الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1 / 8	الدورة الاستدراكية 2021 - الموضوع -	
*I	SSSSSSSSSSSSSSSSSS	RS 30
*		

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	4h
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	المعامل	7

* يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية **غير القابلة للبرمجة**.

* تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية و تكون النتيجة مصحوبة بالوحدة.

* يمكن للتمارين أن تنجز وفق ترتيب يختاره المترشح.

يتضمّن الموضوع خمسة تمارين: تمرينا في الكيمياء و أربعة تمارين في الفيزياء.

التمرين 1: الكيمياء (7 نقط)

- **الجزء I** : بعض التفاعلات مع أيون الأمونيوم .
- **الجزء II** : العمود نيكل- فضة.

INSTITUT EXCEL

التمرين 2 :الموجات (2 نقط)

- الطبيعة الموجية للضوء.

التمرين 3 : التحولات النووية (1,5 نقط)

- انشطار الأورانيوم 235.

التمرين4 : الكهرباء (5 نقط)

- الدارة RL: منبه "إيقاظ ضوئي "،
- الدارةLC ،
- المتذبذب RLC في نظام قسري.

التمرين 5 : الميكانيك(4,5 نقط)

- **الجزء I** :تجربة مليكان(Millikan) .
- **الجزء II** : فصل خليط من النظائر بواسطة راسم الطيف للكتلة.

التمرين 1:الكيمياء(7 نقط)

الجزء I وII مستقلان

الجزءI: بعض التفاعلات مع أيون الأمونيوم

ندرس في هذا الجزء:

- محلولا مائيا لكلورور الأمونيوم ؛
- معايرة أيونات الأمونيوم الموجودة في دواء.

1- دراسة محلول مائي لكلورور الأمونيوم

معطيات:

- تمت جميع القياسات عند 25°C،
- الجداء الأيوني للماء: $K_e = 10^{-14}$ ،
- الموصليات المولية الأيونية عند 25°C: $\lambda_1 = \lambda(H_3O^+) = 34,9.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_2 = \lambda(NH_4^+) = 7,34.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_3 = \lambda(Cl^-) = 7,63.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$،
- الكتلة المولية: $M(NH_4Cl) = 53,5\ g.mol^{-1}$.

نذكر بتعبير الموصلية σ لمحلول مائي أيوني بدلالة التراكيز المولية الفعلية للأنواع الأيونية X_i الموجودة في المحلول والموصلات المولية الأيونية λ_i : $\sigma = \sum \lambda_i . [X_i]$.

نحضر محلولا مائيا (S) لكلورور الأمونيوم $NH_{4(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$ تركيزه المولي $C = 5,0.10^{-3}\ mol.L^{-1}$.

أعطى قياس موصلية المحلول(S) القيمة $\sigma = 74,898\ mS.m^{-1}$.

1-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل أيونات الأمونيوم NH_4^+ مع الماء. **(0,5 ن)**

1-2-عبر، بإهمال تأثير أيونات الهيدروكسيد HO^- على موصلية المحلول ، عن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل بدلالة σ و C و λ_1 و λ_2 و λ_3. احسب قيمته. **(0,75 ن)**

1-3- أوجد تعبير ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}$ بدلالة C و τ. تحقق أن:

$pK_A(NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}) \approx 9,2$. **(0,75 ن)**

1-4- أنشئ مخطط الهيمنة و استنتج النوع المهيمن للمزدوجة $NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}$. **(0,75 ن)**

1-5- نخفف المحلول (S) لكلورور الأمونيوم .

كم عدد الإثباتات الصحيحة من بين الإثباتات التالية: **(0,75 ن)**

أ- تتزايد نسبة التقدم النهائي للتفاعل.

ب- يبقى خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن ثابتا.

ج- لا يتغير $x_{éq}$ تقدم التفاعل عند التوازن .

د- تنقص قيمة $pK_A(NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)})$.

2- معايرة أيونات الأمونيوم الموجودة في دواء

يستعمل كلورور الأمونيوم في المكملات الغذائية للأنعام وغيرها كدواء لمعالجة الحصى البولية عند الخروف. كما يستعمل كدواء ضد السعال.

