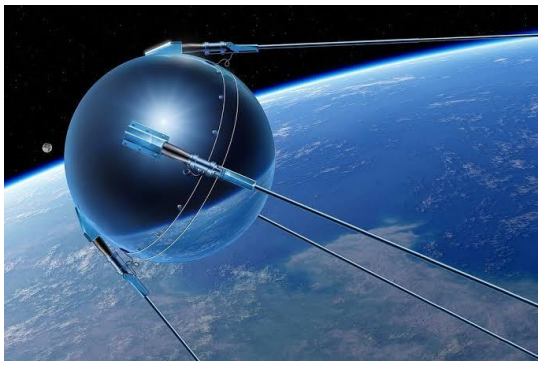
التمرين الأول: 7نقاط



تمكن الروس يوم 4أكتوبر 1957 من إطلاق *SPOUTNIK* أول قمر اصطناعي يدور حول الأرض. قدرت كتلة سبوتنيك $m = 83.5Kg$ ودوره 96 دقيقة في مدار إهليلجي أقصى ارتفاع له عن سطح الأرض $h_1 = 945Km$ وأدنى ارتفاع له $h_2 = 925Km$. اشتغل سبوتنيك مدة 5أسابيع ليتوقف عن العمل بعد نفاذ وقوده وينفجر عند دخوله الغلاف الجوي يوم 4جانفي 1958.

تستخدم الأقمار الاصطناعية بشكل مكثف خصوصا في مجال الاتصالات وتستعمل فيها الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة التي تدور في مدار ارتفاعه عن سطح الأرض $h = 35800Km$.

تتأثر الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة بتأثيرات عديدة تجعلها تحيد عن المدار الجيومستقر لذا يزودها مصنعوها بمحركات صغيرة تشتغل دوريا لتصحيح هذا الانحراف. يصبح القمر الجيومستقر منتهي الصلاحية عندما ينفذ الوقود المستخدم من طرف هذه المحركات ويجب أن يعوض بآخر وبالتالي عليه مغادرة المدار الجيومستقر لتفادي الاكتظاظ إلى مدار يعتبر مقبرة يسمى بـ "*graveyard orbit*" يكون أعلى المدار الأصلي بـ $230Km$. من الموسوعة *http : / / fr.maieutapedia.org* بتصرف

I- سبوتنيك

1. أ. ذكر بنص القانون الأول لكيبلر.

ب. بين ما إذا كان سبوتنيك يحقق هذا القانون أثناء دورانه حول الأرض .

2. نعتبر أن حركة سبوتنيك دائرية منتظمة في المرجع الأرضي المركزي.

أ. عرف المرجع الأرضي المركزي.

ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة السرعة المدارية v بدلالة كل من ثابت التجاذب الكوني G وكتلة الأرض M_T ونصف قطر الأرض R_T وارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض h.

جـ. أحسب السرعتين v_1 و v_2 الموافقتين لكل من الارتفاعين من h_1 و h_2.

د. قارن بين بين السرعتين السابقتين وفسر ملاحظاتك بكتابة نص قانون كيبلر المناسب.

II- الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة

1. أ. ذكر بالشروط الواجب توفرها حتى يكون القمر الاصطناعي جيومستقرا.

ب. جد عبارة دور القمر الاصطناعي الجيومستقر T بدلالة كل من ثابت التجاذب الكوني G وكتلة الأرض M_T ونصف قطر الأرض R_T وارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض h. ثم أحسبه.

جـ. استخرج عبارة قانون كيبلر الثالث وأحسب T' دور القمر الاصطناعي في مدار المقبرة.

د. هل تبقى صفة " **جيومستقر** " ملازمة للقمر الاصطناعي الذي يدور في مدار المقبرة؟ علل.

$G = 6,67 \times 10^{-11} SI$ ، كتلة الأرض $M_T = 5,98 \times 10^{24} kg$ ، نصف قطر الأرض $R_T = 6380Km$.

