

BT Nhiệt điện từ

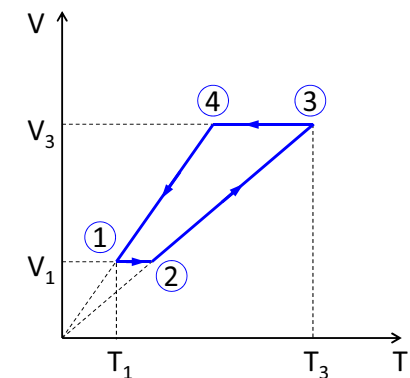
Lê Quang Nguyên
nguyenquangle59@yahoo.com

Câu 1

Một lượng khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình biến đổi như hình vẽ. Biết $T_1 = 27^\circ\text{C}$, $V_1 = 5$ lít; $T_3 = 127^\circ\text{C}$, $V_3 = 6$ lít.

Ở điều kiện chuẩn, khối khí có thể tích $V_0 = 8,19$ lít.

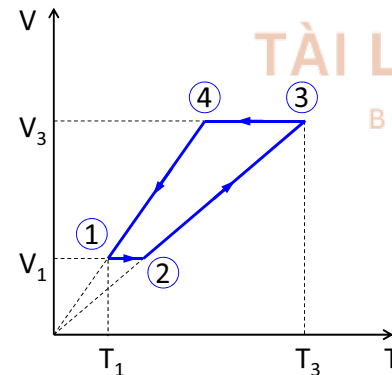
Sau mỗi chu trình biến đổi, khí sinh ra bao nhiêu công?



Trả lời câu 1-1

Quá trình 1-2 và 3-4 là đẳng tích: $W = 0$

Quá trình 2-3 và 4-1 là đẳng áp: $W = -P\Delta V$



Quá trình 2-3:

$$W_{23} = -P_3(V_3 - V_2) = -P_3(V_3 - V_1)$$

Quá trình 4-1:

$$W_{41} = -P_1(V_1 - V_4) = -P_1(V_1 - V_3)$$

Trả lời câu 1-2

$$W = (P_1 - P_3)(V_3 - V_1)$$

$$P_1 = \frac{nRT_1}{V_1}; \quad P_3 = \frac{nRT_3}{V_3}$$

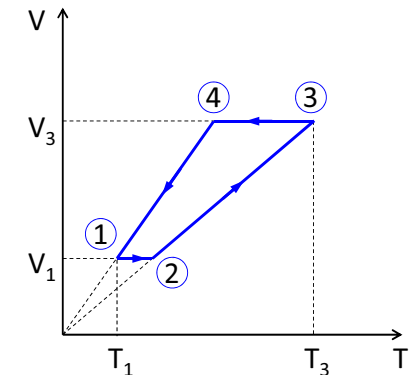
Ở điều kiện chuẩn, một mol khí có thể tích 22,4l.

8,19l ứng với:

$$n = 8,19/22,4 = 0,37 \text{ mol}$$

$$P_1 = 1,84 \times 10^5 \text{ Pa}; \quad P_3 = 2,05 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$W = -20,5 \text{ J}$$



Câu 2

Một bong bóng nhỏ chứa 5 mol hêli (đơn nguyên tử) được nhúng hoàn toàn vào trong nước. Khi nhiệt độ nước tăng thêm 20°C thì bong bóng nở ra (đẳng áp).

Nhiệt lượng Q cung cấp cho hêli là bao nhiêu trong quá trình trên.

Trả lời câu 2

Nhiệt trao đổi trong quá trình đẳng áp:

$$Q = nC_p\Delta T$$

$$C_p = C_v + R = \frac{i}{2}R + R$$

Khí đơn nguyên tử: $i = 3$

$$\Rightarrow C_p = \frac{5}{2}R$$

$$Q = 5 \times \frac{5}{2} \times 8,31 \times 20 = 2078 \text{ J}$$

Câu 2b

Độ biến thiên nội năng của hêli là bao nhiêu trong quá trình trên.

a) 1246 J

b) 3432 J

c) 5435 J

d) 4343 J

Câu 3

Tính độ biến thiên entropy của 6,5g khí hidro khi nung nóng từ nhiệt độ 27°C đến 127°C trong điều kiện **đẳng tích**.