يحرص المختبر الصيدلاني على أن يكون التركيز الكتلي لكلورور الأمونيوم مضبوطا عند القيمة $C_0 = 1,51 g.L^{-1}$. نريد معايرة عينة من محلول(S_1) لكلورور الأمونيوم أُخِذت من قارورة ، تباع في مختبر صيدلاني تحمل الإشارة $C_0 = 1,51\ g.L^{-1}$.

نعاير المحلول (S_1) بواسطة محلول (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه $C_B = 2,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

نأخذ حجما $V_A = 20mL$ من المحلول (S_1) ونضيف إليه تدريجيا حجما V_B من المحلول(S_b) .

حجم المحلول (S_b) المضاف عند التكافؤ هو : $V_{BE} = 28,3mL$.

2-1- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة.(0,5 ن)

2-2- احسب ثابتة التوازن الموافقة لمعادلة تفاعل المعايرة.(0,5 ن)

2-3-هل الإشارة الموجودة على القارورة صحيحة ؟علل جوابك.(0,75 ن)

الجزء II: العمود نيكل- فضة

ندرس عمودا كهركيميائيا تتدخل فيه المزدوجتان Ox/Red التاليتان: $Ni^{2+}_{(aq)} / Ni_{(s)}$ و $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$.

يتكون العمود من مقصورتين تربط بينهما قنطرة ملحية.

تتكون المقصورة الأولى من صفيحة من النيكل كتلتها $m_1 = 1,5g$ مغمورة كليا في حجم $V=100\ mL$ لمحلول مائي يحتوي على أيونات النيكل تركيزه المولي البدئي $\left[Ni^{2+}_{(aq)}\right]_i = 0,10\ mol.L^{-1}$. تتكون المقصورة الثانية من صفيحة الفضة مغمورة في حجم $V=100\ mL$ لمحلول مائي يحتوي على أيونات الفضة تركيزها المولي البدئي : $\left[Ag^+_{(aq)}\right]_i = 0,10\ mol.L^{-1}$.

معطيات :

- الفرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$.
- الكتلة المولية: $M(Ni) = 58,7\ g.mol^{-1}$.

خلال اشتغال العمود يحصل اختزال أيونا ت Ag^+ .

1- اكتب المعادلة الكيميائية الحصيلة للتفاعل خلال اشتغال العمود.(0,5 ن)

2- حدد سعة العمود (الشحنة القصوى Q_{max} التي يمكن أن يمنحها العمود).(0,5 ن)

3- يمر تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 200\ mA$ خلال 30 دقيقة عند ربط العمود بدارة كهربائية. اوجد تركيز الأيونات $Ni^{2+}_{(aq)}$ في هذه الحالة.(0,75 ن)

***التمرين 2:الموجات (2 نقط)*:الطبيعة الموجية للضوء**

مكنت تجارب الحيود وتجارب أخرى منجزة في القرن التاسع عشر بعد الميلاد من إثبات الخاصية الموجية للضوء، وذلك بمقارنتها مع الموجات الميكانيكية.

1- هل الموجة الضوئية موجة ميكانيكية؟ (0,25 ن)

2- أنجز فرينيل (Fresnel) ظاهرة حيود الضوء باستعمال خيط من حديد .عين رتبة قد ر القطرa للخيط للحصول على ظاهرة الحيود.(0,25 ن)

3- كم عدد الإثباتات الصحيحة من بين الإثباتات التالية ؟(0,5 ن)

INSTITUT EXCEL

أ- الضوء موجة مستعرضة لها نفس السرعة في جميع الأوساط الشفافة.

ب- يتكون الضوء الأحادي اللون للازر من إشعاعات لها نفس طول الموجة لكن لها ترددات مختلفة.

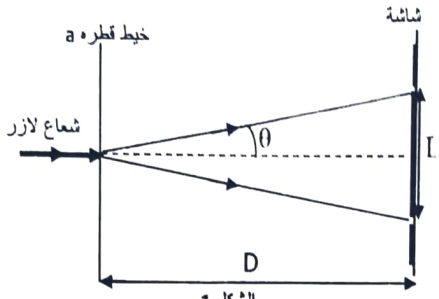
ج- يبين تبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور أن معامل انكسار وسط يتغير مع تغيرات التردد .

