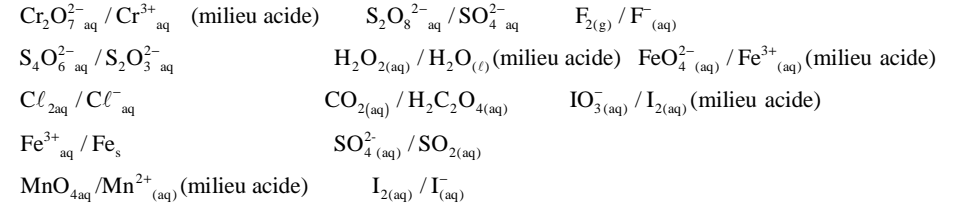


سلسلة الكيمياء 1

التحولات السريعة والتحولات البطيئة
العوامل الحركية

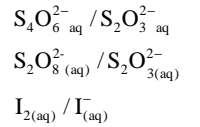
التمرين 1

أكتب نصف معادلة الأكسدة - اختزال المقرونة بكل مزدوجة من المزدوجات التالية ، مع تحديد النوع المؤكسد والنوع المختزل .



التمرين 2

نعتبر المزدوجات مختزل /مؤكسد التالية :



- 1 - نصب محلولاً مائياً لثنائي اليود لونه أسمر في محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم (لا لون له) . أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل وفسر الاختفاء الملاحظ للون .
- 2 - نصب محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم (لا لون له) في محلول يودور البوتاسيوم ل لون له . أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل . ماذا نلاحظ ؟

التمرين 3

لدراسة تأثير تراكيز المتفاعلات في تفاعل بين أيونات اليودور والماء الأوكسيجيني في وسط حمضي ، نحضر الخليطين :

الخليط (1) مكون من الماء الأوكسيجيني تركيزه $C_1 = 0.5 \text{ mol/l}$ وحجمه $V_1 = 10 \text{ ml}$ ومحلول يودور البوتاسيوم المحمض تركيزه $C'_1 = 1 \text{ mol/l}$ ، وحجمه $V'_1 = 20 \text{ ml}$.

الخليط (2) مكون من الماء الأوكسيجيني تركيزه $C_2 = 0.5 \text{ mol/l}$ وحجمه $V_2 = 10 \text{ ml}$ ومحلول يودور البوتاسيوم المحمض تركيزه $C'_2 = 0.5 \text{ mol/l}$ ، وحجمه $V'_2 = 20 \text{ ml}$.

نلاحظ ظهور لون بني في الخليطين خلال الزمن ، وذلك بطريقة أسرع في الخليط الأول .

- 1 - أكتب معادلة التفاعل أكسدة - اختزال الحاصل في كل خليط .
 - 2 - أحسب التراكيز البدئية للمتفاعلات في كل خليط .
 - 3 - فسر الملاحظات التجريبية
 - 4 - ماذا يحدث إذا أضفنا الماء المثلج للخليط في لحظة معينة ؟
- المزدوجتان مختزل /مؤكسد المتدخلتان هما : $\text{I}_2(\text{aq}) / \text{I}^-(\text{aq})$ ، $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$. يأخذ ثنائي اليود في محلول مائي اللون البني .

التمرين 4

ندرس التفاعل بين أيونات يودور $\text{I}^-(\text{aq})$ وأيونات بيروكسوثنائي كبريتات $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$ ، في محلول مائي . خلال هذا التحول يتكون ثنائي اليود وأيونات الكبريتات .

- 1 - أكتب معادلة التفاعل . هل هو تفاعل حمض - قاعدة أم تفاعل أكسدة - اختزال ؟ ما المزدوجتان المتدخلتان ؟
- 2 - حدد التقنية المناسبة لتتبع تطور هذا التفاعل ، من بين التقنيات التالية :
- قياس pH - قياس الموصلة - قياس اللون - قياس حجم الغاز .
- 3 - أحسب كتلة يودور البوتاسيوم الضرورية لتحضير 100mL من محلول أيونات اليودور ذي التركيز 0.05 mol/L .
- 4 - نضيف إلى المحلول السابق ، 100mL من محلول بيروكسوثنائي كبريتات ذي تركيز 0.05 mol/L .

باستعمال الجدول الوصفي للتفاعل حدد :

- المتفاعل المحد للتفاعل .
 - كمية المادة ، ثم تركيز ثنائي اليود في الخليط .
- نعطي : $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g/mol}$, $M(\text{K}) = 39,1 \text{ g/mol}$

التمرين 5

ندخل قطعة صغيرة من ورق الألومنيوم $\text{Al}(\text{s})$ في ثنائي البروم $\text{Br}_2(\text{l})$ السائل ، فيحدث تفاعل

ينتج عنه برومور الألومنيوم المكون من الأيونات $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ و $\text{Br}^-(\text{aq})$.

