ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵣⵣⵓⵍⴰⵏ
ⴷ ⵓⵙⵍⵎⴷ ⴰⵏⴰⴼⵍⵍⴰ ⴷ ⵓⵔⵣⵣⵓ ⴰⵎⴰⵙⵙⴰⵏ

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2018

-الموضوع-

NS 28

★

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية : مسلك العلوم الفيزيائية	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين

تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية

التمرين الأول (**7 نقط**):

- التحليل الكهربائي لمركب أيوني (برومور الرصاص)
- دراسة تفاعلين لحمض اللاكتيك

التمرين الثاني (**2,5 نقط**):

- تحديد سرعة انتشار موجة فوق الصوتية في سائل

التمرين الثالث (**5 نقط**):

- التحديد التجريبي لسعة مكثف
- دراسة دارة RLC متوالية

التمرين الرابع (**5,5 نقط**):

- دراسة حركة السقوط الرأسي لكرية في سائل لزج
- دراسة طاقية لمتذبذب ميكانيكي (جسم صلب - نابض)

سلم التنقيط

التمرين الأول (7 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمركب أيوني (برومور الرصاص)

ننجز التحليل الكهربائي لبرومور الرصاص $Pb^{2+} + 2\,Br^-$ عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة مولد يزود الدارة بتيار كهربائي شدته I ثابتة .

أثناء هذا التحليل الكهربائي يتوضع فلز الرصاص على أحد الإلكترودين ويتكون غاز ثنائي البروم بجوار الإلكترود الآخر.

عند اشتغال المحلل الكهربائي لمدة زمنية $\Delta t = 3600\,s$ ، تتكوّن الكتلة $m = 20,72\,g$ من فلز الرصاص.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: $Pb^{2+}/Pb_{(s)}$ و $Br_{2(g)}/Br^-$ ؛
- ثابتة فرادي: $F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة: $V_m = 70,5\ L.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للرصاص: $M(Pb) = 207,2\,g.mol^{-1}$.

1. أعط اسم الإلكترود (الأنود أم الكاثود) الذي يتكون بجواره ثنائي البروم . **0,25**

2. أُكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال المحلل. **0,75**

3. حدد الشدة I للتيار الكهربائي المار في الدارة خلال المدة Δt . **0,5**

4. أُحسب، في ظروف التجربة، الحجم V لغاز ثنائي البروم المتكون خلال المدة Δt. **0,5**

الجزء الثاني: دراسة تفاعلين لحمض اللاكتيك

يعرف عادة حمض 2-هيدروكسيبروبانويك بحمض اللاكتيك، وهو حمض عضوي يدخل في مجموعة من التفاعلات البيوكيميائية. يوجد هذا الحمض في الحليب والألبان وفي بعض الفواكه والخضر ويستعمل كمادة مضافة في الصناعة الغذائية و في الصيدلة ضد بعض أمراض الجلد...

يهدف هذا الجزء من التمرين في مرحلة أولى إلى دراسة تفاعل حمض اللاكتيك مع هيدروكسيد الصوديوم، وفي مرحلة ثانية إلى دراسة تفاعله مع كحول.

1. تفاعل حمض اللاكتيك مع هيدروكسيد الصوديوم

معطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة $25°C$ ؛
- الصيغة نصف المنشورة لحمض اللاكتيك هي: $CH_3-CH(OH)-COOH$ ونرمز له بـ AH ولقاعدته المرافقة بـ A^- ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $AH_{(aq)}/A^-_{(aq)}$ هي: $K_A = 10^{-3,9}$ ؛
- منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	الهيليانتين	أزرق البروموتيمول	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	$3-4,4$	$6-7,6$	$7,2-8,8$

نعاير بقياس pH ، حجما $V_A = 15\,mL$ من محلول مائي (S_A) لحمض اللاكتيك AH تركيزه C_A بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_B = 3.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

يمثل المنحنى أسفله تغيرات قيم pH الخليط بدلالة الحجم V_B المضاف من المحلول (S_B) خلال المعايرة.

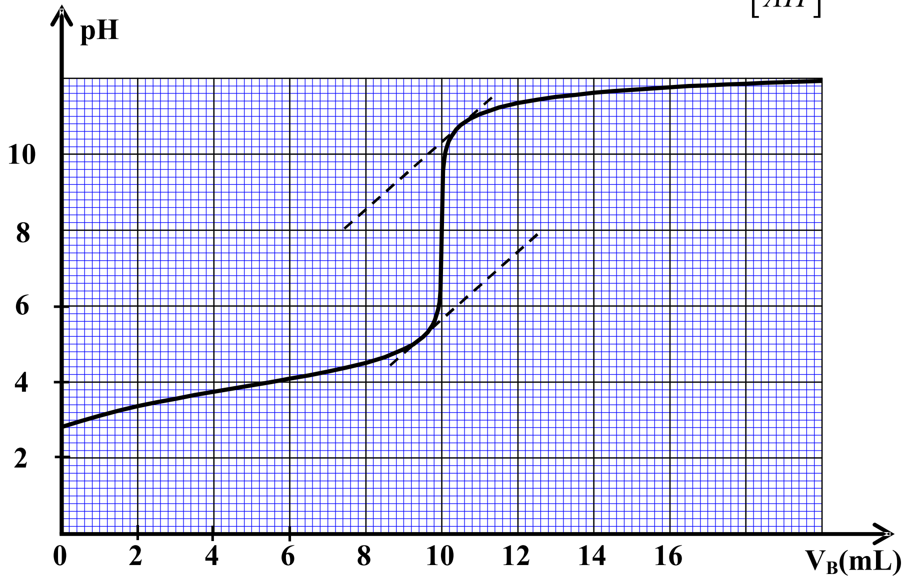
0,5 **1.1.** أُكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.

0,5 **1.2.** عيّن إحداثيتي نقطة التكافؤ V_{BE} و pH_E.

0,5 **1.3.** أُحسب التركيز C_A للمحلول (S_A).