التمرين الثاني: 7نقاط:

جعل سقوط تفاحة الإنجليزي نيوتن *Newton* يكتشف قانون الجذب العام بينما دفع سقوط حبات البرد أثناء تواجده في جامعة بيزا *Université de Pise* الإيطالي غاليلي *Galilée* (1564−1642) إلى دراسته الشهيرة لسقوط الأجسام ببرج بيزا المائل إذ لاحظ أن قطع البرد سواء كانت كبيرة أو صغيرة تصل إلى سطح الأرض في آن واحد. مما جعله يستنتج أنها تسقط بنفس السرعة، وهذا يناقض ما ورد في أفكار أرسطو *Aristote* (384aJ − 322aJ) من أن سرعة سقوط الأجسام تتعلق بكبرها أي كلما كان الجسم الساقط كبيرا كانت سرعته أكبر.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة أثر كتلة الجسم على سرعة سقوطه

ندرس سقوط كرة تنس كتلتها $m = 58g$ ونصف قطرها $r_0 = 3,35\times10^{-2}m$ وحجمها V_0.

لأجل ذلك نجري تسجيلا فيديو لهذه الحركة لنحصل على تسجيل متعاقب لهذه الحركة.

نترك الكرة في اللحظة $t = 0$ تسقط دون سرعة ابتدائية من النقطة O التي نعتبرها مبدأ لمعلم خطي (Oz) شاقولي موجه نحو الأسفل.

(تعطى $g = 9,8m/s^2$ الكتلة الحجمية للهواء $\rho = 1,3Kg/m^3$ وحجم كرة $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$)

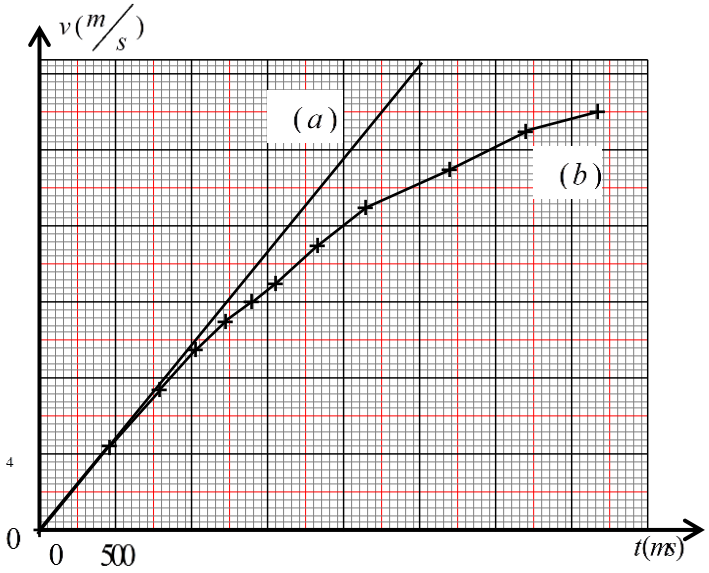
الجزء (1) الدراسة النظرية: نهمل كل تأثيرات الهواء وندرس الحركة في المرجع السطح الأرضي الذي نعتبره عطاليا.

1 . أ. عرف المرجع العطالي.

ب. أوجد بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عبارة المعادلة التفاضلية للسرعة.

جـ. أكتب العبارة الزمنية للسرعة.

2. تم رسم المنحنى البياني (a) الممثل لتغيرات السرعة بدلالة الزمن $v = f(t)$.



أ. حدد سرعة الكرة عند اللحظة $t = 2s$.

ب. حدد المسافة المقطوعة عند اللحظة $t = 2s$.

الجزء (2) الدراسة التجريبية: مكنت المعالجة المعلوماتية لنتائج التسجيل المتعاقب من رسم المنحنى (b) الممثل لتغيرات السرعة بدلالة الزمن $v = g(t)$

1. ذكر بطريقة تحديد سرعة الكرة v عند اللحظة t اعتمادا على التسجيل المتعاقب.

