

PHƯƠNG PHÁP 15

Phương pháp mối quan hệ giữa các đại lượng

I. CƠ SỞ CỦA PHƯƠNG PHÁP

Để làm được các bài tập về mối liên quan giữa các đại lượng ở dạng khái quát đòi hỏi các em học sinh phải nắm chắc các kiến thức cơ bản theo cả hai chiều từ cụ thể tới tổng quát và ngược lại từ tổng quát tới cụ thể. Các vấn đề về kiến thức phục vụ phương pháp này cần phải hiểu kỹ bản chất một cách đầy đủ.

Chú ý: Phương pháp này bao hàm kiến thức rất rộng cả ở ba khối (lớp 10, 11 và 12) nên cần phải nắm chắc đầy đủ kiến thức cơ bản mới có thể tư duy và vận dụng tốt được.

II. CÁC DẠNG BÀI TẬP THƯỜNG GẶP

Ví dụ 1 : Hỗn hợp X có một số ankan. Đốt cháy 0,05 mol hỗn hợp X thu được a mol CO₂ và b mol H₂O

Kết luận nào sau đây là đúng ?

A. $a = b$.

B. $a = b - 0,02$.

C. $a = b - 0,05$.

D. $a = b - 0,07$.

Giải:

Khi đốt cháy các ankan ta có:

$$\text{Số mol các ankan} = \text{Số mol H}_2\text{O} - \text{Số mol CO}_2$$

$$0,05 = b - a \rightarrow a = b - 0,05$$

\Rightarrow Đáp án C

Ví dụ 2: Tỷ lệ thể tích CO₂ và hơi nước (T) biến đổi trong khoảng nào khi đốt cháy hoàn toàn các ankin ?

A. $1 < T \leq 2$.

B. $1 \leq T < 1,5$.

C. $0,5 < T \leq 1$.

D. $1 < T < 1,5$.

Giải:



Điều kiện: $n \geq 2$ và $n \in \mathbb{N}$

$$T = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{n}{n-1}$$

$$1 < T = \frac{n}{n-1} = 1 + \frac{1}{n-1} \leq 2 \text{ vì } n \geq 2$$

Vậy $1 < T \leq 2$.

\Rightarrow Đáp án A.

Ví dụ 3: Công thức phân tử của một ancol X là $C_nH_mO_x$. Để cho X là ancol no, mạch hở thì m phải có giá trị là:

A. $m = 2n$.

B. $m = 2n + 2$.

C. $m = 2n - 1$.

D. $m = 2n + 1$.

Giải:

Theo phương pháp đồng nhất hệ số: Công thức tổng quát của ancol no là $C_nH_{2n+2x}(OH)_x$ hay $C_nH_{2n+2}O_x$.
Vậy $m = 2n + 2$.

⇒ Đáp án B.

Ví dụ 4: Trộn dung dịch chứa a mol $AlCl_3$ với dung dịch chứa b mol NaOH. Để thu được kết tủa thì cần có tỉ lệ:

A. $a : b = 1 : 4$.

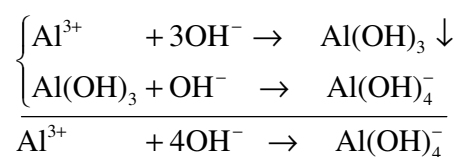
B. $a : b < 1 : 4$

C. $a : b = 1 : 5$.

D. $a : b > 1 : 4$.

Giải:

Trộn a mol $AlCl_3$ với b mol NaOH để thu được kết tủa thì:

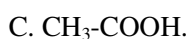
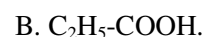


a 4a mol

Để kết tủa tan hoàn toàn thì $\frac{n_{OH^-}}{n_{Al^{3+}}} \geq 4 \rightarrow \frac{b}{a} \geq 4$.

Vậy để có kết tủa thì $\frac{b}{a} < 4 \Rightarrow a : b > 1 : 4 \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 5: Đốt cháy hoàn toàn a mol axit hữu cơ Y được 2a mol CO_2 . Mặt khác, để trung hòa a mol Y cần vừa đủ 2a mol NaOH. Công thức cấu tạo thu gọn của Y là:



Giải:

Đốt a mol axit hữu cơ Y được 2a mol $CO_2 \rightarrow$ axit hữu cơ Y có 2 nguyên tử C trong phân tử.

