12V$.

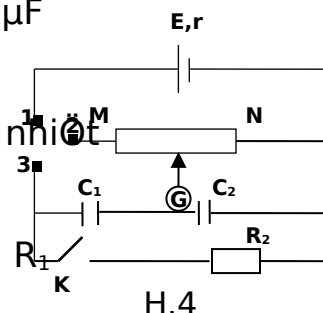
b) Nếu K mở, nối chét (1) với chét (3), rồi tháo ra sau đó nối chét (2) với (3) và đóng K thì thấy nhiệt lượng tỏa ra trên R_1 bằng $1/4$ nhiệt lượng tỏa ra trên r .

Nếu nối chét (1) với chét (2) và chét (2) với (3) thì dĩ nhiên hay mở khóa K thì công suất mạch ngoài vẫn không đổi.

Ngoài ra nếu K mở và con chày C đẩy chuyển từ $M \rightarrow N$ với vận tốc $v = 3cm/s$ thì dòng qua G là $12 \mu A$. Hãy tính E , R_1, R_2 .



H.1



H.4

a. Khi khóa K đóng và nối (1) với (3) ta có

$$P = I^2 R_2 = U^2 \cdot R_2 / (R_2 + r)^2 \dots\dots\dots$$

$$P \text{ đạt cực đại khi } (R + r)^2 / R \text{ min khi } R = r = 6 \Omega \dots\dots\dots$$

K mở và nối (1) với (3) Nhiệt lượng tỏa ra trên r là:

$$Q_r = W - W_{12} = C_{12} \cdot E^2 - \frac{C_{12} E^2}{2} = \frac{C_{12} E^2}{2} \dots\dots\dots$$

Nối (2) và (3), khóa K đóng.

$$\frac{Q_{R_2}}{Q_{R_1}} = \frac{R_1}{R_2} \text{ và } Q_{R_1} + Q_{R_2} = \frac{C_{12} E^2}{2} = Q_r \dots\dots\dots$$

$$\text{Suy ra : } R_1 = 3R_2. \quad (1)$$

V× suÊt m¹ch ngoµi kh«ng ®æi nªn ta cã. $R_1 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = r^2$ (2)

Tõ (1) vµ (2) ta cã $R_1 = 2r = 12\Omega$, $R_2 = 4\Omega$

b. K mª vµ con ch¹y C dÞch chuyªn tõ M ®Õn N th× tæng ®iªn tÝch dÞch chuyªn qua G lµ:

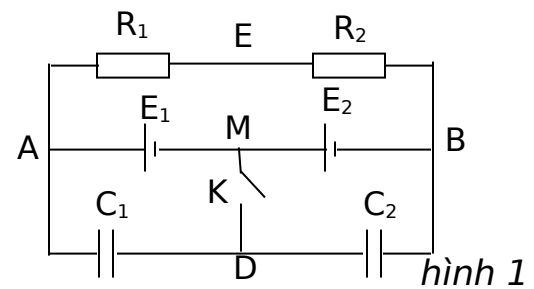
$$Q = /q_1' - q_1 / + /q_2' - q_2 / = (C_1 + C_2)U_{MN} \dots\dots\dots$$

Víi $U_{MN} = \frac{E}{R_1 + r} \cdot R_1$ DÞng ®iªn trung b×nh qua G lµ:

$$\bar{I} = \frac{Q}{t} = \frac{(C_1 + C_2)U_{MN}}{t} = \frac{U_{MN}(C_1 + C_2)}{MN} = 12\mu A \dots\dots\dots$$

Tõ ®ã suy ra : $E = 18V$

Câu 4: Cho một mạch điện như hình vẽ (hình 1). Các nguồn có suất điện động $E_1=10V$, $E_2=8V$, điện trở trong $r_1=2\Omega$, $r_2=4\Omega$. Các điện trở có giá trị $R_1=8\Omega$, $R_2=4\Omega$. Các tụ điện có điện dung $C_1=12\mu F$, $C_2=6\mu F$. Bỏ qua điện trở dây nối, đầu tiên K ngắt sau đó K đóng.



a. Tính điện tích các tụ C_1 và C_2 khi K ngắt và khi K đóng.

b. Tính hiệu điện thế giữa hai điểm D và E khi K ngắt và khi K đóng.

c. Tính số lượng electron chuyển qua khóa K khi đóng khóa K. Các electron đó chuyển theo chiều nào? Cho biết điện tích của electron là $e = -1,6 \cdot 10^{-19}C$.

