



C:NS30

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

لا يسمح باستعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب.

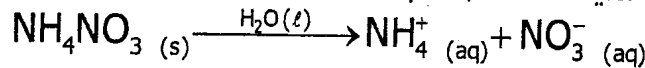
يضم هذا الموضوع تمرينا في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء:

( 3,75 نقطة )	- مراقبة نسبة عنصر كيميائي في منتج صناعي	الكيمياء
( 3,25 نقطة )	- تحضير نكهة الأناناس	
( 3 نقط )	الموجات فوق الصوتية	فيزياء 1
( 4,5 نقطة )	وظيفة ثنائي القطب RC في مستقبل للموجات الكهرمغناطيسية	فيزياء 2
( 5,5 نقطة )	مخمدات سيارة والسلامة الطرقية	فيزياء 3

## الكيمياء ( 7 نقط ) الجزء الأول و الجزء الثاني مستقلان

الجزء الأول : مراقبة نسبة عنصر كيميائي في منتج صناعي (3,75 نقط)

تستعمل بعض المنتجات الصناعية الأزوتية بكثرة في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة .  
يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$  كثير الذوبان في الماء ، بحيث يعتبر هذا الذوبان تحولا كليا ، نمذجه بالمعادلة التالية :



يشير الصانع على كيس تعبئة المنتج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأزوت في هذا المنتج :  $X = 27\%$  .  
يهدف هذا التمرين إلى التحقق من القيمة  $X = 27\%$  .

### المعطيات :

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

- جميع قياسات ال pH أنجزت عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  .
- الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  هو  $K_e = 10^{-14}$  .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  هي :  $\text{pK}_A = 9,20$  .

### 1- دراسة محلول مائي لنترات الأمونيوم $\text{NH}_4^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq)$

نأخذ حجما  $V_S$  من محلول مائي (S) لنترات الأمونيوم تركيزه المولي  $C = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .  
يعطي قياس pH هذا المحلول :  $\text{pH} = 5,30$  .

- 1.1 - اكتب معادلة تفاعل أيون الأمونيوم مع الماء . 0,5
- 1.2 - احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتحويل الحاصل . ماذا تستنتج ؟ 0,75
- 1.3 - تحقق من أن قيمة ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  هي  $\text{pK}_A = 9,20$  0,75

### 2- تحديد النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأزوت في منتج صناعي .

نذيب في الماء الخالص عينة من المنتج الصناعي الأزوتي كتلتها  $m = 5,70 \text{ g}$  ، فنحصل على محلول مائي ( $S_A$ ) حجمه  $V = 250 \text{ mL}$  .

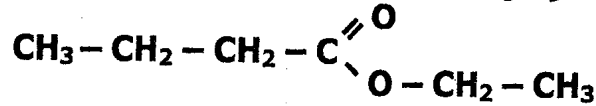
نأخذ من المحلول ( $S_A$ ) حجما  $V_A = 20,0 \text{ mL}$  ، ونعاير أيونات الأمونيوم المتواجدة فيه بواسطة محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+(aq) + \text{HO}^-(aq)$  ، تركيزه المولي  $C_B = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فنحصل

على التكافؤ عند صب الحجم  $V_{BE} = 22,0 \text{ mL}$  من المحلول ( $S_B$ ) .

- 2.1 - اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة . 0,5
- 2.2 - أوجد كمية المادة  $n(\text{NH}_4\text{NO}_3)$  لنترات الأمونيوم الموجودة في العينة المدروسة ، و تحقق من القيمة X للنسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتج الصناعي المدروس . 1,25

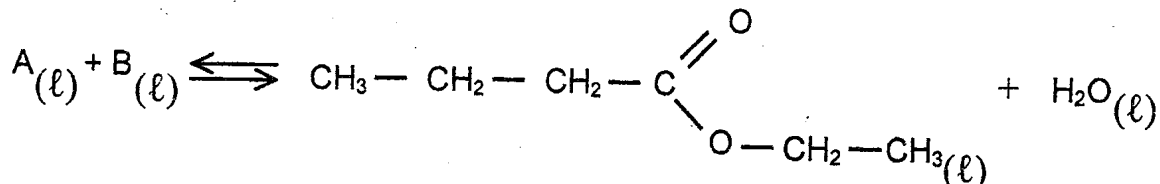
الجزء الثاني : تحضير نكهة الأناناص (3,25 نقط)

يحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة ، فمثلا نكهة الأناناص تعزى إلى بوتانوات الإثيل و هو إستر ذو الصيغة نصف المنشورة التالية :



لتلبية متطلبات الصناعة الغذائية من هذا الإستر ، يُستعمل إستر مصنع مماثل للإستر الطبيعي المستخرج من الأناناص، حيث يتم تصنيعه بسهولة و بتكلفة أقل .  
المعطيات :  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ؛  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ؛  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

1- نحصل على بوتانوات الإثيل بواسطة تفاعل حمض كربوكسيلي A مع كحول B بوجود حمض الكبريتيك حسب المعادلة الكيميائية التالية :



1.1- اذكر مميزات هذا التفاعل . 0,5

1.2- عين الصيغة نصف المنشورة لكل من الحمض الكربوكسيلي A و الكحول B . 0,5

2- نسخن بالارتداد خليطا متساوي المولات يحتوي على  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  من الحمض A و  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  من الكحول B بوجود حمض الكبريتيك .

عند التوازن الكيميائي نحصل على 23,2 g من بوتانوات الإثيل .

2.1- اعتمادا على جدول التقدم للتحويل الحاصل أوجد : 1

أ- قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس .

ب- قيمة المردود r لهذا التفاعل . 0,5

2.2- ننفذ التحويل نفسه باستعمال n مول من الحمض الكربوكسيلي A و  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  من الكحول B . 0,75

احسب كمية المادة n للحصول على مردود  $r' = 80\%$  .

فيزياء 1 (3 نقط) : الموجات فوق الصوتية

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية ترددها أكبر من تردد الموجات الصوتية المسموعة من طرف الإنسان. تستغل الموجات فوق الصوتية في عدة مجالات كالفحص بالصدى.

يهدف هذا التمرين إلى:

- دراسة انتشار الموجات فوق الصوتية ؛

- تحديد أبعاد أنبوب فلزي.

### 1- انتشار الموجات الميكانيكية

1.1- أ- أعط تعريف الموجة الميكانيكية المتوالية .

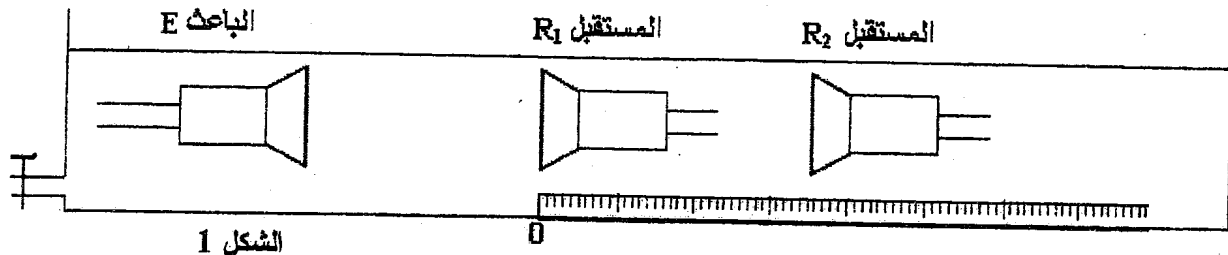
0,25

ب- اذكر الفرق بين الموجة الميكانيكية الطولية والموجة الميكانيكية المستعرضة.