Trung hòa a mol axit hữu cơ Y cần dùng đủ 2a mol NaOH \rightarrow axit hữu cơ Y có 2 nhóm chức cacboxyl ($COOH$).

→ Công thức cấu tạo thu gọi của Y là $\text{HOOC-COOH} \Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 6: Dung dịch HCl và dung dịch CH_3COOH có cùng nồng độ mol/l. Giá trị pH của hai dung dịch tương ứng là x và y. Quan hệ giữa x và y là (giả thiết, cứ 100 phân tử CH_3COOH thì có 1 phân tử điện li)

A. $y = 100x$.

B. $y = 2x$.

C. $y = x - 2$.

D. $y = x + 2$.

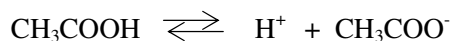
Giải:

$$\text{pH}_{\text{HCl}} = x \rightarrow [\text{H}^+]_{\text{HCl}} = 10^{-x}$$

$$\text{pH}_{\text{CH}_3\text{COOH}} = y \rightarrow [\text{H}^+]_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-y}$$



$$10^{-x} \leftarrow 10^{-x} \text{ M}$$



$$100 \cdot 10^{-y} \leftarrow 10^{-y} \text{ M}$$

Mặt khác: $[\text{HCl}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]$

$$\Rightarrow 10^{-x} = 100 \cdot 10^{-y} \rightarrow y = x + 2$$

\Rightarrow Đáp án D.

Ví dụ 7: Để thu lấy Ag tinh khiết từ hỗn hợp X (gồm a mol Al_2O_3 , b mol CuO, c mol Ag_2O), người ta hòa tan X bởi dung dịch chứa $(6a + 2b + 2c)$ mol HNO_3 được dung dịch Y, sau đó cần thêm (giả thiết hiệu suất các phản ứng đều là 100%)

A. c mol bột Al vào Y.

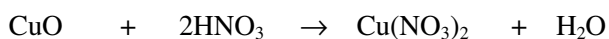
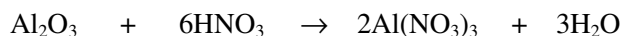
B. c mol bột Cu vào Y.

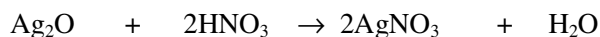
C. 2c mol bột Al vào Y.

D. 2c mol bột Cu vào Y.

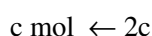
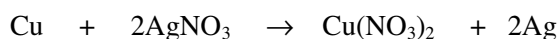
Giải:

Hòa tan hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3





Dung dịch HNO_3 vừa đủ. Dung dịch Y gồm $2a \text{ mol Al(NO}_3)_3$, $b \text{ mol Cu(NO}_3)_2$, $2c \text{ mol AgNO}_3$. Để thu Ag tinh khiết cần cho thêm kim loại Cu vào phương trình



Vậy cần $c \text{ mol}$ bột Cu vào dung dịch Y \Rightarrow Đáp án B.

Ví dụ 8: Đốt cháy hoàn toàn $a \text{ mol}$ một anđehit X (mạch hở) tạo ra $b \text{ mol CO}_2$ và $c \text{ mol H}_2\text{O}$ (biết $b = a + c$). Trong phản ứng tráng gương, một phân tử X chỉ cho 2 electron. X thuộc dãy đồng đẳng anđehit

A. no, đơn chức.

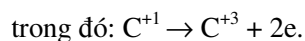
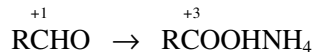
B. không no có hai nối đôi, đơn chức.

C. không no có một nối đôi, đơn chức.

D. no, hai chức.

Giải:

Trong phản ứng tráng gương một anđehit X chỉ cho $2e \Rightarrow$ X là anđehit đơn chức bởi vì:



Một chất hữu cơ khi cháy cho: $n_X = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2\text{O}}$

\Rightarrow Chất đó có 2 liên kết π : 1 ở nhóm chức CHO và 1 liên kết π ở mạch C.

