الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية. الخميس 2025/12/11

السنة ثالثة علوم تجريبية.

اختبار في مادة العلوم الفيزيائية **المدة: 3 ساعات**

الجزء الأول : (13 نقطة)

التمرين الأول: (7 نقاط)

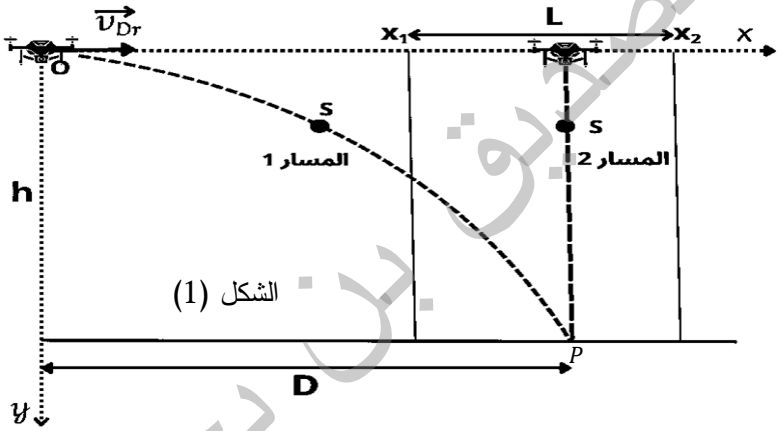


في إطار الزراعة الذكية، تستعمل فرق المسح الجوي طائرات بدون طيار $(Drones)$ لمراقبة الحقول وتحليل حالة التربة والمحاصيل. تقوم هذه الطائرات بإسقاط كبسولة تحتوي مجسّات صغيرة $(Sensor\ Capsules)$ على الأرض لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة بدقة عالية.

خلال إحدى المهمات، كانت الدرون تطير أفقيًا بسرعة ثابتة v_{Dr} وعلى ارتفاع معيّن h فوق الحقل، وكان الهدف إسقاط الكبسولة (S) لتسقط داخل منطقة قياس بطول L والمحددة بالإحداثيات من $x_1 = 12m$ إلى $x_2 = 48m$ على المحور الأفقي (Ox) (الشكل 1).

يهدف التمرين إلى دراسة تأثير قيمة السرعة الابتدائية للدرون على زمن سقوط الكبسولة وأقصى مسافة أفقية تصلها، ثم تحديد قيمة السرعة المناسبة لضمان سقوطها داخل منطقة القياس.

➢ $g = 10m/s^2$. ➢ نهمل تأثيرات الهواء في المسارين.



الشكل (1)

الجزء الأول: المسار 1.

1. اقترح مرجعًا عطاليًا لدراسة حركة الكبسولة (S)، ثم اشرح سبب اعتباره عطاليًا.
2. أحص ومثل القوى الخارجية المطبقة على الكبسولة (S).
3. أعط نص القانون الثاني لنيوتن.
4. بالاعتماد على القانون السابق:

1.4. استنتج عبارة a_x و a_y مركبي $\overrightarrow{a_G}$ شعاع تسارع مركز عطالة الكبسولة (S) في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

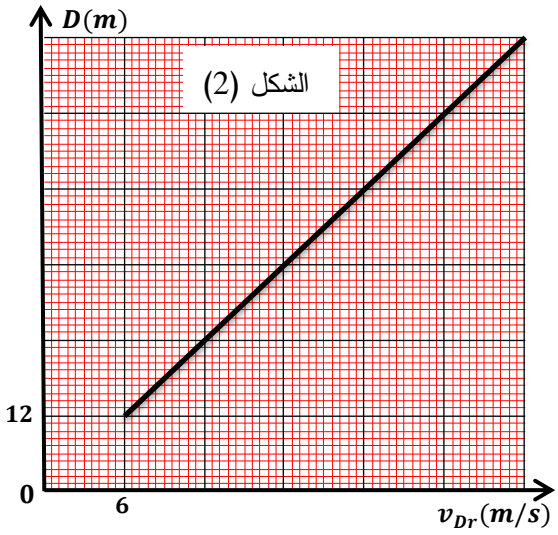
2.4. اكتب المعادلات الزمنية للسرعة $v_x(t)$ ، $v_y(t)$ والموضع $x(t)$ و $y(t)$.

5. اعتمادا على المعادلات الزمنية للسرعة والموضع:

1.5. أثبت أنه يمكن كتابة عبارة زمن السقوط من الشكل $t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

2.5. استنتج عبارة D أقصى مسافة أفقية تصلها الكبسولة بدلالة h ، g و v_{Dr} .

محمد الصديق بن يحيى



الشكل (2)

6. يمثل البيان الموضح في الشكل (2) تغيّر المسافة D حسب قيمة السرعة الابتدائية v_{Dr} عند نفس الارتفاع. اعتمادا على البيان:

1.6. جد قيمة زمن السقوط t_p.

2.6. استنتج أن قيمة ارتفاع الدرون $h = 20\ m$.

3.6. حدد بطريقتين مجال القيم المناسبة للسرعة الابتدائية v_{Dr} حتى تسقط الكبسولة داخل المنطقة المحددة.

