التمرين الأول: 06 نقاط

شهدت السنوات الأخيرة توسعًا كبيرًا في استخدام الأقمار الاصطناعية لمتابعة الظواهر الطبيعية وخدمة الحياة اليومية. تعتمد معظم الدول على شبكات متخصّصة من الأقمار تدور حول الأرض في مدارات مختلفة، بعضها قريب جدًا من سطح الأرض، وبعضها الآخر ثابت بالنسبة للأرض على ارتفاعات كبيرة.

القمر الاصطناعي	GOES	Sentinel−3
الارتفاع $h(km)$	35800	.....
الكتلة $m(kg)$	293	1150
الدور T	.....	$1h\ 40\min$
شدة قوة جذب الأرض $F_i(N)$	65,8	8863,1
المدار	استوائي	قطبي/شبه قطبي
جهة الدوران	نفس جهة الدوران الأرض حول محور دورانها	

ضمن مشروع جديد لمراقبة الأرض، قامت وكالة الفضاء بإطلاق قمرين اصطناعيين:

يهدف التمرين إلى دراسة حركة الأقمار الاصطناعية $(Sentinel-3)$ و $(GOES)$ حول الأرض، وتحديد أيهما جيومستقر.

نعتبر القمر الاصطناعي (A) يخضع فقط لقوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/A}$، ندرس حركته الدائرية بالنسبة للمرجع الأرضي المركزي الذي يعتبر غاليليا. تنجز الأرض دورة كاملة حول محور دورانها خلال $T_T \approx 24h$.

معطيات: نصف قطر الكرة الأرضية $R_T = 6400\,km$

1. انجز رسم تخطيطي لمسار حركة القمر الاصطناعي (A) حول الأرض (T)، موضحا عليه القوة $\vec{F}_{T/A}$، $\vec{n}$ شعاع الوحدة، ثم اكتب عبارتها الشعاعية.
2. اعتمادا على قياسات الجدول وقانون الجذب العام، حدد المقترح الصحيح مع التعليل.

الاقتراح الأول	الاقتراح الثاني	الاقتراح الثالث
Sentinel−3 أقرب إلى سطح الأرض	GOES أقرب إلى سطح الأرض	للقمرين نفس الارتفاع بالنسبة لسطح الأرض

3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، على مركز عطالة القمر الاصطناعي (A)، استخرج العبارة الشعاعية للتسارع $\vec{a}_A$ واستنتج طبيعة حركة القمر الاصطناعي (A).
4. بين أن عبارة شدة القوة $\vec{F}_{T/A}$ التي تؤثر بها الأرض (T) على القمر الاصطناعي (A) تكتب بالشكل:

$$F_{T/A} = 4\pi^2 \cdot \frac{R_T + h}{T^2} \cdot m$$

5. حسب النتائج المدونة في الجدول، أحسب كل من دور القمر $(GOES)$ وارتفاع القمر $(Sentinel-3)$.
6. حدد أي القمرين جيومستقر، مع التعليل.

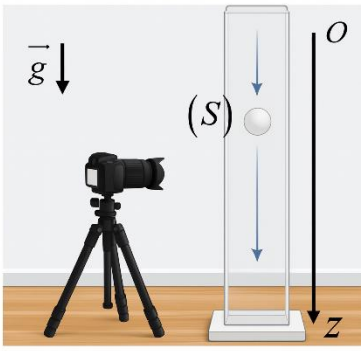
التمرين الثاني: 07 نقاط

في إطار دراسة حركة السقوط في وجود مقاومة الهواء، قام أستاذ الفيزياء بإنجاز تجربة مخبرية باستعمال **كرة مجوفة** معروفة بحساسيتها الكبيرة لقوة الاحتكاك.

يهدف التمرين إلى دراسة حركة سقوط كرة ونمذجة تأثير قوى الاحتكاك عليها.

من أجل هذا الغرض نقوم بتصوير حركة سقوط الكرة (S) كتلتها m_S وقطرها $d = 23,3cm$ في الهواء دون سرعة ابتدائية. ننسب حركة الكرة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مزود بمحور (Oz) موجه نحو الأسفل، ومبدؤه O بمركز عطالة الكرة لحظة تركها. (الشكل.1).

