

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

دورة: جوان 2015

وزارة التربية الوطنية

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي

الشعبة: رياضيات وتقني رياضي

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية

المدة: 04 سا و 30 د

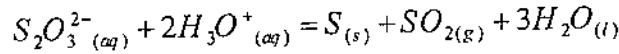
على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

التمرين الأول: (03,5 نقطة)

دراسة حركية تطور التحول الكيميائي بين محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$  ومحلول حمض كلور الماء  $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ .

في اللحظة  $t = 0$  نمزج حجما  $V_1 = 480 mL$  من محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه  $C_1 = 0,5 mol/L$  مع حجم  $V_2 = 20 mL$  من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $C_2 = 5,0 mol/L$ . نتمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:



1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2- حدّد المتفاعل المحد.

3- إن متابعة التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية للمزيج التفاعلي مكنت من رسم بيان الشكل (1) والممثل لتغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن  $\sigma = f(t)$ .

- علّل دون حساب سبب تناقص الناقلية النوعية.

4- تعطى الناقلية النوعية للمزيج التفاعلي عند لحظة  $t$  بالعلاقة:  $\sigma(t) = 20,6 - 170x$ .

أ- عزّف السرعة الحجمية للتفاعل.

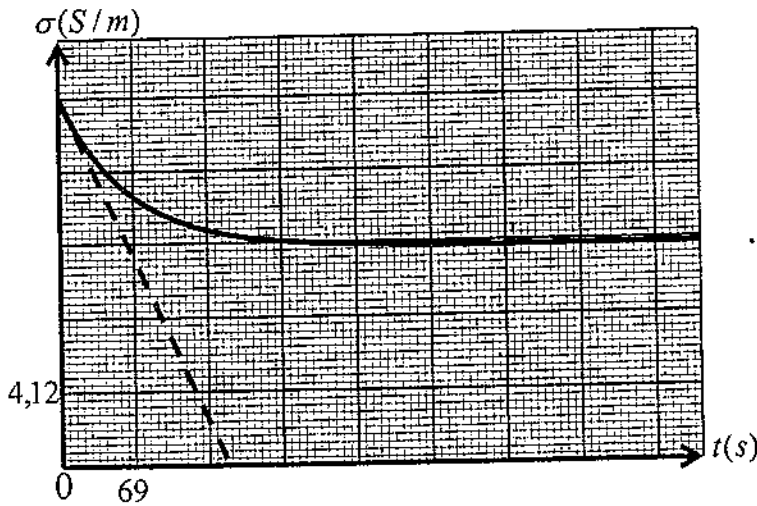
ب- بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب

$$v_{vol} = -\frac{1}{170V} \times \frac{d\sigma(t)}{dt}$$

حيث  $V$  حجم الوسط التفاعلي المعتبر ثابتا.

ج- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$ .

د- عزّف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ثم حدّد قيمته بيانيا.



الشكل (1)



### التمرين الثاني: ( 03 نقاط)

تمتص جميع النباتات الكربون  $C$  الموجود في الجو ( $^{12}C, ^{14}C$ ) خلال عملية التنفس، حيث تبقى النسبة  $\frac{N(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 1,2 \times 10^{-12}$  في النباتات ثابتة خلال حياتها.

عند موت النبات تتناقص هذه النسبة نتيجة تفكك الكربون ( $^{14}C$ ).

1- تتفكك نواة الكربون 14 مصدرة جسيمات  $\beta^-$  و نواة ابن ( $^4_2X$ ).

- اكتب معادلة تفكك نواة الكربون 14، وحدد النواة الابن من بين الأنوية التالية:  $^8_8O, ^7_7N, ^9_9F, ^6_6C, ^5_5B$ .

2- احسب: أ- طاقة الربط  $E_f$  لنواة الكربون 14.

ب- طاقة الربط لكل نوية لنواة الكربون 14.

3- لتحديد عمر قطعة خشب قديم، قيس النشاط الإشعاعي لعينة منها كتلتها  $m = 300mg$  عند لحظة  $t$  فوجد 0,023 تفككا في الثانية.

أخذت عينة لها نفس الكتلة السابقة من شجرة حية فوجد أن كتلة الكربون 12 فيها هي 150mg.

أ- احسب عدد أنوية الكربون  $^{12}C$  و استنتج عدد أنوية الكربون  $^{14}C$  في العينة التي أخذت من الشجرة الحية.

ب- احسب النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$ ، ثم حدد عمر قطعة الخشب.

