



7	المعامل:		الفيزياء والكيمياء	المادة:
4 س	مدة الإنجاز:		شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعب (ة): R

لا يسمح باستعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب.

يضم هذا الموضوع تمرينا في الكيمياء وأربعة تمارين في الفيزياء:

الكيمياء	:	- دراسة حمض البنزويك.	(4,75 نقطة)
		- تغطية قطعة من الفولاذ بطبقة من القصدير.	(2,25 نقطة)
فيزياء 1	:	التأريخ بطريقة الأورانيوم- الثوريوم .	(2,25 نقطة)
فيزياء 2	:	تحديد معامل التحريض لوشيةة مكبر الصوت.	(5,25 نقطة)
فيزياء 3	:	نمذجة قوة احتكاك مائع	(2,5 نقطة)
فيزياء 4	:	نواس اللي لكفانديش.	(3 نقطة)

كيمياء (7 نقط) : الجزءان (1) و (2) مستقلان .

الجزء الأول: دراسة محلول حمض البنزويك.

يستعمل حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية ، وهو جسم صلب أبيض اللون.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء و مع محلول هيدروكسيد الصوديوم. نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك بإذابة كتلة  $m$  من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم  $V = 100 \text{ mL}$  تركيزه  $c_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

معطيات: الكتلة المولية لحمض البنزويك :  $M = 122 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  :  $K_e = 10^{-14}$  .

1- تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

نقيس  $pH$  محلول حمض البنزويك عند  $25^\circ C$  فنجد :  $pH_1 = 2,6$  ;

1-1. احسب الكتلة  $m$  .

1-2. اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

1-3. أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة، واحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل. استنتج.

1-4. أعط تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $pH_1$  و  $c_a$  . واستنتج قيمة ثابتة

الحمضية  $pK_A$  للمزدوجة  $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$

2- تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

نصب في كأس حجم  $V_a = 20 \text{ mL}$  من محلول حمض البنزويك ذي التركيز

$c_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  ونضيف إليه تدريجياً بواسطة سحاحة مدرجة محلول هيدروكسيد الصوديوم

تركيزه  $c_b = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .

عند إضافة الحجم  $V_b = 10 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم، يكون  $pH$  المحلول الموجود

في الكأس، عند درجة الحرارة  $25^\circ C$ ، هو  $pH_2 = 3,7$  .

2-1. اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين.

2-2. احسب كمية المادة  $n(HO^-)_v$  التي تمت إضافتها و كمية المادة  $n(HO^-)_r$  المتبقية في

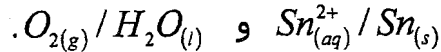
المحلول عند نهاية التفاعل.

2-3. أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل بدلالة  $n(HO^-)_r$  و  $n(HO^-)_v$  . استنتج.

المادة: الفيزياء والكيمياء
الشعب(ة): شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)

الجزء الثاني : تغطية قطعة من الفولاذ بطبقة من فلز القصدير:

الحديد الأبيض هو فولاد مغطى بطبقة رقيقة من القصدير ويستعمل خاصة في صناعة علب المصبرات نظرا لخصائصه الفيزيائية المتعددة. يهدف هذا الجزء إلى تحديد كتلة القصدير اللازمة لتغطية صفيحة من الفولاذ بواسطة التحليل الكهربائي.  
معطيات: المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في هذا التحليل هما:



$$1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1} \quad \text{الفرادي}$$

$$M(Sn) = 118,7 g.mol^{-1} \quad \text{الكتلة المولية الذرية للقصدير}$$

- نغمر الصفيحة الفولاذية كليا في محلول كبريتات القصدير  $Sn_{aq}^{2+} + SO_4^{2-}$ ؛ ثم ننجز التحليل الكهربائي لهذا المحلول بين إلكترود مكون من الصفيحة الفولاذية و إلكترود من الغرافيت.
- 1- هل يجب أن تكون الصفيحة الفولاذية هي الأنود أو الكاتود؟ علل الجواب.
  - 2- يلاحظ انتشار غاز ثنائي الأوكسجين على مستوى إلكترود الغرافيت .  
اكتب معادلة تفاعل التحليل الكهربائي.
  - 3- يستغرق التحليل الكهربائي مدة  $\Delta t = 10 \text{ min}$  بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 5 A$ .  
استنتج كتلة القصدير التي توضع على الصفيحة الفولاذية.