Giải

a. Khi K ngắt và khi K đóng cường độ dòng điện qua mạch đều không thay đổi

$$I = \frac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + R_1 + R_2} = 1A$$

Khi K ngắt, tụ C_1 nối tiếp với tụ C_2 . điện dung tương đương của bộ tụ là $C_b = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 4\mu F$

Hiệu điện thế $U_{AB} = E_b - I(r_1 + r_2) = 12V$

Khi đó ta có điện tích của các tụ là $q_1 = q_2 = q_b = C_b \cdot U_{AB} = 48\mu F$

Khi K đóng, tụ C_1 // với nguồn E_1 , ta có điện tích của tụ : $q_1' = C_1 \cdot U_{AM}$

Với $U_{AM} = E_1 - I \cdot r_1 = 8V \rightarrow q_1' = 96\mu F$

tụ C_2 // với nguồn E_2 , ta có điện tích của tụ : $q_2' = C_2 \cdot U_{MB}$

Với $U_{MB} = E_2 - I \cdot r_2 = 4V \rightarrow q_2' = 24\mu F$

Khi K ngắt

$$\text{ta có } U_{DE} = U_{DA} + U_{AE} = \frac{-q_1}{C_1} + I \cdot R_1 = -4 + 8 = 4V$$

$$\text{b. Khi K đóng, tính tương tự } U_{DE} = U_{DA} + U_{AE} = \frac{-q_1}{C_1} + I \cdot R_1 = -8 + 8 = 0V$$

c. Khi K ngắt, tổng điện lượng trên các bản tụ nối đến điểm D là : $Q = -q_1 + q_2 = 0$

Khi K đóng, tổng điện lượng trên các bản tụ nối đến điểm D là : $Q' = -q_1' + q_2' = -72\mu F$

Theo định luật bảo toàn điện tích, điện lượng đã chuyển qua khóa K khi K đóng là $\Delta Q = |Q' - Q| = 72\mu F$

Do $Q' < Q$ nên các electron chạy qua khóa K theo chiều từ M đến D

c. Số lượng electron chạy qua khóa K:

$$N = \frac{\Delta Q}{|e|} = 45 \cdot 10^{13} \text{ hạt}$$

Câu 5:

Cho mạch điện như hình bên, các điện trở thuần đều có giá trị R . Bỏ qua điện trở của ampe kế, các dây nối và khóa K.

a. Tìm hệ thức liên hệ giữa R và r để công suất tiêu thụ ở ngoài không đổi khi K mở và khi K đóng.

b. Cho $E = 24V$ và $r = 3\Omega$. Tính số chỉ của ampe kế khi K

Giải

a. Khi K mở mạch ngoài: $[R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)] \text{ nt } R_4$

Điện trở mạch ngoài khi đó :

$$R_N = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} + R_4 = \frac{5R}{3}$$

$$\text{Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài: } P = \frac{5R}{3} \cdot \frac{E^2}{(\frac{5R}{3} + r)^2}$$

Khi K đóng mạch ngoài: $[(R_3 // R_4) \text{ nt } R_1] // R_2$.