تعطى:

$$t_{1/2}(^{14}C) = 5730 \text{ans}, M(^{14}C) = 14 \text{g/mol}, N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}, 1 \text{an} = 31536 \times 10^3 \text{s}$$

$$m(p) = 1,00728u, m(n) = 1,00866u, m(^{14}C) = 13,99995u, 1u = 931,5 \text{MeV}/c^2$$

### التمرين الثالث: (03 نقاط)

تترك كرة كتلتها  $m$  تسقط في الهواء من ارتفاع  $h$  عن سطح الأرض دون سرعة ابتدائية.

تعطى:  $g = 10 \text{m/s}^2$

1- نهمل دافعة أرخميدس ونعتبر شدة قوة مقاومة الهواء  $f = k \cdot v$ .

أ- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم  $Oz$  موجه نحو الأسفل ومرتبطة بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا، أوجد المعادلة التفاضلية لسرعة الكرة.

ج- استنتج عبارة السرعة الحدية  $v_{lim}$  بدلالة  $k, m, g$ .

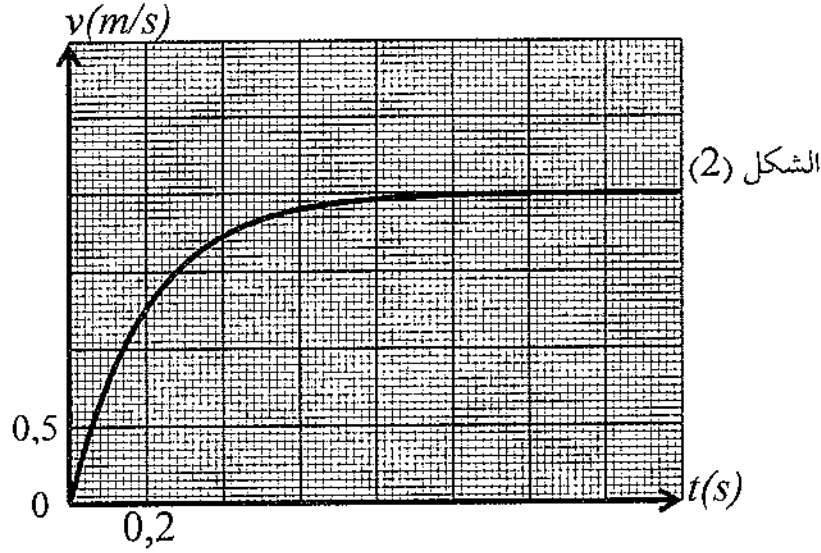
2- إن دراسة تغيرات سرعة الكرة بدلالة الزمن مكنت من الحصول على بيان الشكل (2).

أ- استنتج من البيان قيمة السرعة الحدية  $v_{lim}$ .

ب- حدد وحدة الثابت  $k$  باستعمال التحليل البعدي، واحسب النسبة  $\frac{m}{k}$ .

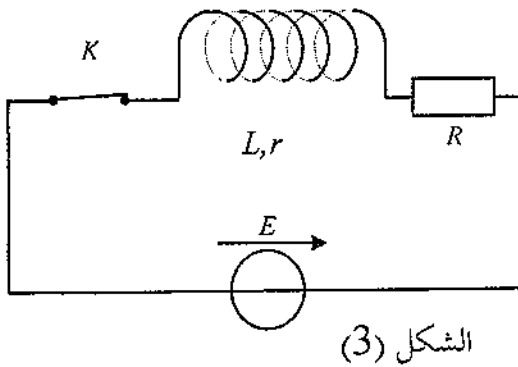
3- كيف يتطور تسارع الكرة خلال الحركة ؟

4- مثل كيفيا مخطط السرعة  $v(t)$  لحركة السقوط الشاقولي لمركز عطالة الكرة في الفراغ.



**التمرين الرابع: (03,5 نقطة)**

بهدف معرفة ذاتية وشيعة  $L$  ومقاومتها  $r$  نحقق التركيب الموضح بالشكل (3) حيث  $R = 15 \Omega$  والمولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية  $E$ .



1 - بتطبيق قانون جمع التوترات، بيّن أن المعادلة التفاضلية

لشدة التيار تكتب بالشكل:  $\frac{di(t)}{dt} + \alpha i(t) = \beta$  ، حيث

$\alpha, \beta$  ثابتان يطلب تحديد عبارتيهما مستعينا بالمقادير

التالية:  $E, r, R, L$

2- تحقّق أن العبارة:  $i(t) = \frac{\beta}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t})$  هي حلا

للمعادلة التفاضلية.