د- الفراغ وسط مثالي غير مبدد .

4-لقياس طول موجة لازر يبعث ضوء أحادي اللون طول موجته λ ، ننجز تجربة ظاهرة الحيود باستعمال خيوط رفيعة (الشكل 1).

نقتصر على الحالة التي يكون فيها الفرق الزاوي صغيرا، حيث $\tan(\theta) \approx \theta$ مع θ يعبر عنها بالراديان .

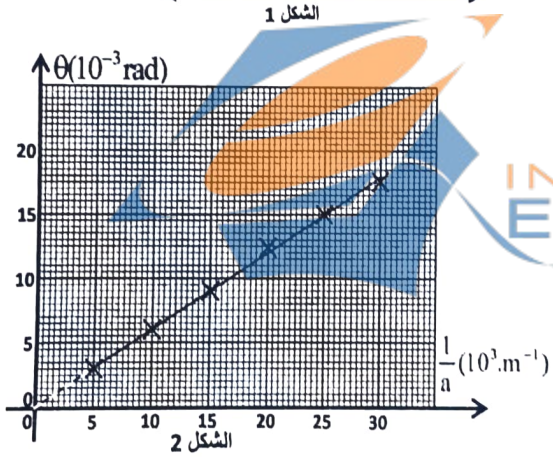
يمثل الشكل 1 تباينة الحيود المحصل عليه على شاشة بيضاء توجد على مسافة $D = 2,0\,m$ من الخيوط .



الشكل 1

بالنسبة لخيط قطره a نقيس العرض L للبقعة المركزية.

من خلال هذه القياسات ومعطيات أخرى، نحصل على منحنى الشكل 2الذي يمثل θ بدلالة $\frac{1}{a}$: $\theta = f(\frac{1}{a})$.



الشكل 2

4-1- حدد مبيانيا λ ، طول الموجة للازر المستعمل. **(0,5 ن)**

4-2- نستعمل في نفس الجهاز التجريبي خيطا قطره a_1

فنحصل على بقعة ضوئية مركزية قطرها $L_1 = 4\,cm$.

حدد a_1. **(0,5 ن)**

INSTITUT EXCEL

التمرين 3:التحولات النووية (1,5 نقطة): **انشطار الأورانيوم 235**

يتكون الأورانيوم الطبيعي أساسا من النظير 238 و بنسب قليلة من نظائر أخرى من بينها الأورانيوم 235. الأورانيوم 235 نواة شطورة . من اجل استعماله كمحروق نعمل على تخصيب الأورانيوم الطبيعي للرفع من نسبة النظير 235 .

معطيات :

- كتلة النوى: $m(^{85}_{34}Se) = 84,9033\,u$ ؛ $m(^{146}_{58}Ce) = 145,8782\,u$ ؛ $m(^{235}_{92}U) = 234,9935\,u$.
- كتلة نوترون : $m_n = 1,0087\,u$.
- $1\,u = 931,5\,MeV.c^{-2} = 1,6605.10^{-27}\,kg$ ؛ $1\,MeV = 1,6022.10^{-13}\,J$.

يعتمد إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على انشطار الأورانيوم 235 .

عندما يصطدم نوترون بنواة الأورانيوم 235 يحدث إحدى الانشطارات الممكنة التي ينتج عنها نواة السيزيوم ^{146}Ce و نواة السيلينيوم ^{85}Se ونوترونات.

1- اكتب المعادلة المنمذجة لهذا التفاعل النووي.(0,25 ن)

2- احسب بالوحدة الجول (J) الطاقة $|\Delta E|$ الناتجة عن انشطار نواة من الأورانيوم 235. (0,25 ن)

3- تستعمل المفاعلات النووية الأورانيوم 235المخصب بنسبة 5% (أي توجد 5 نوى مخصبة من بين 100 نواة من الأورانيوم 235).