الجزء الثاني: المسار 2.

الدرون ثابتة في مكانها فوق نفس الموضع من الأرض، وعلى نفس الارتفاع h، وتقوم بإسقاط الكبسولة سقوطًا شاقوليًا بدون سرعة ابتدائية.

1. حدد نوع السقوط الشاقولي، علل.

2. باستخدام مبدأ انحفاظ الطاقة وباعتبار الجملة (كبسولة + أرض):

1.2. أثبت أن عبارة سرعة الكبسولة لحظة وصولها إلى سطح الأرض تُكتب على الشكل: $v_p = \sqrt{2gh}$.

2.2. اعتمادًا على قيمة الارتفاع h المحسوبة سابقا، احسب قيمة السرعة v_p.

3. باستخدام القانون الثاني لنيوتن، تحقق ما إذا كان زمن سقوط الكبسولة مساويًا لزمن سقوطه في المسار الأول.

4. باعتبار تأثير الهواء غير مهمل، هل نحصل على نفس قيمة السرعة السابقة للوصول إلى سطح الأرض؟ اشرح.

5. في الواقع، يتم اعتماد طريقة القذف الأفقي للكبسولة من الدرون بدل اسقاطه شاقوليا. برأيك ما هو السبب؟

التمرين الثاني : (6 نقاط)



عطارد $(MERCURY)$ هو أقرب الكواكب إلى الشمس، شكله تقريبا كروي نصف قطره R_M وكتلته M_M. في أكتوبر 2018 تم إرسال مركبة فضائية إلى هذا الكوكب لدراسته، وسميت هذه المهمة: "بيبي كولومبو $(\boldsymbol{BepiColombo})$"، وهي مشتركة بين وكالتي الفضاء الأوروبية(ESA) واليابانية$(JAXA)$، تحمل المركبة المسبارين:

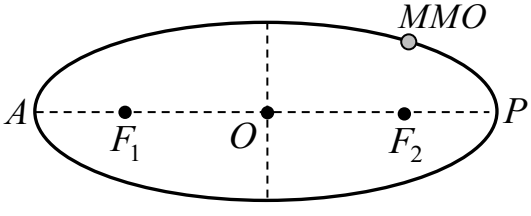
- المسبار(MMO): تابع لـــ$(JAXA)$ وظيفته دراسة الغلاف المغناطيسي والرياح الشمسية.
- المسبار (MPO): تابع لـــ(ESA) وظيفته دراسة مناخ الكوكب وتركيب سطحه.

يتموضع المسبارين في مداريهما حول عطارد في نوفمبر 2026، وتبدأ الدراسات التفصيلية في حدود 2027.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة المسبارين، وإيجاد بعض المقادير الفيزيائية المميزة لكوكب عطارد.

I - دراسة حركة المسبار الياباني $(\boldsymbol{MMO})$:

يأخذ المسبار الياباني (MMO) المسار الموضّح بالشكل (3)، تمثل النقطة P أقرب موضع للمسبار من كوكب عطارد، أمّا النقطة A فتمثل أبعد موضع عنه.



الشكل (3)

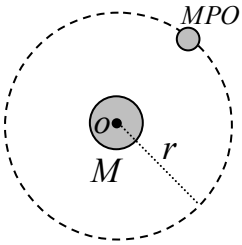
1. أعط الاسم الذي يُطلق على هذا المسار، ثم عرفه.
2. حدّد موقع كوكب عطارد في هذا الشكل مبررا جوابك.
3. اذكر اسم النقطتين A و P.
4. انقل الشكل (3) على ورقتك، ومثل عليه كوكب عطارد وارسم كيفيا شعاع سرعة المسبار في النقطتين A و P.
5. علما أنّ $PF_2 = 3030km$ و $AF_2 = 14080km$، أعط المدلول الفيزيائي للمقدار $PF_2 + AF_2$.
6. ينجز هذا المسبار دورة واحدة حول كوكب عطارد خلال مدة قدرها $T_1 = 9{,}3h$.

1.6. احسب النسبة $X = \frac{8T_1^2}{(PF_2+AF_2)^3}$ مقدرة بالوحدة $s^2.m^{-3}$.

7. نعتبر المقدار $Y = \frac{4\pi^2}{G.M_M}$، حيث G ثابت الجذب العام.

- علما أن $X = Y$ ، بين أن كتلة كوكب عطارد $M_M = 3{,}3 \times 10^{23}kg$.

II - دراسة حركة المسبار الأوروبي MPO:



الشكل (4)

يأخذ المسبار الأوروبي (MPO) مسارا نعتبره تقريبا دائريا، نصف قطره $r = 3300km$ وعلى ارتفاع h من سطح كوكب عطارد، كما في الشكل (4).

1. مثل القوة $\vec{F}_{M/MPO}$ قوة جذب عطارد للمسبار (MPO)، ثم حدد خصائصها.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أنّ حركة المسبار (MPO) حول عطارد دائرية منتظمة.
3. جد عبارة a تسارع حركة المسبار بدلالة G ، M_M و r ، واستنتج عبارة سرعته v.
4. باعتبار أن قوة جذب عطارد للمسبار (MPO) هي نفسها قوة ثقله على هذا الكوكب:

1.4. بين أن عبارة تسارع جاذبية كوكب عطارد على ارتفاع h من سطحه تعطى بالعلاقة: $g = g_0 \frac{R_M^2}{r^2}$ حيث g_0 هي شدة تسارع الجاذبية على سطح عطارد.

