الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2019
- الموضوع -

RS27

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الانجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية : مسلك علوم الحياة والأرض ومسلك العلوم الزراعية	المعامل	5

- يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة
- تعطى التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

يتضمن موضوع الامتحان أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء

الكيمياء (7 نقط)	• دراسة مجموعة كيميائية - معايرة سماد • دراسة عمود	7 نقط
الفيزياء (13 نقطة)	التمرين 1: • الموجات الضوئية	3 نقط
	التمرين 2: • ثنائي القطب RL • الدارة RLC المتوالية	5 نقط
	التمرين 3: • السقوط الحر • المجموعة المتذبذبة { جسم صلب- نابض}	5 نقط

التنقيط	الموضوع

الكيمياء (7 نقط)

التفاعلات حمض- قاعدة وأكسدة - اختزال تحولات كيميائية تنبني على تفاعل بين مزدوجات حمض-قاعدة ومزدوجات مؤكسد- مختزل وغالبا ما تستعمل لتحديد برامترات أو تفسير اشتغال مجموعات كيميائية.

الجزءان 1 و 2 مستقلان

الجزء 1: دراسة مجموعة كيميائية ـ معايرة سماد

الأمونياك غاز صيغته NH_3، عند ذوبانه في الماء يعطي محلولا مائيا ذا خصائص قاعدية. تستعمل محاليل الأمونياك التي تباع في المحلات التجارية كمنظف وكمزيل للبقع، ويمكن الحصول على الحمض المرافق للأمونياك NH_4^+ بإذابة بعض المواد الآزوتية في الماء مثل الأسمدة.

1. دراسة مجموعة كيميائية عند حالة التوازن

نعتبر محلولا مائيا (S_0) للأمونياك NH_3، حجمه V_0 وتركيزه المولي $C_0 = 1,0.10^{-2}mol.L^{-1}$. أعطى قياس pH هذا المحلول عند درجة الحرارة $25°C$ القيمة $pH = 10,6$.

المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل بين الأمونياك والماء هي: $NH_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + HO^-_{(aq)}$

معطى: الجذاء الأيوني للماء عند $25°C$: $Ke = 10^{-14}$.

0,75 | **1.1.** بين أن التركيز المولي الفعلي لأيونات الأمونيوم $NH^+_{4(aq)}$ عند حالة توازن المجموعة يعبر عنه بالعلاقة: $\left[NH^+_{4(aq)}\right]_{éq} = \dfrac{Ke}{10^{-pH}}$ واحسب قيمته.

1 | **2.1.** أحسب قيمة خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ للمجموعة الكيميائية عند التوازن. اِستنتج قيمة ثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة التفاعل.

0,5 | **3.1.** يعبر عن ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)})$ بالعلاقة: $K_A = \dfrac{Ke}{K}$. أحسب قيمة pK_A لهذه المزدوجة.

0,5 | **4.1.** نخلط حجما من المحلول (S_0) للأمونياك مع حجم من محلول كلورور الأمونيوم $NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$. قيمة pH الخليط هي $pH = 6,2$.
مثل مخطط الهيمنة لنوعي المزدوجة $(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)})$. اِستنتج النوع المهيمن للمزدوجة في الخليط.

2. معايرة سماد

نترات الأمونيوم NH_4NO_3 مركب أيوني يوجد في أسمدة مختلفة. يحمل كيس سماد معين المعلومة الآتية:
"النسبة الكتلية لنترات الأمونيوم 75%"
للتحقق من النسبة الكتلية لنترات الأمونيوم المشار إليها من طرف المنتج، نحضر محلولا مائيا (S_A) بإذابة الكتلة $m = 15,0\,g$ من السماد في الحجم $V_0 = 1,0\,L$ من الماء المقطر.
نعاير أيونات الأمونيوم $NH^+_{4(aq)}$ الموجودة في الحجم $V_A = 10,0\,mL$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B = 0,10\,mol.L^{-1}$. حجم المحلول (S_B) المضاف عند التكافؤ هو $V_{B,E} = 14,0\,mL$.

معطى: $M(NH_4NO_3) = 80,0\,g.mol^{-1}$.

0,5 | **1.2.** أُكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين أيونات الأمونيوم $NH^+_{4(aq)}$ وأيونات الهيدروكسيد $HO^-_{(aq)}$ أثناء المعايرة، الذي نعتبره كليا.

0,75 | **2.2.** حدد قيمة التركيز المولي C_A لأيونات الأمونيوم $NH^+_{4(aq)}$ في المحلول (S_A) .

0,75 **3.2.** يعبر عن النسبة الكتلية لنترات الأمونيوم الموجود في السماد بالعلاقة: $\frac{m(NH_4NO_3)}{m}$ ، حيث m كتلة السماد.

أُحسب النسبة الكتلية لنترات الأمونيوم الموجود في السماد المدروس.
قارن هذه القيمة مع القيمة المشار إليها من طرف المنتج.

الجزء 2: دراسة عمود

نعتبر عمودا تتدخل فيه المزدوجتان مؤكسد - مختزل $Ni^{2+}_{(aq)} / Ni_{(S)}$ و $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(S)}$ تبيانته الاصطلاحية هي:
$(-)\, Ni_{(s)} \left| Ni^{2+}_{(aq)} \right\| Cu^{2+}_{(aq)} \left| Cu_{(s)}\, (+) \right.$. كمية المادة البدئية لأيونات النحاس II هي $n_i(Cu^{2+}_{(aq)}) = 1,0.10^{-2}\, mol$ والنيكل $Ni_{(S)}$ يوجد بوفرة. يزود العمود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 40\, mA$ طيلة مدة اشتغاله.