حدد بالوحدة الجول(J) الطاقة الناتجة عن 1kg من الأورانيوم المخصب بنسبة 5%.(0,5 ن)

4- تنتج محطة نووية قدرة كهربائية p=1450 MW. مردود تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية هو 34% .

حدد كتلة الأورانيوم 235 المخصب بنسبة 5% و المستعمل في هذه المحطة النووية خلال سنة واحدة (1 an= 365,25 jours) .(0,5 ن)

التمرين 4: الكهرباء (5 نقط)

يهدف التمرين إلى :

- دراسة إحدى تطبيقات دارة كهربائية تحتوي وشيعة؛
- تحديد بعض البارامترات الكهربائية من خلال دراسة التذبذبات غير المخمدة لدارة LC والتذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية.

1- منبه إيقاظ ضوئي

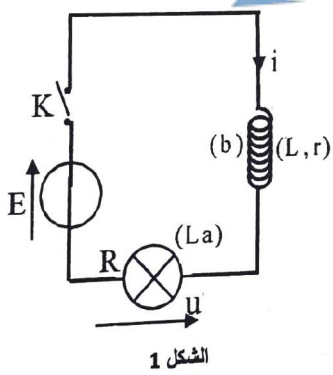
عندما يحين وقت الاستيقاظ المبرمج في منبه "ضوء الاستيقاظ" يبعث مصباح المنبه ضوء تزداد شدته تدريجيا حتى بلوغ قيمة قصوى قابلة للضبط تمكن الشخص من الاستيقاظ.

ننمذج هذا المنبه بدارة كهربائية تمكن من تغيير شدة إضاءة المصباح باعتماد الخاصية الكهربائية لوشيعة.

ترتبط إضاءة المصباح بالقدرة الكهربائية التي يكتسبها.

نذكر بالتعبير عن القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المصباح الذي يخضع لتوتر u ويمر عبره تيار كهربائي شدته i نماثله بموصل أومي مقاومته R حيث:

$$P = R.i^2 = \frac{u^2}{R}$$



الشكل 1

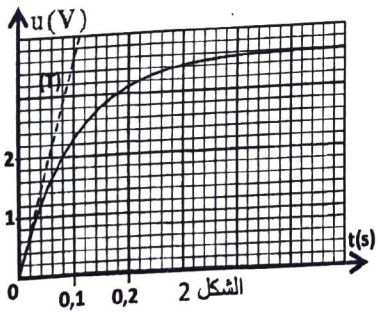
ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 ، والتي تتكون من:

- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E = 9 V ؛
- مصباح (La) مماثل لموصل أومي مقاومته R = 4Ω ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- قاطع التيار K .

نغلق قاطع التيار K عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ (t=0).

نعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم التوتر u(t) بين مربطي المصباح.

نحصل على المنحنى الممثل في الشكل2. يمثل (T) المماس للمنحنى عند النقطة ذات الأفصول t=0.



الشكل 2

1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u(t) بين مربطي المصباح. (0,5 ن)

1-2- تحقق أن r = 6Ω و L = 1H. (0,5 ن)

1-3- يكتب حل المعادلة التفاضلية المتوصل إليها في السؤال 1-1- على الشكل التالي: $u(t) = u_{max}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ ، مع τ ثابتة الزمن لثنائي القطب المنجز. لإيقاظ شخص نعتبر أن الضوء كاف عندما تبلغ القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المصباح 98,01% من قيمتها القصوى.

1-3-1- بين أنه لإيقاظ شخص ، يكون الضوء كافٍ عندما تكون: $u(t)=0,99.u_{max}$. **(0,5 ن)**

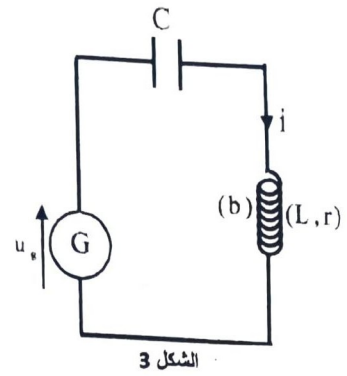
1-3-2- استنتج t_R المدة الزمنية اللازمة لايقاظ الشخص. **(0,5 ن)**