2.4. جد قيمة R_M نصف قطر كوكب عطارد علما أن $g = 2{,}02m.s^{-2}$

5. اكتب عبارة الدور المداري T_2 للمسبار (MPO) حول عطارد بدلالة G ، M_M و r ، ثم احسب قيمته.
6. جد عدد الدورات التي ينجزها المسبار (MPO) عندما ينجز المسبار (MMO) دورة واحدة.

المعطيات: - ثابت الجذب العام: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}SI$.

- الجاذبية على سطح كوكب عطارد: $g_0 = 3{,}7m.s^{-2}$

الجزء الثاني : (7 نقاط)

التمرين التجريبي : (7 نقاط)

كلوريد البنزيل $(Benzyl\ Chloride)$ هو مركب عضوي عطري يُستخدم بكثرة في الكيمياء العضوية والصناعة كمادة وسيطة مهمة في تحضير العديد من المركبات الكيميائية.

يهدف هذا التمرين إلى متابعة تحول كيميائي عن طريق قياس الناقلية.

الوثيقة (1) : معلومات خاصة بالمركب كلوريد البنزيل.

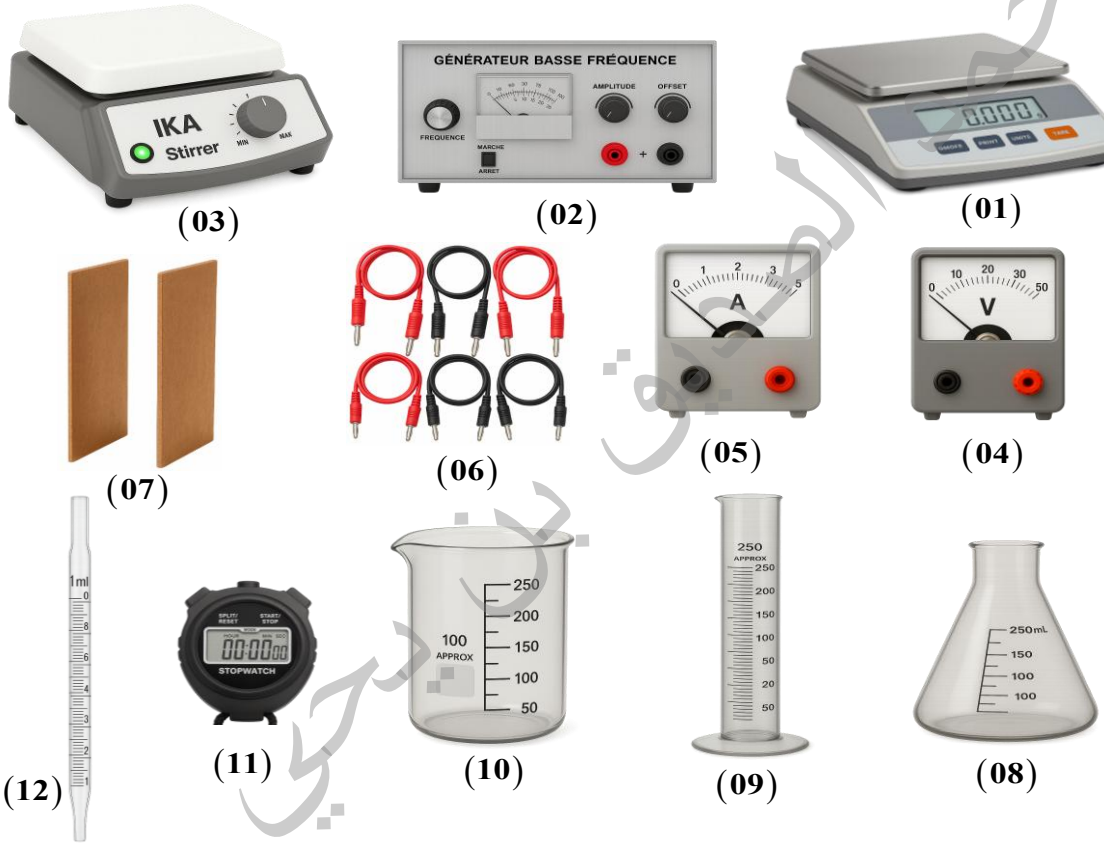
- الاسم النظامي حسب $IUPAC$: كلورو ميثيل بنزن.