معطى: $1\mathscr{F} = 9,65.10^4\, C.mol^{-1}$.

0,75 **1.** أُكتب معادلة التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود.

1 **2.** أُحسب Q_{max} كمية الكهرباء القصوى التي يمنحها العمود.

0,5 **3.** حدد Δt مدة اشتغال العمود قبل أن يستهلك.

الفيزياء (13 نقطة)

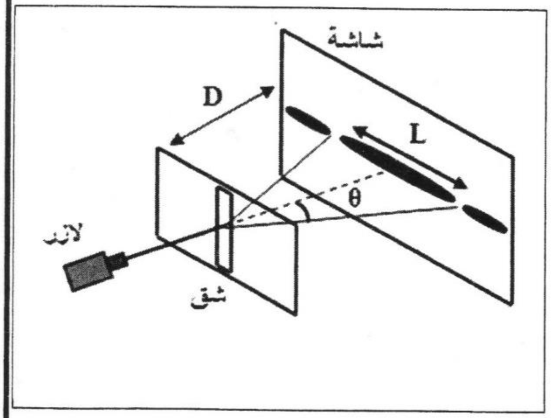
التمرين 1 (3 نقط): الموجات الضوئية

تستطيع عين الانسان رؤية بعض الإشعاعات الضوئية المنتمية للمجال المرئي، تردداتها محصورة بين $7,5.10^{14}\, Hz$ و $3,0.10^{14}\, Hz$. يؤدي انتشار الضوء في بعض الأوساط المتجانسة والشفافة إلى حدوث ظواهر فيزيائية تسمح بالحصول على معلومات حول طبيعة الضوء وخصائص أوساط الانتشار.

1. نعتبر منبعا ضوئيا يعطي حزمة ضوئية متوازية ومكونة من إشعاعين أحمر وأزرق طول موجتيهما في الفراغ على التوالي λ_{0R} و λ_{0B} .

معطيات:
- $\lambda_{0B} = 487,6\, nm$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ: $c = 3.10^8\, m.s^{-1}$ ؛
- سرعة انتشار الإشعاع الأزرق في الزجاج: $v_B = 1,80.10^8\, m.s^{-1}$.

0,75 **1.1.** أُحسب التردد υ_{0B} للإشعاع الأزرق.
هل يمكن رؤية هذا الإشعاع من طرف عين الإنسان؟ علل جوابك.



2.1. يرسل المنبع السابق حزمة ضوئية متوازية مكونة من الإشعاعين السابقين على موشور من زجاج.

0,5 **1.2.1.** أُحسب v_R سرعة انتشار الإشعاع الأحمر في الموشور، علما أن معامل الانكسار للزجاج بالنسبة للإشعاع الأحمر هو $n_R = 1,612$.

0,5 **2.2.1.** ما الخاصية التي يتميز بها الموشور؟ علل جوابك.

2. يرد الإشعاع الأحادي اللون ذي طول الموجة $\lambda = 487,6\, nm$ على شق رأسي رقيق، عرضه a ، فنلاحظ على شاشة توجد على المسافة $D = 2\, m$ من هذا الشق سلسلة من البقع الضوئية (الشكل جانبه).

0,25 **1.2.** سمّ الظاهرة التي يبرزها الشكل.

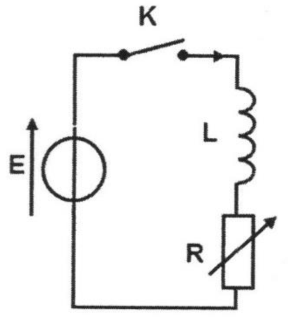
0,75 **2.2.** بين أن تعبير عرض البقعة المركزية يكتب: $L = \frac{2.\lambda.D}{a}$. (نأخذ $\tan\theta \approx \theta(rad)$)

0,25 **3.2.** أُحسب a عرض الشق، علما أن $L = 3,6\, cm$.

التمرين 2 (5 نقط): ثنائي القطب RL – الدارة RLC المتوالية

يتعلق سلوك عدد من الدارات الكهربائية أو الإلكترونية بطبيعة المركبات المتواجدة فيها، وتكون تلك الدارات مقر ظواهر مختلفة من قبيل شحن وتفريغ مكثف، وإقامة أو انعدام التيار في وشيعة والتذبذبات الكهربائية. يمكن لهذه الظواهر أن تتأثر بتغيير بعض البارامترات.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تأثير مقاومة دارة كهربائية على:
- استجابة ثنائي القطب RL.
- التذبذبات الكهربائية في دارة RLC متوالية.



الشكل (1)

1. تأثير المقاومة على استجابة ثنائي القطب RL

يتكون التركيب الممثل في الشكل (1) من:
- مولد قوته الكهرمحركة $E = 6V$ ؛
- وشيعة $(L = 0,1H ; r = 0)$ ؛
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط؛
- قاطع التيار K.

نضبط المقاومة على القيمة $R = 220\,\Omega$ ونغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t_0 = 0$.