0,25

### 1.2- انتشار الموجات فوق الصوتية في الماء

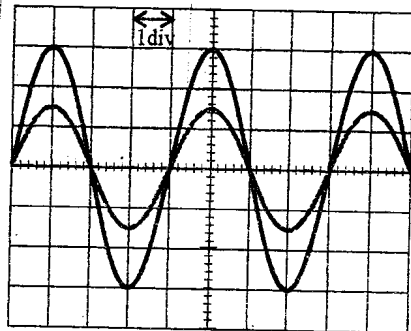
نضع باعثا E و مستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  للموجات فوق الصوتية في حوض مملوء بالماء، بحيث يكون الباعث E والمستقبلان على نفس الاستقامة وفق مسطرة مدرجة . ( الشكل 1 )



الشكل 1

يرسل الباعث موجة فوق صوتية متتالية جيبية تنتشر في الماء و تصل إلى المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  .  
تطبق الإشارتان الملتقطتان من طرف المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  ، تباعا ، على المدخلين  $Y_1$  و  $Y_2$  لراسم التذبذب .

عندما يوجد المستقبلان  $R_1$  و  $R_2$  معا عند صفر المسطرة المدرجة ، نلاحظ على شاشة راسم التذبذب الرسم التذبذي الممثل في الشكل 2 ، حيث يكون المنحنيان ، الموافقان للإشارتين الملتقطتين من طرف  $R_1$  و  $R_2$  ، على توافق في الطور .



الشكل 2

الحساسية الأفقية لراسم التذبذب مضبوطة على  $5 \mu s/div$  .

نبعد  $R_2$  وفق المسطرة المدرجة، فنلاحظ أن المنحني الموافق للإشارة الملتقطة من طرف  $R_2$  ينزاح نحو اليمين ، و تصبح الإشارتان الملتقطتان من طرف  $R_1$  و  $R_2$  ، من جديد ، على توافق في الطور عندما تكون المسافة بين  $R_1$  و  $R_2$  هي  $d = 3cm$  .

أ- أعط تعريف طول الموجة  $\lambda$  .

0,25

ب- اكتب العلاقة بين طول الموجة  $\lambda$  و التردد N للموجات فوق الصوتية و سرعة انتشارها v في وسط معين .

0,25

ج- استنتج من هذه التجربة القيمة  $v_e$  لسرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الماء .

0,5

### 1.3- انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء

نحتفظ بعناصر التركيب التجريبي في مواضعها (  $d=3cm$  ) و نفرغ الحوض من الماء فيصبح وسط انتشار الموجات فوق الصوتية هو الهواء ، عندئذ ، نلاحظ أن الإشارتين الملتقطتين من طرف  $R_1$  و  $R_2$  أصبحتا غير متوافقتين في الطور .

أ- أعط تفسيراً لهذه الملاحظة .

0,25

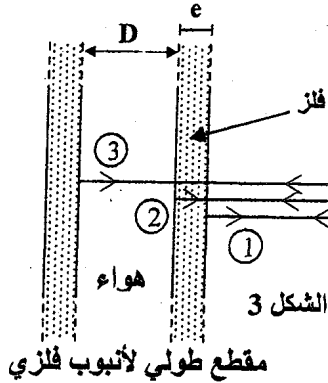
ب- احسب المسافة الذنوية التي يجب أن نبعد بها  $R_2$  عن  $R_1$  وفق المسطرة المدرجة لتصبح الإشارتان من جديد على توافق في الطور، علماً أن سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء هي :  $v_a = 340 m.s^{-1}$

0,5

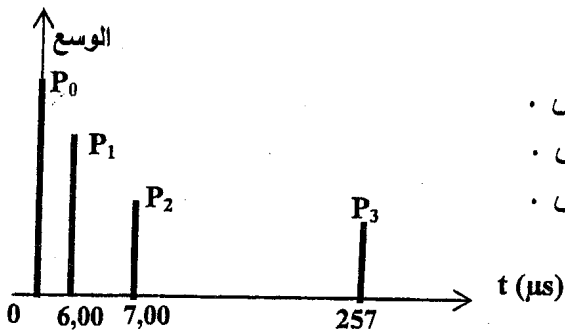
## 2- استعمال الموجات فوق الصوتية لقياس أبعاد أنبوب فلزي

مجس يلعب دور الباعث و المستقبل، يرسل إشارة فوق صوتية اتجاهها عمودي على محور الأنبوب الفلزي الأسطواني الشكل، مدتها جد وجيزة، (الشكل 3).  
تخترق الإشارة فوق الصوتية الأنبوب و تنتشر عبره و تنعكس كلما تغير وسط الانتشار، ثم تعود إلى المجس، حيث تتحول إلى إشارة كهربائية مدتها وجيزة .