- الصيغة الجزيئية المجملة: $C_7H_7 - Cl$
- الكتلة المولية: $126{,}6g.mol^{-1}$
- الكتلة الحجمية: $1{,}1g.mL^{-1}$
- الانحلال في الماء: قليل جدا.
- الحالة الفيزيائية: سائل عديم اللون يميل إلى الأصفر الباهت.
- السمية والمخاطر: مركب خطير جدًا، سريع الالتهاب، مهيج قوي للجلد والعينين والجهاز التنفسي.
- التفاعل مع الماء: هو تفاعل تام ينمذج بالمعادلة التالية :

$$C_7H_7 - Cl(l) + 2H_2O(l) = C_7H_7 - OH(l) + H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

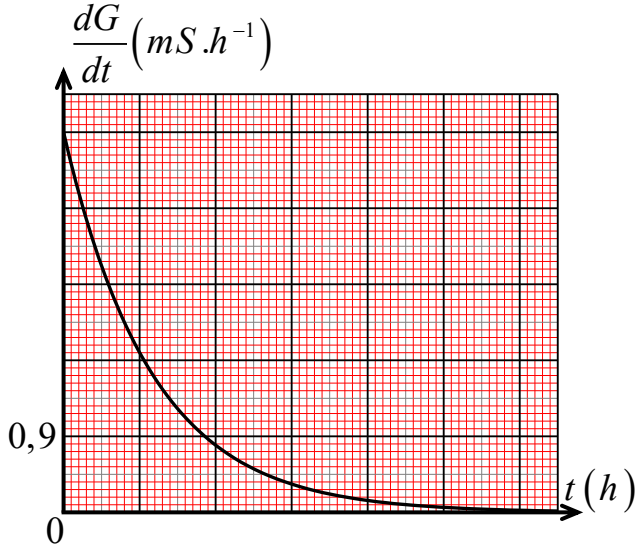
الوثيقة (2): صور لبعض الأدوات والزجاجيات والأجهزة المتوفرة.

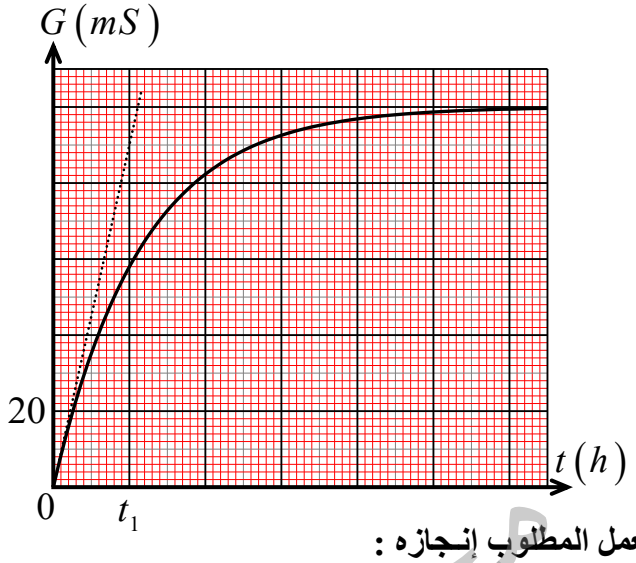


الوثيقة (3) : البروتوكول التجريبي لمتابعة إماهة كلور البنزيل عن طريق قياس الناقلية.

- نضَع الزجاجية (10) فوق الجهاز (03)، ثم نسكب داخلها حجما $V = 100mL$ من الماء المقطر.
- نغمر العنصر (07) داخل الزجاجية (10)، ثم نصله إلى دارة كهربائية مناسبة.
- نشغّل الجهاز (03) على سرعة متوسطة، وعند اللحظة $t = 0$ نضيف حجمًا $V_0 = 1mL$ من كلوريد البنزيل.
- نسجّل الناقلية في لحظات زمنية مختلفة عند درجة حرارة ثابتة θ_1، و ندون النتائج في جدول.
- باستعمال جهاز كمبيوتر وبرمجية مناسبة نعالج النتائج المتحصل عليها.

الوثيقة (4): منحنيي تطور كل من ناقلية G ، و $\frac{dG}{dt}$ بدلالة الزمن.





العمل المطلوب إنجازه :

1. عرف الناقلية، ثم وضح سبب متابعة التحول الكيميائي المدروس عن طريق قياس الناقلية.
2. فسر انعدام ناقلية المزيج عند اللحظة $t = 0$.
3. تعرف على الدلالتين (a) و (b) المشار إليهما في ملصقة القارورة المبينة في الوثيقة (1).
4. انطلاقا من الوثيقة (2):

4.1. اجرد الوسائل والزجاجيات المستعملة في هذه التجربة.

4.2. حدد الزجاجية المستعملة في أخذ الحجم V_0 من كلوريد البنزيل.

5. ارسم باستعمال الرموز الاصطلاحية التركيب التجريبي المستعمل في تحقيق هذه التجربة، مع شرح الطريقة التي مكنت من الحصول على قيم الناقلية G.
6. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل المدروس، و احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max}، علما أن الماء موجود بوفرة.
7. جد عبارة الناقلية $G(t)$ بدلالة تقدم التفاعل $x(t)$ ، K ، V ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، λ_{Cl^-} حيث K ثابت يميز العنصر (07) من الوثيقة (2)، و V حجم المزيج التفاعلي (نهمل V_0 أمام V).
8. تحقق أن عبارة تقدم التفاعل هي: $x(t) = \frac{n_0}{G_f} G(t)$، حيث G_f هي الناقلية عند نهاية التفاعل.
9. جد عبارة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$ ثم احسب قيمتها.
10. بين أن $t_1 = 20h$، ثم صنف التحول الكيميائي المدروس حسب المدة الزمنية التي يستغرقها.
11. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، ثم جد قيمته بيانيا.
12. نعيد نفس التجربة السابقة عند درجة حرارة θ_2 أكبر من θ_1:

12.1. اذكر المصطلح الذي يطلق على درجة الحرارة في هذه الحالة، ثم عرفه.