\Rightarrow Đáp án C.

Ví dụ 9: Một dung dịch hỗn hợp chứa $a \text{ mol NaAlO}_2$ và $a \text{ mol NaOH}$ tác dụng với 1 dung dịch chứa $b \text{ mol HCl}$. Điều kiện để thu được kết tủa sau phản ứng là:

A. $a = b$.

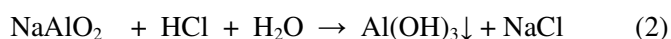
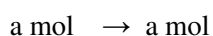
B. $a = 2b$.

C. $b = 5a$.

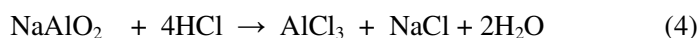
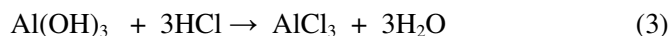
D. $a < b < 5a$.

Giải:

Phương trình phản ứng:



Phương pháp 15: Mối quan hệ giữa các đại lượng - TaiLieuLuyenThi.Net



$$a \text{ mol} \rightarrow 4a \text{ mol}$$

Điều kiện để không có kết tủa khi $n_{\text{HCl}} \geq 4n_{\text{NaAlO}_2} + n_{\text{NaOH}} = 5a$. Vậy suy ra điều kiện để có kết tủa:

$$n_{\text{NaOH}} < n_{\text{HCl}} < 4n_{\text{NaAlO}_2} + n_{\text{NaOH}}$$

$$\Rightarrow a < b < 5a$$

\Rightarrow Đáp án D.

Ví dụ 10: Dung dịch chứa a mol NaOH tác dụng với dung dịch chứa b mol H_3PO_4 sinh ra hỗn hợp Na_2HPO_4

+ Na_3PO_4 . Tỉ số $\frac{a}{b}$ là:

A. $1 < \frac{a}{b} < 2$

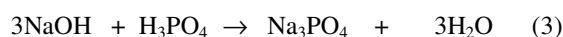
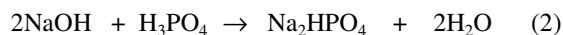
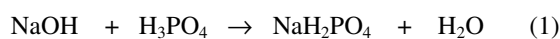
B. $\frac{a}{b} \geq 3$

C. $2 < \frac{a}{b} < 3$

D. $\frac{a}{b} \geq 1$

Giải:

Các phương trình phản ứng :



Ta có: $n_{\text{NaOH}} = a \text{ mol}$, $n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = b \text{ mol}$

Để thu được hỗn hợp muối $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$ thì phản ứng xảy ra ở cả 2 phương trình (2) và (3), do đó:

$$2 < \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{H}_3\text{PO}_4}} < 3 \quad \text{Tức là:} \quad 2 < \frac{a}{b} < 3$$

\Rightarrow Đáp án C.

Ví dụ 11: Hỗn hợp X gồm Na và Al.

- Thí nghiệm 1: Nếu cho m gam X tác dụng với H_2O dư thì thu được V_1 lít H_2 .

- Thí nghiệm 2: Nếu cho m gam X tác dụng với dung dịch NaOH dư thì thu được V_2 lít H_2 .

Các khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V_1 và V_2 là:

Phương pháp 15: Mối quan hệ giữa các đại lượng - TaiLieuLuyenThi.Net

A. $V_1 = V_2$.

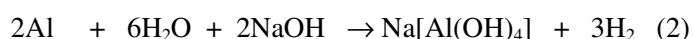
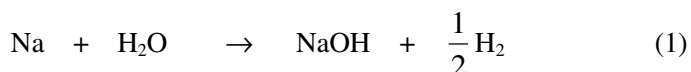
B. $V_1 > V_2$.

C. $V_1 < V_2$.

D. $V_1 \leq V_2$.

Giải:

Các phương trình phản ứng khi hòa tan hỗn hợp Na và Al với H_2O và với dung dịch NaOH dư:



Đặt số mol Na và Al ban đầu lần lượt là x và y mol.