نعين بواسطة راسم التذبذب ذاكراتي الإشارتين المنبعثة و المنعكسة معا .  
يمكن الرسم التذبذبي المحصل أثناء اختبار أنبوب فلزي من رسم التخطيط الممثل في الشكل 4 .



مقطع طولي لأنبوب فلزي



الشكل 4

نلاحظ حزات راسية  $P_0$  و  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  . (الشكل 4)  
 $P_0$  : توافق اللحظة  $t = 0$  لانبعث الإشارة .

- $P_1$  : توافق لحظة النقاط الإشارة المنعكسة ① من طرف المجس .
- $P_2$  : توافق لحظة النقاط الإشارة المنعكسة ② من طرف المجس .
- $P_3$  : توافق لحظة النقاط الإشارة المنعكسة ③ من طرف المجس .

سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية:

$$- \text{ في فلز الأنبوب : } v_m = 1,00 \cdot 10^4 \text{ m.s}^{-1} ;$$

$$- \text{ في الهواء : } v_a = 340 \text{ m.s}^{-1} .$$

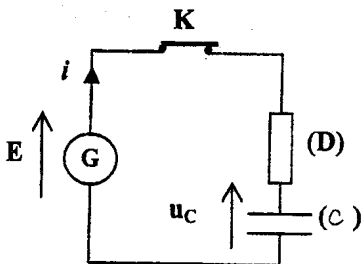
2.1 - أوجد السمك  $e$  لجدار الأنبوب الفلزي . 0,5

2.2 - أوجد القطر الداخلي  $D$  للأنبوب . 0,25

## فيزياء 2 : وظيفة ثنائي القطب RC في مستقبل للموجات الكهرمغناطيسية (4,5 نقط)

يستعمل المكثف في تصنيع كثير من الأجهزة الإلكترونية من بينها مستقبل الموجات الكهرمغناطيسية .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة شحن مكثف و دور ثنائي القطب RC في أحد طوابق مستقبل للموجات الكهرمغناطيسية .



الشكل 1

### 1- دراسة شحن مكثف

ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 و المكونة من :

- (G) : مولد كهربائي مؤمّل للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$  ؛

- (D) : موصل أومي مقاومته  $R = 100 \Omega$  ؛

- (C) : مكثف سعته  $C$  ؛

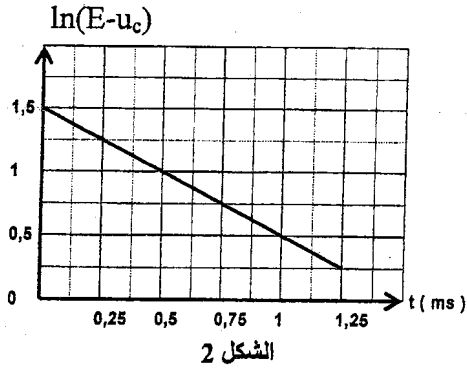
- K : قاطع التيار .

المكثف غير مشحون . نغلق قاطع التيار عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ  $(t = 0)$  .

1.1 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف . 0,5

1.2 - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ، حيث  $A$  ثابتة موجبة و  $\tau$  ثابتة الزمن 0,5

لثنائي القطب RC . بين أن :  $\ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau} \cdot t + \ln(E)$



1.3- يعطي المنحنى الممثل في الشكل 2 تغيرات المقدار  $\ln(E-u_c)$  بدلالة الزمن  $t$ . باستغلال المبيان أوجد قيمة كل من  $E$  و  $\tau$ .

1.4- نرمز بـ  $E_e$  للطاقة المخزونة في المكثف عند اللحظة  $t = \tau$  ونرمز بـ  $E_{e(max)}$  للطاقة القصوى التي يخزنها المكثف.