0,5 **1.4.** اِختر، معللا جوابك، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ من بين الكواشف الملونة المقترحة.

0,75 **1.5.** أوجد النسبة $\frac{[A^-]}{[AH]}$ عند إضافة الحجم $V_B = 10\,mL$ ثم استنتج النوع الكيميائي المهيمن AH أو A^-.



2. تفاعل حمض اللاكتيك مع الميثانول

نمزج في حوجلة الكمية $n_0 = 10^{-3}\,mol$ من حمض اللاكتيك $CH_3-CH(OH)-COOH$ مع نفس الكمية $n_0 = 10^{-3}\,mol$ من الميثانول الخالص CH_3-OH ، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فنحصل عند نهاية التفاعل على إستر E كمية مادته $n_E = 6.10^{-4}\,mol$.

0,5 **2.1.** أُذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.

0,5 **2.2.** اِقترح عاملين حركيين لتسريع تفاعل الأسترة.

0,5 **2.3.** أُكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة معادلة التفاعل الحاصل بين حمض اللاكتيك والميثانول .

0,75 **2.4.** أُحسب المردود r عند نهاية التفاعل.

التمرين الثاني (2,5 نقط)

تحديد سرعة انتشار موجة فوق الصوتية في سائل

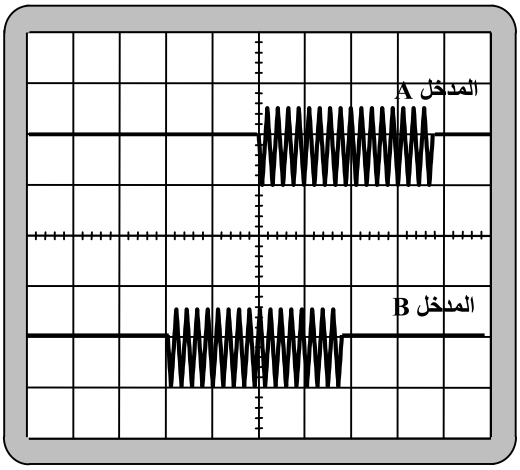
تنتشر الموجات الميكانيكية في الأوساط المادية فقط ، وتزداد سرعة انتشارها مع كثافة الوسط المادي.

لتحديد القيمة التقريبية لسرعة الانتشار V_p لموجة فوق الصوتية تنتشر في البترول (سائل) نقوم بالتجربة التالية:

عند نفس اللحظة $t=0$، نرسل موجتين فوق الصوتيتين بواسطة باعثين E_1 و E_2 مرتبطين بمولد GBF ومثبتين في أحد طرفي حوض يحتوي على كمية من البترول، فتنتشر إحداهما في الهواء والأخرى في البترول.
نثبت في الطرف الآخر من الحوض مستقبلين R_1 و R_2، بحيث يلتقط المستقبل R_1 الموجة المنتشرة في الهواء ويلتقط المستقبل R_2 الموجة المنتشرة في البترول. (انظر الشكل 1)
نعاين على شاشة راسم التذبذب الإشارتين الملتقطتين من طرف المستقبلين R_1 و R_2 (الشكل 2).

معطيات:
- تقطع الموجتان نفس المسافة $L=1,84\,m$ ؛
- سرعة الموجات فوق الصوتية في الهواء: $V_{air}=340\,m.s^{-1}$ ؛
- الحساسية الأفقية لراسم التذبذب: $2ms/div$.

الشكل 1



الشكل 2

0,5 **.1** هل الموجات فوق الصوتية مستعرضة أم طولية؟ علل جوابك.
0,5 **.2** اعتمادا على الشكل 2، حدد قيمة التأخر الزمني τ بين الموجتين الملتقطتين.
0,75 **.3** بيّن أن تعبير τ يكتب على الشكل: $\tau = L.(\frac{1}{V_{air}}-\frac{1}{V_p})$.
0,75 **.4** أوجد القيمة التقريبية للسرعة V_p.

التمرين الثالث (5 نقط)

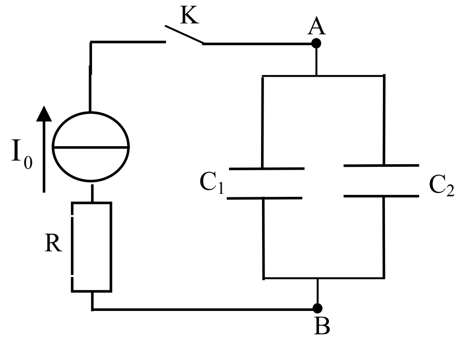
خصص أستاذ مع تلامذته حصة الأشغال التطبيقية الخاصة بمادة الفيزياء لتحديد سعة مكثف بطريقتين تجريبيتين مختلفتين وللقيام بدراسة دارة RLC متوالية.

I- التحديد التجريبي لسعة مكثف

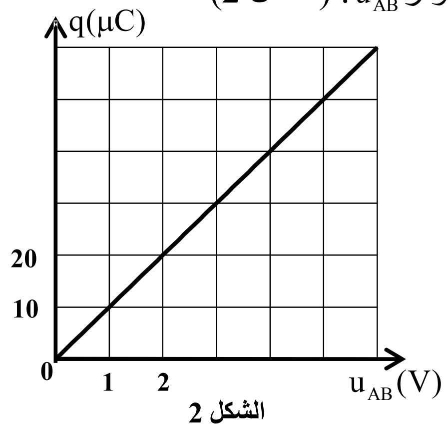
1 . باستعمال مولد مؤمثل للتيار الكهربائي

تحت إشراف أستاذ المادة، أنجزت مجموعة أولى من تلاميذ القسم التركيب التجريبي الممثل في الشكل1 (الصفحة 5) والمكوّن من:
- مولد مؤمثل للتيار يزود الدارة بتيار كهربائي شدته I_0 ؛
- موصل أومي مقاومته R ؛
- مكثفين (c_1) و (c_2) مركبين على التوازي، سعة الأول $C_1=7,5\,\mu F$ و سعة الآخر C_2 مجهولة ؛
- قاطع التيار K.