1 - ما هي المزدوجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتان في هذا التفاعل ؟

2 - أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .

3 - أحسب الكتلة القصوى للألومنيوم التي تتفاعل مع 2mL من ثنائي البروم .
نعطي كثافة ثنائي البروم $d=3,1$ و $M(\text{Al})=27 \text{ g/mol}$ و $M(\text{Br})=80 \text{ g/mol}$.

التمرين 6

للماء الأوكسيجيني أو فوق أوكسيد الهيدروجين $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ خاصيات مؤكسد - مختزل في آن واحد ، فهو يتفكك حسب تفاعل أكسدة - اختزال ذاتي .

المزدوجتان المتفاعلتان هما $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ و $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$

1 - أكتب معادلة تفاعل أكسدة - اختزال الحاصل أثناء تفكك الماء الأوكسيجيني .

2 - لماذا يسمى بتفاعل أكسدة - اختزال ذاتي ؟

3 - كيف تفسر أنه رغم هذا التفاعل يمكن الإحتفاظ بقتينات الماء الأوكسيجيني عدة شهور في الصيدلة المنزلية ؟

التمرين 7 *

نريد تحديد النسبة الكتلية لأوكسيد القصدير $\text{SnO}_2(\text{s})$ II في معدن ما للقصدير .

- 1 - نأخذ عينة كتلتها $m=0,44 \text{ g}$ من هذا المعدن ، بعد سحقه ومعالجته في وسط حمضي وساخن بواسطة مسحوق الرصاص $\text{Pb}(\text{s})$ بوفرة ، فنحصل على محلول S يتكون أساساً من أيونات القصدير II وأيونات الرصاص II .

1 - لماذا نغم بهذه العملية في وسط ساخن ؟ ولماذا تم استعمال مسحوق الرصاص بوفرة ؟

1 - 2 أكتب نصفي المعادلة أكسدة - اختزال المقرونة بكل مزدوجة متداخلة في هذا التحول واستنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة . ما هو الدور الذي يلعبه الرصاص ؟ (مؤكسد أم مختزل)

التحولات السريعة والتحولات البطيئة – العوامل الحركية

- 2 – نعتبر أن الرصاص لا يتفاعل إلا مع أوكسيد القصدير II المتواجد في العينة . عند نهاية التفاعل نقوم بعزل الجسم الصلب المتبقي وبعد تنظيفه ونضيفه إلى المحلول S .
نعاير المحلول S المحصل عليه بواسطة محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)})$ تركيزه $C = 0,020 \text{ mol/l}$. خلال تفاعل المعايرة يتحول عنصر القصدير إلى أوكسيد القصدير II
2 – 1 ما هو الجسم الصلب المتبقي والذي تمت إضافته إلى المحلول S ؟ لماذا ؟
2 – 2 أثبت نصف المعادلة أكسدة – اختزال للمزدوجة $Cr_2O_7^{2-}_{aq} / Cr^{3+}_{aq}$.
2 – 3 استنتج المعادلة الكيميائية الحصيلة للتفاعل خلال معايرة المحلول S بواسطة محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم .
3 – نحصل على التكافؤ ، عندما تتم إضافة حجم $V_E = 21,7 \text{ cm}^3$ من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم
3 – 1 بين أنه عند نقطة التكافؤ لدينا العلاقة التالية : $C \cdot V_E = \frac{n_i(Si^{2+})}{3}$
3 – 2 كمية المادة البدئية لأيونات القصدير II $n_i(Si^{2+})$
3 – 2 استنتج النسبة الكتلية لأوكسيد القصدير II في المعدن المدروس .
نعطي $M(Sn) = 118,7 \text{ g/mol}$

التمرين 8 *

- نعتبر الأوكسدة البطيئة لحمض الأوكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ بواسطة أيونات البرمنغنات $MnO_4^-(aq)$. عند اللحظة $t=0$ ، نمزج $V_0 = 25 \text{ ml}$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ وحجم $V_r = 20 \text{ ml}$ من حمض الأوكساليك تركيزه $C_r = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$ ونضيف $V = 5,0 \text{ ml}$ من حمض الكبريتيك لجعل الوسط التفاعلي حمضي .
1 – أكتب نصفي المعادلة أكسدة – اختزال المقرونة بالمزدوجتين المتداخلتين في هذا التفاعل واستنتج المعادلة الكيميائية الحصيلة .
2 – أذكر النوع الكيميائي المؤكسد والنوع الكيميائي المختزل خلال هذا التحول .
3 – أحسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات المتداخلة في هذا التفاعل .
4 – حدد المتفاعل المحد .
5 – أوجد الحصيلة النهائية إذا اعتبرنا أن هذا التفاعل تام . واستنتج تركيز أيونات المنغنيز عند نهاية التفاعل .
6 – أيونات البرمنغنات لونها بنفسجي ، حمض الأوكساليك وأيونات المنغنيز المميح عديمة اللون .
أذكر كيف يتم إبراز تطور هذا التحول الكيميائي .