2. أ. ذكر بمميزات قوة دافعة آرخميدس.

ب. برر إمكانية إهمال تأثير دافعة آرخميدس في هذه الحالة.

3. تخضع الكرة خلال الحركة لقوة إحتكاك f تنمذج على أنها منطبقة على المسار ومعاكسة لجهة الحركة شدتها تعطى بالعبارة : $f = k.v^2$ حيث k ثابت حددت قيمته تجريبيا $k = 30,84\times10^{-3}SI$.

أ. مثل القوى المطبقة على كرة التنس خلال مراحل الحركة أثناء سقوطها.

ب. اوجد بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عبارة المعادلة التفاضلية للسرعة.

جـ. بين أن عبارة السرعة الحدية تكتب $v_{\lim} = \sqrt{\frac{m.g}{k}}$

الجزء (3) الخلاصة:

في ضوء نتائج الدراسة التجريبية ساعد غاليلي في صياغة دقيقة لنتيجة لتجاربه تجعل من ملاحظاته تتوافق مع أفكار أرسطو بخصوص سقوط الأجسام.

التمرين الثالث (6 نقاط):

يهدف التمرين إلى دراسة حركية التفاعل الكيميائي الحادث بين شوارد بيروكسيدكبريتات وشوارد اليود في وسط مائي.

في اللحظة $t = 0s$ نشكل في درجة حرارة $25°C$ المزيج المتكون من الحجم $V_1 = 25\ mL$ من محلول بيروكسيدكبريتات البوتاسيوم $(2K^+(aq) + S_2O_8^{2-}(aq))$ تركيزه $C_1 = 8,0\times10^{-1} mol.L^{-1}$ والحجم $V_2 = 75\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه C_2 . أمكن متابعة زمنية للتحول الكيميائي التام والبطيء والحصول على منحنى تطور تقدم التفاعل $x = f(t)$.

1. أ. أكتب المعادلتين النصفتين الإلكترونيتين للأكسدة وللإرجاع. تعطى $S_2O_8^{2-}(aq) / SO_4^{2-}(aq), I_2(aq) / I^-(aq)$.

ب. معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

جـ. أنجز جدول تقدم التفاعل.

2. في اللحظة $t = 6\min$ تكون كمية مادة اليود $n_{I^-(aq)}(6\min) = 1,5\times10^{-2} mol$.

أ. عين تقدم التفاعل عند اللحظة $t = 6\min$ واستنتج التركيز المولي C_2 .

ب. بين أن شوارد اليود $I^-(aq)$ هي المتفاعل المحد واستنتج التقدم النهائي x_f .

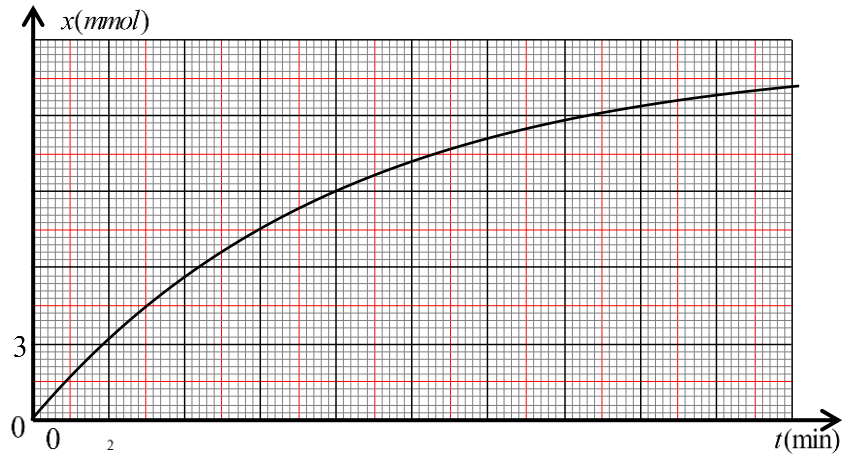
3. أ. عرف السرعة الحجمية للتفاعل واحسبها عند اللحظة $t = 10\min$.