1-3-3- نعتبر أن هذه المدة قصيرة جدًا ؛ اقترح تعديلا يتم إجراؤه على الدارة الكهربائية لتمديد هذه المدة. **(0,25 ن)**

2- دراسة دارة LC

ننجز دارة كهربائية لمتذبذب كهربائي مصان بتركيب على التوالي للعناصر التالية (الشكل 3):

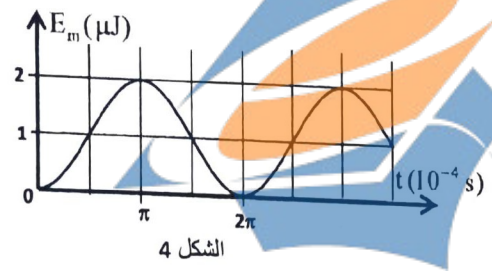
- مكثف سعته C ؛
- الوشيعة (b) المستعملة سابقا ؛
- مولد يزود الدارة بتوتر $u_g=k.i(t)$ مع u_g معبر عنه بالفولط (V) و $i(t)$ معبر عنها بالأمبير (A).



الشكل 3

2-1- أوجد قيمة k. **(0,5 ن)**

2-2- ابتداء من لحظة t نأخذها أصلا للتواريخ $(t=0)$ نحصل على منحنى الشكل 4 الممثل لتغيرات الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة الزمن.



الشكل 4

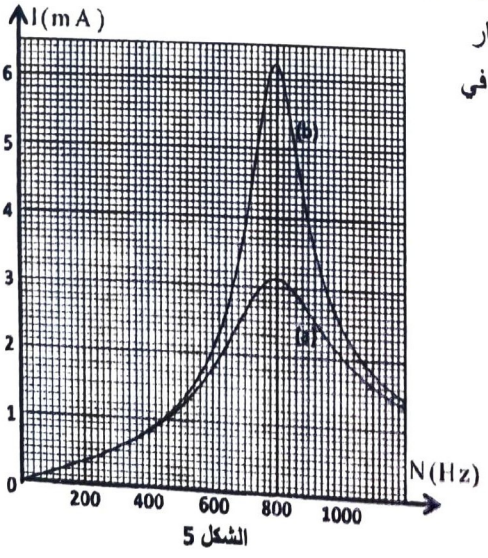
حدد I_m الشدة القصوى للتيار، ثم قيمتي السعة C والشحنة القصوى Q_0 للمكثف. **(0,75 ن)**

3- المتذبذب RLC في نظام قسري

ننجز دارة RLC متوالية مكونة من:

- مولد يزود الدارة بتوتر متناوب جيبي $u(t)$ توتره الفعال ثابت $U=6,25\ V$ وتردده N قابل للضبط ؛
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط ؛
- الوشيعة(b) السابقة ؛
- المكثف السابق ذي السعة C .

بالنسبة لقيمتين R_1 و R_2 للمقاومة R مع $R_1<R_2$ ، مكنت الدراسة التجريبية من خط منحنى رنين شدة التيار الكهربائي لثنائي القطب RLC المتوالية: $I=f(N)$ مع I الشدة الفعالة للتيار الكهربائي و N تردد التذبذبات. نحصل على المنحنيين (a) و (b) الممثلين في الشكل 5.



الشكل 5

3-1- أقرن، معللا جوابك، المقاومة الموافقة للمنحنى (b). **(0,25 ن)**

3-2- حدد، مبيانيا، التردد عند الرنين للدارة RLC. **(0,25 ن)**

3-3- في حالة المنحنى (b) ، حدد مبيانيا عرض المنطقة الممررة ذات $-3\ dB$ واستنتج معامل الجودة Q للدارة. **(0,5 ن)**

3-4- أوجد قيمة المقاومة R_1. **(0,5 ن)**

INSTITUT EXCEL

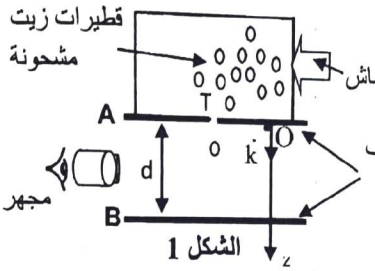
التمرين 5 :الميكانيك (4,5 نقط)

الجزءان I و II مستقلان

الجزء I : تجربة مليكان (Millikan)

توصل العالم مليكان في سنة 1910 إلى أن كل جسيم مشحون يحمل عددا صحيحا من الشحن الابتدائية e، وذلك بملاحظة قطيرات زيت مشحونة كهربائيا بين لبوسين مكهربين لمكثف مستو و حدَّدَ الشحنة q التي تحملها قطيرة عالقة.