3- بيّن أن عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة تعطى بالعلاقة:

$$u_b(t) = \frac{E}{R+r} \left( r + R e^{-\frac{(R+r)}{L}t} \right)$$

4- باستعمال راسم اهتزازات ذي ذاكرة تحصلنا على بيان

الشكل (4) الممثل لتغيرات التوتر بين طرفي الوشيعة

بدلالة الزمن.

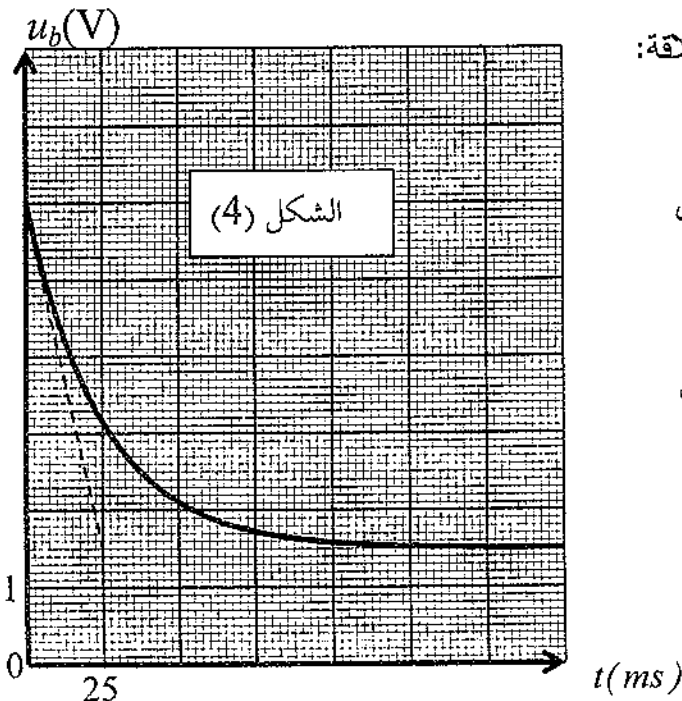
أ- أعد رسم الدارة موضحا كيفية توصيل راسم الاهتزازات

لمشاهدة بيان الشكل (4).

ب- بالاعتماد على البيان استنتج :

- القوة المحركة الكهربائية للمولد  $E$ .

- مقاومة الوشيعة  $r$ .



- ثابت الزمن  $\tau$  للدارة.

- ذاتية الوشيعية  $L$ .

5- أ- اكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في الوشيعية  $E_{(L)}$ .

ب- أوجد قيمة هذه الطاقة في النظام الدائم.

### التمرين الخامس: (03,5 نقطة)

بمناسبة البطولة العالمية للترجل على الجليد اختار المنظمون المسلك الموضح بالشكل (5) والمكون من:

$AB$  : مستوي مائل زاوية ميله  $\alpha = 30^\circ$  وطوله  $AB = 50m$ .

$BC$  : مستوي افقي.

$CO$  : هوة ارتفاعها  $h$  عن سطح الأرض.

نفرض أن كتلة المتزلج ولوازمه هي:  $m = 80kg$  ،  $g = 10m/s^2$  . ينطلق المتبارون فرادى من قمة المستوي المائل

دون سرعة ابتدائية.

1- أ- بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة على الجملة (المتزلج) بين الموضعين  $A$  و  $B$  ، استنتج شدة قوة الاحتكاك  $\vec{f}$

التي نعتبرها ثابتة على طول المسار  $ABC$  علما أنه يبلغ الموضع  $B$  بالسرعة  $V_B = 20m/s$ .

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد طبيعة الحركة على المسار  $AB$  واحسب تسارعها.

2- يغادر المتزلج المستوي الأفقي  $BC$  عند الموضع  $C$  في لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة ليسقط في الموضع  $E$ .

نهمل مقاومة الهواء ودافعة أرخميدس. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة ، جد المعادلتين الزنيتين للحركة

$x(t)$  و  $y(t)$  في المعلم  $(Ox, Oy)$  المرتبط بمرجع غاليلي، ثم استنتج معادلة المسار.