فيزياء 1 ( 2,25 نقطة) : التاريخ بطريقة الأورانيوم - الثوريوم .

ينتج الثوريوم المتواجد في الصخور البحرية عن التفتت التلقائي للأورانيوم 234 خلال الزمن و لذلك يوجد الثوريوم و الأورانيوم بنسب مختلفة في جميع الصخور البحرية حسب تاريخ تكونها. نتوفر على عينة من صخرة بحرية كانت تحتوي عند لحظة تكونها التي نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ )، على عدد  $N_0$  من نوى الأورانيوم  $^{234}_{92}U$ ، و نعتبر أنها لم تكن تحتوي آنذاك على نوى الثوريوم  $^{230}_{90}Th$  عند أصل التواريخ.  
أظهرت دراسة هذه العينة عند لحظة  $t$  أن نسبة عدد نوى الثوريوم على عدد نوى الأورانيوم هو:

$$r = \frac{N(^{230}_{90}Th)}{N(^{234}_{92}U)} = 0,40$$

- معطيات :- كتلة نواة الأورانيوم :  $m(^{234}_{92}U) = 234,0409 u$
- زمن عمر النصف لعنصر الأورانيوم 234 :  $t_{1/2} = 2,455.10^5 \text{ ans}$
- كتلة البروتون :  $m_p = 1,00728 u$
- كتلة النيوترون :  $m_n = 1,00866 u$
- وحدة الكتلة الذرية :  $1 u = 931,5 \text{ MeV} . c^{-2}$

1- دراسة نواة الأورانيوم  $^{234}_{92}U$

1-1. أعط تركيب نواة الأورانيوم 234.

1-2. احسب بـ  $MeV$  طاقة الربط  $E_r$  للنواة  $^{234}_{92}U$ .

1-3. نويدة الأورانيوم  $^{234}_{92}U$  إشعاعية النشاط، تتحول تلقائيا إلى نويدة الثوريوم  $^{230}_{90}Th$ .

بتطبيق قانوني الانحفاظ، اكتب معادلة تفتت النويدة  $^{234}_{92}U$ .

2- دراسة التناقص الإشعاعي

2-1. أعط تعبير عدد نوى الثوريوم  $N(^{230}_{90}Th)$  عند اللحظة  $t$  بدلالة  $N_0$  و زمن عمر

النصف  $t_{1/2}$  لعنصر الأورانيوم 234.

2-2. أوجد تعبير اللحظة  $t$  بدلالة  $r$  و  $t_{1/2}$ . احسب  $t$ .

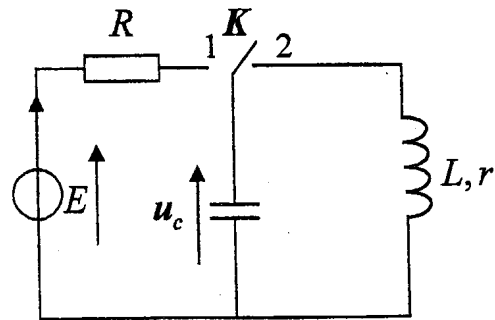
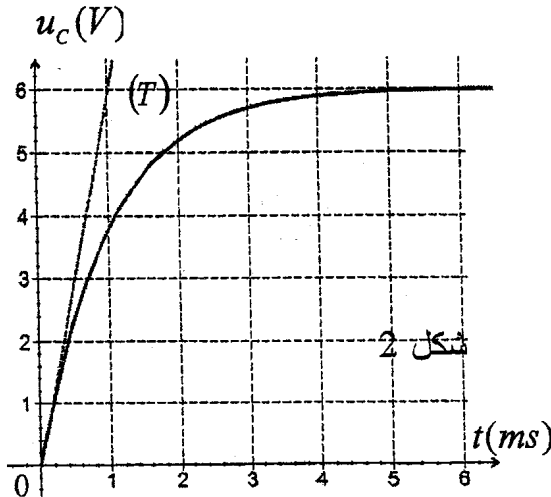
فيزياء 2 ( 5,25 نقطة) : تحديد معامل التحريض لوشية مكبر الصوت.