12.2. حدد تأثير ذلك على المقادير التالية مع التعليل:

– مدّة التفاعل – السرعة الحجمية لابتدائية للتفاعل – التقدم الأعظمي x_{max} – الناقلية النهائية G_f

الحل النموذجي المقترح

انتهى الموضوع

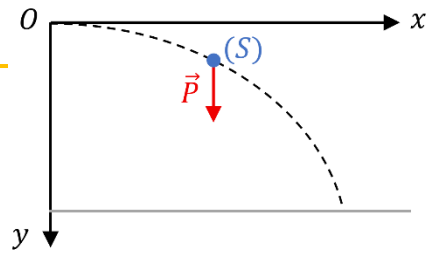
الجزء الأول :

حل التمرين الأول : (٦ نقاط)

الجزء الأول: المسار 1.

1. المرجع السطحي الأرضي، الذي نعتبره غاليليا؛ لأن مدة حركة الجسم صغيرة جدا (مهملة) مقارنة بمدة دوران الأرض حول محورها. — 0,5

2. القوى الخارجية المطبقة على الكبسولة (S) هي قوة الثقل $\vec{P}$. — 0,25



3. نص القانون الثاني لنيوتن : — 0,25

في مرجع عطالي، المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المطبقة على جسم يساوي جداء كتلته في شعاع تسارع مركز عطالته.

4/ 1.4. استنتاج عبارة a_x و a_y .

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (كبسولة) نجد :

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a}$ و عليه : $\vec{P} = m.\vec{a}$ و منه : $\vec{g} = \vec{a}$ — 0,25

بالإسقاط على المحورين نجد: $a_x = 0$ و $a_y = g$ — 0,5

2.4. كتابة المعادلات الزمنية للسرعة و الموضع :

زاوية القذف $\alpha = 0°$ وقيمة سرعة قذف الجسم هي نفسها قيمة سرعة الدرون الثابتة أي $v_{Dr} = v_0$

$$v_x(t) = v_{x0} = v_0 = v_{Dr}$$ — 0,25

$$v_y(t) = g.t + \overset{0}{\overbrace{v_{y0}}} = g.t$$ — 0,25

$$x(t) = v_{x0}.t + \overset{0}{\overbrace{x_0}} = v_{Dr}.t$$ — 0,25

$$y(t) = \frac{1}{2}g.t^2 + \overset{0}{\overbrace{y_0}} = \frac{1}{2}g.t^2$$ — 0,25

1.5/ إثبات أنه يمكن كتابة عبارة زمن السقوط من الشكل $t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

عند موضع السقوط يكون : $y(t) = h$ و بالتالي : $h = \frac{1}{2}g.t_p{}^2$ ومنه : $t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. — 0,5

2.5. استنتاج عبارة D بدلالة h ، g ، v_{Dr} .

نعوض في المعادلة الزمنية للموضع $x(t) = v_{Dr}.t$ حيث : $x(t) = D$ و منه : $D = v_{Dr}.t_p$ ....(1)

و منه : $D = v_{Dr}.\sqrt{\frac{2h}{g}}$ — 0,5

1.6. زمن السقوط t_p.

من البيان لما : $v_{Dr} = 6m/s$ فإن $D = 12m$ بالتعويض في (1) نجد : $12 = 6t_p$ ومنه : $t_p = 2s$ — 0,25

2.6. استنتاج أن قيمة ارتفاع الدرون $h = 20m$: $t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow h = \frac{g.t_p{}^2}{2} = \frac{10\times 2^2}{2} = 20m$ — 0,25

محمد الصديق بن يحي

3.6. تحديد مجال القيم المناسبة للسرعة الابتدائية v_{Dr} حتى تسقط الكبسولة داخل المنطقة المحددة.

- حسابيا: حتى تسقط في المجال المحدد يجب أن يكون $x_2 > D > x_1$ أي $x_2 > v_{Dr}.t_p > x_1$

ومنه $\frac{x_2}{t_p} > v_{Dr} > \frac{x_1}{t_p}$

0,25 بالتعويض نجد: $\frac{12}{2} > v_{Dr} > \frac{48}{2}$ وبالتالي: $6m/s > v_{Dr} > 24m/s$.

0,25 - بيانيا: لدينا من البيان قيم السرعة الموافقة لكل من x_1 و x_2 هي على الترتيب $6m/s$ و $24m/s$.

الجزء الثاني: المسار 2.

0,25 1. نوع السقوط هو سقوط شاقولي لأن الكبسولة تتحرك وفق خط مستقيم عمودي على سطح الأرض، وتحت تأثير قوة ثقلها فقط (تأثيرات الهواء مهملة).

0,5 2. 1.2. إثبات أن سرعة الكبسولة لحظة وصولها إلى سطح الأرض تُكتب على الشكل: $v_p = \sqrt{2gh}$.