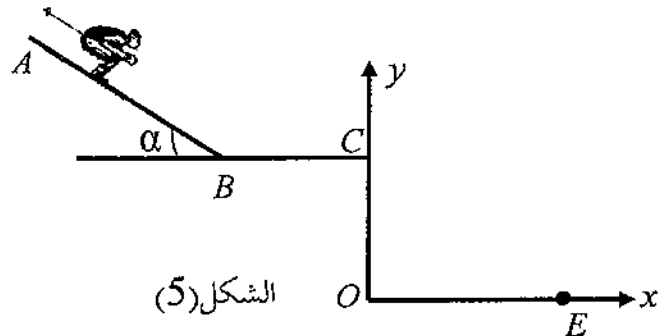
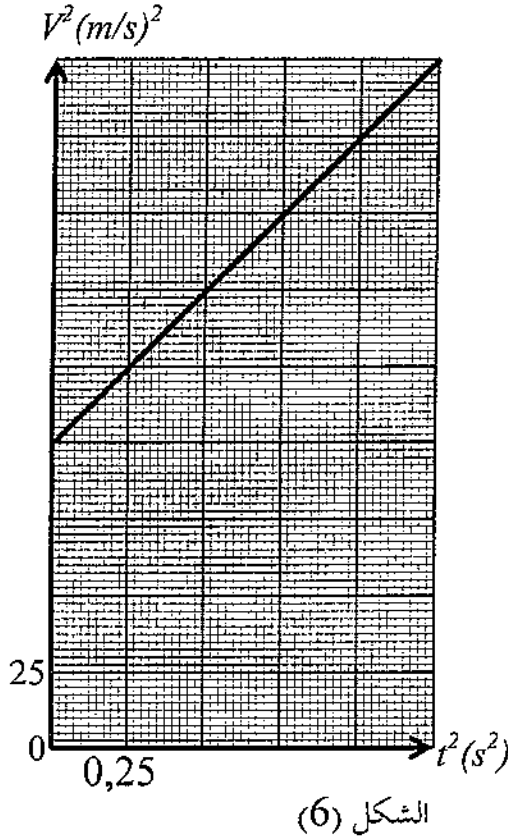
3- ببيان الشكل (6) يمثل تغيرات مربع سرعة المتزلج بدلالة مربع

الزمن من لحظة مغادرة المستوي الأفقي حتى وصوله الموضع  $E$ .

أ- اكتب عبارة السرعة  $V$  بدلالة  $V_x$  و  $V_y$  ثم أوجد العلاقة النظرية بين  $V^2$  و  $t^2$ .

ب- استنتج بيانيا قيمة السرعة عند كل من الموضعين  $C$  و  $E$ .

ج - احسب الارتفاع  $h$ .



### التمرين التجريبي: (03,5 نقطة)

تتعرض أغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي وآلة تقطير القهوة إلى ترسبات كلسية يمكن إزالتها باستعمال منظفات (détartrants) تجارية، يفضل استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك  $C_3H_6O_3$  نظرا لفعاليته وعدم تفاعله مع مكونات الأجهزة وتحلله بسهولة في الطبيعة، إضافة إلى كونه غير ملوث للبيئة.

كُتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية:

- النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف  $P = 45\%$ .

- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين.

- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك  $M(C_3H_6O_3) = 90 \text{ g/mol}$ .

- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري  $\rho = 1,13 \text{ kg/L}$ .

1- نحضر حجما  $V = 500 \text{ mL}$  من محلول مائي لحمض اللاكتيك تركيزه  $C = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ ، أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH = 2,4$  عند الدرجة  $25^\circ C$ .

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض اللاكتيك مع الماء.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ج- احسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند التوازن عدا الماء.

د- احسب ثابت الحموضة  $pKa$  للنشائية  $(C_3H_6O_3 / C_3H_5O_3^-)$ .

2- بهدف التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز، نمدده 100 مرة فنحصل

على محلول  $(S_a)$  لحمض اللاكتيك تركيزه المولي  $C_a$ . نعاير حجما  $V_a = 10 \text{ mL}$  من المحلول  $(S_a)$  بواسطة

محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$  تركيزه  $C_b = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ . نصل إلى نقطة

التكافؤ عند إضافة الحجم  $V_{bE} = 28,3 \text{ mL}$ .

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة.

ب- احسب قيمة  $C_a$ ، واستنتج قيمة  $C_0$  التركيز المولي للمنظف التجاري المركز.

ج- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري. ماذا تستنتج؟

تعطى الكتلة الحجمية للماء  $\rho_0 = 1 \text{ kg/L}$

## الموضوع الثاني

### التمرين الأول: (03 نقاط)

يُعتبر الطب أحد المجالات الرئيسية التي عرفت تطبيقات الأشعة النووية. حيث تستعمل بعض الأنوية المشعة لتشخيص الأمراض ومعالجتها. يستعمل الرينيوم  $^{186}_{75}Re$  للتخفيف من آلام الروماتيزم عن طريق الحقن الموضعي بجرعات ذات حجم قدره  $V_0 = 10 \text{ mL}$ .