التمرين 9 : قياس ثنائي أوكسيد الكبريت في الهواء

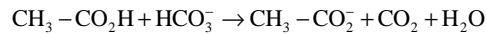
- ينتج تلوث الهواء بثنائي أوكسيد الكبريت أساسا ، عن احتراق الفول والغازوال والفحم . لتحديد التركيز الكتلي لثنائي أوكسيد الكبريت في الهواء ، نغرغ $1,00 \text{ ml}$ من الهواء في 50 ml من الماء المقطر ونضيف الماء المقطر للحصول على 100 ml من المحلول S .
نقبل أن كمية ثنائي أوكسيد الكبريت استقرت بكاملها في المحلول (S) . نأخذ $V_0 = 25,0 \text{ mL}$ من هذا المحلول ونعايرها بمحلول (S_1) لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$.
1 – أكتب معادلة التفاعل التلقائي بين المزدوجتين المتواحدتين معا :
 $SO_4^{2-}(aq) / SO_2(aq)$ و $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$

التحولات السريعة والتحولات البطيئة – العوامل الحركية

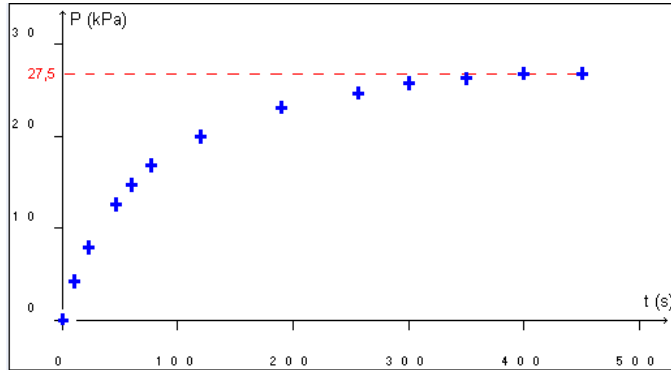
- 2 – عرف التكافؤ . كيف تتم معلمته في هذه الحالة ؟
3 – تطلب الحصول على التكافؤ ، صب حجم $V_E = 8,8 \text{ ml}$ من المحلول (S_1) لبرمنغنات البوتاسيوم . استنتج التركيز C_0 لثنائي أوكسيد الكبريت في المحلول S .
4 – استنتج كمية المادة ، ثم كتلة ثنائي أوكسيد الكبريت في $1,00 \text{ m}^3$ من الهواء المدروس .
علما أن التركيز الكتلي الأقصى لثنائي أوكسيد الكبريت الذي لا يسمح بتجاوزه هو $250 \mu\text{g.m}^3$ ، هل الهواء المدروس ملوث أو لا ؟ نعطي : $M(SO_2) = 64 \text{ g/mol}$

التمرين 10 :

- ندخل في قارورة حجمها $V = 1,41 \text{ l}$ حجما $V_A = 60 \text{ mL}$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه $C_A = 5,0 \text{ mol/L}$ و $m = 1,25 \text{ g}$ من هيدروجينوكربونات الصوديوم . نقوم بغلق القارورة وربطها مباشرة بجهاز لقياس ضغط الغاز المنطلق خلال التفاعل .
يتفاعل حمض الإيثانويك مع هيدروجينوكربونات الصوديوم حسب المعادلة الحصيلة التالية :



نتبع هذا التحول وذلك بتسجيل قيم ضغط الغاز المنطلق خلال كل لحظة t فنحصل على المنحنى التالي :