ب. حدد اللحظة التي تكون فيها هذه السرعة الحجمية للتفاعل أعظمية.

جـ. فسر تطور السرعة الحجمية للتفاعل مجهريا.

4. نعيد إجراء التجربة في نفس درجة الحرارة وبنفس المقادير الابتدائية لكميات المادة والحجوم لكن بإضافة كمية من شوارد الحديد الثنائي $Fe^{2+}(aq)$ فنسجل أن تقدم التفاعل عند اللحظة $t = 10\min$ يقدر بـ $x(10\min) = 0,015 mol$.

أ. تحقق من أن التحول بلغ نهايته في هذه الحالة عند اللحظة $t = 10\min$.



ب. أذكر الظاهرة التي تميز التجربة الثانية عن الأولى.

جـ. حدد دور شوارد الحديد الثنائي $Fe^{2+}(aq)$ في هذه التجربة.

التمرين الأول: 7نقاط

I-سبوتنيك

1. أ. نص القانون الأول لكيبلر: يدور الكوكب حول الشمس في مدار إهليلجي تشغل فيه الشمس أحد المحرقين.

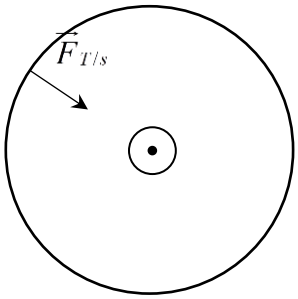
ب. نعم سبوتنيك يحقق هذا القانون أثناء دورانه حول الأرض لأنه لا يدور بارتفاع ثابت عن سطح الأرض بل لمداره حول مركز الأرض أوج وحضيض.

2. باعتبار الحركة دائرية منتظمة في المرجع الأرضي المركزي.

أ. تعريف المرجع الأرضي المركزي: هو معلم مبدؤه مركز الأرض ومحاوره الثلاث متجهة نحو ثلاث نجوم ساكنة.

ب. عبارة السرعة المدارية v

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن



$$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a_G}$$
$$\vec{F}_{T/s} = m\vec{a_G}$$

بالإسقاط على الناظم

$$F_{T/s} = ma_n$$
$$\frac{G.m.M_T}{(R_T+h)^2} = m\frac{v^2}{(R_T+h)}$$
$$v^2 = \frac{GM_T}{(R_T+h)}$$
$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{(R_T+h)}}$$

جـ. حساب السرعتين v_1 و v_2 الموافقتين لكل من الارتفاعين من h_1 و h_2.

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM_T}{(R_T+h_1)}}$$
$$v_1 = 7379,2m/s$$
$$v_2 = 7389,3m/s$$

د. المقارنة: نلاحظ أن v_2 أكبر من v_1 نستنتج أنه كلما انخفض ارتفاع القمر الاصطناعي بالنسبة لسطح الأرض زادت السرعة.

قانون كيبلر الموافق هو الثاني: يمسح المستقيم الواصل بين الكوكب والشمس مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية

II-الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة

1. أ. شروط الواجب توفرها حتى يكون القمر الاصطناعي جيومستقرا.

- يدور في نفس جهة دوران الأرض حول نفسها في حركة دائرية منتظمة.

- دوره يساوي دور دوران الأرض حول نفسها
- مداره يقع في مستوي خط الاستواء.

ب. عبارة دور القمر الاصطناعي الجيومستقر T:

$$T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{v^2}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{\frac{GM_T}{(R_T + h)}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^3}{GM_T}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{GM_T}}$$

حساب الدور :

$$T = 2 \times 3{,}14 \times \sqrt{\frac{((6380 + 35800) \times 10^3)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}}} = 86140s$$

جـ. استخراج عبارة قانون كيبلر الثالث:

من العلاقة $T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^3}{GM_T}$

نجد : $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} = Cte$

حساب T' دور القمر الاصطناعي في مدار المقبرة.

$$\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{T'^2}{(R_T + h')^3}$$

$$T' = T.\sqrt{\frac{(R_T + h')^3}{(R_T + h)^3}} \quad ; h' = (h + 230)Km$$

$$T' = 86492s$$

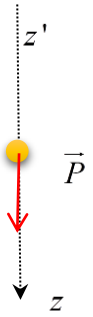
د. يفقد القمر الاصطناعي صفة " **جيومستقر** " مدار المقبرة لأن دوره لا يساوي دور الأرض حول نفسها.