a) 19 J/K

b) 29 J/K

c) 39 J/K

d) 49 J/K

Trả lời câu 3-1

$$dS = \frac{dQ_r}{T} \leftarrow \text{Quá trình thuận nghịch}$$

Nung nóng đẳng tích thật chậm để quá trình là thuận nghịch: $dQ = nC_V dT$

$$\Rightarrow dS = \frac{nC_V dT}{T} \quad \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_V dT}{T} = nC_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

$$\Delta S = nC_V \ln \frac{T_2}{T_1}$$

T tăng: S tăng
 T giảm: S giảm

Trả lời câu 3-2

2g hidro ứng với một mol, vậy 6,5g ứng với:
 $n = 6,5/2 = 3,25 \text{ mol}$

$$C_V = \frac{5}{2}R \quad \text{lượng nguyên tử}$$

$$\Delta S = 3,25 \times 2,5R \times \ln \frac{127 + 273}{27 + 273}$$

$$\Delta S = 19 \text{ J/K}$$

Câu 3b

Tính độ biến thiên entropy của 6.5g khí hidro khi nung nóng từ nhiệt độ 27°C đến 127°C trong điều kiện **đẳng áp**.

$$\text{a) } 27 \text{ J/K}$$

$$\text{b) } 29 \text{ J/K}$$

$$\text{c) } 39 \text{ J/K}$$

$$\text{d) } 49 \text{ J/K}$$

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

T tăng: S tăng
 T giảm: S giảm

Câu 4

Quá trình nào sau đây của một khối khí lý tưởng là quá trình tăng entropy?

a) Nung nóng đẳng tích

b) Nén đẳng áp

c) Nén đẳng nhiệt

d) Dẫn đoạn nhiệt

$$\Delta S = nC_V \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 > T_1 \Rightarrow \Delta S > 0$$

Trả lời câu 4

Quá trình đoạn nhiệt: $dQ = 0 \Rightarrow dS = dQ/T = 0$

Quá trình đẳng nhiệt: $dU = 0 \Rightarrow dQ = -dW$

$$\Rightarrow dS = \frac{dQ}{T} = -\frac{dW}{T} \quad \Delta S = -\int \frac{dW}{T} = -\frac{1}{T} \int dW$$

$$\Delta S = -\frac{W}{T} \quad \begin{array}{l} V \text{ giảm: } W > 0 \rightarrow S \text{ giảm} \\ V \text{ tăng: } W < 0 \rightarrow S \text{ tăng} \end{array}$$

Nén đẳng áp thì nhiệt độ giảm:

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} < 0$$

Câu 4b

Quá trình nào sau đây của một khí lý tưởng là quá trình giảm entropy?

- a) Nung nóng đẳng tích
- b) Dẫn đẳng áp
- c) Nén đẳng nhiệt
- d) Dẫn đoạn nhiệt

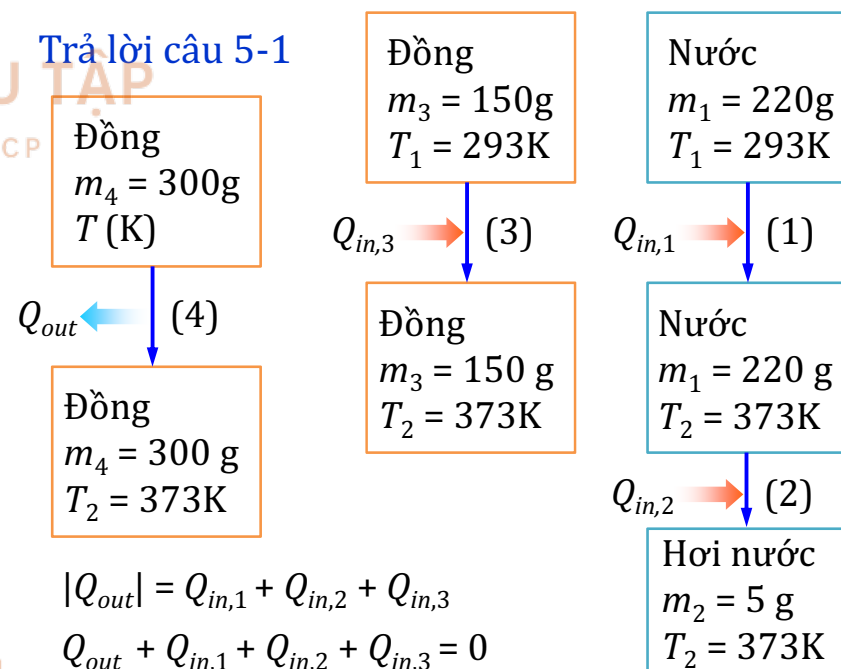
Câu 5

Một chậu bằng đồng có khối lượng 150g chứa 220g nước ở 20°C. Một thanh đồng có khối lượng 300g ở nhiệt độ cao rơi vào chậu nước, làm cho nước sôi và biến 5g nước thành hơi. Nhiệt độ cuối của hệ là 100°C.