عند لحظة $t=0$ ، أغلق أحد التلاميذ الدارة. بواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على منحنى تغيرات الشحنة الكهربائية q للمكثف المكافئ للمكثفين (c_1) و (c_2) بدلالة التوتر u_{AB} . (الشكل 2)



الشكل 1



الشكل 2

0,5 **.1.1** ما الفائدة من تركيب المكثفات على التوازي؟

0,75 **.1.2** باستثمار منحنى الشكل 2، حدد قيمة C_{eq} سعة المكثف المكافئ للمكثفين (c_1) و (c_2).

0,5 **.1.3** استنتج قيمة السعة C_2.

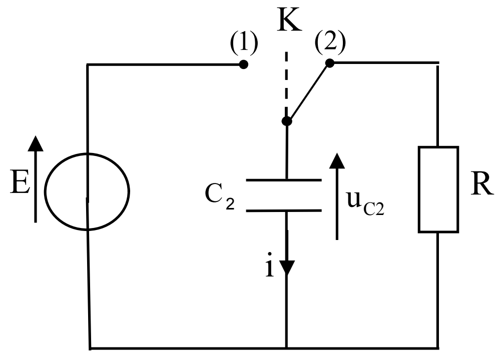
.2 بدراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

أنجزت مجموعة ثانية من تلامذة نفس القسم التركيب التجريبي الممثل في الشكل 3 والمكون من :

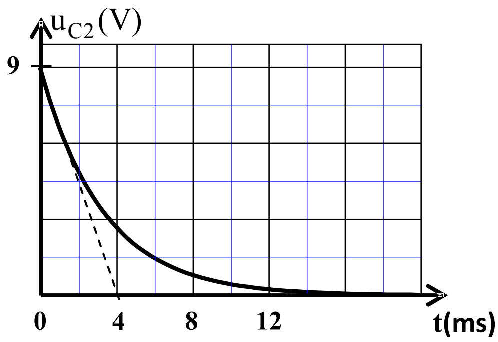
- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E ؛
- موصل أومي مقاومته $R=1600\,\Omega$؛
- المكثف السابق ذي السعة C_2؛
- قاطع التيار K ذي موضعين.

بعد الشحن الكلي للمكثف، أرجح أحد التلاميذ قاطع التيار إلى الموضع (2) عند لحظة $t=0$.

بواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على منحنى تغيرات التوتر $u_{C2}(t)$ بين مربطي المكثف (الشكل 4) .



الشكل 3



الشكل 4

0,5 **.2.1** أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{C2}(t)$ أثناء تفريغ المكثف.

0,5 **.2.2** يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $u_{C2}(t)=E.e^{-\frac{t}{\tau}}$. أوجد تعبير ثابتة الزمن τ بدلالة R و C_2.

0,5 **.2.3** حدد من جديد قيمة السعة C_2.

II- دراسة دارة RLC متوالية

أنجز أحد التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 5 الذي يتضمن:

- مكثفا مشحونا كليا سعته $C = 2,5\,\mu F$ ؛
- وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- قاطع التيار K .

بعد غلق الدارة وبواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على تذبذبات شبه دورية لتغيرات الشحنة q(t) للمكثف .

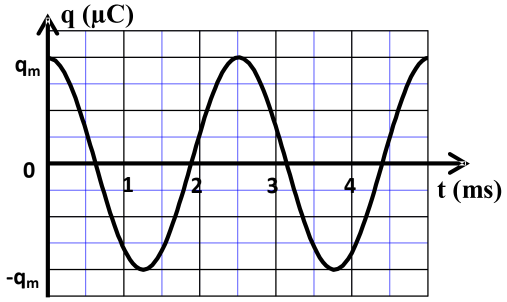
1. فسر سبب الحصول على تذبذبات شبه دورية. 0,25

2. للحصول على تذبذبات كهربائية مصانة، تم تركيب مولد يعطي توترا يتناسب اطرادا مع شدة التيار $u_G(t) = k.i(t)$، على التوالي في الدارة السابقة.

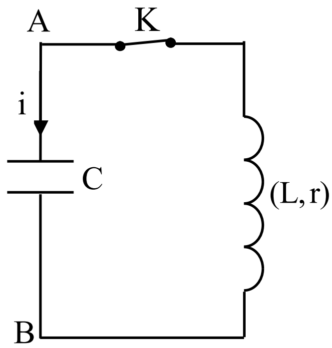
2.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q(t) . 0,5

2.2. عند ضبط معامل التناسب على القيمة $k = 5$ (في النظام العالمي للوحدات)، أصبحت التذبذبات جيبية (الشكل 6) . حدد قيمة المقاومة r للوشيعة المستعملة . 0,25

2.3. باستثمار منحنى الشكل 6 ، أوجد قيمة معامل التحريض L للوشيعة المستعملة. 0,75



الشكل 6



الشكل 5

التمرين الرابع (5,5 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة حركة السقوط الرأسي لكرية في سائل لزج

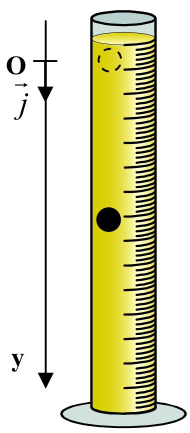
لتحديد بعض مميزات حركة سقوط كرية في سائل لزج ، ننجز التجربة التالية:

نملأ أنبوبا مدرجا بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية ρ ثم نحرر داخله، بدون سرعة بدئية، كرية متجانسة كتلتها $m = 2.10^{-2}\,kg$ وحجمها V ومركز قصورها G .

ندرس حركة مركز القصور G في معلم $(O, \vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم موضع G عند لحظة t بالأرتوب y على محور $\overline{Oy}$ رأسي موجّه نحو الأسفل (الشكل1).

نعتبر أن موضع G منطبق مع أصل المحور $\overline{Oy}$ عند أصل التواريخ.



الشكل 1

نعتبر أن دافعة أرخميدس $\vec{F_a}$ غير مهملة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكرية.