0,5 **1.1.** أنقل الشكل (1) على ورقة التحرير ومثل عليه التوترين u_L بين مربطي الوشيعة و u_R بين مربطي الموصل الأومي باستعمال الاصطلاح مستقبل.
بين على نفس الشكل كيفية ربط كاشف التذبذب لمعاينة التوتر u_R.

0,5 **2.1.** بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة تكتب: $\frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = \frac{E}{L}$

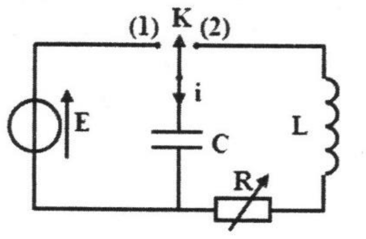
1,25 **3.1.** حل هذه المعادلة التفاضلية هو: $i(t) = \frac{E}{R}.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$. باستغلال المعادلة التفاضلية، أوجد تعبير وقيمة:

أ. ثابتة الزمن τ للدارة.
ب. الشدة I_0 للتيار الكهربائي المار في الدارة عندما يتحقق النظام الدائم.

0,5 **4.1.** أحسب الطاقة المغنطيسية $\mathscr{E}_m$ المخزونة في الوشيعة في النظام الدائم.

0,5 **5.1.** نضبط من جديد مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R' = 2R$. نرمز بـ τ' لثابتة الزمن الجديدة.
قارن τ' و τ. استنتج تأثير المقاومة R على إقامة التيار في ثنائي القطب RL.

2. تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية في دارة RLC متوالية

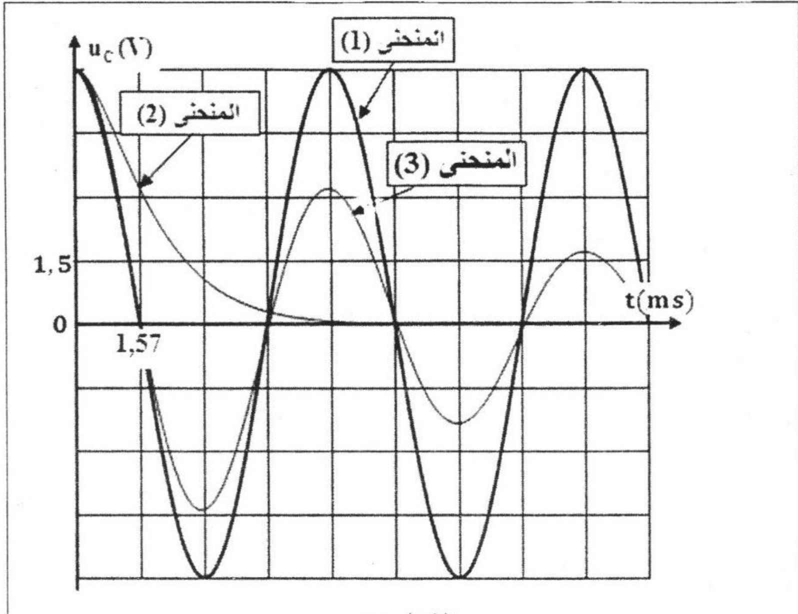


الشكل (2)

يتكون التركيب الممثل في الشكل (2)، من:
- مولد قوته الكهرمحركة $E = 6V$ ؛
- وشيعة $(L = 0,1H ; r = 0)$ ؛
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط؛
- مكثف سعته C ؛
- قاطع التيار K ذي موضعين.

نشحن المكثف ثم نأرجح، عند اللحظة $t_0 = 0$، قاطع التيار إلى الموضع (2).

تمثل المنحنيات (1) و (2) و (3) الواردة في الشكل (3) (الصفحة 5/6) التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف بالنسبة لثلاث قيم للمقاومة R : $R_1 = 0$ و $R_2 = 20\,\Omega$ و $R_3 = 200\,\Omega$.



الشكل (3)

0,5 | **1.2.** اقرن كل منحنى من منحنيات الشكل (3) بالمقاومة الموافقة له.

0,25 | **2.2.** إستنتج تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية في الدارة RLC المتوالية.

1 | **3.2.** باستغلال المنحنى (1):

أ. حدد السعة C للمكثف.

ب. أحسب الطاقة الكلية $\mathscr{E}$ للدارة.

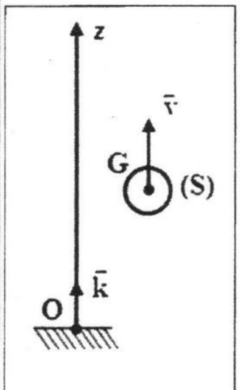
التمرين 3 (5 نقط): السقوط الحر – المجموعة المتذبذبة {جسم صلب - نابض}

ترتبط حركات المجموعات الميكانيكية بطبيعة التأثيرات الميكانيكية المطبقة عليها. تمكن دراسة التطور الزمني لهذه المجموعات من تحديد بعض المقادير التحريكية والحركية وشرح بعض المظاهر الطاقية.

يهدف هذا التمرين إلى:

- **دراسة حركة السقوط الحر لكرية؛**
- **دراسة مجموعة متذبذبة {كرية - نابض}.**

الجزء 1: دراسة السقوط الحر لكرية



الشكل (1)

نرسل رأسيا نحو الأعلى، كرية (S) كتلتها m بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ عند اللحظة $t_0 = 0$.