Điện trở mạch ngoài khi đó:

$$R'_N = \frac{(R_1 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}) \cdot R_2}{R_1 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_2} = \frac{3R}{5}$$

$$\text{Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài: } P' = \frac{3R}{5} \cdot \frac{E^2}{(\frac{3R}{5} + r)^2}$$

$$\text{Theo đầu bài: } \frac{5R}{3} \cdot \frac{E^2}{(\frac{5R}{3} + r)^2} = \frac{3R}{5} \cdot \frac{E^2}{(\frac{3R}{5} + r)^2} \cdot \text{ Suy ra } \frac{(\frac{3R}{5} + r)^2}{(\frac{5R}{3} + r)^2} = \frac{3^2}{5^2} \Leftrightarrow \frac{\frac{3R}{5} + r}{\frac{5R}{3} + r} = \frac{3}{5}$$

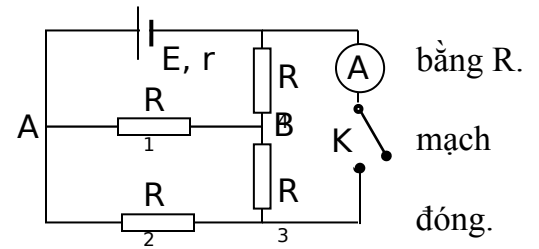
Kết quả: $R = r$

b) Khi K đóng:

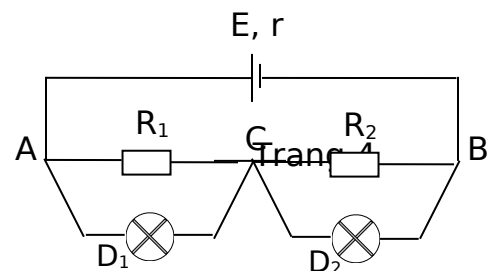
$$R'_N = \frac{3R}{5} = \frac{9}{5}; \quad I' = 5A; \quad U_{AC} = I' \cdot R' = 9V$$

$$R_{134} = \frac{3R}{2} = \frac{9}{2} \quad I_1 = \frac{U_{AC}}{R_{134}} = 2A; \quad I_3 = I_4 = \frac{I_1}{2} = 1A; \quad I_2 = \frac{U_{AC}}{R_2} = 3A;$$

Am pe kế chỉ $I_A = I_3 + I_2 = 4A$.



Câu 6:



1) Cho mạch điện như hình: $E = 15V$, $r = 2,4\Omega$;

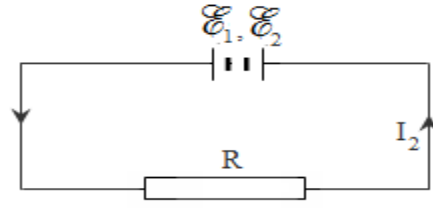
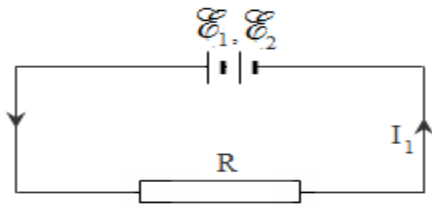
Đèn Đ_1 có ghi $6V - 3W$, đèn Đ_2 có ghi $3V - 6W$.

a) Tính R_1 và R_2 , biết rằng hai đèn đều sáng bình thường.

b) Tính công suất tiêu thụ trên R_1 và trên R_2 .

c) Có cách mắc nào khác hai đèn và hai điện trở R_1 , R_2 (với giá trị tính trong câu a) cùng với nguồn đã cho để hai đèn đó vẫn sáng bình thường?

2) Cho 2 mạch điện như hình vẽ : Nguồn điện ξ_1 có $\xi_1 = 18V$, điện trở trong $r_1 = 1\Omega$. Nguồn điện ξ_2 có suất điện động ξ_2 và điện trở trong r_2 . Cho $R = 9\Omega$; $I_1 = 2,5A$; $I_2 = 0,5A$. Xác định suất điện động ξ_2 và điện trở r_2 .



Giải

1).

