المملكة المغربيـــة

وزارة التربية الوطنية

الجمعية المغربية لأساتذة العلوم الفيزيائية

AMPST

أولمبياد الفيزياء والكيمياء
الفرض النهائي

السنة الثانية من سلك الباكالوريا

- شعبة العلوم التجريبية- مسلك العلوم الفيزيائية
- شعبة العلوم الرياضية – مسلكي العلوم الرياضية (أ) و(ب)

الجمعة 18 ماي 2012

الثامنة والنصف صباحاً 08h 30 min

مدة الإنجاز : ثلاث ساعات (3h)

الكيمياء 1: معايرة أيونات النترات في سماد أزوتي

يستهلك النبات مجموعة من العناصر الكيميائية المتواجدة في الأرض والتي تعتبر ضرورية لنموه، ويعد عنصر الأزوت من أهم العناصر التي يتغذى بها النبات والضروري لبقائه حياً.

يوجد عنصر الأزوت في الأرض في أيونات النترات (يسمى كذلك أزوت نتريكي ***azote nitrique***) أو في أيونات الأمونيوم (أزوت أمونياكي ***azote ammoniacal***).

توفر الأسمدة الأزوتية حالياً الأيونات السابقة حسب حاجيات النبات لهذه المادة. ويجب أن يُراقب استعمال هذه الأسمدة لأن أيونات النترات لا تبقى في التراب، ويمكن أن تُجرف من طرف المياه السطحية (بحيرات، أنهار، ...) أو الجوفية (الفرشات المائية)، ولأن التركيز المرتفع لأيونات النترات قد تكون له عواقب وخيمة على صحة المستهلك.

سماد آزوتي سائل
24 % من الآزوت
11 % من الآزوت البولي
6 % من الآزوت النتريكي
7 % من الآزوت الأمونياكي

يهدف التمرين إلى مقارنة النسبة المئوية الكتلية للأزوت النتريكي في سماد مع القيمة المسجلة على لصيقة سماد آزوتي سائل (اللصيقة جانبه) . ومن أجل ذلك نقوم بمعايرة أيونات النترات المتواجدة في السماد.

1. نضع الكتلة $m = 2,5\ g$ من سماد سائل في حوجلة معيارية سعتها $250\ mL$، ونضيف الماء المقطر إلى حدود الخط العيار، فنحصل على المحلول (S).

ندخل في دورق ، الحجم $V_0 = 25,0\ mL$ من المحلول (S) للسماد السابق ونضيف الحجم $V_1 = 20,0\ mL$ من محلول ملح موهر يحتوي على أيونات الحديد II تركيزها $\left[Fe^{2+}\right] = 0,20\ mol.L^{-1}$، ثم نضيف بعد ذلك الحجم $5\ mL$ من حمض الكبريتيك لجعل الوسط حمضياً. نسخن قليلاً لكون التفاعل الكلي بين أيونات النترات وأيونات الحديد II يكون بطيئاً.

بعد تبريد الخليط نعاير أيونات الحديد II غير المتفاعلة التي توجد بوفرة في الدورق بواسطة محلول مائي لثنائي كرومات البوتاسيوم تركيزه المولي $C_2 = 1,7.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، حيث يتم التعرف على التكافؤ باستعمال كاشف ملون يسمى أورتو-فينانترولين الحديدي ***ortho-phénanthroline ferreuse***. خلال هذه المعايرة نحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم $V_E = 10,0\ mL$.

نعطي: $M(N) = 14\ g.mol^{-1}$

المزدوجات مختزل/مؤكسد: $\left(Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}\right)$ ؛ $\left(NO^{-}_{3(aq)}/NO_{(g)}\right)$ ؛ $\left(Cr_2O^{2-}_{7(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}\right)$

1.1. لإنجاز معايرة أيونات النترات تم ذلك عن طريق معايرتين متتاليتين . تسمى هذه الطريقة "المعايرة بالرجعة". أُذكر لماذا لا يمكن الاكتفاء بالمعايرة الأولى فقط ؟

2.1. أُكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل كل معايرة من المعايرتين السابقتين.