ندرس حركة السقوط الحر للكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا (الشكل 1).

نمعلم موضع مركز القصور G للكرية عند لحظة t بالأرتوب z_G في هذا المعلم.

0,5 | **1.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأرتوب z_G تكتب: $\frac{d^2z_G}{dt^2} = -g$.

0,5 | **2.** ما طبيعة حركة G خلال مرحلة الصعود؟ علل الجواب.

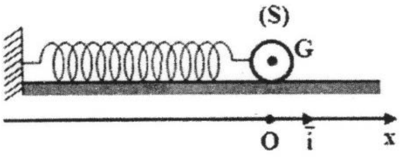
3. تعبير المعادلة الزمنية لحركة G هو: $z_G = -5.t^2 + 2.t + 1,5 \;\; (m)$.

0,5 | **1.3.** حدد قيمة كل من z_0 و v_0 عند $t_0 = 0$.

0,5 | **2.3.** في أي لحظة تنعدم سرعة G؟

الجزء 2: دراسة مجموعة متذبذبة {كرية - نابض}

نثبت الكرية (S) السابقة في طرف نابض كتلته مهملة ولفاته غير متصلة وصلابته K. يمكن للكرية أن تنزلق على سكة أفقية (الشكل 2).

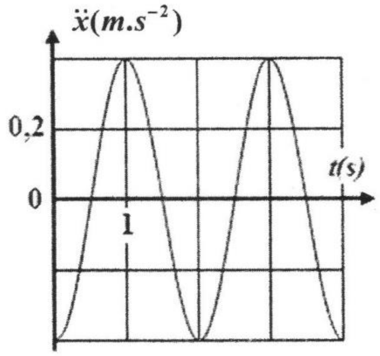


الشكل (2)

ندرس حركة مركز القصور G للكرية (S) في معلم $(O,\vec{i})$ مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا. نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x في هذا المعلم. عند التوازن $x_G = x_0 = 0$.

معطيات: $m = 0,24\,kg$ ؛ $\pi^2 = 10$ ؛ الاحتكاكات مهملة.

نزيح الكرية (S) عن موضع توازنها بالمسافة X_m ونحررها بدون سرعة بدئية.



الشكل (3)

1. مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على منحنى الشكل (3) الذي يمثل تغيرات التسارع $\ddot{x}(t)$ لحركة G.

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x. 0,5

2.1. حل المعادلة التفاضلية هو: $x(t) = X_m.\cos\left(\dfrac{2\pi.t}{T_0}\right)$.

1.2.1. أوجد بدلالة البارامترات الضرورية، تعبير التسارع $\ddot{x}(t)$. 0,5

2.2.1. باستغلال منحنى الشكل (3)، حدد قيمة كل من T_0 و X_m. 0,75

3.2.1. استنتج قيمة الصلابة K. 0,5

2. أوجد في المجال $[0;3s]$ اللحظات التي تكون فيها سرعة G قصوية. أحسب قيمتها. 0,75

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة الاستدراكية 2019
مسلك علوم الحياة والأرض

الكيمياء (7 نقط)

الجزء 1 : دراسة مجموعة كيميائية –معايرة سماد

1. دراسة مجموعة كيميائية عند حالة التوازن

1.1. إثبات تعبير تركيز NH_4^+ عند التوازن :

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل		$NH_{3\,(aq)}$	$+ \; H_2O_{(l)}$	$\rightleftarrows$	$NH_4{}^+{}_{(aq)}$	$+ \; HO^-{}_{(aq)}$
حالة المجموعة	التقدم	كمية المادة ب (mol)				
الحالة البدئية	0	$C_0.V_0$	وفير	$-$	0	0
الحالة الوسيطية	x	$C_0.V_0 - x$	وفير	$-$	x	x
حالة التوازن	$x_{éq}$	$C_0.V_0 - x_{éq}$	وفير	$-$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

لدينا حسب الجدول الوصفي : $[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_0}$

حسب الجداء الايوني للماء : $[H_3O^+]_{éq}.[HO^-]_{éq} = K_e$ أي: $[HO^-]_{éq} = \frac{K_e}{[H_3O^+]_{éq}} = \frac{K_e}{10^{-pH}}$

$$[NH_4^+]_{éq} = \frac{K_e}{10^{-pH}}$$

ت.ع: $[NH_4^+]_{éq} = \frac{10^{-14}}{10^{-10,6}} = 3,98.10^{-4}\,mol.L^{-1} \Longrightarrow \boldsymbol{[NH_4^+]_{éq} \approx 4.10^{-4}\,mol.L^{-1}}$

2.1. حساب قيمة $Q_{r,éq}$:

$$Q_{r,éq} \frac{[NH_4^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}}{[NH_3]_{éq}}$$

حسب الجدول الوصفي: $[NH_3]_{éq} = \frac{C_0.V_0 - x_{éq}}{V_0} = C_0 - \frac{x_{éq}}{V_0} = C_0 - [HO^-]_{éq}$

$$Q_{r,éq} = \frac{[NH_4^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}}{[NH_3]_{éq}} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,éq} = \frac{[HO^-]^2_{éq}}{C_0 - [HO^-]_{éq}}}$$