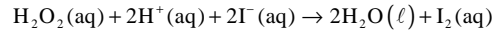


- 1 – صف هذا التفاعل (تفاعل أكسدة- اختزال أم تفاعل حمض - قاعدة ؟
2 – تمت هذه القياسات عند درجة الحرارة $\theta = 25^\circ \text{C}$. من خلال الرسم المبياني حدد كمية مادة ثنائي أوكسيد الكربون الناتج عند نهاية التجربة .
3 – حدد كمية المادة البدئية للمتفاعلات .
4 – من خلال جدول التقدم لهذا التحول أوجد :
– المتفاعل المحد
– التقدم الأقصى .
– كمية المادة القصوى لثنائي أوكسيد الكربون وقارنها مع النتيجة التجريبية .
4 – كيف سيكون شكل المنحنى الممثل للضغط بدلالة الزمن في الحالات التالية :
– $\theta = 25^\circ \text{C}$ و $C'_A = 3,0 \text{ mol/l}$
– $\theta = 20^\circ \text{C}$ و $C''_A = 3,0 \text{ mol/l}$
نعطي : $M(Na) = 23 \text{ g/mol}$, $M(H) = 1 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16 \text{ g/mol}$
 $R = 8,314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{Kmol}^{-1}$

التحولات السريعة والتحولات البطيئة – العوامل الحركية

تعطي الوثيقة أسفله التراكيز المولية لثنائي اليود المتكون ب mmol/L بدلالة الزمن t .

1 – المعادلة الكيميائية لتحول المدروس هي :



أكتب نصفي المعادلة الموقفة للمزدوجات المتدخلة في هذا التحول .

2 – 1 أحسب mol/L التراكيز البدئية للمتفاعلات في كل كأس (الماء الأوكسيجيني وأيونات اليودور)

2 – 2 حدد في كل حالة المتفاعل الوفير .

3 – بالنسبة لكل خليط a, b, c ، أحسب

التراكيز المولية لثنائي اليود المتكون في كل حالة .

4 – باستعمال الوثيقة أعلاه أعط تراكيز ثنائي اليود المتكون بالنسبة لكل خليط عند اللحظة

t = 30 min .

5 – هل التحولات الكيميائية ستوقف في كل خليط ؟ في حالة الجواب بلا ، حدد الخليط الذي سيستمر فيه التحول .

التمرين 13

اختزال أيونات بيروكسوثنائي كبريتات $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$ بواسطة أيونات اليودور تحول بطيء .

المزدوجتين المتدخلتين في هذا التحول هما : $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})/\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ و $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$

1 – أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التحول

2 – نمرج 10mL من محلول مائي لبيروكسوثنائي كبريتات الصوديوم ، ذي التركيز المولي من أيونات بيروكسوثنائي كبريتات $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ و 10mL من محلول مائي ليودور الكالسيوم

ذي التركيز المولي من أيونات اليودور $[\text{I}^-] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$.

باستعمال الجدول الوصفي ، أنجز تركيبة الخليط في الحالة النهائية .

3 – نعيد التجربة باستعمال 10mL من محلول مائي تركيزه الكتلي $c_m = 2,38 \text{ g/L}$ من بيروكسوثنائي كبريتات الصوديوم و $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8(\text{s})$ و 10mL من محلول مائي تركيزه الكتلي

$c'_m = 2,94 \text{ g/L}$ من يودور الكالسيوم $\text{CaI}_2(\text{s})$. نعتبر أن درجة الحرارة تبقى ثابتة خلال التجريبتين .

3 – 1 أنجز تركيبة الخليط في الحالة النهائية

3 – 2 ما هي قيمة التقدم للتحول لكي تصبح المجموعة الكيميائية في نفس الحالة النهائية للتجربة السابقة ؟

3 – 3 أي من المجموعتين تصل الحالة النهائية أسرع ؟ علل الجواب

تعطي :

$M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$; $M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g/mol}$; $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g/mol}$

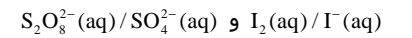
التمرين 14 : متفاعل تولين

التحولات السريعة والتحولات البطيئة – العوامل الحركية

التمرين 11

تتأكسد أيونات اليودور $\text{I}^-(\text{aq})$ بأيونات بيروكسوثنائي كبريتات $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$ ؛ المزدوجتان المتدخلتان

في التفاعل هما :



لأجل دراسة بعض العوامل الحركية ننجز الخلائط تحت درجات الحرارة θ حسب الجدول التالي :

$\theta(^{\circ}\text{C})$	$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_i (\text{mol}/\ell)$	$[\text{I}^-]_i (\text{mol}/\ell)$	
20	1.10^{-2}	2.10^{-2}	خليط 1
20	2.10^{-2}	4.10^{-2}	خليط 2
35	1.10^{-2}	2.10^{-2}	خليط 3
35	2.10^{-2}	4.10^{-2}	خليط 4

بواسطة المعايرة ، نحدد تركيز ثنائي اليود المتكون $[\text{I}_2]$ ، بالنسبة لكل تجربة وفي المدة نفسها