ننمذج قوى الاحتكاك التي يطبقها السائل على الكرية أثناء حركتها بقوة $\vec{f} = -k.\vec{v_G}$ ، حيث $\vec{v_G}$ متجهة سرعة G عند لحظة t و k معامل ثابت موجب.

نذكر أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن السائل المزاح $F_a = \rho.V.g$ ، حيث g شدة الثقالة.

لتحديد قيمة السرعة اللحظية لمركز قصور الكرية، نستعمل كاميرا رقمية وعدة معلوماتية ملائمة. نحصل بعد معالجة المعطيات التجريبية على منحنى الشكل 2 الذي يمثل تغيرات السرعة v_G بدلالة الزمن.

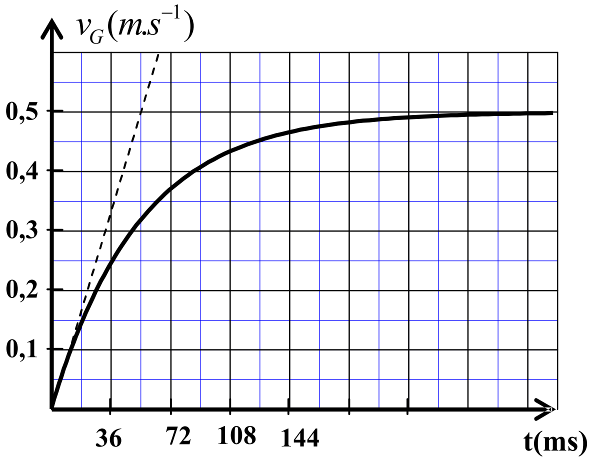
1 **.1** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على شكل $\frac{dv_G}{dt} + \frac{1}{\tau}.v_G = A$ محدّدا تعبير الزمن المميز τ بدلالة k و m وتعبير الثابتة A بدلالة g و m و ρ و V.

0,5 **.2** حدد مبيانيا قيمة كل من السرعة الحدية $v_{G\lim}$ و τ.

1 **.3** أوجد قيمة كل من المعامل k والثابتة A .

1 **.4** تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G عدديا على الشكل: $\frac{dv_G}{dt} = 9,26 - 18,52.v_G$.

أُحسب القيمة التقريبية لكل من التسارع a_3 والسرعة v_4 باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول التالي:



الشكل 2

t (s)	v_G ($m.s^{-1}$)	a_G ($m.s^{-2}$)
⋮	⋮	⋮
0,015	0,126	a_3
0,020	v_4	6,28
0,025	0,192	5,70

الجزء الثاني: دراسة طاقية لمتذبذب ميكانيكي (جسم صلب – نابض)

ننمذج جزءا من آلة ميكانيكية بمجموعة متذبذبة أفقية تتكون من جسم صلب (S)، مركز قصوره G وكتلته m ، مثبت بطرف نابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته $K = 35\,N.m^{-1}$. الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية، فيتذبذب بدون احتكاك فوق مستوى أفقي.

تتم دراسة حركة مركز القصور G في معلم $(O,\vec{i})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

ينطبق موضع G عند التوازن مع الأصل O للمحور $(O,\vec{i})$.

نعلم موضع G في المعلم $(O,\vec{i})$ عند لحظة t بالأفصول x .(الشكل 3)

نختار موضع G عند التوازن ($x=0$) مرجعا لطاقة الوضع المرنة.

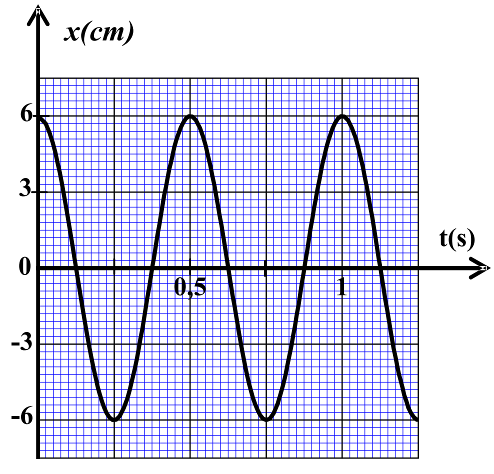
تكتب المعادلة الزمنية لحركة G على شكل $x(t)=X_m.\cos(\frac{2\pi t}{T_0}+\varphi)$.

يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات الأفصول x بدلالة الزمن .

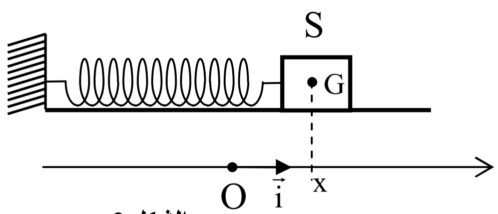
0,75 **.1** حدد قيمة كل من X_m و T_0 و φ .

0,5 **.2** أوجد قيمة E_{pel} طاقة الوضع المرنة للمتذبذب الميكانيكي عند اللحظة $t_1=0,5\,s$.

0,75 **.3** أُحسب الشغل $W_{AB}(\vec{F})$ لقوة الارتداد عندما ينتقل مركز القصور G من الموضع A ذي الأفصول $x_A=X_m$ إلى الموضع B ذي الأفصول $x_B=-X_m$.



الشكل 4



الشكل 3

التمرين الأول

الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمركب أيوني (برومور الرصاص)

1-أسم الإلكترود الذي يتكون بجواره ثنائي البروم:

بما ان ايونات البرومور Br^- تتأكسد إلى ثنائي البروم Br_2 فإن الاكسدة تحدث بجوار الأنود.