1- ينتج عن تفكك نواة الرينيوم  $^{186}_{75}Re$  نواة الأوسميوم  $^{186}_{76}Os$ .

أ- اكتب معادلة التحول النووي الحادث.

ب- حدّد نمط التحول الحادث وعرفه.

2- البيان الموضح بالشكل (1) يمثل تغيرات النشاط الإشعاعي بدلالة الزمن  $A = f(t)$ .

أ- استنتج من البيان النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$ .

ب- عرّف زمن نصف العمر  $t_{1/2}$ ، وحدد قيمته من البيان.

ج- احسب ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  للرينيوم  $^{186}_{75}Re$ .

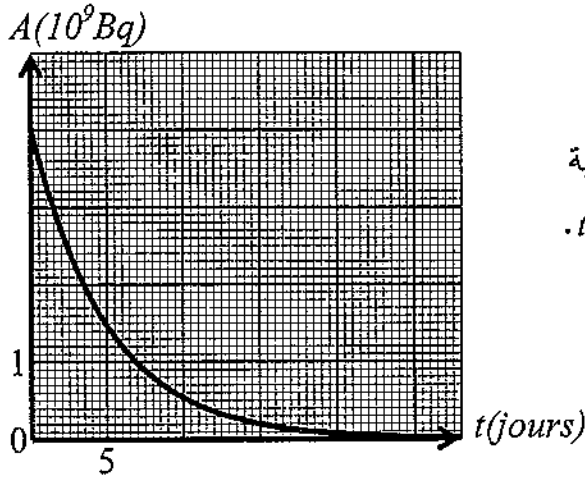
3- باستعمال قانون تناقص النشاط الإشعاعي، احسب عدد أنوية

الرينيوم  $^{186}_{75}Re$  الموجودة في الجرعة عند اللحظة  $t_1 = 10 \text{ jours}$ .

4- عند اللحظة  $t_1$  نأخذ من الجرعة بواسطة حقنة حجما  $V$

يحتوي على  $1,2 \times 10^{14}$  نواة من الرينيوم  $^{186}_{75}Re$  ونحقن بها

مريض في مفصل الركبة. أوجد الحجم  $V$  المحقون.



الشكل (1)

### التمرين الثاني: (03,5 نقطة)

تُستعمل المكثفات في عدة تراكيب كهربائية ذات فائدة علمية في الحياة اليومية.

بغرض حساب سعة مكثفة غير مشحونة مسبقا، نحقق التركيب الموضح بالشكل (2) حيث  $R = 100 \Omega$  والمولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية  $E$ .

1- أعد رسم الدارة موضحا عليها التوترات بأسهم وجهة التيار الكهربائي.

2- بتطبيق قانون جمع التوترات، جد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  بين طرفي المكثفة.

3- بيّن أن العبارة  $u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  هي حلا للمعادلة التفاضلية، حيث  $A$  و  $\tau$  ثابتان يطلب كتابة عبارتيهما.

4- بيّن أن:  $\ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau}t + \ln E$ .

5- بيان الشكل (3) يمثل تغيرات  $\ln(E - u_C)$  بدلالة الزمن، استنتج من البيان:

أ- قيمة  $E$  القوة المحركة الكهربائية للمولد.

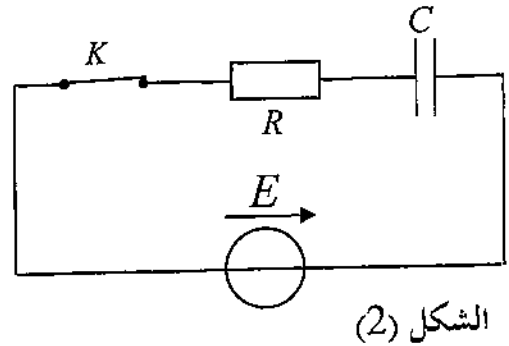
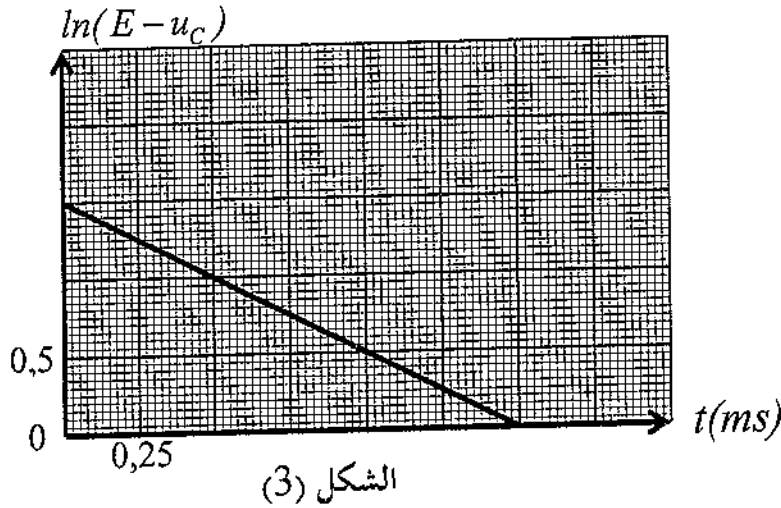
ب- قيمة ثابت الزمن  $\tau$ ، و قيمة سعة المكثفة  $C$ .