3.1. أعط تبيانة التركيب التجريبي المستعمل في المعايرتين.

2. استغلال النتائج.

نسمي : - $n_i\left(Fe^{2+}\right)$ كمية المادة البدئية لأيونات الحديد II في الدورق؛

- $n_R\left(Fe^{2+}\right)$ كمية المادة لأيونات الحديد II المتفاعلة مع أيونات النترات أثناء التجربة الأولى؛

- $n_{ex}\left(Fe^{2+}\right)$ كمية المادة لأيونات الحديد II المتواجدة بوفرة في الدورق؛

- $n_E\left(Cr_2O_7^{2-}\right)$ كمية المادة لأيونات ثنائي كرومات المضافة عند التكافؤ.

1.2. أُحسب كمية المادة البدئية $n_i\left(Fe^{2+}\right)$ لأيونات الحديد II.

2.2. عرف التكافؤ.

3.2. أُحسب كمية المادة $n_{ex}\left(Fe^{2+}\right)$ المتواجدة بوفرة في الدورق.

4.2. بين أن كمية مادة أيونات الحديد II المتفاعلة مع أيونات النترات هي: $n_R\left(Fe^{2+}\right) = 3.10^{-3}\ mol$.

5.2. علما أن أيونات النترات مُحدة، أوجد كمية مادة أيونات النترات المتواجدة في السماد السائل.

6.2. أُحسب النسبة المئوية الكتلية للأزوت النتريكي في السماد المعاير ثم قارنها مع المعلومات المدونة على اللصيقة .

الكيمياء 2: تأثير ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في الهواء

يوجد ثنائي أوكسيد الكربون في الهواء بنسبة $0,63\%$. يمكن لهذا الغاز أن يتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد HO^- وفق المعادلة الآتية : $CO_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)} \rightleftharpoons CO^{2-}_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$.

معطيات: $M(H) = 1\ g.mol^{-1}$ ، $M(Na) = 23\ g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16\ g.mol^{-1}$.

1. لتحضير محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم نتوفر في المختبر على قارورة تحتوي على أقراص صغيرة من هيدروكسيد الصوديوم الصلب . كتلة قرص واحد حوالي $0,1\ g$. خلال هذا التحضير تم الحصول على محلول مائي تركيزه المولي تقريباً $0,01\ mol.L^{-1}$. لمعرفة تركيز المحلول المحضر بدقة يمكن معايرته. لائحة الأدوات المخبرية والمحاليل المتوفرة في المختبر هي:

* محراك مغنطيسي؛
* حوجلات معيارية من فئة: $50\ mL$، $100\ mL$، $200\ mL$ و $1\ L$؛
* ماصات معيارية من فئة: $5\ mL$، $10\ mL$ و $20\ mL$؛
* سحاحات مدرجة من فئة: $20\ mL$، $25\ mL$ و $50\ mL$؛
* مخابر مدرجة من فئة: $10\ mL$، $50\ mL$ و $100\ mL$ ؛
* ماصات مدرجة من فئة: $1\ mL$، $5\ mL$ و $10\ mL$؛
* دوارق وكؤوس من فئة: $50\ mL$، $100\ mL$، و $200\ mL$؛
* إجاصة المص؛
* محاليل مائية لحمض الكلوريدريك تراكيزها المولية: $1\ mol.L^{-1}$، $0,10\ mol.L^{-1}$، $0,010\ mol.L^{-1}$؛
* كاشف ملون: فينول فتاليين.

1.1. أوجد الكتلة المستعملة من هيدروكسيد الصوديوم لتحضير محلول لهيدروكسيد الصوديوم حجمه $V = 1\ L$ وتركيزه المولي $C = 0,01\ mol.L^{-1}$.

2.1. علما أن المختبر لا يتوفر على ميزان، كيف يمكن تحضير المحلول السابق بواسطة مواد وأدوات من بين تلك المشار إليها أعلاه، بغض النظر عن الظروف الوقائية ؟

3.1. لماذا لم نكتف بتحضير فقط الحجم $100\ mL$ من المحلول المدروس ؟ علل جوابك.