A) Vì hai đèn sáng bình thường nên:

$$U_{AC}=U_1=6V; \quad U_{CB}=U_2=3V. \quad \text{Suy ra: } U_{AB}=9V$$

Áp dụng định luật Ôm, ta có cường độ dòng điện qua nguồn:

$$I = \frac{\xi - U_{AB}}{r} = \frac{15 - 9}{2,4} = 2,5A$$

Do đó: + Cường độ dòng điện qua R_1 là: $I_1 = I - I_{d1} = 2,5 - 0,5 = 2A$

Suy ra : $R_1 = 3\Omega$;

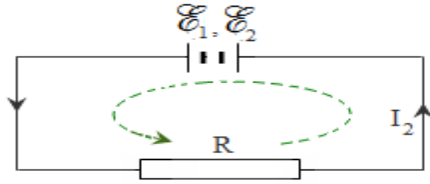
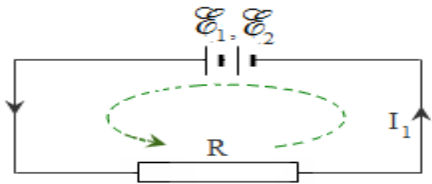
+ Cường độ dòng điện qua R_2 là: $I_2 = I - I_{d2} = 2,5 - 2 = 0,5A$

Suy ra: $R_2 = 6\Omega$;

b) $P_1 = 12W$; $P_2 = 1,5W$;

c) $(R_1 \text{ nt } \text{Đ}_2) // (\text{Đ}_1 \text{ nt } R_2)$.

2)



-Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch

$$+ \text{Mạch 1: } \xi_1 + \xi_2 = I_1(R + r_1 + r_2) \Leftrightarrow 18 + \xi_2 = 2,5(9 + 1 + r_2)$$

$$\Leftrightarrow \xi_2 = 2,5r_2 + 7 \quad (1) \quad (0,75)$$

+Mạch 2: $\xi_1 - \xi_2 = I_2(R + r_1 + r_2) \Leftrightarrow 18 - \xi_2 = 0,5(9 + 1 + r_2)$

$\Leftrightarrow \xi_2 = -0,5r_2 + 13 \quad (2) \quad (0,75)$

Từ (1) và (2) ta có : $2,5r_2 + 7 = -0,5r_2 + 13 \Leftrightarrow r_2 = 2 \Omega$. (0,5)

Thay vào (1) ta được : $\xi_2 = 2,5.2 + 7 = 12V$. (0,5)

Câu 7: Cho mạch điện (hình vẽ). Mỗi nguồn có $E = 6V$, $r = 1\Omega$,
 $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$.

a. Tính suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.

b. Tính cường độ dòng điện qua mạch ngoài.

c. Thay R_1 bằng một bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$,
 cực dương bằng đồng, điện trở của bình điện phân là $R_p = 2\Omega$.

Tính khối lượng đồng bám vào Catốt trong thời gian 965 giây. Cho $A = 64$, $n = 2$.

Giải

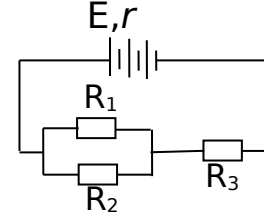
a. Tính được : $E_b = 18V$. $r_b = 3\Omega$

b. Tính được : $R_{1,2} = 1\Omega$, $R_N = 3\Omega$

Áp dụng định luật ôm cho toàn mạch . Tính được $I = 3A$

c. Ta có $R_1 = R_p = R_2$. Suy ra $I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = 1,5A$

Áp dụng : $m = \frac{A}{F} \cdot I \cdot t$. Thay số $m = 0,48g$



Câu 8: Cho mạch điện như hình vẽ 1: Biết $E = 6,9V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$, điện trở ampe kế không đáng kể, điện trở vôn kế rất lớn.

a. Các khóa K_1 , K_2 đều mở. Tìm số chỉ vôn kế?

b. Khóa K_1 mở, K_2 đóng, vôn kế chỉ 5,4 V. Tìm R_4 và hiệu điện thế giữa hai điểm A, D?

c. Các khóa K_1 , K_2 đều đóng. Tìm số chỉ của ampe kế?

d. Các khóa K_1 , K_2 đều đóng, mắc thêm điện trở R_5 song song với đoạn mạch AEB thì công suất mạch ngoài đạt giá trị cực đại. Tìm R_5 ?