ندرس في تجربة مليكان حركة قطيرة زيت مشحونة في الهواء ، تم الحصول عليها بعملية الرش عبر ثقب T يوجد بين صفيحتين أفقيتين لمكثف مستو الذي يمكن أن نطبق عليه توترا $U = V_A - V_B$ موجبا قابلا للضبط فيحدث مجا لا كهرساكنا منتظما $\vec{E}$. يتم ملاحظة قطيرة الزيت بواسطة مجهر.



الشكل 1

يُحدث الرشاش سحابة متكونة من قطيرات زيت تحمل شحنا سالبة.

تمثل تبيانة الشكل1 جهازا مبسطا للتجربة المنجزة في المختبر.

نعتبر أن قطيرة زيت (S) كروية الشكل شعاعها r و كتلتها m .
تحمل هذه القطيرة شحنة q سالبة . خلال هذه التجربة ، تصل القطيرة بين اللبوسين A وB ، اللذين تفصل بينهما المسافة d ، من خلال ثقب T بسرعة بدئية نعتبرها منعدمة(الشكل 1).

معطيات:

- الكتلة الحجمية للزيت: $\rho_H = 1,3.10^{2}\ kg.m^{-3}$ ؛ الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_A = 1,3\ kg.m^{-3}$ ؛
- شدة الثقالة: $g = 9,81\ N.kg^{-1}$ ؛ - $d = 2,0.10^{-2}\ m$ ؛
- حجم كرة شعاعها r : $V_S = \frac{4}{3}.\pi.r^3$ ؛ - الشحنة الابتدائية: $e = 1,6.10^{-19}\ C$.

ندرس حركة القطيرة (S) في المعلم $(O,\vec{k})$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا (الشكل1).
في غياب المجال الكهرساكن بين الصفيحتين تخضع القطيرة إلى:
- وزنها $\vec{P}$ ،
- قوة الاحتكاك المائع $\vec{f} = -6\pi\eta r.\vec{v}$ مع $\eta = 1,8.10^{-5}$ S.I. و $\vec{v}$ متجهة السرعة للقطيرة (S) عند لحظة t،
- دافعة أرخميدس $\overrightarrow{F_A} = -\rho_A.V_s.\vec{g}$ المطبقة من طرف الهواء ، ذي الكتلة الحجمية ρ_A ، المحيط بالكرية .

1- حساب شعاع قطيرة الزيت

نعتبر الحالة التي يكون فيها التوتر بين الصفيحتين منعدما $V_A - V_B = 0$.

1-1- بين، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أن المعادلة التفاضلية لحركة (S) بين الصفيحتين A وB التي تحققها السرعة v تكتب :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{9.\eta}{2\rho_H r^2}v = g\left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_H}\right)$$ **(ن 0,5).**

1-2- استنتج تعبير السرعة الحدية v_ℓ بدلالة r و η و ρ_A و ρ_H و g. **(ن 0,25)**

1-3- أعطى قياس السرعة الحدية للقطيرة خلال النظام الدائم القيمة $v_\ell = 2,0.10^{-4}\ m.s^{-1}$. تحقق أن شعاع القطيرة هو $r \simeq 3,6\mu m$. **(ن 0,5)**

2- حساب شحنة قطيرة الزيت المكهربة

نعتبر الحالة التي يكون فيها التوتر غير منعدم $V_A - V_B \neq 0$.

نطبق بين الصفيحتين A و B توترا $V_A - V_B = U_0$ فيحدث مجالا كهرساكنا منتظما، حيث تخضع الكرية إلى قوة كهرساكنة إضافية $\vec{F} = q\vec{E}$ مع $E = \frac{U_0}{d}$.