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (كبسولة + أرض) بين موضع ترك الكبسولة و موضع اصطدامها بسطح الأرض ، وباعتبار سطح الأرض مرجعا لقياس الطاقات الكامنة الثقالية :

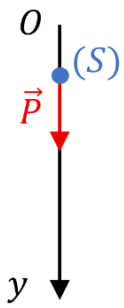
$$\overbrace{E_{Ci}}^{0J} + E_{ppi} = E_{Cf} + \overbrace{E_{ppf}}^{0J} \Rightarrow E_{ppi} = E_{Cf} \Rightarrow m.g.h = \frac{1}{2}mv_p{}^2 \Rightarrow g.h = \frac{1}{2}v_p{}^2$$

و بالتالي : $2gh = v_p{}^2$ ومنه : $v_p = \sqrt{2gh}$

0,25 2.2. حساب قيمة السرعة v_p.

$$v_p = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20m/s$$

0,25 3. زمن سقوط الكبسولة يكون مساويًا لأن:



0,25 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (كبسولة) نجد :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m.\vec{a} \Rightarrow m.\vec{g} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a}$$

0,25 بالإسقاط على محور الحركة (Oy) نجد: $a = g$ أي $v(t) = g.t$ وبالتعويض نجد :

$$v_p = g.t_p \text{ و منه : } t_p = \frac{v_p}{g} = \frac{20}{10} = 2s$$

0,25 4. إذا لم نهمل تأثيرات الهواء: الكبسولة تتعرض لقوتين إضافيتين عكس جهة الحركة (نحو الأعلى)، هذه القوتين تقلّل من تسارعها ، أي يكون تسارعها الفعلي أصغر من g، وبالتالي:

- ✓ زمن السقوط يزداد مقارنة بالحالة بدون هواء.
- ✓ قيمة سرعة الارتطام الحقيقية تكون أقل من القيمة المحسوبة سابقا.

0,25 5. يتم اعتماد القذف الأفقي عوض السقوط الشاقولي بهدف: (تقبل إحدى الإجابات التالية)

- ✓ تقليل تأثير الهواء.
- ✓ دقة أكبر في التصويب.
- ✓ عدم حاجة الدرون إلى التوقف من أجل إسقاط الكبسولة.

محمد الصديق بن يحي

حل التمرين الثاني : (6 نقاط)

I - دراسة حركة المسبار الياباني MMO:

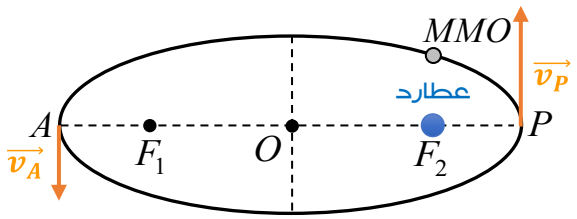
1. الاسم الذي يُطلق على هذا المسار: مسار إهليليجي (قطع ناقص)، وهو مسار بيضاوي متناظر، يقع كوكب عطارد في أحد محرقيه. — 0,5

2. تحديد موقع كوكب عطارد: بما أن P أقرب موضع للمسبار من كوكب عطارد إذن يقع في المحرق F_2. — 0,25

3. اسم النقطتين A و P. — 0,5

- النقطة A: الأوج.
- النقطة P : الحضيض.

4. تمثيل موقع كوكب عطارد ورسم شعاع سرعة المسبار في النقطتين A و P. — 0,75



5. المدلول الفيزيائي للمقدار $PF_2 + AF_2$: مجموعهما يمثل طول المحور الكبير للمسار الإهليليجي أي: $PF_2 + AF_2 = 2a$ — 0,25

6. حساب النسبة $X = \frac{8T_1^2}{(PF_2+AF_2)^3}$ مقدرة بالوحدة $s^2.m^{-3}$. — 0,25

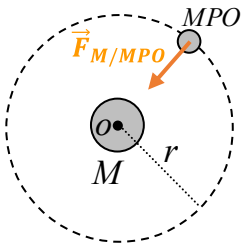
$$X = \frac{8 \times (9{,}3 \times 3600)^2}{((14080 + 3030) \times 10^3)^3} \approx 1{,}79 \times 10^{-12} s^2.m^{-3}$$

7. إثبات أن قيمة كتلة كوكب عطارد $M_M = 3{,}3 \times 10^{23} kg$: — 0,25

$$X = Y = \frac{4\pi^2}{GM_M} \Longrightarrow M_M = \frac{4\pi^2}{XG} = \frac{4(3{,}14)^2}{1{,}79 \times 10^{-12} \times 6{,}67 \times 10^{-11}} = 3{,}3 \times 10^{23} kg$$

II - دراسة حركة المسبار الأوروبي MPO:

1. تمثيل القوة $\vec{F}_{M/MPO}$ قوة جذب عطارد للمسبار (MPO)، وتحديد خصائصها. — 0,5



✓ المبدأ : مركز المسبار (MPO). ✓ الجهة : نحو مركز عطارد.