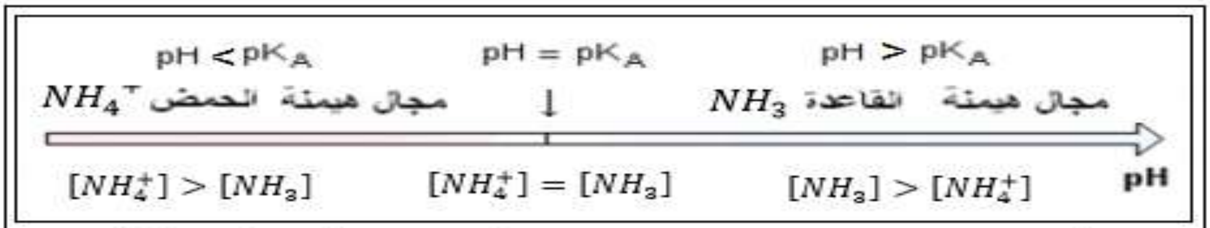
ت.ع : $[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = 4.10^{-4}\,mol.L^{-1}$ و $C_0 = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$

$$Q_{r,éq} = K = \frac{(4.10^{-4})^2}{1,0.10^{-2} - 4.10^{-4}} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,éq} = 1,65.10^{-5}}$$

3.1. حساب قيمة pK_A :

$$\begin{cases} pK_A = -logK_A \\ K_A = \frac{K_e}{K} \end{cases} \Longrightarrow \boldsymbol{pK_A = -\log\left(\frac{K_e}{K}\right)} \Longrightarrow pK_A = -\log\left(\frac{10^{-14}}{1,65.10^{-5}}\right) \Longrightarrow \boldsymbol{pK_A = 9,2}$$

4.1. تمثيل مخطط الهيمنة لنوعي المزدوجة $\left(NH_4{}^+{}_{(aq)}/NH_{3\,(aq)}\right)$:



مخطط الهيمنة لنوعي المزدوجة $(NH_4{}^+{}_{(aq)}/NH_{3\,(aq)})$

استنتاج النوع المهيمن :

لدينا $pH = 6{,}2$ و $pK_A = 9{,}2$ إذن $pH < pK_A$ ومنه النوع المهيمن هو النوع الحمضي $\boldsymbol{NH_4{}^+{}_{(aq)}}$.

2. معايرة سماد

1.2. كتابة معادلة تفاعل المعايرة بين $NH_4{}^+{}_{(aq)}$ و $HO^-{}_{(aq)}$:

$$\boldsymbol{NH_4{}^+{}_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \longrightarrow NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)}}$$

2.2. تحديد قيمة C_A :

حسب علاقة التكافؤ : $C_A.V_A = C_B.C_{B,E}$ ومنه : $\boldsymbol{C_A = \frac{C_B.C_{B,E}}{V_A}}$ ت.ع : $\boldsymbol{C_A = \frac{0{,}10\times 14{,}0.10^{-3}}{10{,}0.10^{-3}} = 0{,}14\, mol.L^{-1}}$

3.2. ليكن x النسبة الكتلية لنترات الامونيوم الموجود في السماد :

حيث : $x = \frac{m(NH_4NO_3)}{m}$

حساب $m(NH_4NO_3)$ الموجود في الحجم V_0 من المحلول (S_A) :

$$C_A = \frac{n}{V_0} = \frac{m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)\,).V_0} \Longrightarrow m(NH_4NO_3) \;= C_A.M(NH_4NO_3)\,).V_0$$

ت.ع : $m(NH_4NO_3) = 0{,}14 \times 80{,}0 \times 1{,}0 \Longrightarrow \boldsymbol{m(NH_4NO_3) = 11{,}2\; g}$

$$x = \frac{11{,}2}{15{,}0} = 0{,}747 \Longrightarrow \boldsymbol{x \approx 75\%}$$

توافق النتيجة القيمة المشار إليها من طرف المنتج.

الجزء 2 : دراسة عمود

1. معادلة التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود :

بجوار الكاثود (القطب الموجب) يحدث اختزال لأيونات Cu^{2+} : $\boldsymbol{Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}}$

بجوار الأنود (القطب السالب) تحدث اكسدة فلز Ni : $\boldsymbol{Ni_{(s)} \rightleftarrows Ni^{2+}{}_{(aq)} + 2e^-}$

المعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود : $\boldsymbol{Cu^{2+}{}_{(aq)} + Ni_{(s)} \rightleftarrows Cu_{(s)} + Ni^{2+}{}_{(aq)}}$

2. حساب Q_{max} :

الجدول الوصفي لتفاعل الاختزال الكاثودي:

كمية مادة الالكترونات المنتقلة	$Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}$			معادلة التفاعل	
	كميات المادة ب (mol)			التقدم	حالة المجموعة
$n(e^-) = 0$	$n_i(Cu)$	$-$	$n_i(Cu^{2+})$	0	الحالة البدئية
$n(e^-) = 2x$	$n_i(Cu) - x$	$-$	$n_i(Cu^{2+}) - x$	x	خلال اشغال العمود
$n(e^-) = 2x_{max}$	$n_i(Cu) - x_{max}$	$-$	$n_i(Cu^{2+}) - x_{max}$	x_{max}	الحالة النهائية