نلاحظ عند تطبيق التوتر $U_0 = 3,1kV$ أن القطيرة توجد في حالة سكون.

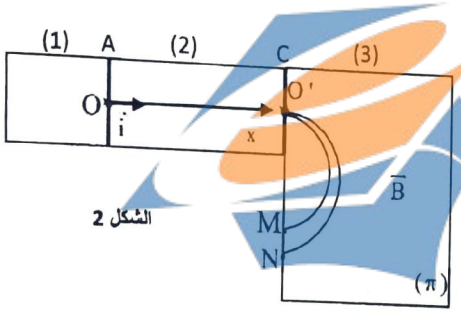
2-1- أوجد تعبير الشحنة الكهربائية q لقطيرة الزيت المدروسة بدلالة r و d و g و U_0 و ρ_H و ρ_A. **(0,75 ن)**

2-2- استنتج عدد الشحن الابتدائية التي تحملها هذه القطيرة. **(0,5 ن)**

الجزء II: فصل خليط من النظائر بواسطة راسم الطيف للكتلة

نريد فرز الأيونات $^6Li^+$ و $^7Li^+$ كتلتاهما على التوالي m_1 و m_2 بواسطة راسم الطيف للكتلة.

يتكون راسم الطيف للكتلة أساسا من ثلاث حجرات (الشكل 2). يتم تأين ذرات الليثيوم في الحجرة الأولى(1) إلى الكاثيونات $^6Li^+$ و $^7Li^+$ و في الحجرة الثانية(2) يتم تسريع الأيونات قبل أن تخضع في الحجرة الثالثة(3) إلى تأثير مجال مغنطيسي منتظم لتصل إلى النقطتين M و N لشاشة مستشعة .



الشكل 2

تتم حركة الأيونات في الفراغ و يتم دراسة حركتها في معلم أرضي نعتبره غاليليا.

نهمل شدة وزن الكاثيونات أمام شدة قوة لورنتز و شدة القوة الكهرساكنة. تمثل e الشحنة الابتدائية.

1- تدخل الأيونات $^6Li^+$ و $^7Li^+$ من النقطة O بدون سرعة بدئية ، في مجال كهربائي منتظم $\vec{E}$ يوجد بين الصفيحتين A و C قصد تسريعها نحو O'. نطبق بين الصفيحتين A و C التي تفصلهما المسافة d ، التوتر $U_0 = V_A - V_C$.

أثناء حركة كل أيون في الحجرة (2) نعلم موضعه عند لحظة t بالأفصول x على المحور $(O;\vec{i})$ (الشكل 2).

1-1- حدد طبيعة حركة الأيون $^6Li^+$ بين O و O'. **(0,5 ن)**

1-2- نختار لحظة مرور الأيون $^6Li^+$ من النقطة O أصلا للتواريخ $(t=0)$. **(0,5 ن)**

اكتب المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة الأيون $^6Li^+$ بدلالة برامترات التمرين و استنتج معادلة السرعة.

1-3- تغادر الأيونات $^6Li^+$ و $^7Li^+$ المجال الكهرساكن (الحجرة الثانية) عند النقطة O' على التوالي بالسرعتين V_1 و V_2 .

استنتج التعبير: $v_1 = \sqrt{\frac{2e.U_0}{m_1}}$. **(0,5 ن)**

2- عند النقطة O' تدخل هذه الأيونات الحجرة (3) التي يوجد بها مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ عمودية على المستوى (π) (الشكل2). بعد الانحراف تصل الأيونات إلى النقطتين M و N (الشكل 2).

أوجد، باعتبار أن حركة الأيونات دائرية منتظمة في الحجرة الثالثة، المسافة MN بدلالة B و m_1 و m_2 و e و U_0.

احسب قيمتها. **(0,5 ن)**

نعطي : $e = 1,6.10^{-19}C$ ، $U_0 = 2kV$ ، $B = 100mT$ ، $m_1 = 6u$ ، $m_2 = 7u$ ، $1u = 1,67.10^{-27}kg$.