4.1. حدد، معللاً جوابك، المحلول الذي يجب اختياره من بين المحاليل المتوفرة أعلاه لمعايرة الحجم $10\ mL$ من المحلول المحضر.
نرمز بـــ (S) للمحلول الذي وقع عليه الاختيار.

5.1. خلال المعايرة، الحجم الذي يجب إضافته من المحلول (S) للحصول على التكافؤ هو V.

بعد مرور ثلاثة أيام اتضح أن الإناء الذي كان يحتوي على محلول هيدروكسيد الصوديوم غير مقفل، فتم إنجاز معايرة أخرى في نفس الظروف السابقة وتبين أن الحجم الذي يجب إضافته للحصول على التكافؤ هو V' حيث $V' < V$.

الكاشف الملون المختار يستعمل في معايرة أيونات الهيدروكسيد الموجودة في محلول هيدروكسيد الصوديوم، وكذا أيونات الكربونات المتكونة التي تتصرف كقاعدة أحادية (تكتسب بروتونا واحدا)، فسر سبب نقصان الحجم المضاف من المحلول (S) عند التكافؤ.

2. تتوفر في بعض المحلات التجارية المختصة مادة سائلة لونها أزرق تحمل لصيقتها العبارة الآتية "حبر ضد البقع" « **encre anti–tache** ». عند سكب كمية قليلة من هذه المادة على قطعة قماش تظهر بقعة زرقاء اللون لكنها تختفي بعد بضع دقائق.

نعطي في ما يلي طريقة تحضير هذه المادة "حبر ضد البقع".

* المواد والمحاليل الضرورية مع بعض المعطيات

ـــ محلول هيدروكسيد الصوديوم ا تركيزه $1\ mol.L^{-1}$؛

ـــ تيمولفتاليين ***thymolphtaléine***، وهو كاشف ملون : $10,5 - 9,3$، قابل للذوبان في الماء والإثانول؛

ـــ الثابتة الحمضية للمزدوجة الموافقة للكاشف الملون $K_a = 10^{-10,3}$.

* طريقة العمل

ـــ نضيف بضع قطرات من تيمولفتاليين لخليط من الماء والإيثانول، فنحصل على محلول عديم اللون.

ـــ نضيف لهذا المحلول قطرة – قطرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى أن يأخذ المحلول لوناً أزرقا: "حبر ضد البقع".

نعتبر أن الخليط يتصرف كمحلول مائي ، و نرمز للصيغة الحمضية للكاشف الملون بـــ AH (عديم اللون)، ونرمز لقاعدته بـــ A^-.

1.2. أعط مجال الهيمنة لكل نوع.

2.2. حدد، معللاً جوابك، المجال الذي ينتمي إليه pH الخليط أثناء تحضيره، أي قبل إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم.

3.2. أُكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل التيمولفتاليين مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

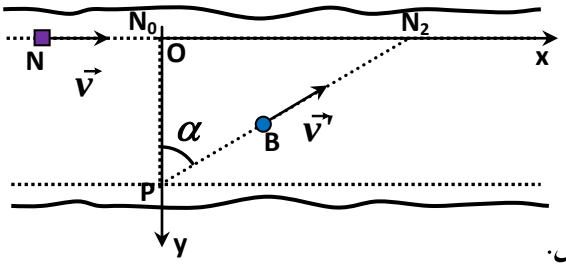
4.2. أُحسب خارج التفاعل عند التوازن للتفاعل السابق، استنتج.

5.2. ما لون الصيغة القاعدية للكاشف الملون ؟

3. لشرح اختفاء البقعة الزرقاء نفترض أن تبخر الكحول وإعادة بَلْوَرَة تيمولفتاليين ***recristallistion*** ظاهرتان تلعبان دوراً مهماً في هذه العملية.ما هو العامل الآخر الذي يمكن من شرح اختفاء البقعة التي تظهر على القماش ؟

ملحوظة : يحتوي محلول "حبر ضد البقع" على محلول لهيدروكسيد الصوديوم مركز، ينصح بعدم وضعه على ثوب جديد.