$\Delta t = 20 \text{ min}$. ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي :

تجربة	1	2	3	4
$[\text{I}_2](\text{mol}/\ell)$	1	3,5	2,2	8

1 – أكتب معادلة التفاعل ؛

2 – ما هو العامل الحركي الذي يفسر نتائج التجريبتين 1 و 2 من جهة ونتائج التجريبتين 2 و 3 من جهة أخرى ؟ ما هو تأثير هذا العامل ؟

3 – ما هو العامل الحركي الذي يفسر نتائج التجريبتين 1 و 3 من جهة ونتائج التجريبتين 2 و 4 من جهة أخرى ؟ ما هو تأثير هذا العامل ؟

4 – في أي تجربة كان التحول أسرع ؟ لماذا ؟

التمرين 12

لدراسة تأثير تراكيز المتفاعلات على الحركية نسبة لكل لتحول بطيء ننجز الأكسدة البطيئة لأيونات اليودور $\text{I}^-(\text{aq})$ بواسطة الماء الأوكسيجيني $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ و بواسطة المعايرة نحصل على التركيز

المولي لثنائي اليود المتكون $\text{I}_2(\text{aq})$.

نحظر داخل المختبر ثلاثة كؤوس تحتوي على محلول حمض الكبريتيك ومحلول يودور البوتاسيوم

والماء الأوكسيجيني والماء المقطر . الحجم والتراكيز المولية المستعملة بالنسبة لكل محلول

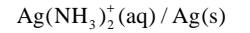
مشار إليها في الجدول أسفله حيث أنه في كل كأس تم إدخال الماء الأوكسيجيني في اللحظة

t = 0 .

	$2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 1,0 mol/L	$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$ 0,10 mol/L	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 0,10 mol/L	Eau distillé
a	10mL	18mL	2,0mL	0,0
b	10mL	10mL	2,0mL	8,0mL
c	10mL	10mL	1,0mL	9,0mL

يمكن متفاعل التولين reactif de Tollens من أكسدة الألدهيدات ذات الصيغة العامة : $C_nH_{2n}O$.
كان هذا الرائر يستعمل قديما لتفويض المرايا .
نحصل على متفاعل التولين وذلك بإضافة محلول الأمونياك إلى محلول نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$)
ويسمى كذلك بمحلول نترات الفضة الأمونياكي وهو يحتوي على أيونات الفضة على شكل أيون
معقد $Ag(NH_3)_2^+$.

في أنبوب اختبار تجعل متفاعل تولين يتفاعل مع ألدهيد $C_nH_{2n}O$ في وسط قاعدي ، داخل حمام
مريم ، نلاحظ تكون توضع فلزي لامع على جوانب الأنبوب على شكل مرآة من الفضة .
نعطي المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل : $C_nH_{2n-1}O_2^-(aq) / C_nH_{2n}O(aq)$ و



أكتب أنصاف المعادلة أكسدة – اختزال الموافقة لهذه المزدوجات ، واستنتج المعادلة الحصيلة لهذا
التفاعل .

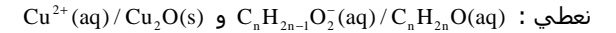
التمرين 15: متفاعل فهلين

يعتبر متفاعل فهلين la liqueur de Fehling من أهم الروائر المستعملة للكشف عن الألدهيدات
 $C_nH_{2n}O$.

يحتوي محلول فهلين على أيون النحاس II ، معقد بأيونات التارتارات les ions tartrates في وسط
قاعدي ، وتعطي هذه الأيونات لونا أزرق داكن .

نسخن ببطء ، في أنبوب اختبار يحتوي على 1,450g من ألدهيد صيغتها العامة $C_nH_{2n}O$ وكمية
وافرة من متفاعل فهلين . بعد الغسل والتجفيف ، نحصل على 3,575g من راسب أجمر أجوري
لثنائي أوكسيد النحاس I $Cu_2O(s)$.

يتم هذا التفاعل في وسط قاعدي .



1 – باعتمادك على أنصاف المعادلات أكسدة – اختزال للمزدوجات المتدخلة في التحول ، أكتب
المعادلة الحصيلة لهذا التحول .

2 – حدد دور محلول فهلين في هذا التحول .

3 – حدد كمية مادة أوكسيد النحاس I المحصل عليه .

4 – استنتج الكتلته المولية للألدهيد ، ثم صيغته نصف المنشورة .

نعطي : $M(Cu) = 63,5g / mol, M(O) = 16g / mol, M(C) = 12g / mol, M(H) = 1g / mol$