Nhiệt độ ban đầu của thanh đồng và biến đổi entropy của hệ là bao nhiêu?

Nhiệt dung riêng của đồng và nước lần lượt là 390 J/kg.K và 4,18 J/g.K, nhiệt hóa hơi của nước là $2,3 \cdot 10^6$ J/kg.

Trả lời câu 5-1



Trả lời câu 5-2

$$Q_{out} = m_4 C_{Cu} (T_2 - T) = 117(373 - T)$$

$$Q_{in,1} = m_1 C_{H_2O} (T_2 - T_1) = 73568 J$$

$$Q_{in,2} = m_2 \lambda = 11500 J \quad \lambda: \text{nhiệt hóa hơi}$$

$$Q_{in,3} = m_3 C_{Cu} (T_2 - T_1) = 4680 J$$

$$117(373 - T) + \boxed{73568 + 11500 + 4680} = 0$$

$$\Rightarrow T = 1140 K \quad 89748$$

Trả lời câu 5-3

$$\Delta S_1 = m_1 C_{H_2O} \ln \frac{T_2}{T_1} = 222 J/K$$

$$\Delta S_2 = \frac{m_2 \lambda}{T_2} = 30,8 J/K \quad \Delta S_2 = \int \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T_2} \int dQ = \frac{Q_2}{T_2}$$

$$\Delta S_3 = m_3 C_{Cu} \ln \frac{T_2}{T_1} = 14,1 J/K$$

$$\Delta S_4 = m_4 C_{Cu} \ln \frac{T_2}{T} = -131 J/K$$

$$\Delta S = 136 J/K$$

Khi hóa hơi
nhiệt độ không
đổi (373K)

Câu 6

Cho hai vỏ kim loại hình trụ đồng trục bán kính a và b ($a < b$). Hiệu thế giữa chúng là U . Điện trường ở mặt vỏ trụ bên trong là:

$$a) E = \frac{2k\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{U}{2k \ln(b/a)}$$

$$b) E = \frac{k\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{U}{2k \ln(b/a)}$$

$$c) E = \frac{2k\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{U}{2 \ln(b/a)}$$

$$d) E = \frac{2k\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{U}{k \ln(b/a)}$$

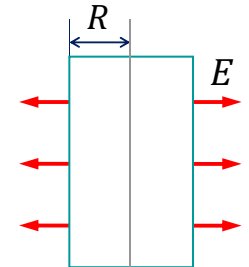
Vỏ trụ và hình trụ dài vô hạn

Vỏ trụ mật
độ điện dài
 λ

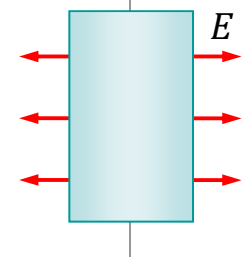
$$E = \begin{cases} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} & r \geq R \\ 0 & r < R \end{cases}$$

Hình trụ
đặc mật độ
điện dài λ ,
mật độ
điện khối ρ

$$E = \begin{cases} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} & r \geq R \\ \frac{\rho}{2\epsilon_0} r & r < R \end{cases}$$



Nhìn ngang



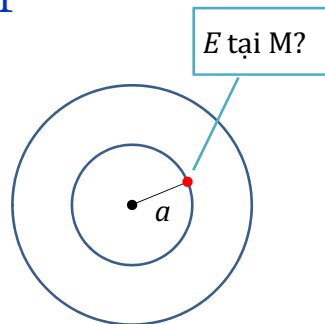
Trả lời câu 6-1

\vec{E}_M = tổng điện trường do hai vỏ trụ tạo ra tại M

Điện trường do vỏ trụ bên ngoài tạo ra tại M nằm **bên trong nó** thì bằng không.