Thí nghiệm 1: $x \geq y \rightarrow n_{NaOH}$ vừa đủ hoặc dư khi hòa tan Al \rightarrow cả 2 thí nghiệm cùng tạo thành

$$\left(\frac{x}{2} + \frac{3x}{2}\right) \text{ mol } H_2 \Rightarrow V_1 = V_2$$

Thí nghiệm 2: $x < y \rightarrow$ Trong TN1 (1) Al dư, TN2 (2) Al tan hết $\rightarrow n_{H_2(TN2)} > n_{H_2(TN1)}$

$$\Rightarrow V_2 > V_1$$

Như vậy $\forall (x, y > 0)$ thì $V_1 \leq V_2$

\Rightarrow Đáp án D.

Ví dụ 12: Một bình kín chứa V lít NH_3 và V' lít O_2 ở cùng điều kiện. Nung nóng bình có xúc tác NH_3 chuyển hết thành NO, sau đó NO chuyển hết thành NO_2 . NO_2 và lượng O_2 còn lại trong bình hấp thụ vừa vặn hết trong nước thành dung dịch HNO_3 . Tỉ số V':V là:

A. 1

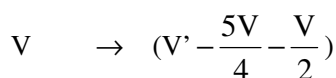
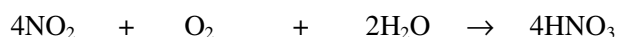
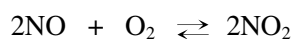
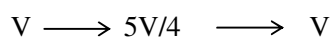
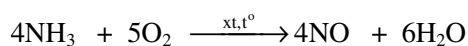
B. 2

C. 3

D. 4

Giải:

Các phương trình phản ứng:



$$\Rightarrow V = 4 \left(V' - \frac{5V}{4} - \frac{V}{2} \right) \rightarrow \frac{V'}{V} = 2 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Ví dụ 13: Chất X có phân tử khối là M. Một dung dịch chất X có nồng độ a mol/l, khối lượng riêng D g/ml. Nồng độ C% của dung dịch X là:

A. $\frac{a.M}{10D}$ B. $\frac{D.M}{10a}$ C. $\frac{10a}{M.D}$ D. $\frac{a.M}{1000D}$

Giải:

Xét 1 lít dung dịch chất X:

$$\Rightarrow n_X = a \text{ mol} \rightarrow m_X = a.M \Rightarrow m_{ddX} = \frac{a.M.100}{C\%} = 1000D$$

\Rightarrow Đáp án A.

Ví dụ 14: Thực hiện 2 thí nghiệm:

1. Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch HNO₃ 1M thoát ra V₁ lít NO.
2. Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch chứa HNO₃ 1M và H₂SO₄ 0,5M thoát ra V₂ lít NO.

Biết NO là sản phẩm khử duy nhất, các thể tích khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V₁ và V₂ là:

A. V₁ = V₂ B. V₂ = 2V₁ C. V₂ = 2,5V₁ D. V₂ = 1,5V₁

Giải:

$$\text{TN1: } \begin{cases} n_{\text{Cu}} = \frac{3,84}{64} = 0,06 \text{ mol} \\ n_{\text{HNO}_3} = 0,08 \text{ mol} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}^+} = 0,08 \text{ mol} \\ n_{\text{NO}_3^-} = 0,08 \text{ mol} \end{cases}$$



Đầu bài: 0,06 0,08 0,08

Phản ứng: 0,03 ← 0,08 → 0,02 → 0,02 mol

\Rightarrow V₁ tương ứng với 0,02 mol NO.

TN2: n_{Cu} = 0,06 mol; n_{HNO₃} = 0,08 mol; n_{H₂SO₄} = 0,04 mol.

\Rightarrow Tổng n_{H⁺} = 0,16 mol; n_{NO₃⁻} = 0,08 mol

Phương pháp 15: Mối quan hệ giữa các đại lượng - TaiLieuLuyenThi.Net



Đầu bài: 0,06 0,16 0,08

Phản ứng: 0,06 \leftarrow 0,16 \rightarrow 0,04 \rightarrow 0,04 mol

$\Rightarrow V_2$ tương ứng với 0,04 mol NO \Rightarrow Như vậy $V_2 = 2V_1 \Rightarrow$ Đáp án B.