لتحديد معامل التحريض  $L$  لوشية مقاومتها  $r$  مستعملة في مكبر الصوت، ننجز تجربة على مرحلتين باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 :  
المرحلة الأولى : نحدد قيمة السعة  $C$  لمكثف بالدراسة التجريبية لشحنه بواسطة مولد كهربائي مؤمّن قوته الكهروحركة  $E = 6V$ .  
المرحلة الثانية : ندرس تفريغ هذا المكثف في الوشية لتحديد قيمة معامل التحريض  $L$ .  
ناخذ :  $\pi^2 = 10$

1- تحديد سعة المكثف

المكثف غير مشحون، نؤرجح قاطع التيار  $K$  (الشكل 1) إلى الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ )؛ فيشحن المكثف عبر موصل أومي مقاومته  $R = 100 \Omega$ .

نعين بواسطة راسم التذبذب ذي ذاكرة التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل (2).



الشكل 1

1-1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$ .

1-2. حل هذه المعادلة التفاضلية هو :  $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  ؛ أوجد تعبير كل من الثابتين  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة.

1.3. يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى  $u_C = f(t)$  عند اللحظة  $t = 0$ . استنتج انطلاقا من منحنى الشكل (2) قيمة السعة  $C$  للمكثف.

2- تحديد معامل التحريض للوشية.

المكثف مشحون، نؤرجح، عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ( $t = 0$ )، قاطع التيار  $K$  (الشكل 1) إلى الموضع (2)، ونعاين بنفس الطريقة تطور التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف خلال الزمن، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل (3).

2-1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.

2-2. عبر عن الطاقة الكلية  $E_r$  للدارة بدلالة  $L$  و  $C$  و  $u_C$  و  $\frac{du_C}{dt}$ .

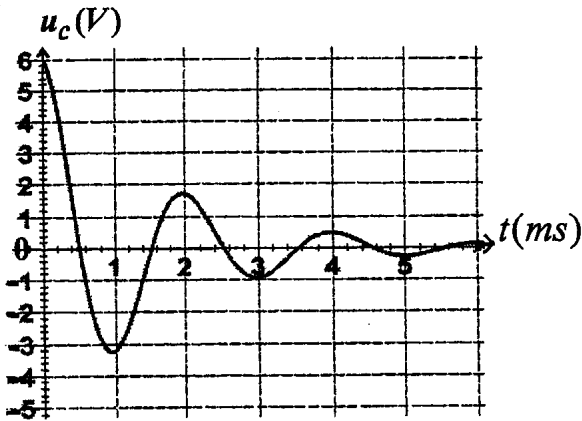
2-3. باستعمال المعادلة التفاضلية ،

بين أن  $\frac{dE_r}{dt} = -r \cdot i^2$  ، حيث  $i$  شدة التيار

المر في الدارة عند اللحظة  $t$  و  $r$  مقاومة الوشية.

2-4. نعتبر في هذه التجربة أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للدارة.

احسب ، اعتمادا على منحنى الشكل (3) معامل التحريض  $L$  للوشية.



شكل 3

3 - تحديد قيمة معامل التحريض للوشية بطريقة أخرى.

نطبق بين مربطي ثنائي القطب (D) المكون من الوشية السابقة ومكثف سعته

$C_0 = 10^{-5} F$  ، مركبين على التوالي ، توترا جيبييا  $u$  قيمته الفعالة ثابتة  $U = 6V$

ونغير تدريجيا تردده  $N$ .

نلاحظ أنه عندما يأخذ التردد القيمة  $N_0 = 500 Hz$  ، تأخذ الشدة الفعالة للتيار قيمة

قصوى  $I_0 = 0,48 A$ .

3-1. احسب قيمة معامل التحريض  $L$  و قيمة المقاومة  $r$  للوشية.

3-2. ليكن  $u_b$  التوتر اللحظي بين مربطي الوشية ؛ أوجد قيمة الطور  $\phi$  للتوتر  $u_b$

بالنسبة للتوتر  $u$ .

**فيزياء 3 (2,5 نقط) : نمذجة قوة احتكاك مائع**

يهدف هذا التمرين إلى نمذجة قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الغليسيرول على جسم صلب وذلك بدراسة حركة السقوط الرأسي لكلمة فلزية كتلتها  $m$  و شعاعها  $r$  داخل الغليسيرول.