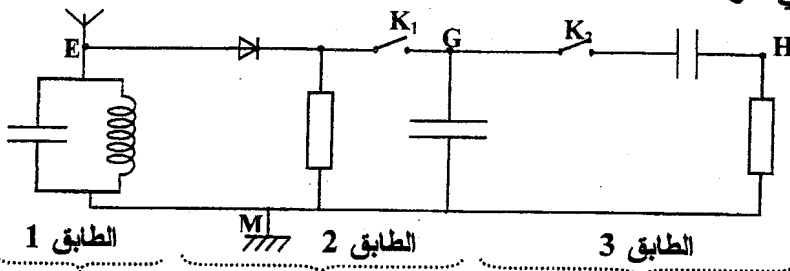
احسب النسبة  $\frac{E_e}{E_{e(max)}}$

1.5- احسب قيمة السعة  $C'$  للمكثف ( $C'$ ) الذي يجب تركيبه مع

المكثف ( $C$ ) في الدارة السابقة لتأخذ ثابتة الزمن القيمة  $\tau' = \frac{\tau}{3}$

مبرزاً كيفية تركيب هذين المكثفين (على التوازي أو على التوالي).

2- دراسة وظيفة ثنائي القطب RC في دارة كاشف الغلاف لمستقبل الموجات الكهرومغناطيسية



الشكل 3

نستعمل الموصل الأومي ( $D$ )

و المكثف ( $C$ ) في دارة كاشف الغلاف الموافق لأحد طوابق التركيب الممثل في الشكل 3 و ذلك من أجل كشف غلاف التوتر  $u(t)$  مضمّن الوسع تعبيره :

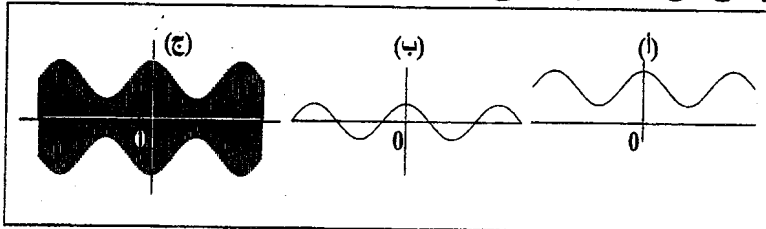
$$u(t) = k. [0,5\cos(10^3 \cdot \pi \cdot t) + 0,7].\cos(10^4 \cdot \pi \cdot t)$$

2.1- اعتماداً على الشكل 3، عين الطابق الموافق لدارة كاشف الغلاف.

2.2- بيّن أن ثنائي القطب RC المستعمل يمكن من الحصول على كشف غلاف جيد.

2.3- نعتبر أن قاطعي التيار  $K_1$  و  $K_2$  مغلقان. تمثّل المنحنيات المعاينة

على شاشة راسم التذبذب التوترات  $U_{EM}$  و  $U_{GM}$  و  $U_{HM}$  (الشكل 4). عين، معللاً جوابك، المنحنى الموافق لتوتر الخروج لدارة كاشف الغلاف.



الشكل 4

فيزياء 3 : المخمدات والسلامة الطرقية (5,5 نقطة)

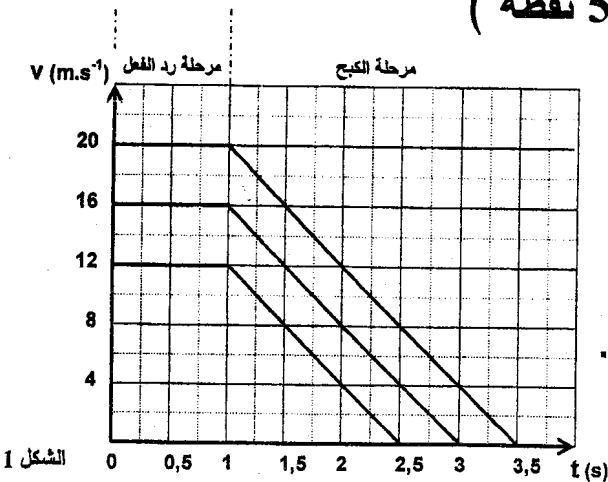
I / اختبار كبح سيارة

بينت الاختبارات التي أجريت في

مصنع للسيارات أن :