Nhẩm nhanh: Lượng Cu không đổi, lượng NO_3^- không đổi mà lượng H^+ tăng gấp đôi và vừa đủ $\rightarrow V_2 = 2V_1 \Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 15: Cho từ từ dung dịch chứa a mol HCl vào dung dịch chứa b mol Na_2CO_3 đồng thời khuấy đều, thu được V lít khí (ở đktc) và dung dịch X. Khi cho dư nước vôi trong vào dung dịch X thấy có xuất hiện kết tủa. Biểu thức liên hệ giữa V với a, b là:

A. $V = 22,4(a - b)$

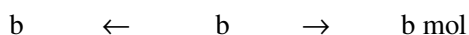
B. $V = 11,2(a - b)$

C. $V = 11,2(a + b)$

D. $V = 22,4(a + b)$

Giải:

Cho từ từ dung dịch HCl vào dung dịch Na_2CO_3 , ta có phương trình:



Dung dịch X chứa NaHCO_3 dư, do đó HCl tham gia phản ứng hết,



Vậy: $V = 22,4(a - b) \Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 16 : Clo hoá PVC thu được một polime chứa 63,96% clo về khối lượng, trung bình 1 phân tử clo phản ứng với k mắt xích trong mạch PVC. Giá trị của k là

A. 3.

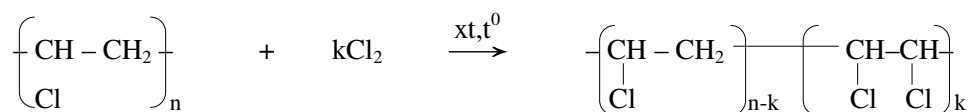
B. 6.

C. 4.

D. 5.

Giải:

Một phân tử Clo phản ứng với k mắt xích trong mạch PVC theo phương trình:



Do $\%m_{Cl} = 63,96\%$

$\Rightarrow \%m_{C,H \text{ còn lại}} = 36,04\%$.

$$\text{Vậy } \frac{35,5 \cdot (n - k) + 35,5 \cdot 2 \cdot k}{27 \cdot (n - k) + 26 \cdot k} = \frac{63,96}{36,04} \Rightarrow \frac{n}{k} = 3$$

\Rightarrow Đáp án A.

Ví dụ 17 : Điện phân dung dịch chứa a mol CuSO_4 và b mol NaCl (với điện cực 1 trơ có màng ngăn xốp). Để dung dịch sau điện phân làm phenolphthalein chuyển sang màu hồng thì điều kiện của a và b là (biết ion SO_4^{2-} không bị điện phân trong dung dịch)

A. $b > 2a$.

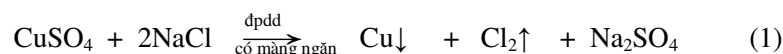
B. $b = 2a$.

C. $b < 2a$.

D. $2b - a$.

Giải:

Phương trình điện phân dung dịch



Dung dịch sau điện phân làm phenolphthalein chuyển sang màu hồng \rightarrow sau phản ứng (1) thì dung dịch NaCl còn dư và tiếp tục bị điện phân theo phương trình



Vậy: $b > 2a \Rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập tự luyện:

Câu 1 : Dung dịch X có a mol NH_4^+ , b mol Mg^{2+} , c mol SO_4^{2-} Và b mol HCO_3^- . Biểu thức nào hiệu thị sẽ liên quan giữa a, b, c, d sau đây là đúng ?

A. $a + 2b = c + d$.

B. $A + 2b = 2c + d$.

C. $a + b = 2c + d$.

D. $a + b = c + d$.

Câu 2 : Cho a mol Fe vào dung dịch chứa b mol dung dịch AgNO_3 . a và b có quan hệ như thế nào để thu được dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ duy nhất sau phản ứng ?