\vec{E}_M = điện trường do vỏ trụ bên trong tạo ra tại M

$$E = \frac{2k\lambda}{a} \quad \lambda: \text{mật độ điện dài trên vỏ trụ}$$



Trả lời câu 6-2

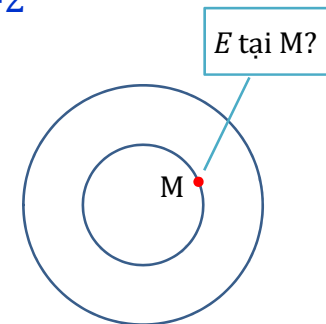
Điện dung của tụ điện trụ chiều dài l :

$$C = \frac{l}{2k \ln(b/a)} = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\lambda l}{U}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{U}{2k \ln(b/a)}$$

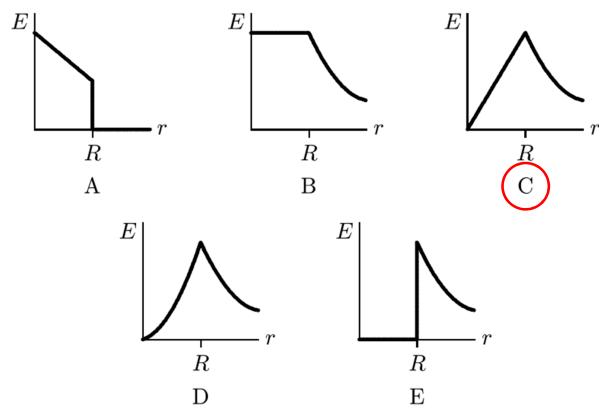
Câu trả lời đúng là a)

$$a) E = \frac{2k\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{U}{2k \ln(b/a)}$$



Câu 7

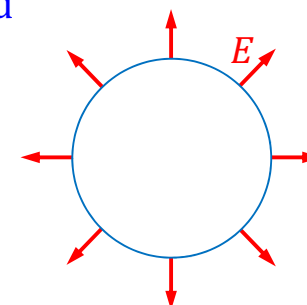
Đồ thị nào thể hiện mối quan hệ giữa điện trường E với khoảng cách r tính từ tâm của một **quả cầu cách điện** bán kính R tích điện đều trong thể tích.



Vỏ cầu và quả cầu tích điện đều

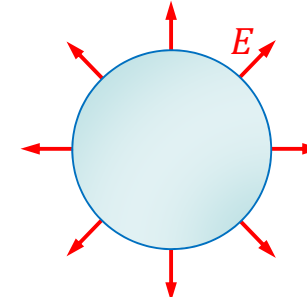
Vỏ cầu điện tích Q

$$E = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} & r \geq R \\ 0 & r < R \end{cases}$$



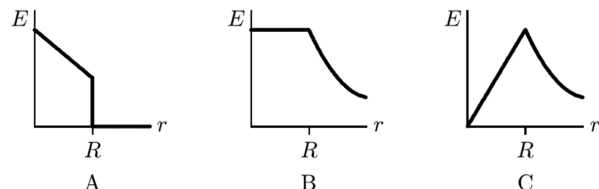
Quả cầu đặc điện tích Q , mật độ ρ

$$E = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} & r \geq R \\ \frac{\rho}{3\epsilon_0} r & r < R \end{cases}$$

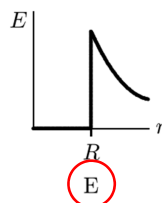


Câu 7b

Đồ thị nào thể hiện mối quan hệ giữa điện trường E với khoảng cách r tính từ tâm của một **quả cầu kim loại** tích điện đều bán kính R .

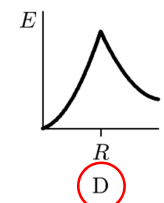
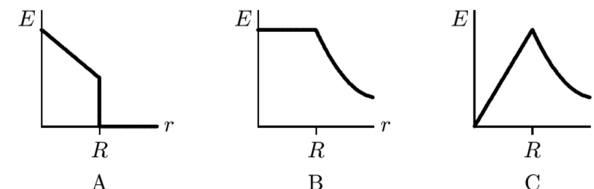


Vật dẫn chỉ tích điện ở mặt ngoài \rightarrow tương đương vỏ cầu tích điện.



Câu 7c

Đồ thị nào thể hiện mối quan hệ giữa điện trường E với khoảng cách r tính từ tâm của một quả cầu bán kính R tích điện với **mật độ khối tăng theo r** .



