التمرين الأول: (12 نقاط)

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركية التفاعل الحادث بين شوارد اليود $I^-(aq)$ وشوارد البيروكسوديكبريتات $S_2O_8^{2-}(aq)$.

يُنمذج هذا التحول التام والبطيء بمعادلة التفاعل (1) التالية:

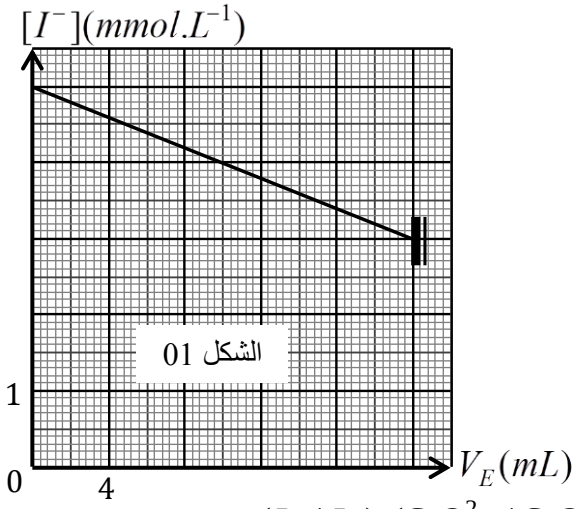
$$2I^-(aq)+S_2O_8^{2-}(aq)=I_2(aq)+2SO_4^{2-}(aq).....(1)$$

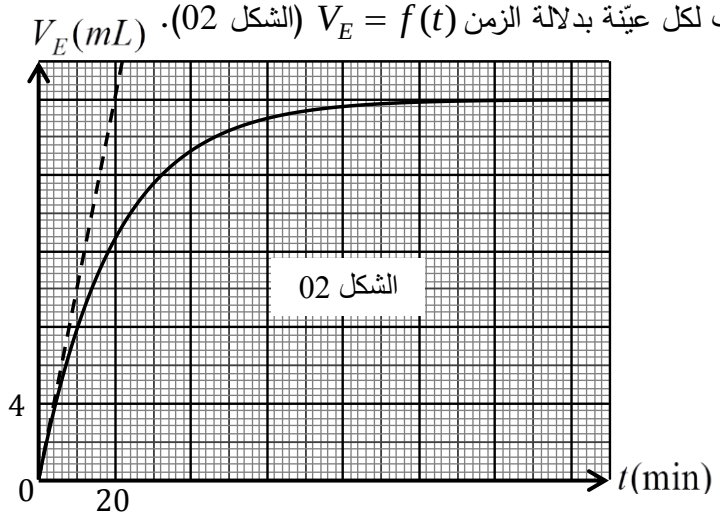
لهذا الغرض، عند اللحظة $t=0$ وفي درجة حرارة ثابتة θ، نُحقق مزيج تفاعلي (S) يتكون من:

- حجم $V_1=50mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي c_1.
- حجم $V_2=50mL$ من محلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$ تركيزه المولي c_2.

نتابع تطور هذا التحول عن طريق المعايرة اللونية لثنائي اليود $I_2(aq)$ المتشكل بأخذ في كل مرة عيّنة من المزيج التفاعلي (S) حجمها V_P، في لحظات زمنية مختلفة t، ونسكبها في كأس بيشر به جليد مهشّم ونضيف لها قطرات من صمغ النشاء، ثم نعايرها بواسطة محلول لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ تركيزه المولي $c_0=10^{-3}mol.L^{-1}$.

نتابع زمنيا تغيرات التركيز المولي المتبقي لشوارد الـ $I^-(aq)$ بدلالة V_E (الشكل 01) وتغيرات الحجم عند التكافؤ V_E المضاف لكل عيّنة بدلالة الزمن $V_E=f(t)$ (الشكل 02).





1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة إذا علمت أن الثنائيتان المتفاعلتان هما $(I_2/I^-);(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$.

2. هل يُستخدم صمغ النشاء لتحديد نقطة التكافؤ أم مُحفّز للتفاعل (وسيط كيميائي)؟ علّل.

3. بيّن أن التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في المزيج التفاعلي (S) في كل لحظة t يُكتب بالشكل: $[I_2]=\frac{c_0}{2V_P}V_E$.

4. اعتمادا على جدول تقدم التفاعل (1) والعلاقة السابقة، بيّن أن التركيز المولي لشوارد اليود $I^-(aq)$ المتبقي في المزيج (S) في كل لحظة t يُعطى بالعلاقة التالية: $[I^-]=-\frac{c_0}{V_P}V_E+\frac{c_1}{2}$.

5. اعتمادا على بيان الشكل (1):

1.5. احسب التركيز المولي c_1 و حجم العيّنة V_P.

2.5. حدّد المتفاعل المحد للمزيج التفاعلي (S) ثم احسب تقدمه الأعظمي x_{max}.

3.5. استنتج التركيز المولي c_2.

6. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدّد قيمته بيانيا.

7. بيّن أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل (1) تُكتب على الشكل: $v_{vol} = \frac{c_0}{2V_P} \times \frac{dV_E}{dt}$ ثم احسب قيمتها الأعظمية.