2-معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل بجوار كل إلكترود:

بجوار الكاثود يحدث اختزال لأيونات الرصاص Pb^{2+} : $Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Pb_{(s)}$

بجوار الأنود تحدث أكسدة لأيونات البرومور Br^-: $2Br^-{}_{(aq)} \rightleftarrows Br_{2\,(aq)} + 2e^-$

استنتاج المعادلة الحصيلة:

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2Br^-{}_{(aq)} \rightleftarrows Pb_{(s)} + Br_{2\,(g)}$$

3-تحديد شدة التيار I المار في الدارة خلال المدة Δt:

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل		$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2Br^-{}_{(aq)} \rightleftarrows Pb_{(s)} + Br_{2\,(g)}$				كمية مادة الالكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول				
الحالة البدئية	0	$n_i(Pb^{2+})$	$n_i(Br^-)$	0	0	$n(é) = 0$
بعد تمام المدة Δt	x	$n_i(Pb^{2+}) - x$	$n_i(Br^-) - 2x$	x	x	$n(é) = 2x$

حسب الجدول الوصفي:

$$\begin{cases} n(é) = 2x \\ n(Pb) = x = \dfrac{m}{M(Pb)} \end{cases} \Rightarrow n(é) = \frac{2m}{M(Pb)}$$

$$\begin{cases} Q = I.\Delta t \\ Q = n(é).F \end{cases} \Rightarrow I.\Delta t = n(é).F \Rightarrow I = \frac{n(é).F}{\Delta t}$$

$$I = \frac{2m.F}{M(Pb).\Delta t}$$

ت.ع: $I = \dfrac{2\times\times20{,}72\times9{,}65.10^4}{207{,}2\times3600} \Rightarrow \boldsymbol{I = 5.36\,A}$

4-حساب حجم الغاز V ل Br_2 المتكون خلال المدة Δt:

حسب الجدول الوصفي:

$$n(Pb) = n(Br_2)$$

$$\frac{m}{M(Pb)} = \frac{V}{V_m}$$

$$V = \frac{m.V_m}{M(Pb)}$$

ت.ع: $V = \dfrac{20{,}72\times70{,}5}{207{,}2} = 7{,}05\,L \Rightarrow \boldsymbol{V \approx 7L}$

الجزء الثاني: دراسة لحمض اللاكتيك تفاعلين:

1-تفاعل حمض اللاكتيك مع هيدروكسيد الصوديوم.

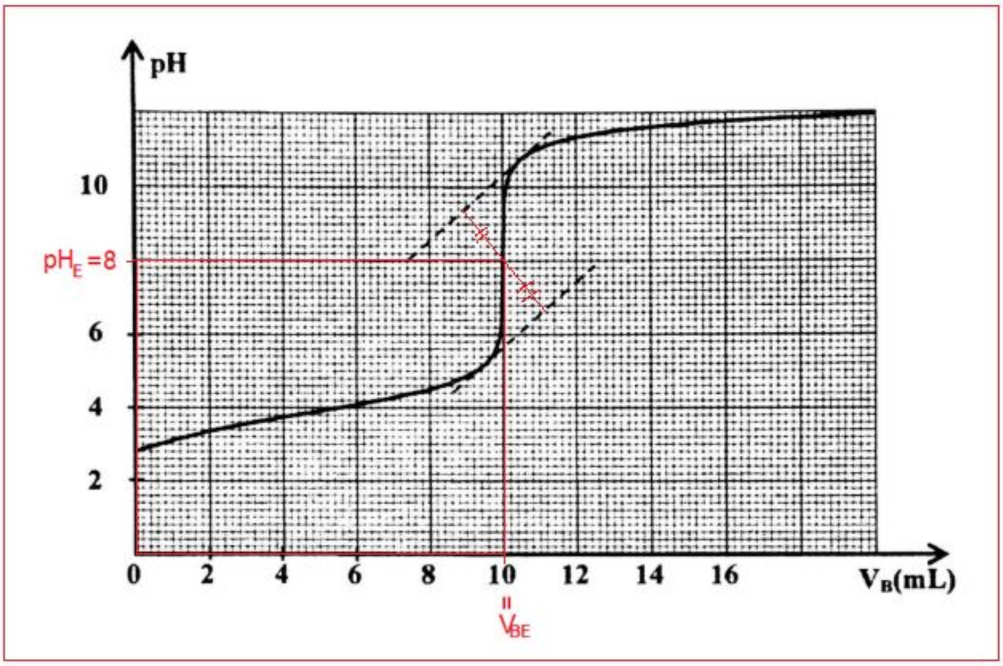
1.1-معادلة تفاعل المعايرة:

$$AH_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \longrightarrow A^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

1.2-التعيين المبياني لإحداثيتين نقطة التكافؤ:

باستعمال طريقة المماسين نجد:

$$E(V_{BE} = 10\,mL \;\; ; \;\; pH_E \approx 8)$$



1.3-حساب التركيز C_A:

حسب علاقة التكافؤ:

$$C_A . V_A = C_B . V_{BE}$$

$$C_A = \frac{C_B . V_{BE}}{V_A}$$

ت.ع:

$$C_A = \frac{3.10^{-2} \times 10}{15} \Longrightarrow C_A = 2.10^{-2}\ mol. L^{-1}$$

1.4-اخيار الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ:

الكاشف الملون الملائم هو الذي تضم منطق ة انعطافه نقطة التكافؤ.

بما ان pH_E ينتمي إلى منطقة الانعطاف $[7,2 - 8,8]$ فإن الكاشف المناسب هو أحمر الكريزول.

1.5-إيجاد النسبة $\frac{[A^-]}{[AH]}$ عند إضافة الحجم $V_B = 10\ mL$:

مبيانيا عند $V_B = 10\ mL$ نجد: $pH = 8$ لدينا حسب العلاقة:

$$pH = pK_A + log\frac{[A^-]}{[AH]}$$

$$log\frac{[A^-]}{[AH]} = pH - pK_A$$

$$\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{pH - pK_A} = 10^{pH} . 10^{-pK_A} = K_A . 10^{pH}$$

ت.ع:

$$\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{-3,9} \times 10^8 = 10^{4,1} \Longrightarrow \frac{[A^-]}{[AH]} \approx 1,26 . 10^4$$

نلاحظ أن $\frac{[A^-]}{[AH]} > 1$ إذن $[A^-] > [AH]$ إذن النوع المهيمن هو A^-.