الشكل.1

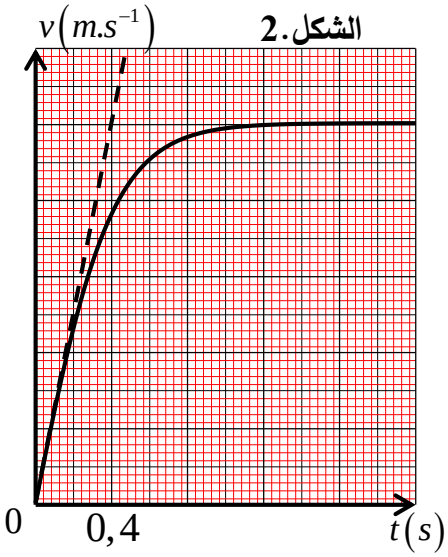


معالجة الفيديو بواسطة برنامج *Avistep* وبرمجية إعلام آلي تحصلنا على منحنى تطور السرعة بدلالة الزمن (الشكل.2)، وتغيرات شدة القوى $(\vec{P}, \vec{f}, \vec{\pi})$ المؤثرة على مركز عطالة الكرة بدلالة الزمن (الشكل.3)

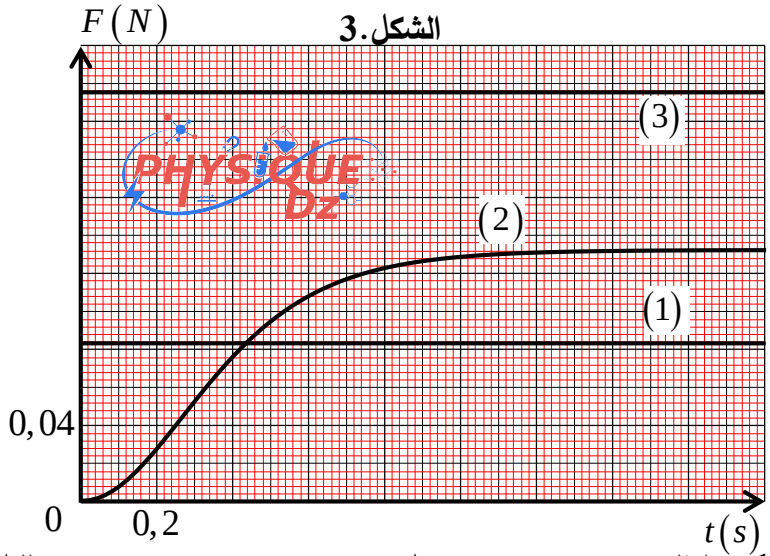
المعطيات:

- شدة حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9,8m.s^{-2}$
- الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air} = 1,3kg.m^{-3}$
- حجم الكرة: $V_S = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
- الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{eau} = 1kg.L^{-1}$
- عبارة قوة الاحتكاك: $\vec{f} = -0,023.v^n.\vec{j}$ حيث n عدد طبيعي
- الدور الذاتي للأرض: $T_T \approx 24h$

الشكل.2



الشكل.3



1. ما المقصود بـ: – جسم صلب. – مرجع غاليلي.
2. حدد الشرط اللازم لكي نعتبر المرجع السطحي الأرضي عطاليا.
3. ذكر بنص المبدأ الأساسي للتحريك.
4. أحسب شدة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$.
5. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكرة (S) في المرجع السابق.

1.5. أثبت أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة مركز عطالة الكرة من الشكل:

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m_S} \cdot v^n = g\left(1 - \frac{\rho_{air} \cdot V_S}{m_S}\right)$$

2.5. جد عبارة v_{lim} السرعة الحدية.

6. من بين المنحنيات (1)، (2) و(3)، حدد المنحنيات الموافقة لشدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ والثقل $\vec{P}$.

7. أحسب قيمة كل من كتلة الجسم m_S، والتسارع الابتدائي a_0، ثم حدد سلم منحنى الشكل.2

8. استخرج قيمة n.

9. ملأ تلميذ الكرة بالماء وأسقطها دون سرعة ابتدائية من ارتفاع $2m$ عن سطح الأرض.

1.9. أحسب كتلة الماء المضاف، وبين أن دافعة أرخميدس مهملة.

2.9. باعتبار احتكاك الهواء مهمل، وبتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (كرة)، أحسب سرعة ارتطام الكرة بسطح الأرض.

التمرين التجريبي: 07 نقاط

في مخابر الكيمياء، تُستعمل مادة ثيوكبريتات الصوديوم على نطاق واسع، سواء في التطبيقات الصناعية أو المعايرة اليودومترية أو حتى التصوير الفوتوغرافي التقليدي.

يُرمز لها بالصيغة الكيميائية $(Na_2S_2O_3,\alpha H_2O)(s)$، وهي مادة صلبة بلورية بيضاء قابلة للذوبان في الماء، ذات طعم مالح خفيف وغير سامة نسبياً.

المعطيات: $M(Na)=23\,g.mol^{-1}$; $M(H)=1\,g.mol^{-1}$; $M(O)=16\,g.mol^{-1}$; $M(S)=32\,g.mol^{-1}$

يهدف التمرين إلى دراسة حركية تفاعل ثيوكبريتات الصوديوم، وتحديد صيغته العامة، من أجل هذا الغرض قام الأستاذ بتقسيم التلاميذ إلى فوجين:

- **الفوج الأول:**

نقوم بإذابة كتلة $m_0=0,68\,g$ من ثيوكبريتات الصوديوم $(Na_2S_2O_3,\alpha H_2O)(s)$ في حجم $V=50mL$ من الماء المقطر، من أجل الحصول على محلول مائي (S) لثيوكبريتات الصوديوم $\left(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq)\right)$ تركيزه المولي C_1.