A. $b = 2a$.

B. $b \geq a$.

C. $b = 3a$.

D. $b \geq a$.

Câu 3 : Dung dịch X chứa các ion Na^+ : a mol; HCO_3^- : b mol; CO_3^{2-} : c mol; SO_4^{2-} : d mol. Để tạo ra kết tủa lớn nhất người ta dùng 100ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ nồng độ x mol/l. Biểu thức xác định x theo a và b là

A. $x = a + b$.

B. $x = a - b$.

C. $x = \frac{a + b}{0,2}$

D. $x = \frac{a + b}{0,1}$

Câu 4 : Dung dịch X chứa a mol NaAlO_2 Khi thêm vào dung dịch X b mol hoặc 2b mol dung dịch HCl thì lượng kết tủa sinh ra đều như nhau. Tỉ số $\frac{a}{b}$ có giá trị bằng:

- A. 1. B. 1,25. C. 1,5. D. 1,75.

Câu 5 : Oxi hoá một lượng Fe thành hỗn hợp X gồm FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ cần a mol Oxi. Khử hoàn toàn hỗn hợp X thành Fe cần b mol Al. Tỉ số $\frac{a}{b}$ có giá trị bằng

- A. 0,75. B. 1. C. 1,25. D. 1,5.

Câu 6 : Có một lượng andehit HCHO được chia làm 2 phần bằng nhau mỗi phần chứa a mol HCHO.

- Phần 1: Cho tác dụng với dung dịch AgNO₃/NH₃ thu được m gam Ag.
- Phần 2: Oxi hoá bằng oxi thành HCOOH với hiệu suất 40% thu được dung dịch X. Cho X tác

dụng với dung dịch AgNO₃/NH₃ thu được m' gam Ag. Tỉ số $\frac{m'}{m}$ có giá trị bằng

- A. 0,2. B. 0,4. C. 0,6. D. 0,8.

Câu 7 : X là axit chứa ba nguyên tử cacbon trong phân tử. Cho 0,015 mol X tác dụng với dung dịch chứa a mol Ba(OH)₂ thu được dung dịch Y. Người ta nhận thấy :

Nếu a = 0,01 mol thì dung dịch Y làm đồ quỳ tím.

Nếu a = 0,02 mol thì dung dịch Y làm xanh quỳ tím. Công thức cấu tạo của Y là

- A. CH₃-CH₂-COOH. B. CH₂=CH-COOH.
C. CH≡C-COOH. D. HOOC-CH₂-COOH.

Câu 8 : Có 2 axit hữu cơ no : (Y) là axit đơn chức và (Z) là axit đa chức. Hỗn hợp (X) chứa x mol (Y) và y mol (Z). Đốt cháy hoàn toàn (X) thì thu được 11,2 lít CO₂ (đktc). Cho x + y = 0,3 và M_Y < M_Z. Vậy công thức cấu tạo của (Y) là

- A. CH₃COOH. B. C₂H₅COOH. C. HCOOH. D. C₃H₇COOH.

Câu 9 : Hỗn hợp X gồm Al và Fe₂O₃ có khối lượng trung bình là \overline{M}_X . Tiến thành phản ứng nhiệt nhôm, sau một thời gian thu được hỗn hợp Y có phân tử khối trung bình là \overline{M}_Y . Quan hệ giữa \overline{M}_X và \overline{M}_Y là

- A. $\overline{M}_X = \overline{M}_Y$ B. $\overline{M}_X > \overline{M}_Y$ C. $\overline{M}_X < \overline{M}_Y$ D. $\overline{M}_X \geq \overline{M}_Y$

Câu 10 : Khử hoàn toàn một lượng oxit sắt cần V lít H₂. Hoà tan hoàn toàn lượng sắt sinh ra ở trên trong dung dịch HCl thấy tạo ra V' lít H₂. Biết V > V' (các khí đo ở cùng điều kiện). Công thức oxit sắt là

- A. Fe₂O₃ B. FeO. C. Fe₃O₄. D. Fe₂O₃ hoặc Fe₃O₄

ĐÁP ÁN

1B 2C 3C 4B 5A 6D 7D 8C 9A 10D