2-تفاعل حمض اللاكتيك مع الميثانول:

2.1-مميزتان لتفاعل الاسترة:

تفاعل بطيء ومحدود.

2.2-عاملين لتسريع تفاعل الاسترة:

رفع درجة الحرارة.

استعمال حفاز (حمض الكبريتيك).

2.3-معادلة التفاعل بين حمض اللاكتيك والميثانول:

$$\underbrace{CH_3-CH(OH)-COOH}_{A}+\underbrace{CH_3-OH}_{B} \rightleftarrows \underbrace{CH_3-CH(OH)-COO-CH_3}_{E}+H_2O$$

2.4-مردود التفاعل:

حسب تعريف المردود نكتب:

$$r=\frac{n_{exp}}{n_{th}}$$

حسب الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل		A +	B ⇄	E +	H_2O
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
البدئية	0	n_0	n_0	0	0
البينية	x	n_0-x	n_0-x	x	x
النهائية	x_f	n_0-x_f	n_0-x_f	x_f	x_f

$$n_E=x_f=n_{exp}$$

$$n_0-x_{max}=0 \implies n_0=x_{max}=n_{tho}$$

$$r=\frac{n_E}{n_o}$$

ت.ع:

$$r=\frac{6.10^{-4}}{10^{-3}}=0,60$$

$$r=60\ \%$$

التمرين الثاني

تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في سائل

1-هل الموجة فوق صوتية طولية ام مستعرضة؟

الموجة طولية لأن اتجاه تشويهها موازي لاتجاه انتشارها.

2-تحديد التأخر الزمني τ:

لدينا: $\tau=x.S_H$

مبيانيا نجد: $\tau=2div\times 2\,ms/div \implies \tau=4\,ms$

3-إثبات العلاقة: $\tau=L.\left(\frac{1}{V_{air}}-\frac{1}{V_P}\right)$:

تنتشر الموجة فوق صوتية (1) في الهواء بسرعة انتشار V_{air}، حيث تقطع المسافة L خلال المدة t_1. نكتب: $V_{air}=\frac{L}{t_1}$ أي:

$$t_1=\frac{L}{V_{air}}$$

تنتشر الموجة فوق صوتية (2) في البترول بسرعة انتشار V_P و تقطع نفس المسافة L خلال المدة t_2. نكتب: $V_P=\frac{L}{t_2}$ أي:

$$t_2=\frac{L}{V_P}$$

التأخر الزمني للموجة فوق الصوتية (1) بالنسبة للموجة (2) هو $\tau=t_1-t_2$ ($t_1>t_2$ لأن $V_P>V_{air}$)

$$\tau=\frac{L}{V_{air}}-\frac{L}{V_P} \implies \tau=L.\left(\frac{1}{V_{air}}-\frac{1}{V_P}\right)$$

4-القمة التقريبية ل V_P:

$$\tau=\frac{L}{V_{air}}-\frac{L}{V_P} \implies \frac{L}{V_P}=\frac{L}{V_{air}}-\tau \implies \frac{V_P}{L}=\frac{1}{\frac{L}{V_{air}}-\tau}$$

$$V_P=\frac{L}{\frac{L}{V_{air}}-\tau}$$

$$V_P=\frac{1,84}{\frac{1,84}{340}-4.10^{-3}}=1303\,m.s^{-1}m.s^{-1} \implies V_P\approx 1,3.10^3\ \ m.s^{-1}$$

التمرين الثالث

I-التحديد التجريبي لسعة مكثف

1-باستعمال مولد مؤمثل للتيار الكهربائي

1.1-فائدة تركيب المكثفات على التوازي هي:

تضخيم السعة.

1.2-تحديد قيمة C_{eq} سعة المكثف المكافئ:

المنحنى $q = f(u_{AB})$ والممثل في الشكل 2 عبارة عن دالة خطية معادلتها تكتب: $q = K.u_{AB}$

مع K المعامل الموجه $K = \frac{\Delta q}{\Delta u_{AB}} = \frac{10.10^{-6}-0}{1-0} = 1.10^{-5}\ C$

نعلم ان: $q = C_{eq}.u_{AB}$ وبالتالي: $C_{eq} = K$ نستنتج: $\boldsymbol{C_{eq} = 10\ \mu C}$

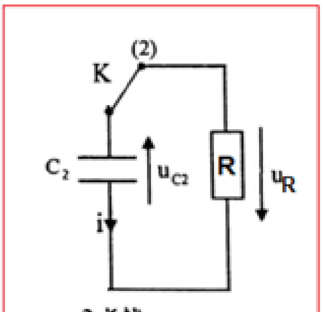
1.3- استنتاج قيمة C_2:

المكثفان مركبان على التوازي سعتهما المكافئة تكتب: $C_{eq} = C_1 + C_2$

$$C_2 = C_{eq} - C_1 \Longrightarrow C_2 = 10 - 7{,}5 \Longrightarrow \boldsymbol{C_2 = 2{,}5\ \mu F}$$

2-دراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

2.1-إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_{C2} أثناء التفريغ:



الشكل 3

حسب قانون إضافية التوترات:

$$u_R + u_{C2} = 0$$

لدينا: $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C_2\, u_{C2})}{dt} = C_2.\frac{du_{C2}}{dt}$

حسب قانون اوم: $u_R = R.i$

المعادلة التفاضلية تكتب: $R.C_2.\frac{du_{C2}}{dt} + u_{C2} = 0$

2.2-تعبير τ بدلالة R وC_2:

حل المعادلة التفاضلية يكتب: $u_{C2} = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$ ومنه: $\frac{du_{C2}}{dt} = -\frac{1}{\tau}.E.e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية: $R.C_2(-\frac{1}{\tau}.E.e^{-\frac{t}{\tau}}) + E.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$

$$-\frac{R.C_2}{\tau}E.e^{-\frac{t}{\tau}} + E.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