معطيات : - شعاع الكلمة :  $r = 1 \text{ cm}$  ؛ حجم الكلمة :  $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

- الكتلة الحجمية:

\* للفلز الذي تتكون منه الكلمة :  $\rho_1 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

\* الغليسيرول :  $\rho_2 = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

- تسارع الثقالة :  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

نذكر أن شدة دافعة أرخميدس المطبقة على الكلمة المغمورة كليا في الغليسيرول هي  $F = \rho_2 \cdot V \cdot g$ .

نمذج قوة الاحتكاك التي تخضع لها الكلمة أثناء السقوط داخل الغليسيرول بـ  $\vec{f} = -9\pi \cdot r \cdot v^n \cdot \vec{k}$

حيث  $n$  عدد صحيح و  $v$  سرعة مركز قصور الكلمة. عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t_0 = 0$ )، نحرر الكلمة

بدون سرعة بدئية من نقطة  $O$  أصل المحور

الرأسي ( $O, \vec{k}$ ) الموجه نحو الأسفل، فتتم حركتها داخل الغليسيرول الموجود في إناء زجاجي، على مرحلتين:

• (1): مرحلة النظام البدئي بين لحظتين  $t_0$  و  $t_1$

حيث تتزايد سرعة الكلمة.

• (2): مرحلة النظام الدائم انطلاقا من اللحظة

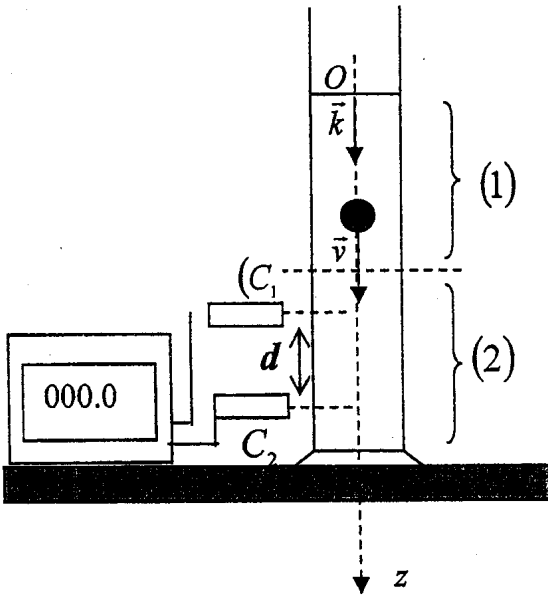
$t_1$  حيث تأخذ سرعة الكلمة قيمة حدية ثابتة  $v_f$ .

يمكن الجهاز المكون من ميقت وخليتين ( $C_1$ ) و ( $C_2$ )

من قياس المدة الزمنية  $\Delta t$  التي تستغرقها

الكلمة لقطع المسافة  $d = 20 \text{ cm}$  خلال المرحلة (2)

(انظر الشكل جانبه).



1. حدد قيمة السرعة الحدية  $v_f$  علما أن  $\Delta t = 956 \text{ ms}$ .

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $v$  لمركز قصور الكلمة داخل السائل تكتب على الشكل:

$$B = g \left( \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \right) \quad \text{و} \quad A = \frac{27}{4 \cdot \rho_1 \cdot r^2} \quad \text{مع} \quad \frac{dv}{dt} + A \cdot v^n = B$$

3. أوجد، انطلاقا من المعادلة التفاضلية، تعبير  $v_f^n$  بدلالة  $\rho_1$  و  $\rho_2$  و  $r$  و  $g$ .

4. استنتج العدد  $n$ .

فيزياء 4 (3 نقط) نواس اللي لكفانديش

أنجز العالم كفانديش Cavendish أول تجربة سنة 1778 باستعمال ميزان اللي لتحديد قيمة ثابتة التجاذب الكوني  $G$  فوجد ،  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$  . و بالتالي أصبح بالإمكان حساب سرعة الأقمار الاصطناعية والطبيعية في مداراتها بتطبيق القانون الثاني لنيوتن. يتكون ميزان اللي الذي استعمله كفانديش من نواس لي مكون من عارضة متجانسة ، كتلتها مهملة، تحمل في طرفيها جسمين لهما نفس الكتلة و معلقة من منتصفها بواسطة سلك لي ثابتة له  $C$  ، مثبت إلى حامل ثابت (شكل 1). عزم قصور المجموعة (العارضة، الجسمان) بالنسبة لمحور الدوران ( $\Delta$ ) المنطبق مع سلك اللي الرأسي هو  $J_{\Delta} = 1,46 kg \cdot m^2$  .