✓ الحامل : المحور الناظمي. ✓ الشدة : $F_{M/MPO} = G\frac{m_{MPO}.M_M}{r^2}$

2. تبيان أنّ حركة المسبار (MPO) حول عطارد دائرية منتظمة. — 0,75

✓ الجملة المدروسة : المسبار (MPO). ✓ مرجع الدراسة : مرجع مركزي عطاردي نعتبره غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (مسبار MPO) في مرجع مركزي عطاردي نجد:

$\sum \vec{F}_{ext} = m_{MPO}.\vec{a}$ أي: $\vec{F}_{M/MPO} = m_{MPO}.\vec{a}$، بالإسقاط على المحور المماسي نجد:

$0 = m_{MPO}.a_t$ نعلم أن : $m_{MPO} \neq 0$ إذن : $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$ ومنه نستنتج أن : v ثابت.

بما أن المسار دائري وقيمة السرعة المدارية ثابتة فإن الحركة دائرية منتظمة.

محمد الصديق بن يحي

3. ايجاد عبارة a تسارع حركة المسبار بدلالة G ، M_M و r ، و استنتاج عبارة سرعته v.

0,25
$$F_{M/MPO} = G\frac{m_{MPO}.M_M}{r^2} \Rightarrow a_N = G\frac{M_M}{r^2}$$

استنتاج عبارة السرعة المدارية: $r = (R_M + h)$

0,25
$$a_N = G\frac{M_M}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_M}{r}}$$

1.4. تبيين أن عبارة تسارع جاذبية كوكب عطارد على ارتفاع h من سطحه تعطى بالعلاقة: $g = g_0\frac{R_M^2}{r^2}$

لدينا:

$$F_{M/MPO} = G\frac{m_{MPO}.M_M}{r^2} = m_{MPO}.g \Rightarrow g = G\frac{M_M}{r^2} \dots (1)$$

0,5
لدينا : $r = (R_M + h)$ عند سطح الأرض : $h = 0$ وبالتالي: $g_0 = G\frac{M_M}{{R_M}^2} \dots (2)$، بقسمة العبارة (1) على (2) نجد:

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\frac{1}{r^2}}{\frac{1}{{R_M}^2}} \Rightarrow g = g_0\frac{{R_M}^2}{r^2}$$

2.4. ايجاد قيمة R_M نصف قطر كوكب عطارد: من العبارة السابقة لدينا:

0,25
$$g = g_0\frac{{R_M}^2}{r^2} \Rightarrow R_M = \sqrt{\frac{g.r^2}{g_0}} = \sqrt{\frac{3{,}7 \times (3300 \times 10^3)^2}{2{,}02}} \approx 2{,}44 \times 10^6 m \approx 2440 km$$

5. كتابة عبارة الدور المداري T_2 للمسبار (MPO) حول عطارد بدلالة G ، M_M و r ، ثم حساب قيمته.

0,5
$$v = \frac{2\pi r}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM_M}{r}}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM_M}{r}}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{GM_M}} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_M}}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_M}} = 2\pi\sqrt{\frac{(3300 \times 10^3)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 3{,}3 \times 10^{23}}} \approx 8028s$$

$$T_2 \approx 2{,}23h$$

6. ايجاد عدد الدورات التي ينجزها المسبار (MPO) عندما ينجز المسبار (MMO) دورة واحدة.

0,25
$$T_1 = 9{,}3h$$
$$T_2 = 2{,}23h$$
$$N = \frac{T_1}{T_2} = \frac{9{,}3}{2{,}23} \approx 4{,}17$$

$N = 4{,}17$ دورات

محمد الصديق بن يحيى

الجزء الثاني :

حل التمرين التجريبي : (٦ نقاط)

1. الناقليّة هي قدرةُ المحلول على نقل التيار الكهربائي نتيجة وجود شوارد حُرّة الحركة. — 0,25
سبب متابعة التحول المدروس عن طريق قياس الناقلية هو وجود شوارد ناتجة يزداد تركيزها في المزيج. — 0,25

2. تفسير انعدام ناقلية المزيج عند اللحظة $t = 0$ هو كون المزيج لا يحتوي على أي شوارد، بل يحتوي على: — 0,25
- ✓ ماء مقطر ناقليته مهملة.
- ✓ جزيء كلوريد البنزيل متعادل كهربائيا غير ناقل للتيار الكهربائي.

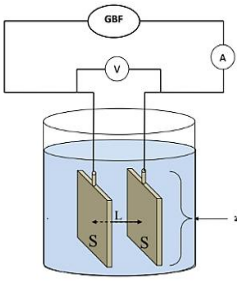
3. التعرف على الدلالتين:
a. مادة سامّة. — 0,25
b. مادة قابلة للاشتعال. — 0,25

4. 1.4. الزجاجية المستعملة في أخذ V_0 من كلوريد البنزيل هي العنصر 12، ماصة عيارية ذات سعة $1mL$. — 0,25

2.4. جرد الأدوات والزجاجيات المستعملة في التجربة — ١

2. مولد التواترات المنخفضة GBF	3. مخلاط مغناطيسي	4. فولط متر
5. أمبير متر	6. أسلاك توصيل	7. خلية قياس الناقلية
10. كأس بيشر سعته $250mL$	11. ميقاتية	

5. التركيب التجريبي المستعمل في التجربة والطريقة التي مكنت من الحصول على قيم الناقلية.