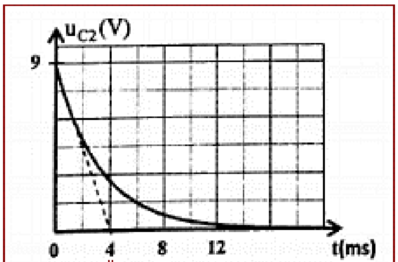
$$E.e^{-\frac{t}{\tau}}\left(-\frac{R.C_2}{\tau} + 1\right) = 0$$

لكي تتحقق هذه المعادلة يجب ان يكون:

$$-\frac{R.C_2}{\tau} + 1 = 0 \Longrightarrow \frac{R.C_2}{\tau} = 1$$

$$\boldsymbol{\tau = R.C_2}$$

2.3-تحديد قيمة C_2 :



الشكل 4

باستعمال منحنى الشكل 4 نحدد ثابتة الزمن نجد $\tau = 4\ ms$

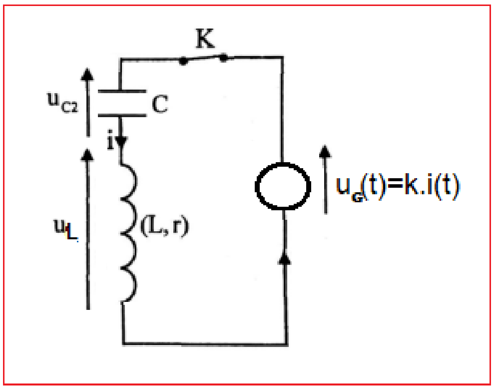
$$\tau = R.C_2 \Longrightarrow C_2 = \frac{\tau}{R}$$

$$C_2 = \frac{4.10^{-3}}{1600} = 2{,}5.10^{-6}\ F \ \Longrightarrow \boldsymbol{C_2 = 2{,}5\ \mu F}$$

II- دراسة دارة RLC متوالية

1-سبب الحصول على تذبذبات شبه دورية:

هو وجود المقاومة في الدارة (مقاومة الوشيعة) الشيء الذي يؤدي إلى تبدد الطاقة إلى طاقة حرارية.



2.1-إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$:

حسب قانون إضافية التوترات:

$$u_R + u_L = u_G$$

$$L.\frac{di}{dt} + r.i + u_C = k.i$$

$$L.\frac{di}{dt} + r.i - k.i = u_C = 0$$

$$L.\frac{di}{dt} + (r-k).i + u_C = 0$$

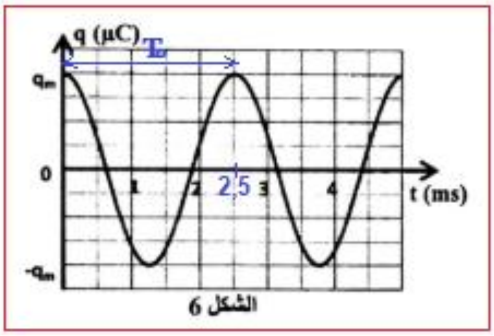
$i = \frac{dq}{dt}$ و $\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dq}{dt}\right) = \frac{d^2q}{dt^2}$ و $q = C.u_C$ أي: $u_C = \frac{q}{C}$

$$L.\frac{d^2q}{dt^2} + (r-k).\frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}.q = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{(r-k)}{L}\cdot\frac{dq}{dt}+\frac{1}{L.C}\cdot q=0$$

2.2-تحديد r مقاومة الوشيعة:

تصبح التذبذبات جيبيه عندما يكون المقدار المسؤول عن الخمود منعدم: $\frac{(r-k)}{L}\cdot\frac{dq}{dt}=0$ أي: $\frac{(r-k)}{L}=0$ ومنه: $\boldsymbol{r=k=5\Omega}$



2.3-إيجاد معامل التحريض L:

حسب الشكل 6 قيمة الدور الخاص هي:

$$T_0=2,5\,ms$$
$$T_0=2\pi\sqrt{L.C}$$
$$T_0^2=4\pi^2LC$$
$$L=\frac{T_0^2}{4\pi^2C}$$

ت.ع: $L=\frac{(2,5.10^{-3})^2}{4\pi^2\times 2,5.10^{-6}}\Longrightarrow L\approx 6,3.10^{-2}\,H=63mH$

التمرين الرابع

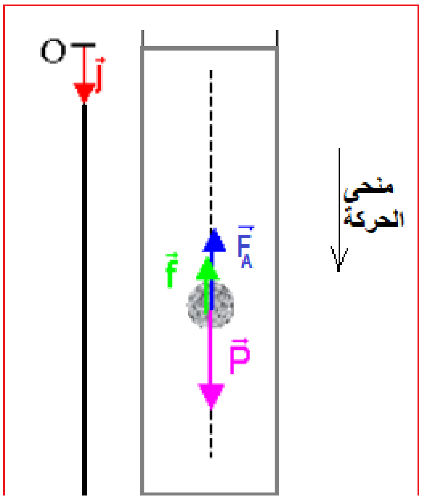
الجزء الأول: دراسة حركة السقوط الرأسي لكرية في سائل لزج

1-إثبات المعادلة التفاضلية:

المجموعة المدروسة: {الكرية}

جرد القوى: $\vec{P}$: وزن الكرية ، $\vec{F}_A$ دافعة أرخميدس ، $\vec{f}$ قوة احتكاك المائع

نعتبر المعلم $(O,\vec{j})$ المرتبط بمرجع أرضي غاليليا.



نطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرية نكتب: $\sum\vec{F}_{ext}=m.\vec{a}_G$

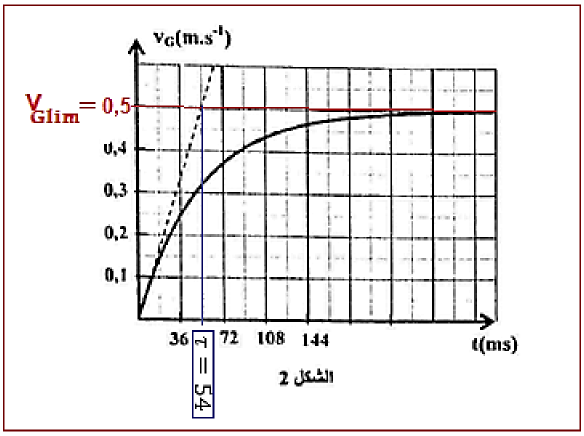
$$\vec{P}+\vec{F}_A+\vec{f}=m.\vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور Oy :

$$P-F_A-f=m.a_G$$
$$m.g-\rho.V.g-k.v_G=m.\frac{d\,v_G}{dt}$$
$$\frac{d\,v_G}{dt}+\frac{k}{m}.v_G=g\left(1-\frac{\rho.V}{m}\right)$$

نضع: $A=g\left(1-\frac{\rho.V}{m}\right)$ و $\tau=\frac{m}{k}$ أي: $\frac{1}{\tau}=\frac{k}{m}$

نحصل على المعادلة التفاضلية: $\frac{dv_G}{dt}+\frac{1}{\tau}.v_G=A$



2-التحديد المبياني ل v_{Glim} و τ:

نجد: $v_{Glim}=\boldsymbol{0,5\,m.s^{-1}}$ و $\boldsymbol{\tau=54\,ms}$

3-إيجاد قيمة k و الثابتة A :

حسب تعبير الزمن المميز : $\tau=\frac{m}{k}$ أي: $\frac{1}{\tau}=\frac{k}{m}$

$$k=\frac{m}{\tau}$$

ت.ع: $k=\frac{2.10^{-2}}{54.10^{-3}}\Longrightarrow \boldsymbol{k=0,37\,kg.s^{-1}}$

في النظام الدائم تصل سرعة الكرية إلى قيمتها الحدية، أي أن سرعتها تبقى ثابتة: $v_G=v_{Glim}=cte$ إذن: $\frac{dv_G}{dt}=0$

المعادلة التفاضلية تكتب: $\frac{1}{\tau}.v_{Glim}=A$ ت.ع: $A=\frac{0,5}{54.10^{-3}}\Longrightarrow \boldsymbol{A=9,26\,m.s^{-2}}$

4-حساب التسارع a_3 و السرعة a_4:

المعادلة التفاضلية: $a_i=9,26-18,52.v_i$

تعبير التسارع a_3: $a_3=9,26-18,52.v_3$

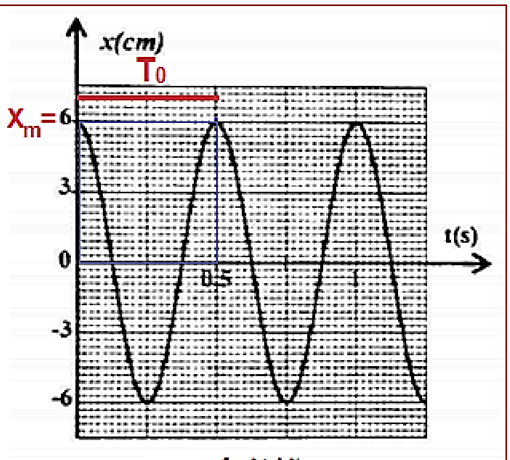
ت.ع: $a_3=9,26-18,52\times 0,126\Longrightarrow \boldsymbol{a_3\approx 6,93\,m.s^{-2}}$

لتحديد السرعة v_4 نستعمل طريقة أولير: $v_{i+1}=a_i.\Delta t+v_i$

مع: Δt خطوة الحساب: $\Delta t=t_{i+1}-t_i=0,020-0,015=0,005\,s$

$v_4=a_3.\Delta t+v_3$ ت.ع: $v_4=6,93\times 0,005+0,126\Longrightarrow v_4\approx \boldsymbol{0,161\,m.s^{-1}}$

الجزء الثاني: دراسة طاقة لمتذبذب ميكانيكي (جسم صلب-نابض)



الشكل 4

1-تحديد قيمة كل من X_m و T_0 و φ:

بالاعتماد على منحنى الشكل 3:

الوسع: $X_m = 6\ cm$

الدور الخاص: $T_0 = 0,5\ s$

الطور عند أصل التواريخ: φ نحدده باستعمال الشروط البدئية:

عند $t = 0$ باستعمال المعادلة التفاضلية: $x(t) = X_m.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$

$$x(0) = X_m.cos\varphi \Longrightarrow cos\varphi = \frac{x(0)}{X_m}$$

باستعمال منحنى الشكل 4 نجد: $x(0) = X_m = 6\ cm$

$$cos\varphi = \frac{X_m}{X_m} = 1 \Longrightarrow \varphi = 0$$

2-قيمة E_{pe1} طاقة الوضع المرنة للمتذبذب الميكانيكي عند اللحظة $t_1 = 0,5s$:

تعبير E_{pe} : $E_{pe} = \frac{1}{2}K.x^2 + cte$ باعتبار موضع التوازن $x = 0$ مرجعا لطاقة الوضع المرنة $E_{pe} = 0$ فإن $cte = 0$

عند اللحظة $t_1 = 0,5s$ تعبير طاقة الوضع المرنة $E_{pe} = \frac{1}{2}K.x_1^2$

مع $x_1 = X_m = 6\ cm$ أفصول G عند t_1(انظر منحنى الشكل 4)

ت.ع: $E_{pe1} = \frac{1}{2} \times 35 \times (6 \times 10^{-2})^2 \Longrightarrow E_{pe1} = 6,3.10^{-2}\ J$

3-حساب شغل قوة الارتداد $W_{AB}(\vec{F})$ عندما ينتقل G من A ذي الأفصول $x_A = X_m$ إلى الموضع B ذي الأفصول $x_B = -X_m$:

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\Delta E_{pe} = -(E_{PeB} - E_{PeA}) = -\left(\frac{1}{2}K.x_B^2 - \frac{1}{2}K.x_A^2\right)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}K\left[X_m{}^2 - (-X_m)^2\right] = \frac{1}{2}K\left(X_m{}^2 - X_m{}^2\right)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = 0J$$