التمرين الثاني:

الجزء (1) الدراسة النظرية:

1 . أ. تعريف المرجع العطالي: هو مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة ويكون ذلك إذا كان ساكنا أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع عطالي آخر.

ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عبارة المعادلة التفاضلية للسرعة.



$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

$$\vec{P} = m.\vec{a}_G$$

بالإسقاط على المحور (Oz)

$$P = m.a_G$$

$$m.g = m.\frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = g = Cte$$

جـ. العبارة الزمنية للسرعة: بما أن التسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$v = a.t + v_0$$

$$v = g.t$$

$$v = 9,8t$$

2.

أ. $v(2s) = 4,9 \times 4m/s = 19,6m/s$.

ب. تحديد المسافة المقطوعة عند اللحظة $t = 2s$: بتطبيق قانون المساحات

$$d = \frac{19,6 \times 2}{2} = 19,6m$$

<u>الجزء (2) الدراسة التجريبية:</u>

1. طريقة تحديد سرعة الكرة v عند اللحظة t اعتمادا على التسجيل المتعاقب: $v_n = \frac{M_{n-1}M_{n+1}}{2\tau}$

2. أ. مميزات قوة دافعة آرخميدس:

نقطة التأثير	المنحى	الإتجاه	الشدة
مركز عطالة الجسم الصلب المغمور في المائع	الشاقول	نحو الأعلى	$\Pi = \rho_f.V.g$

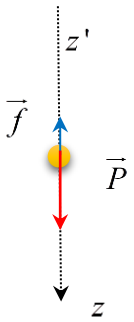
ب. تبرير إمكانية إهمال تأثير دافعة آرخميدس: نقارن بين دافعة آرخميدس والثقل.

$$\frac{P}{\Pi} = \frac{m.g}{\rho_f.V.g} = \frac{m}{\rho_f.V} = \frac{58 \times 10^{-3}}{1,3 \times \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(3,35 \times 10^{-2}\right)^3} = 283,5$$

يمكن اهمال دافعة آرخميدس أمام قوة الثقل.

3.

أ. مثل القوى المطبقة على كرة التنس خلال مراحل الحركة أثناء سقوطها.



ب. عبارة المعادلة التفاضلية للسرعة.

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}_G$$

بالإسقاط :

$$P - f = m.a_G$$

$$m.g - kv^2 = m.\frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}.v^2 = g$$

جـ. تبيان عبارة السرعة الحدية:

في النظام الدائم : $v = v_{lim} = Cte$; $\frac{dv}{dt} = 0$

نعوض في المعادلة التفاضلية السابقة

$$\frac{k}{m}.{v_{lim}}^2 = g$$

$${v_{lim}}^2 = \frac{m.g}{k}$$

ومنه $v_{lim} = \sqrt{\frac{m.g}{k}}$

الجزء (3) الخلاصة:

يمكن قبول أي إجابة تصب في السياق

يتعلق تطور سرعة سقوط جسم صلب في الهواء بكتلته (أرسطو) إلا في حالة السقوط الحر أين تسقط كل الأجسام بنفس الكيفية (غاليلي).

التمرين الثالث (6 نقاط):

1.أ

$$S_2O_8^{2-}(aq) + 2\acute{e} = 2SO_4^{2-}(aq)$$
$$2I^-(aq) = I_2(aq) + 2\acute{e}$$

ب. معادلة التفاعل :

$$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$$

جـ. جدول تقدم التفاعل .