تحديد التقدم الأقصى: المتفاعل المحد هو Cu^{2+} لأن النيكل موجود بوفرة : $n_i(Cu^{2+}) - x_{max} = 0$

$$x_{max} = n_i(Cu^{2+})$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x_{max} \\ n(e^-) = \dfrac{Q_{max}}{F} \end{cases} \Longrightarrow \frac{Q_{max}}{F} = 2x_{max} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{max} = 2x_{max}.F}$$

$$\boldsymbol{Q_{max} = 2 \times 1,0.10^{-2} \times 9,65.10^4 = 1930\ C}$$

3. تحديد Δt :

لدينا: $Q_{max} = I.\Delta t$ ومنه : $\boldsymbol{\Delta t = \frac{Q_{max}}{I}}$

ت.ع : $\Delta t = \frac{1930}{40.10^{-3}} = 48250\ s$ أي : $\boldsymbol{\Delta t = 13\ h\ 24\ min\ 10\ s}$

الفيزياء

التمرين 1 : الموجات الضوئية

1.1. حساب ν_{0B} :

لدينا : $c = \lambda_{0B}.\nu_{0B}$ ومنه : $\boldsymbol{\lambda_{0B} = \frac{c}{\nu_{0B}}}$ ت.ع : $\boldsymbol{\nu_{0B} = \frac{3.10^8}{487,6.10^{-9}} = 6,15.10^{14}\ Hz}$

يمكن رؤية الإشعاع الأزرق من طرف عين الانسان لان طول موجته λ_{0B} ينتمي للمجال المرئي :

$$400\ nm \le \lambda_{0B} \le 800\ nm$$

1.2.1. حساب v_R سرعة انتشار الضوء في الموشور :

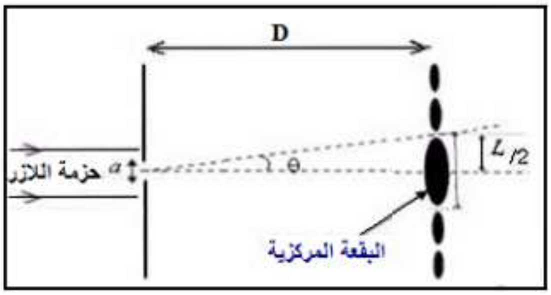
لدينا : $n_R = \frac{c}{v_R}$ ومنه : $v_R = \frac{c}{n_R}$ ت.ع : $v_R = \frac{3.10^8}{1,612} = \boldsymbol{1,86.10^8\ m.s^{-1}}$

2.2.1. خاصية الموشور :

أثناء مرور الحزمة الضوئية داخل الموشور تنفصل الاشعاعات المختلفة الموجودة في الحزمة عن بعضها بعد اجتيازها للموشور. نقول الموشور وسط مبدد للضوء المتعدد الألوان .

1.2. اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل :

ظاهرة حيود موجة ضوئية .



2.2. إثبات تعبير L :

تعبير الفرق الزاوي : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (1)

حسب الشكل جانبه :

$$tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

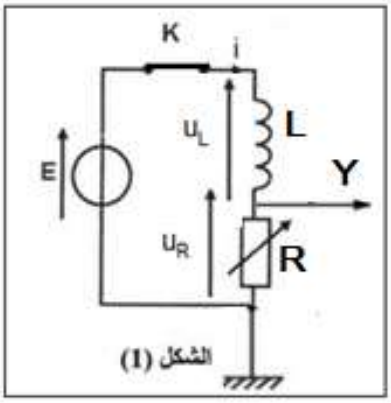
باعتبار : $tan\theta \approx \theta$ نكتب : $\theta = \frac{L}{2D}$ (2)

من العلاقتين (1) و (2) نكتب : $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ ومنه : $\boldsymbol{L = \frac{2\lambda.D}{a}}$

3.2. حساب a :

لدينا : $L = \frac{2\lambda.D}{a}$ ومنه : $\boldsymbol{a = \frac{2\lambda.D}{L}}$ ت.ع : $a = \frac{2\times 487,6.10^{-9}\times 2}{3,6.10^{-2}} = 5,42.10^{-5}\ m \Longrightarrow \boldsymbol{a = 54,2\ \mu m}$

التمرين 2 : ثنائي القطب RL – الدارة RLC المتوالية



1. تأثير المقاومة على استجابة ثنائي القطب RL

1.1. تمثيل التوترين u_L و u_R وكيفية ربط كاشف التذبذب لمعاينة u_R :

أنظر الشكل (1) جانبه.

2.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار:

حسب قانون إضافية التوترات: $u_L + u_R = E$

حسب قانون أوم : $u_R = R.i$ و $u_L = L.\frac{di}{dt}$

ومنه : $L.\frac{di}{dt} + R.i = E$ $\qquad$ (1) $\quad \boldsymbol{\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}.i = \frac{E}{L}}$

3.1.أ. تعبير ثابتة الزمن τ :

حل المعادلة التفاضلية : $i(t) = \frac{E}{R}.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \Longrightarrow i(t) = \frac{E}{R} - \frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

وبالاشتقاق نحصل على : $\frac{di}{dt} = \left(-\frac{E}{R}\right).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} \Longrightarrow \frac{di}{dt} = \frac{1}{\tau}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية (1)

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

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

$$\frac{1}{\tau.R} - \frac{1}{L} = 0 \Longrightarrow \frac{1}{\tau.R} = \frac{1}{L} \Longrightarrow \tau.R = L \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{L}{R}}$$