- تسارع سيارة خلال الكبح على طريق أفقي، بواسطة الفرامل، يبقى ثابتاً ؛
  - قيمة هذا التسارع تكون نفسها أياً كانت قيمة سرعة السيارة قبل بداية مرحلة الكبح .
- يعطي المبيان ( الشكل 1) هذا النوع من الاختبارات، انطلاقاً من اللحظة  $t = 0$  التي يرى عندها السائق حاجزاً أمامه.

تمر ثانية (1s) بين اللحظة التي يرى عندها السائق الحاجز و اللحظة التي يضغط عندها على دواسة الفرامل وهي المدة العادية لرد الفعل للسائق .

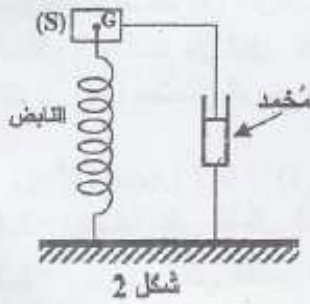


الشكل 1

- 1- احسب ، انطلاقا من المبيان ( الشكل 1 ) ، تسارع السيارة أثناء الكبح . 0,25
- 2- استنتج منظم مجموع متجهات القوى المطبقة على السيارة أثناء الكبح ، علما أن كتلتها هي : 0,5  
 $M = 1353 \text{ kg}$
- 3- إذا كانت سرعة السيارة عند بداية الكبح هي  $72 \text{ km.h}^{-1}$  ، احسب باستغلال المبيان : 0,25
- 3.1- للمسافة التي تقطعها السيارة خلال مرحلة رد الفعل للسائق . 0,25
- 3.2- مدة مرحلة الكبح . 0,25
- 4- أثناء حركة السيارة بالسرعة  $v = 16 \text{ m.s}^{-1}$  ، فوجئ السائق بحاجز أمامه على بعد 35 m من مقدمة السيارة . 0,75
- بين ، باستغلال المبيان ( الشكل 1 ) ، أن السائق يتمكن من إيقاف السيارة دون أن يصدم الحاجز .

## II / نمذجة معاليق السيارة

تتكون معاليق السيارة من نوابض و مخمدات توفر الراحة و السلامة للركاب ، حيث تتضغط النوابض و تتمدد، بينما تعمل المخمدات على إحداث خمود الاهتزازات.



شكل 2

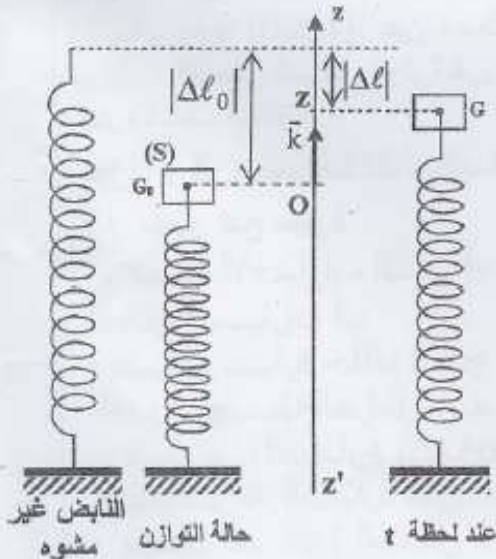
نمذج السيارة بنواس مرن رأسي مخمد كما يوضح الشكل 2 ، و هو عبارة عن جسم صلب (S) ، كتلته تساوي كتلة السيارة  $M = 1353 \text{ kg}$  و مركز قصوره G ، مثبت عند الطرف العلوي لنابض رأسي ، صلابته  $K = 6.10^5 \text{ N.m}^{-1}$  و لفاته غير متصلة و كتلته مهملة . يطبق المخمد على الجسم (S) المرتبط به قوة احتكاك مائع أثناء التذبذبات.