فيزياء 1: لتكن الانطلاقة متأخرة ما أمكن



تنتقل باخرة N بجانب ضفة نهر وفق مسار مستقيمي وبسرعة $\vec{v}$ ثابتة. عند لحظة نتخذها أصلاً للتواريخ $t = 0\ s$ تمر الباخرة من الموضع N_0 المطابق لأصل معلم الفضاء (Oxy) والمقابل للموضع P على الضفة الأخرى حيث يرسو مركب صغير B يوجد على متنه شخص.

أراد الشخص الالتحاق بالباخرة، لكن شريطة أن يتحرك من الموضع P بتأخر زمني كبير ما أمكن، لتكن t_1 لحظة الانطلاق. المسار الذي يسلكه المركب مستقيمي ويكون زاوية α مع المنظمي على الضفتين والمار من P و N_0 كما يوضح الشكل أعلاه . للمركب سرعة ثابتة $\vec{v}$ قيمتها أصغر من قيمة $\vec{v}$، لتكن t_2 لحظة التحاق المركب بالباخرة و N_2 موضع الالتحاق.

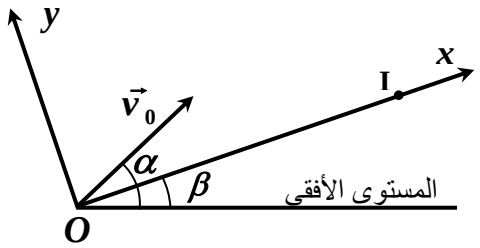
1. أكتب المعادلات الزمنية لكل متحرك في المعلم (Oxy).
2. ما هي قيمة الزاوية α التي يجب اختيارها لكي تكون الانطلاقة متأخرة ما أمكن ؟

تذكير : للإشارة عند دراسة مقدار فيزيائي بدلالة متغير، تكون للمقدار الفيزيائي المدروس قيم قصوى و/أو دنيا إذا كانت مشتقة المقدار الفيزيائي بالنسبة للمتغير منعدمة.

فيزياء 2: حركة قذيفة

حركة قذيفة هي حركة جسم صلب لا يخضع إلا لوزنه في مجال الثقالة، بمعنى ليس هناك كبح من طرف الهواء بالخصوص، تنطلق قذيفة بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ يُكَوِّن اتجاهها زاوية α مع المستوى الأفقي، وذلك من أدنى نقطة O لمستوى مائل بزاوية β بالنسبة لنفس المستوى الأفقي. تتم الحركة في المستوى الرأسي (Oxy) العمودي على المستوى المائل، والذي يضم متجهة السرعة البدئية وكذا الخط الأكبر ميلا للمستوى المائل. لتكن I نقطة سقوط القذيفة.

1. أوجد المعادلات الزمنية لحركة القذيفة في المعلم (Oxy). نعطي: $\vec{g}\left(g_x, g_y\right)$ ، $\vec{v}_0\left(v_{0x}, v_{0y}\right)$.



2. أوجد تعبير المسافة D الفاصلة بين نقطة الانطلاق ونقطة سقوط القذيفة على المستوى المائل بدلالة إحداثيتي كل من متجهة السرعة البدئية $\vec{v}_0$ ومتجهة مجال الثقالة $\vec{g}$.

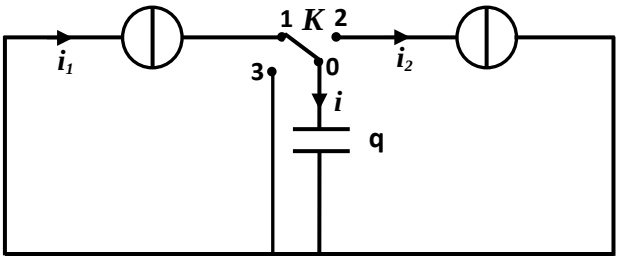
3. بين أن: $D = \dfrac{v_0^2\left[\sin\left(2\alpha - \beta\right) - \sin\beta\right]}{g.\cos^2\beta}$

4. بين أنه للحصول على المدى الأقصى، يجب أن تنطلق القذيفة بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ يطابق اتجاهها منصف الزاوية التي يحدها الخط الأكبر ميلا والخط الرأسي المار من النقطة O.