ت.ع: $\tau = \frac{0,1}{220} = 4,55.10^{-4}\ s \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = 0,45\ ms}$

3.1.ب. تعبير I_0 في النظام الدائم :

يتحقق النظام الدائم عندما $t \longrightarrow \infty$ ومنه $e^{-\infty} \longrightarrow 0$ إذن حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$i(\infty) = \frac{E}{R} - \frac{E}{R}.\underbrace{e^{-\frac{t}{\tau}}}_{=0} \Longrightarrow \boldsymbol{I_0 = \frac{E}{R}}$$

ت.ع : $I_0 = \frac{6}{220} = 2,73.10^{-2}\ A \quad \Longrightarrow \boldsymbol{I_0 = 27,3\ mA}$

4.1. حساب E_m في النظام الدائم :

لدينا : $E_m = \frac{1}{2}L.i^2$ وفي النظام الدائم : $\boldsymbol{E_m = \frac{1}{2}L.{I_0}^2}$

ت.ع : $E_m = \frac{1}{2} \times 0,1 \times (2,73.10^{-2})^2 \Longrightarrow \boldsymbol{E_m = 3,73.10^{-5}\ J}$

5.1. مقارنة τ' و τ :

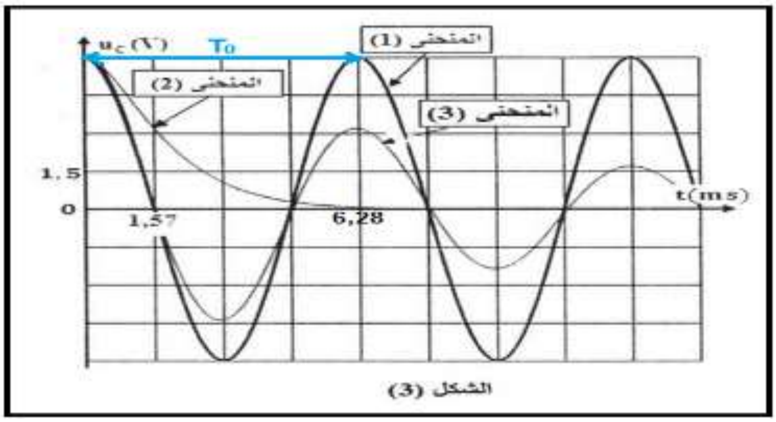
لدينا : $\tau = \frac{L}{R}$ و $\tau' = \frac{L}{2R}$ وبالتالي : $\tau' = \frac{1}{2}.\frac{L}{R} = \frac{\tau}{2}$

كلما تزايدت قيمة R تناقصت قيمة ثابتة الزمن τ وبالتالي تناقصت مدة إقامة التيار $(\Delta t = 5\tau)$.

2- تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية في دارة RLC متوالية

1.2. إقران كل منحنى بالمقاومة الموافقة له :

المنحنى	المقاومة	النظام
المنحنى (1)	$R_1 = 0$	النظام الدوري
المنحنى (3)	$R_2 = 20\ \Omega$	النظام الشبه دوري
المنحنى (2)	$R_3 = 200\ \Omega$	النظام لا دوري



2.2. تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية:

في حالة عدم وجود المقاومة تختفي ظاهرة الخمود ونحصل على نظام دوري.

كلما تزايدت قيمة المقاومة تزايدت ظاهرة الخمود حيث نحصل على نظام لا دوري عندما تكون المقاومة كبيرة.

استنتاج : كلما ارتفعت قيمة المقاومة R تناقص وسع التذبذبات الكهربائية.

3.2.أ. تحديد سعة المكثف :

باستغلال المنحنى (1) (أعلاه) قيمة الدور الخاص : $T_0 = 1{,}57 \times 4 = 6{,}28\ ms$

حسب تعبير الدور الخاص : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ ومنه : ${T_0}^2 = 4\pi^2 L.C$ وبالتالي: $C = \frac{{T_0}^2}{4\pi^2 L}$

ت.ع : $C = \frac{(6{,}28\times10^3)^2}{4\times10\times0{,}1} \simeq 10^{-5}\ F \Rightarrow C = 10\ \mu F$

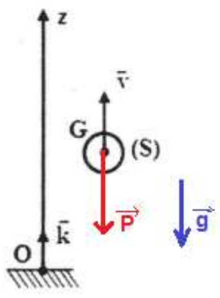
3.2.ب. حساب الطاقة الكلية E للدارة :

عند اللحظة $t = 0$ لدينا : $u_C = E = 6\ V$ و $i = 0$

$$E = E_e + E_m = \frac{1}{2}C.E^2 + \frac{1}{2}L.i^2$$

ت.ع: $E = \frac{1}{2}\times 10^{-5} \times 6^2 \Rightarrow E = 1{,}8.10^{-4}\ J$

التمرين 3 : السقوط الحر – المجموعة المتذبذبة



الشكل (1)

الجزء 1 : دراسة السقوط الحر لكرية

1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z_G :

-المجموعة المدروسة $\{(S)\ \text{الكرية}\}$

-جرد القوى : $\vec{P}$ وزن الكرية

-تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$

$\vec{P} = m.\vec{a}_G$ ومنه : $m.\vec{g} = m.\vec{a}_G$ وبالتالي: $\vec{a}_G = \vec{g}$

الإسقاط على المحور Oz : $a_z = -g$ مع : $a_z = \frac{d^2 z_G}{dt^2}$

المعادلة التفاضلية تكتب: $\boldsymbol{\frac{d^2 z_G}{dt^2} = -g}$

2. طبيعة حركة G خلال الصعود :

بما ان التسارع ثابت $a_z = cte$ والمسار مستقيمي، إذن حركة G مستقيمية متغيرة (متباطئة) بانتظام.