قاس كفانديش دور حركة نواس اللي في غياب الاحتكاكات فوجد  $T_0 = 7 \text{ min}$  .

نعطي : كتلة الأرض :  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} kg$  . نأخذ  $\pi^2 = 10$

1. تحديد سرعة قمر اصطناعي

مدار قمر اصطناعي حول الأرض دائري ، في المرجع المركزي الأرضي،

مركزه منطبق مع مركز الأرض و شعاعه  $r = 7000 km$  .

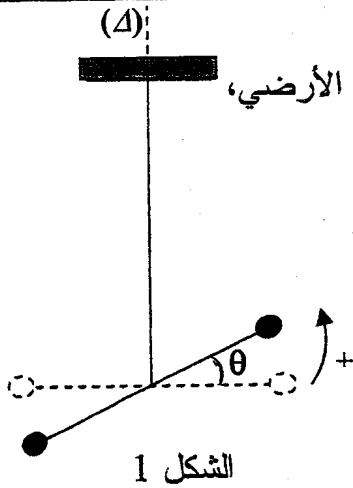
أثبت، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، تعبير السرعة  $v$  للقمر

الاصطناعي بدلالة  $G$  و  $r$  و كتلة الأرض  $M_T$  . احسب  $v$  .

2. دراسة نواس اللي

نهمل جميع الاحتكاكات و نرمز لزاوية اللي للسلك بـ  $\theta$

و للسرعة الزاوية بـ  $\frac{d\theta}{dt}$  و للتسارع الزاوي بـ  $\frac{d^2\theta}{dt^2}$  .



2.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها زاوية اللي  $\theta$  أثناء تذبذبات نواس اللي.

2.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

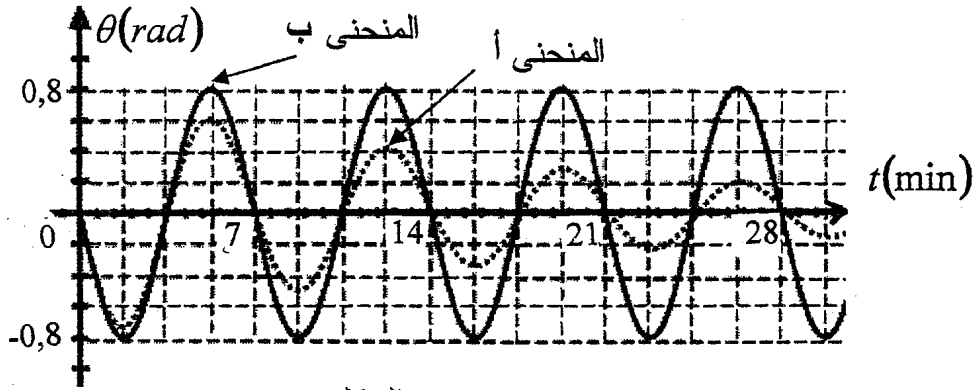
$$\theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$$

باستعمال المعادلة التفاضلية و حلها، أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للنواس بدلالة  $C$  و  $J_{\Delta}$  .

و استنتج قيمة ثابتة اللي  $C$  للسلك الذي استعمله كفانديش.

3- استغلال المخطط  $\theta = f(t)$

أنجزت تجربتين لقياس دور نواس اللي ؛ إحداهما بوجود الاحتكاكات والأخرى في غياب الاحتكاكات. يعطي المنحنيان (أ) و (ب) الممثلان في الشكل 2، تطور زاوية اللي  $\theta$  لسلك اللي خلال الزمن في كل حالة.



الشكل 2

- 3.1- عين، معطلا جوابك، المنحني الموافق للنظام شبه الدوري.  
3.2- حدد، انطلاقا من الشكل 2 في غياب الاحتكاكات، قيمة السرعة الزاوية لحركة نواس اللي عند اللحظة  $t = 0$ .