الحالة	التقدم	$S_2O_8^{2-}(aq)$	+ $2I^-(aq)$	= $2SO_4^{2-}(aq)$	+ $I_2(aq)$
إبتدائية	0	$n_0(S_2O_8^{2-}(aq))$	$n_0(I^-(aq))$	0	0
إنتقالية	x	$n_0(S_2O_8^{2-}(aq)) - x$	$n_0(I^-(aq)) - 2x$	$2x$	x
نهائية	x_f	$n_0(S_2O_8^{2-}(aq)) - x_f$	$n_0(I^-(aq)) - 2x_f$	$2x_f$	x_f

2.أ. من البيان $x(6\min) = 2,5 \times 3 = 7,5mmol$.

استنتاج C_2 :من جدول تقدم التفاعل

$$n(I^-(aq)) = n_0(I^-(aq)) - 2x$$

$$n_0(I^-(aq)) = n(I^-(aq)) + 2x$$

$$C_2.V_2 = n(I^-(aq)) + 2x$$

$$C_2 = \frac{n(I^-(aq)) + 2x}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{1,5\times10^{-2} + 2\times7,5\times10^{-3}}{75\times10^{-3}} = 0,4mol/L$$

3. أ. تحديد المتفاعل المحد:

نفرض أن شوارد اليود $I^-(aq)$ متفاعلا محدا

$$n_0(I^-(aq)) - 2x_{max} = 0$$

$$x_{max} = \frac{n_0(I^-(aq))}{2} = \frac{C_2V_2}{2} = \frac{0,4\times75\times10^{-3}}{2} = 15\times10^{-3}mol$$

نفرض أن شوارد البيروكسيدكبريتات متفاعلا محدا

$$n_0(S_2O_8^{2-}(aq)) - x_{max} = 0$$

$$x_{max} = n_0(S_2O_8^{2-}(aq)) = C_1.V_1 = 8,0\times10^{-1}\times25\times10^{-3} = 20\times10^{-3}mol$$

ومنه $I^-(aq)$ متفاعل محد و $x_f = x_{max} = 15\times10^{-3}mol$

3. أ. تعريف السرعة الحجمية للتفاعل: هي التغير في تقدم التفاعل بدلالة الزمن عند اللحظة المعتبرة في وحدة الحجوم

$$v_{Vol} = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$$

$$v_{Vol}(10\min) = \frac{1}{0,1L}\times\frac{(3,4-1,7)\times3mmol}{(5-0)\times2\min} = 4,2\times mmol.L^{-1}.\min^{-1}$$

ب. تحديد اللحظة التي تكون فيها هذه السرعة الحجمية للتفاعل أعظمية: عند بداية التحول الكيميائي $t=0$.

جـ. تكون السرعة الحجمية للتفاعل أ**عظمية** عند بداية التحول الكيميائي ل**تتناقص** تدريجيا إلى أن تنعدم عند نهايته ويفسر ذلك مجهريا ب**تناقص عدد التصادمات الفعالة** بين المتفاعلات نتيجة استهلاكها.

4. نعيد إجراء التجربة في نفس درجة الحرارة وبنفس المقادير الابتدائية لكميات المادة والحجوم لكن بإضافة كمية من شوارد الحديد الثنائي $Fe^{2+}(aq)$ فنسجل أن تقدم التفاعل عند اللحظة $t=10\min$ يقدر بـ

$x(10\min) = 0,015mol$.

أ. بلغ التحول نهايته في هذه الحالة عند اللحظة $t=10\min$ لأن قيمة تقدم التفاعل المعطاة تسلوي التقدم الأعظمي للتفاعل. (لا تؤثر درجة الحرارة على التقدم النهائي للتفاعل بل على الزمن المستغرق لبلوغه)

ب. الظاهرة التي تميز التجربة الثانية عن الأولى هي الوساطة *Catalyse*.

جـ. دور شوارد الحديد الثنائي $Fe^{2+}(aq)$ في هذه التجربة وسيط *Catalyseur* (تسريع التحول الكيميائي).