ρ tăng theo $r \rightarrow E$ trong quả cầu tăng theo r^2 , còn ở ngoài vẫn như của điện tích điểm.

Câu 8

Một vỏ cầu dẫn điện, điện tích Q , bán kính trong R_1 và bán kính ngoài R_2 . Một điện tích điểm q được đặt tại tâm của vỏ cầu. Tính điện trường tại một điểm cách tâm một khoảng r ($r < R_1$).

- a) $E = 0$
- b) $E = kQ/r^2$
- c) $E = kq/r^2$ (Circled in red)
- d) $E = k(q + Q)/r^2$

Trả lời câu 8

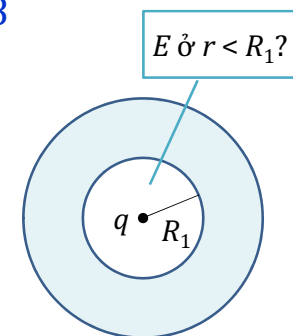
\vec{E} = tổng điện trường do vỏ cầu và điện tích điểm q

Điện trường do vỏ cầu tạo ra **bên trong nó** thì bằng không.

\vec{E} = điện trường do điện tích điểm q tạo ra.

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

r : khoảng cách tới tâm



Câu 8b

Một vỏ cầu dẫn điện, điện tích Q , bán kính trong R_1 và bán kính ngoài R_2 . Một điện tích điểm q được đặt tại tâm của vỏ cầu. Tính điện trường tại một điểm cách tâm một khoảng r ($r > R_2$).

- a) $E = 0$
- b) $E = kQ/r^2$
- c) $E = kq/r^2$
- d) $E = k(q + Q)/r^2$

Câu 8c

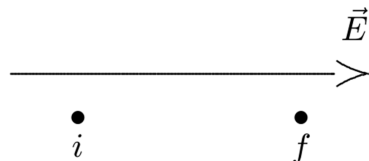
Một vỏ cầu dẫn điện, điện tích Q , bán kính trong R_1 và bán kính ngoài R_2 . Một điện tích điểm q được đặt tại tâm của vỏ cầu. Tính điện trường tại một điểm **trong vật dẫn**, cách tâm một khoảng r .

- a) $E = 0$
- b) $E = kQ/r^2$
- c) $E = kq/r^2$
- d) $E = k(q + Q)/r^2$

Câu 9

Một electron di chuyển từ i đến f theo hướng của điện trường đều E . Gọi W là công thực hiện bởi lực điện trường, U là thế năng của hệ electron – điện trường. Chọn phát biểu đúng.

- a) $W > 0$ và U tăng
- b) $W < 0$ và U tăng
- c) $W > 0$ và U giảm
- d) $W < 0$ và U giảm



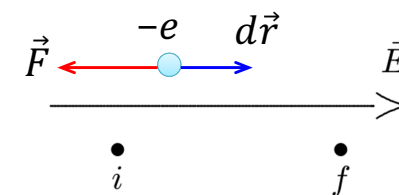
Trả lời câu 9

Lực ngược chiều dịch chuyển: $W < 0$

Lực thế: $W = -\Delta U$

$\rightarrow \Delta U > 0$

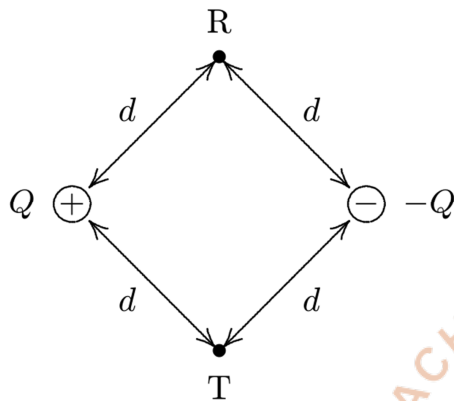
a) $W < 0$ và U tăng



Câu 10

Xét hệ như hình vẽ. Công thức hiện khi đưa điện tích điểm $-q$ từ R đến T là:

- a) $W = 0$
- b) $W = \frac{kqQ}{d^2}$
- c) $W = \frac{kqQ}{d}$
- d) $W = \frac{kqQ}{d\sqrt{2}}$