6- أ- اكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C(t)$ .

ب- نرمز بـ  $E_C(\tau)$  للطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة  $t = \tau$  وبـ  $E_C(\infty)$  للطاقة العظمى.

- احسب النسبة  $\frac{E_C(\tau)}{E_C(\infty)}$

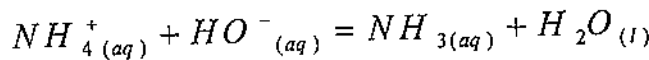
7- كيف يتم ربط مكثفة سعتها  $C'$  مع المكثفة السابقة لكي يأخذ ثابت الزمن القيمة:  $\tau' = \frac{\tau}{4}$  ؟ واحسب قيمة  $C'$ .



**التمرين الثالث: (03,5 نقطة)**

تُستعمل المنتجات الصناعية الأزوتية في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة. يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم  $NH_4NO_3(s)$  كثير الذوبان في الماء. تشير لاصقة كيس المنتج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت (33%). القياسات تمت عند الدرجة  $25^\circ C$ .

في اللحظة  $t = 0$  نمزج حجما  $V_1 = 20mL$  من محلول شوارد الأمونيوم  $NH_4^+(aq)$  تركيزه المولي  $C_1 = 0,15mol/L$  مع حجم  $V_2 = 10mL$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,15mol/L$ . قيس  $pH$  المزيج التفاعلي فوجد  $pH = 9,2$ . نمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:



1- أ- بين أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض - أساس.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل. حدّد المتفاعل المحد واستنتج قيمة التقدم الأعظمي  $x_{max}$ .

ج- بين أنه عند التوازن:  $x_{eq} = 1,5 \times 10^{-3} mol$ .

د- احسب النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج ؟

2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتج الصناعي، نذيب عينة كتلتها  $m = 6g$  منه في حوجلة عيارية، فنحصل على محلول  $(S_a)$  حجمه  $250mL$ . نأخذ حجما  $V_a = 10mL$  من المحلول  $(S_a)$  ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي  $C_b = 0,2mol/L$ ، نصل إلى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم  $V_{bE} = 14mL$ .

أ- احسب التركيز المولي  $C_a$  للمحلول  $(S_a)$ ، واستنتج كتلة الأزوت في العينة.

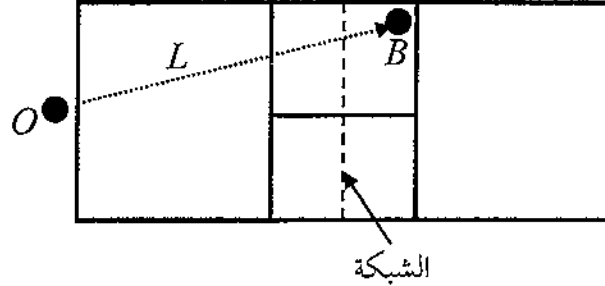
ب- تعرّف النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت بأنها: النسبة بين كتلة الأزوت في العينة وكتلة العينة.