فيزياء 3: الفولطمتر الرقمي

في السنين الأخيرة بدأ الفولطمتر الرقمي يجد مكانته من بين الأدوات المخبرية التي تستعمل أثناء الحصص التطبيقية، ونعلم جميعاً أن هذا الجهاز يستعمل لقياس التوتر. لكن ما لا نعلمه هو أن هذا الجهاز لا يقيس التوتر بشكل مباشر بل يَعُد عدد ا معينا من النبضات *impulsions*. يحتوي الفولطمتر على ساعة تبعث نبضات دورية دورها T_0 صغير جداً يُفرض من طرف الصانع.

يهدف التمرين إلى فهم مبدأ قياس توتر مستمر بواسطة فولطمتر رقمي يضم أساساً دارة كهربائية يوجد ضمنها قاطع التيار K ذي ثلاثة مواضع مرتبط بعداد (غير ممثل في الشكل) وموصل أومي مقاومته R (غير ممثل كذلك في الشكل).



عند لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ $t_0 = 0\ s$ يكون المكثف مفرغاً.

1. خلال مدة t_1 تكون مفروضة من طرف الصانع وقيمتها عدد مضاعف صحيح لدور الساعة T_0، أي $t_1 = n_0.T_0$. يكون قاطع التيار K في الموضع (1)، فيشحن عندئذ مكثف سعته C بتيار ثابت i_1. تتناسب شدة تيار الشحن مع التوتر المستمر U المقاس حيث: $i_1 = \frac{U}{R}$.

أعط تعبير الشحنة q_1 للمكثف عند اللحظة t_1 بدلالة: R و U و n_0 و T_0.

2. بعد هذه المدة (t_1) يتأرجح قاطع التيار إلى الموضع (2)، فيُفرغ المكثف إلى أن تنعدم شحنته عند اللحظة t_2. خلال هذه المرحلة تتناسب شدة تيار التفريغ i_2 مع توتر مرجعي $U_{réf}$ (مثلا $2{,}000\ V$ في حالة استعمال العيار $2V$)، حيث: $i_2 = \frac{U_{réf}}{R}$. بين هاتين اللحظتين t_1 و t_2 يحصي العداد عدد النبضات n التي تبعثها الساعة حيث: $t_2 - t_1 = n.T_0$.

تتكرر هذه الحلقة مرة أخرى ابتداء من لحظة تاريخها $t_3 = 2t_1$. وبين اللحظتين اللتين تاريخاهما t_2 و t_3 يكون قد تأرجح قاطع التيار K إلى الموضع (3) حيث يبقى المكثف مفرغاً.

1.2. مثل شكل المنحنى الممثل للتوتر u_C بين مربطي المكثف بين اللحظتين اللذين تاريخاهما $t = t_0 = 0\ s$ و $t = t_3$.

2.2. أعط تعبير تغير شحنة المكثف بين اللحظتين t_1 و t_2 بدلالة R و $U_{réf}$ و n و T_0.

3.2. استنتج تعبير التوتر U بدلالة $U_{réf}$ و n و n_0.

4.2. قارن n و n_0.

5.2. لماذا يعتبر قياس التوتر بهذا الجهاز بمثابة قياس الزمن ؟

3. تتناسب قيمة n التي يشير إليها العداد مع التوتر U، لذا وجب اختيار قيمة النسبة $\frac{n_0}{U_{réf}}$ قوة صحيحة لـــ لعدد 10، لكي تكون قيمة n مضاعفاً عشرياً للتوتر U المقاس.

1.3. ما هو عدد النبضات n التي يتم عدها والتي تبعثها ساعة ترددها $8MHz$ عند قياس التوتر $1{,}760\ V$، باستعمال العيار $2\ V$ مع $n_0 = 2.10^3$ ؟

2.3. نفس السؤال بالنسبة للعيار $20\ V$. ما القيمة التي تسجل على شاشة الفولطمتر ؟

3.3. ما تقديرك لمدة قياس توتر بواسطة هذا الفولطمتر، وما تعليقك على هذه القيمة ؟

فيزياء 4: حركة كوكب حول الشمس

توصل كبلير إلى أن مدار كوكب حول الشمس عبارة عن إهليليج يحتل مركز الشمس S إحدى بؤرتيه (الشكل أسفله).