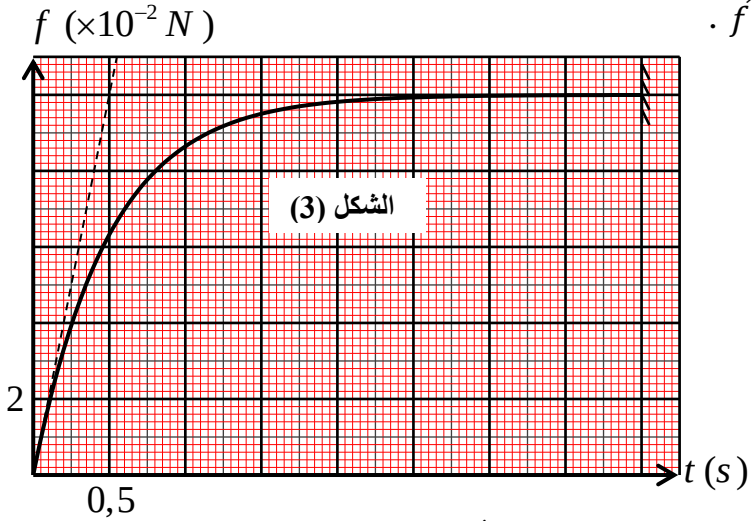
8. نعيد نفس التجربة السابقة تحت نفس الشروط، بحيث نضيف حجم من الماء المقطر للمزيج التفاعلي (S).

- هل القيمة الأعظمية للسرعة الحجمية للتفاعل لهذه الحالة تكون (تساوي أو أكبر أو أصغر) من قيمتها المحسوبة سابقا في السؤال 7؟ علّل.

التمرين الثاني: (08 نقطة)

يهدف هذا التمرين إلى الدراسة الحركية لسقوط جسم صلب في الهواء، لهذا الغرض قاما التلميذين " زيد" و " معاذ" بالتجربتين التاليتين: **(يعطى شدة الجاذبية الأرضية $g = 10\ m.s^{-2}$)**.

التجربة الأولى: قام التلميذ " **معاذ**" بترك كرية نعتبرها نقطة مادية كتلتها m تسقط من بناية على ارتفاع h من سطح الأرض، سجلّ التلميذ " **زيد** " حركة الكرية وبواسطة برمجية خاصة تمّ الحصول على البيان الموضّح في الشكل (3) الممثّل لتغيرات شدة قوة احتكاك الكرية مع الهواء $\vec{f}$ بدلالة الزمن حيث $\vec{f} = -k.\vec{v}$.



الشكل (3)

1. حدّد مرجع الدراسة، هل يمكن اعتباره عطاليا مع التعليل.

2. تقطع الكرية آخر 4 أمتار من حركتها بسرعة ثابتة خلال مدة زمنية قدرها $\Delta t = 0{,}8s$.

- احسب قيمة v_{lim} السرعة الحدية التي تبلغها الكرية.

3. اعتمادا على بيان الشكل(3)، احسب قيمة كل من:

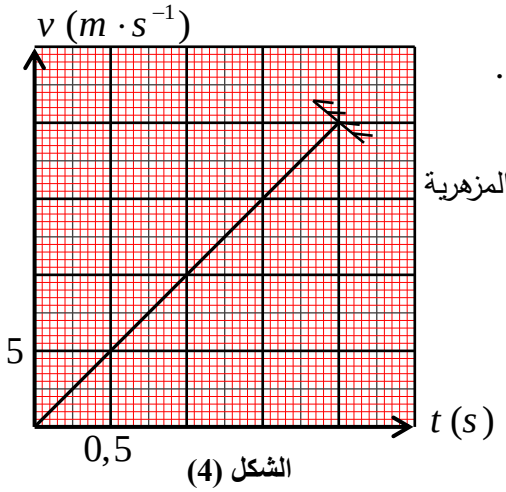
- معامل الاحتكاك k.
- التسارع الابتدائي a_0 للكرية وماذا تستنتج بخصوص شدة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$.

4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك تُكتب عل الشكل:

$$\frac{df}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot f = k \cdot g$$ حيث τ ثابت يُطلب تحديد عبارته وبيّن أنه متجانس مع الزمن.

5. اعتمادا على المعادلة التفاضلية السابقة والبيان، جِدْ قيمة الثابت τ ثم استنتج كتلة الكرية m .

التجربة الثانية: أعاد التلميذ " **زيد**" التجربة السابقة باستعمال مزهرية فتحصل على البيان الممثل لتغيرات سرعة مركز عطالة المزهرية بدلالة الزمن كما هو موضّح في الشكل (4).



الشكل (4)

1. اعتمادا على بيان الشكل (4)، حدّد نوع السقوط الشاقولي للمزهرية مع التعليل.

2. احسب قيمة الارتفاع h الذي سقطت منه المزهرية.

3. أخبر أستاذ العلوم الفيزيائية التلميذين" **زيد**" و "**معاذ**" بعدم إمكانية تحديد كتلة المزهرية اعتمادا على هذه التجربة، اشرح السبب.