- احسب النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في العينة. ماذا تستنتج ؟

تعطى:  $M(N) = 14g/mol$  و  $M(O) = 16g/mol$  و  $M(H) = 1g/mol$  و  $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$

### التمرين الرابع: (03 نقاط)

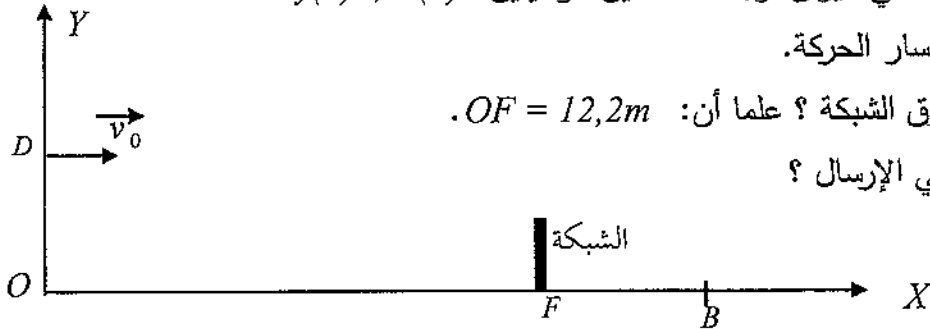
ملعب التنس عبارة عن مستطيل طوله  $23,8\text{ m}$  وعرضه  $8,23\text{ m}$ . وضعت في منتصفه شبكة ارتفاعها  $0,92\text{ m}$ . عندما يرسل اللاعب الكرة يجب أن تسقط في منطقة محصورة بين الشبكة وخط يوجد على مسافة  $6,4\text{ m}$  من الشبكة كما هو موضح بالشكل (4).



الشكل (4)

في دورة رولان قاروس الدولية يريد اللاعب ندال إسقاط الكرة في النقطة B حيث  $OB = L = 18,7\text{ m}$ . يرسل ندال الكرة نحو الأعلى ثم يضربها بمضربه من نقطة D توجد على ارتفاع  $h = 2,2\text{ m}$  من النقطة O. تتطلق الكرة من النقطة D بسرعة أفقية  $v_0 = 126\text{ km/h}$  كما هو موضح بالشكل (5). نهمل تأثير الهواء ونأخذ  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ . نعتبر أن الحركة تتم في معلم سطحي أرضي يعتبر غاليليا.

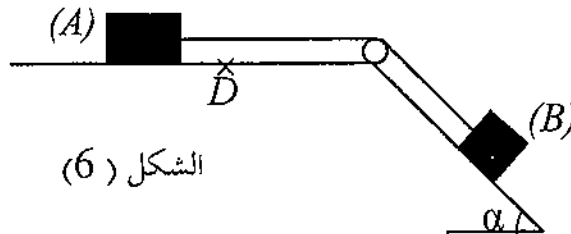
- 1- مثل القوة المؤثرة على الكرة خلال حركتها بين D و B.
- 2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلتين الزمنية  $x(t)$ ,  $y(t)$ .
- 3- استنتج معادلة مسار الحركة.
- 4- هل تمر الكرة فوق الشبكة؟ علما أن:  $OF = 12,2\text{ m}$ .
- 5- هل نجح ندال في الإرسال؟



الشكل (5)

### التمرين الخامس: (03,5 نقطة)

تتكون الجملة الموضحة بالشكل (6) من: عربتين (A) و (B) نعتبرهما نقطيتين كتلتيهما  $m_A = 300\text{ g}$  و  $m_B = 150\text{ g}$  موصولتين بخيط مهمل الكتلة وعدم الامتطاط يمر على محز بكرة مهمل الكتلة، والاحتكاك مهمل على المستوي المائل.



الشكل (6)

تحرر الجملة من السكون وتخضع العربة (A) خلال حركتها لقوة احتكاك  $\vec{f}$  ثابتة. تعطى  $g = 10\text{ m/s}^2$ .





1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على كل عربة أثبت أن المعادلة التفاضلية لحركة الجملة تعطى بالعلاقة:

$$\frac{dv}{dt} + \beta = 0 \quad \text{حيث } \beta \text{ ثابت يطلب كتابته بدلالة : } f, g, m_B, m_A, \alpha.$$

2- عند بلوغ العربة (A) الموضع D ينقطع الخيط فجأة، باستعمال

تجهيز مناسب مكن من تسجيل سرعتي العريتين (A) و (B) ابتداءً من لحظة انقطاع الخيط .

بياني الشكل (7) يمثلان تغيرات سرعتي العريتين بدلالة الزمن.