عند إضافة كلوريد البنزيل في اللحظة $t = 0$ نشغل الميقاتية ثم نقرأ في لحظات زمنية مختلفة قيم كل من شدة التيار الكهربائي I_{eff} على جهاز الأمبير متر وقيم التوتر الكهربائي U_{eff} من جهاز الفولط متر، ثم نتحصل على قيم الناقلية من خلال العلاقة التالية: $G = \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$. — 0,25 — 0,25

6. جدول تقدم التفاعل: — 0,25

المعادلة		$C_7H_7 - Cl(l) + H_2O(l) = C_7H_7 - OH(l) + H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$				
الحالة	التقدم	كميات المادة بـ mol				
ح ابتدائية	0	n_0	بوفرة	0	0	0
ح انتقالية	x	$n_0 - x$		x	x	x
ح نهائية	x_{max}	$n_0 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}	x_{max}

- حساب التقدم الأعظمي: في نهاية التفاعل يكون:

$$n_0 - x_{max} = 0 \Longrightarrow n_0 = x_{max} = \frac{m}{M} = \frac{\rho . V_0}{M} = \frac{1,1 \times 1}{126,6} = 8,69 \times 10^{-3} mol$$ — 0,25

7. عبارة الناقلية : $G(t) = K.\sigma(t) = K.c(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) = K.\frac{x(t)}{V}(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \dots (1)$ — 0,25

محمد الصديق بن يحي

8. التحقق من العبارة: بالاعتماد على العبارة السابقة نجد:

0,25 $$G_f = K.\sigma_f = K.c_0(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \Rightarrow G_f = K.\frac{x_{max}}{V}(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})$$

0,25 و منه : $G_f = K.\frac{n_0}{V}(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \dots (2)$ بقسمة (1) على (2) نجد: $\frac{G(t)}{G_f} = \frac{x(t)}{n_0} \Rightarrow x(t) = \frac{n_0}{G_f}G(t)$

9. حساب السرعة الحجمية عند $t = 0$:

0,25 $$v_{vol}(0) = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} = \frac{1}{V}\frac{d(\frac{n_0}{G_f}G)}{dt} = \frac{n_0}{V.G_f}\frac{d(G)}{dt}$$

ولدينا من البيانين الأول والثاني عند $t = 0$:

0,25 $$G_f = 20 \times 5 = 100mS \text{ و } \frac{d(G)}{dt} = 0.9 \times 5 = 4.5mS.h^{-1}$$

بالتعويض نجد:

0,25 $$v_{vol}(0) = \frac{n_0}{V.G_f}\frac{d(G)}{dt} = \frac{8,69 \times 10^{-3}}{0,1 \times 100 \times 10^{-3}}(4,5 \times 10^{-3}) = 3,9 \times 10^{-3}mol.l^{-1}h^{-1}$$

10. تبيان أن $t_1 = 20h$:

لدينا من البيان (2) $a = \left(\frac{d(G)}{dt}\right)_{t=0} = 4.5mS.h^{-1}$، ومن معامل توجيه المماس عند $t = 0$:

0,25 $$a = \frac{(90-0) \times 10^{-3}}{t_1 - 0} = \frac{90 \times 10^{-3}}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{90 \times 10^{-3}}{a} = \frac{90 \times 10^{-3}}{4,5 \times 10^{-3}} = 20h$$

- التحول الكيميائي يستغرق 5 أيام حتى يصل إلى حالته النهائية وبالتالي فإنه تحول بطيء جدا.

0,25 $$t_f = \frac{20 \times 6}{24} = 5jours$$

11. زمن نصف التفاعل: هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية. $x\left(t_{1/2}\right) = \frac{x_{max}}{2}$

0,25 إيجاد قيمته بيانيا: لدينا $G(t) = G_f\frac{x(t)}{n_0}$ و عليه : $G\left(t_{1/2}\right) = G_f\frac{\frac{x_{max}}{2}}{x_{max}} = \frac{G_f}{2}$

0,25 ت ع : $G\left(t_{1/2}\right) = \frac{100}{2}mS = 50mS$ بإسقاط القيمة نجد: $t_{1/2} = 16h$

0,25 12. 1.12. في هذه الحالة نسمي درجة الحرارة "عامل حركي" وهو كل مؤثر على مدة التحول الكيميائي (أي يؤثر على سرعة التفاعل).

0,5 2.12. تأثير درجة الحرارة على المقادير التالية:

أ. مدة التفاعل تقل لأن زيادة درجة الحرارة تزيد من حدة التصادمات الفعالة بين الشوارد وبالتالي تزيد سرعة التفاعل مما يجعله يصل إلى حالته النهائية في زمن أقل.

ب. السرعة الحجمية الابتدائية تزداد كون التفاعل يصبح أسرع.

ج. التقدم الأعظمي: في هذه الحالة هو نفسه كمية المادة الابتدائية وبالتالي لا يتغير (يبقى ثابت).

د. الناقلية النهائية تزداد لأن زيادة حركة الشوارد يؤدي إلى نقل كهربائي أكبر.

محمد الصديق بن يحي