1- الدراسة الطاقية للمتذبذب ( الجسم (S) ؛ النابض ) في غياب الخمود .

نعتبر أن النواس المرن الرأسي ( الجسم (S) + النابض ) بدون مخمد و أن الطاقة الميكانيكية لهذا المتذبذب تحفظ . عند التوازن ، يكون  $G_0$  موضع مركز قصور الجسم (S) في المستوى الأفقي الذي يضم الأصل O للمعلم الرأسي  $(O, \vec{k})$  الموجه نحو الأعلى، حيث يكون النابض مضغوفا بالمقدار  $|\Delta \ell_0|$  .

يمكن للمتذبذب أن ينجز تذبذبات رأسية حول موضع توازنه  $G_0$  . نعم ، عند كل لحظة، موضع مركز القصور G للجسم (S) على المحور الرأسي  $(O, \vec{k})$  ، أثناء تذبذبه ، بالأنسوب z ( الشكل 3 ) .

نختار المستوى الأفقي الذي يضم الأصل O للمعلم  $(O, \vec{k})$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية  $(E_{pp} = 0)$  ، و نختار الحالة المرجعية لطاقة الوضع المرنة  $(E_{pe} = 0)$  عندما يكون النابض غير مشوه .



الشكل 3

1.1- أوجد عند التوازن العلاقة بين  $|\Delta\ell_0|$  و  $M$  و  $K$  و  $g$  شدة الثقالة. 0,25

1.2- بين أن تعبير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب يكتب:  $E_{pe} = \frac{1}{2} K \cdot (|\Delta\ell_0| - z)^2$ . 0,5

1.3- الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمتذبذب هي مجموع طاقة الوضع الثقالية وطاقة الوضع المرنة والطاقة الحركية للمتذبذب.

أ- عبر عن الطاقة الميكانيكية للمتذبذب بدلالة  $M$  و  $z$  و  $\frac{dz}{dt}$  و  $K$  و  $|\Delta\ell_0|$ . 0,75

ب- استنتج المعادلة التفاضلية لحركة مركز القصور  $G$  للجسم (S). 0,5

2- الدراسة الطاقية للمتذبذب بوجود الخمود

يخضع الجسم (S)، في هذه الحالة، إلى قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف المخمد تعبيرها

$$\vec{f} = -h \cdot \frac{dz}{dt} \vec{k}$$

حيث  $h$  ثابتة موجبة تتعلق بجودة المخمد وتسمى معامل الخمود.

نبرهن في هذه الحالة أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب  $z$  لمركز القصور  $G$  تكتب كما يلي:

$$M \cdot \frac{d^2z}{dt^2} + h \cdot \frac{dz}{dt} + K \cdot z = 0$$

2.1- عبر عن  $\frac{dE_m}{dt}$  بدلالة الثابتة  $h$  و  $\frac{dz}{dt}$ . علق على هذه النتيجة. 0,75

2.2- تعطي الوثيقة (شكل 4) المنحنيين (a) و (b) 0,75

الممثلين لتغيرات الأنسوب  $z$  بدلالة الزمن لمركزي قصور

جسمين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  لمتذبذبين منمنجيين لسيارتين (1)

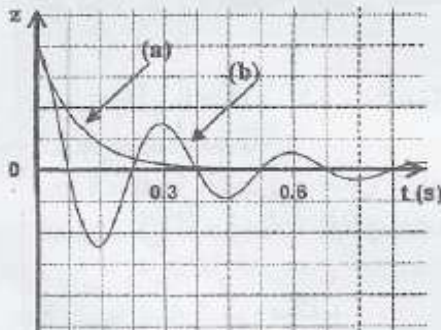
و (2) من نفس النوع و تختلفان فقط من حيث جودة

المخمدرات بحيث  $h_2 > h_1$  مع  $h_1$  و  $h_2$  معاملا الخمود

الموافقان، تباعا، للسيارتين (1) و (2).

عين السيارة التي توفر سلامة أكثر للسائق مع تحديد

المنحنى الموافق لها. علل الجواب.



الشكل 4