Giải

a. K_1 , K_2 mở

$$R_n = R_1 + R_2 = 4\Omega$$

$$I = E/(R + r) = 1,38A$$

$$U_V = I.R_n = 5,52V$$

b. K_1 mở, K_2 đóng

$$I = (E - U_V)/r = 1,5A$$

$$U_{AC} = I.R_3 = 3V$$

$$U_{CB} = U_V - U_{AC} = 2,4V$$

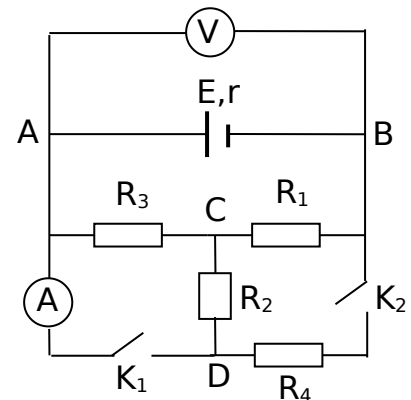
$$I_{R1} = U_{CB}/R_1 = 1,2A \rightarrow I_{R2} = I_{R4} = 0,3A$$

$$U_{R2} = I_{R2}.R_2 = 0,6V \rightarrow U_{R4} = U_{CB} - U_{R2} = 1,8V$$

$$R_4 = U_{R4}/I_{R4} = 6\Omega$$

$$U_{AD} = U_{AC} + U_{R2} = 3,6V$$

c. K_1 , K_2 đóng



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 1 \, \Omega; R_{123} = R_{23} + R_1 = 3 \, \Omega$$

$$R_n = R_{123} \cdot R_4 / (R_{123} + R_4) = 2 \, \Omega$$

$$I = E / (R_n + r) = 2,3 \, A$$

$$U_V = E - I \cdot r = 4,6 \, V$$

$$I_{R4} = U_V / R_4 = 0,77 A$$

$$I_{R1} = I - I_{R4} = 1,53 A$$

$$U_{R1} = I_{R1} \cdot R_1 = 3,06 \, V$$

$$U_{R2} = U_{R3} = U_V - U_{R1} = 1,54 \, V$$

$$I_2 = U_2 / R_2 = 0,77 A$$

$$I_A = I_{R2} + I_{R4} = 1,54 \, A$$

Câu 9: Cho mạch điện như hình 1.

Trong đó các tụ điện có điện dung: $C_1 = C_3 = 2C_0; C_2 = C_4 = C_0$.

Ban đầu mắc vào hai đầu A,B một hiệu điện thế không đổi U, sau đó tháo nguồn ra rồi mắc vào hai điểm M,N.

Hãy tính hiệu điện thế giữa A,B. Biết rằng trong cả hai lần mắc điện thế các điểm A,B,M,N thỏa mãn: $V_A > V_B; V_M > V_N$.

Giải

Khi nối vào A,B hiệu điện thế U ta có;

$$q_1 = 2C_0 U; q_2 = q_3 = q_4 = \frac{2C_0 U}{5}$$

Khi nối M,N với hiệu điện thế U gọi điện tích trên các tụ tương ứng khi đó là:

q'_1, q'_2, q'_3, q'_4 ; Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có

$$q'_1 - q'_2 = q_1 + q_2 = \frac{12C_0 U}{5}; (1).$$

$$-q'_1 + q'_4 = -(q_1 + q_4) = -\frac{12C_0 U}{5}; (2).$$

$$\frac{q'_2}{C_0} + \frac{q'_1}{2C_0} + \frac{q'_4}{C_0} = U; (3).$$

Từ (1) và (2) ta có: $q'_2 = q'_4$

thế vào (3) ta có: $4q'_2 + q'_1 = 2C_0 U; (4).$

Giải hệ (1) và (4) ta có: $q'_1 = \frac{58C_0 U}{25}$. Vậy hiệu điện thế hai đầu A,B khi đó là: $U_{AB} = \frac{q'_1}{2C_0} = \frac{29U}{25}$