1.3. تحديد قيمة كل من z_0 و V_0 عند $t_0 = 0$:

المعادلة الزمنية للحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام تكتب: $z_G = \frac{1}{2} a_z . t^2 + V_0 . t + z_0$

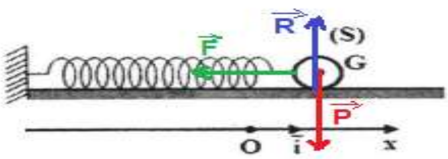
بالمماثلة مع المعادلة الزمنية لحركة G نجد : $z_G = -5\, t^2 + 2\, t + 1{,}5 \ \ (m)$

$\boldsymbol{V_0 = 2\ m.s^{-1}}$ و $\boldsymbol{z_0 = 1{,}5\ m}$

2.3. ليكن t_1 اللحظة التي تنعدم فيها السرعة (قمة المسار):

معادلة السرعة تكتب : $V_z = \frac{dz_G}{dt} = -10\, t + 2 \quad (m.s^{-1})$

$$0 = -10\, t_1 + 2 \ \Rightarrow 10\, t_1 = 2 \ \Rightarrow \boldsymbol{t_1 = \frac{2}{10} = 0{,}2\ s}$$



الشكل (2)

الجزء 2 : دراسة مجموعة متذبذبة $\{\text{كرية} - \text{نابض}\}$

1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الافصول x :

المجموعة المدروسة $\{(S)\ \text{الكرية}\}$

جرد القوى :

$\vec{P}$ وزن الكرية ، $\vec{R}$: تأثير السكة الافقية ، $\vec{F}$: قوة ارتداد النابض

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا :

$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$ أي : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m.\vec{a}_G$

الإسقاط على المحور Ox : $P_x + R_x + F_x = m.a_x$ أي : $m.a_x = -K.x$ مع : $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$

المعادلة التفاضلية تكتب: $m.\ddot{x} + K.x = 0$ أو : $\boldsymbol{\ddot{x} + \frac{K}{m}.x = 0}$

1.2.1. تعبير التسارع $\ddot{x}(t)$:

حسب المعادلة التفاضلية : $\ddot{x} + \frac{K}{m}.x = 0$ أي : $\ddot{x} = -\frac{K}{m}.x$ مع $x(t) = X_m . cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$

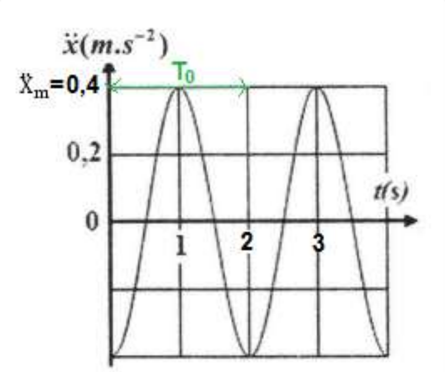
$$\ddot{x} = -\frac{K}{m}.X_m . cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$$

يكتب التسارع على الشكل : $\ddot{x} = -\ddot{X}_m \, .\, cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$

حيث $\ddot{X}_m$ الوسع تعبيره : $\ddot{X}_m = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 . X_m$

2.2.1. تحديد قيمة كل من : T_0 و X_m :

مبيانيا وباستعمال الشكل (3) قيمة الخاص هي: $\boldsymbol{T_0 = 2\, s}$



الشكل (3)

نستنتج : $X_m = \frac{\ddot{X}_m}{\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2} = \frac{\ddot{X}_m . T_0^2}{4\pi^2}$ مبيانيا نجد: $\ddot{X}_m = 0,4\, m.s^{-2}$

$$X_m = \frac{0,4 \times 2^2}{4 \times 10} = 4.10^{-2}\, m \Longrightarrow X_m = 4\, cm$$

3.2.1. استنتاج قيمة K :

تعبير الدور الخاص : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ أي: $T_0{}^2 = 4\pi^2 . \frac{m}{K}$ وبالتالي : $K = \frac{4\pi^2 . m}{T_0{}^2}$

ت.ع : $K = \frac{4\times10\times0,24}{2^2} \Longrightarrow \boldsymbol{K = 2,4\, N.m^{-1}}$

2. اللحظات التي تكون فيها سرعة G قصوية :

تكون السرعة قصوية عندما يكون التسارع منعدما وحسب الشكل 3 لدينا : $t_1 = 0,5\, s$ و $t_2 = 1,5\, s$ و $t_3 = 2,5\, s$

حساب قيمة $\dot{x}_{max}$:

$$\dot{x}_{max} = \left| -\frac{2\pi}{T_0} . X_m \right| = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right) . X_m$$

ت.ع : $\boldsymbol{\dot{x}_{max} = \frac{2\pi}{2} \times 4.10^{-2} = 0,126\, m.s^{-1}}$