نبين أن المسافة بين مركز الكوكب M ومركز الشمس S تحقق العلاقة الآتية : $r = \dfrac{a\left(1-e^2\right)}{1+e.\cos\theta}$، حيث $a = OA$ نصف طول المحور الأكبر و e (*excentricité*) ثابتة موجبة تتعلق بالكوكب. ونبين كذلك أن شعاع الانحناء ρ في نقطة M من المدار مُمَعْلَمَة بالزاوية θ يكتب على الشكل: $\rho = \dfrac{\left(r^2+r'\right)^{3/2}}{r^2+2.r'^2-r'.r''}$ ،

حيث : $r'' = \dfrac{d}{d\theta}\left(\dfrac{dr}{d\theta}\right) = \dfrac{ae\left(1-e^2\right)\left[\cos\theta+e\left(2-\cos^2\theta\right)\right]}{\left(1+e\cos\theta\right)^3}$ (المشتقة الثانية لـ r بالنسبة لـ θ) و $r' = \dfrac{dr}{d\theta}$

(المشتقة الأولى لـ r بالنسبة لـ θ) .

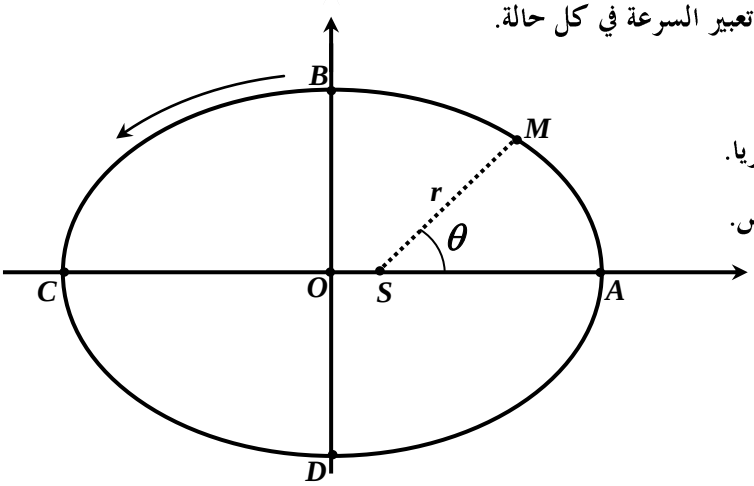
معطيات:

مساحة إهليليج هي $S = \pi.a.b$ حيث b نصف طول المحور الأصغر.

كتلة الشمس $M_S = 2.10^{30}\,kg$ ؛ ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6,67.10^{-11}\,(S.I)$

الكوكب	الدور T	قيمة الثابتة e	المسافة الدنيا بين الكوكب والشمس: r_{min}
الأرض	*365,25 jours*	*0,0167*	$1,471.10^{11}\,m$
المريخ		*0,0934*	$2,067.10^{11}\,m$

1. أوجد تعبير كل من المسافة القصوى r_{max} والمسافة الدنيا r_{min} للمسافة بين الكوكب والشمس.
2. أوجد تعبير المدة الزمنية Δt التي يستغرقها الكوكب للانتقال من A نحو B . أُحسب Δt بالنسبة للأرض.
3. من بين الموضعين A و C حدد، معللا جوابك، الموضع الذي تأخذ عنده سرعة الكوكب قيمتها القصوى v_{max} ، والموضع الذي تأخذ عنده سرعة الكوكب قيمتها الدنيا v_{min}، ثم أعط تعبير السرعة في كل حالة.
4. أُحسب قيمة كل من v_{max} و v_{min} بالنسبة للأرض.
5. حدد، معللا جوابك، قيمة الثابتة e كي يصبح المسار دائريا.
6. أُحسب قيمة الدور T لحركة كوكب المريخ حول الشمس.



حظا سعيدا
Bonne chance