Trả lời câu 10

Thế năng tĩnh điện lúc đầu:

$$U_1 = -k \frac{Qq}{d} + k \frac{Qq}{d} - k \frac{Q^2}{d\sqrt{2}} = -k \frac{Q^2}{d\sqrt{2}}$$

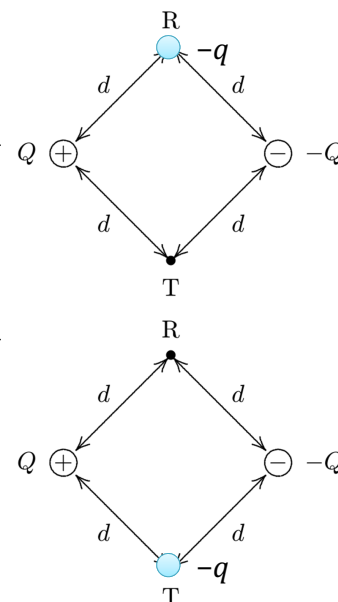
Thế năng tĩnh điện lúc sau:

$$U_2 = -k \frac{Qq}{d} + k \frac{Qq}{d} - k \frac{Q^2}{d\sqrt{2}} = -k \frac{Q^2}{d\sqrt{2}}$$

Công thức hiện:

$$W = \Delta U = 0$$

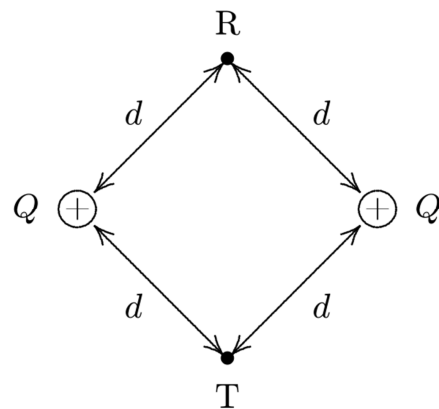
$$a) W = 0$$



Câu 10b

Xét hệ như hình vẽ. Công thức hiện khi đưa điện tích điểm q từ R đến T là:

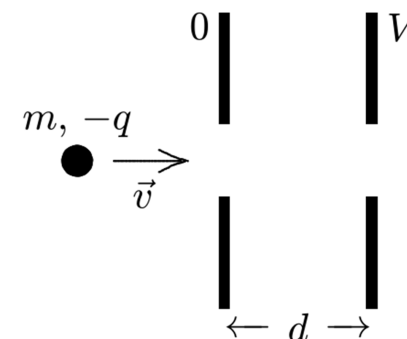
- a) $W = 0$
- b) $W = \frac{kqQ}{d^2}$
- c) $W = \frac{kqQ}{d}$
- d) $W = \frac{kqQ}{d\sqrt{2}}$



Câu 11

Một hạt khối lượng m , điện tích $-q$ được phóng với vận tốc v vào vùng giữa hai bản song song có hiệu thế V . Độ biến thiên động năng của hạt khi qua vùng này là:

- a) $-qV/d$
- b) $2qV/mv^2$
- c) qV
- d) $mv^2/2$



Trả lời câu 11

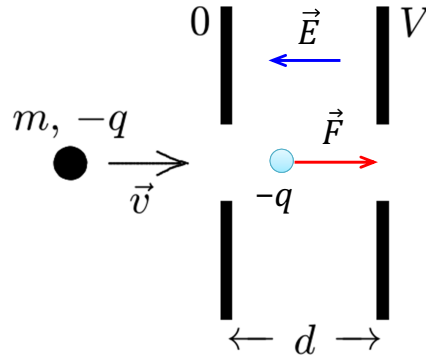
Định lý cơ năng:

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$\Delta U = -q\Delta V = -qV$$

$$\rightarrow \Delta K = qV$$

c) qV



Câu 12

Xét điện trường hướng về phía dương của trục x và có độ lớn cho bởi $E = Cx^2$, với C là hằng số. Điện thế V có dạng:

a) $V = 2Cx$

b) $V = -2Cx$

c) $V = Cx^3/3$

d) $V = -Cx^3/3$

Trả lời câu 12

$$V_M = \int_M^P \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad P: \text{gốc điện thế}$$

$$V(x) = \int_x^0 E_x dx \quad x = 0: \text{gốc điện thế}$$

$$V(x) = C \int_x^0 x^2 dx = -C \frac{x^3}{3}$$

d) $V = -Cx^3/3$