1. أحسب التركيز الكتلي C_m للمحلول (S).

2. اعتمادا على الوثيقة المرفقة، اختر المجموعة المناسبة لعملية تحضير المحلول (S)، مع كتابة البروتوكول التجريبي اللازم لذلك.

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
– بيشر $50mL$ – ميزان حساس وجفنة. – قمع.	– حوجلة عيارية $50mL$ – ميزان حساس وجفنة. – قمع.	– حوجلة عيارية $50mL$ – ماصة عيارية وإجاصة.

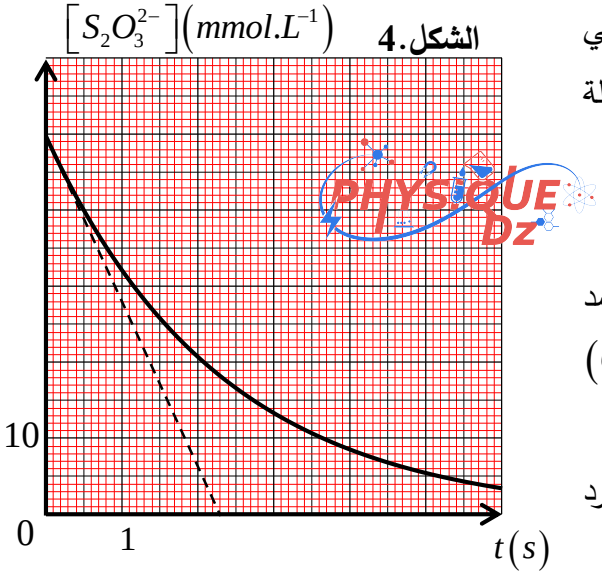
- **الفوج الثاني:**

محلول لحمض كلور الهيدروجين $\left(H_3O^+(aq)+Cl^-(aq)\right)$ تركيزه المولي C، نأخذ منه حجما $V=10mL$ ونضيف إليه حجما V_1 من ثيوكبريتات الصوديوم $\left(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq)\right)$ تركيزه المولي C_1 المحضر سابقا.

التحول الكيميائي التام الحادث ننمذجه بمعادلة التفاعل التالية:

$$S_2O_3^{2-}(aq)+2H_3O^+(aq)=S(s)+SO_2(g)+3H_2O(l)$$

سمحت عملية المتابعة الزمنية من الحصول على المنحنى البياني الممثل لتغيرات $\left[S_2O_3^{2-}\right]$ التركيز المولي لشوارد ثيوكبريتات بدلالة الزمن (الشكل.4).



الشكل.4

1. عرف: تفاعل أكسدة – إرجاع.
2. بين أن شوارد ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}(aq)$ تلعب دور المؤكسد والمرجع في نفس الوقت، مع كتابة الثنائيات (Ox/Red) المشاركة في التفاعل.
3. اكتب $\left[S_2O_3^{2-}\right]_0$ عبارة التركيز المولي الابتدائي لشوارد ثيوكبريتات في المزيج .
4. أنشئ جدول تقدم التفاعل.
5. 1.5. عرف $v\left(S_2O_3^{2-}\right)$ سرعة اختفاء $S_2O_3^{2-}$، ثم اكتب عبارتها بدلالة $\left[S_2O_3^{2-}\right]$.

2.5. إذا علمت أن سرعة اختفاء $v\left(S_2O_3^{2-}\right)$ عند اللحظة $t=0$ هي $2{,}17\,mmol.s^{-1}$، أحسب قيمة V_1 حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم، ثم استنتج C_1 التركيز المولي للمحلول (S).

3.5. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، ثم حدد قيمته.

6. أكتب عبارة الكتلة المولية لـ $(Na_2S_2O_3,\alpha H_2O)$ بدلالة α، ثم حدد قيمة α عدد جزيئات الماء.
7. نحقق التحول الكيميائي السابق في ثلاثة بياشر مختلفة مع تغيير شروط التجربة من بيشر إلى آخر، حسب الجدول التالي:

الشروط التجريبية	بيشر 1	بيشر 2	بيشر 3
درجة حرارة الخلائط $(°C)$	25	25	25
حجم محلول ثيوكبريتات (mL)	20	20	20
حجم محلول حمض كلور الهيدروجين (mL)	50	70	90
حجم الماء المقطر (mL)	40	20	0
مدة التحول (s)	18,4	13,2	10,2

1.7. حدد سبب إضافة الماء المقطر للبيشر 1 و2.

2.7. استنتج العامل الحركي الدي تبرزه هذه التجربة، مع التعليل.

انتهى الموضوع