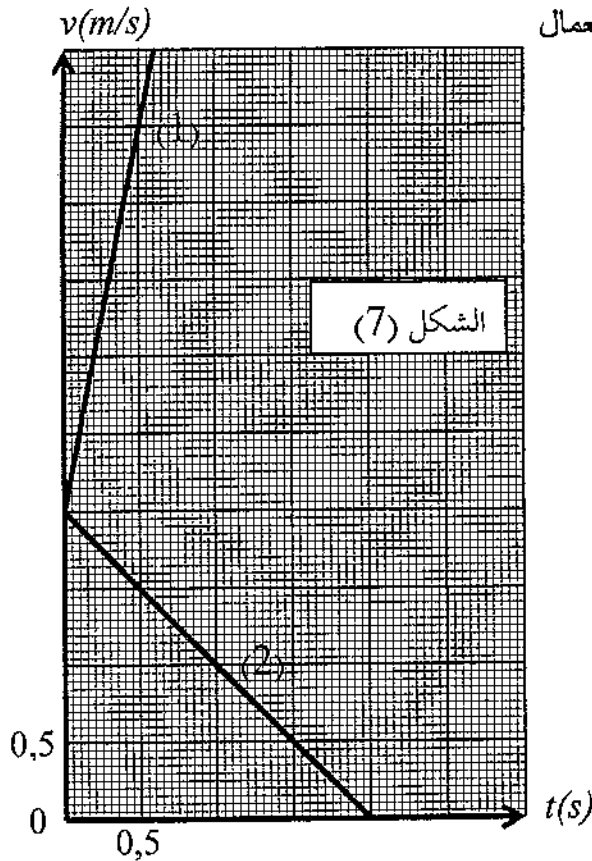
أ- حدّد المنحنى الموافق لسرعة كل عربة مع التعليل.

ب- اعتماداً على المنحنيين استنتج:

- تسارع حركة كل عربة .

- المسافة المقطوعة من طرف العربة (A) خلال هذه المرحلة.

ج- استنتج شدة قوة الاحتكاك  $\bar{f}$  ، وقيمة الزاوية  $\alpha$  .



### التمرين التجريبي: (03,5 نقطة)

لمتابعة التطور الزمني للتحويل الكيميائي الحادث بين محلول حمض كلور الماء  $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$  ومعدن

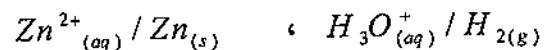
الزنك  $Zn_{(s)}$ . نضيف عند اللحظة  $t=0$  كتلة من الزنك  $m(Zn) = 0,654g$  إلى دورق به حجم  $V=100mL$

من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي  $C = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$ ، نعتبر أن حجم الوسط التفاعلي ثابت

خلال مدة التحويل. نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق مع مرور الزمن في الشروط التجريبية التالية:

درجة الحرارة  $\theta = 20^\circ C$  والضغط  $P = 1,013 \times 10^5 Pa$ .

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث، علماً أن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما:



2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل، وحدد المتفاعل المحد.

3- الدراسة التجريبية لهذا التحويل مكنت من الحصول على البيان الموضح بالشكل (8).

أ- عرّف السرعة الحجمية للتفاعل.

ب- بيّن أنه يمكن كتابة عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بالشكل :  $v_{vol} = \frac{P}{VRT} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$

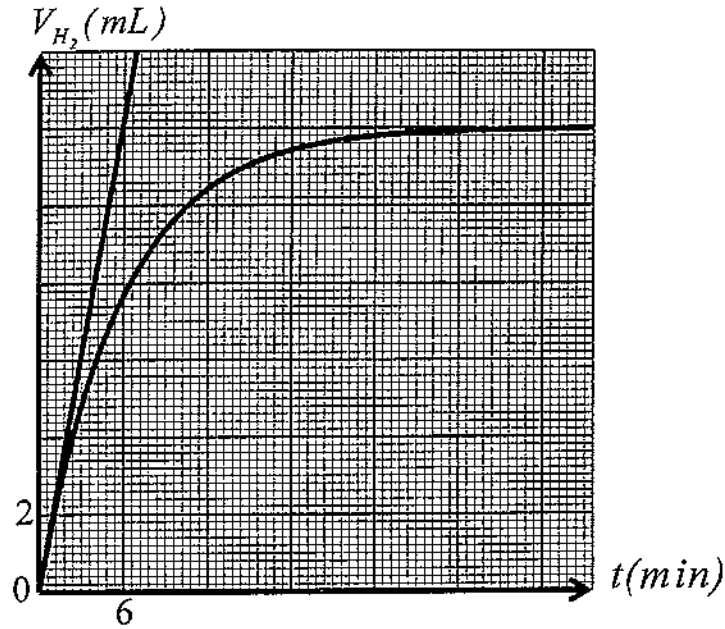
حيث  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

ج- احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t=0$ .

د- استنتج سرعة اختفاء شوارد ( $H_3O^+_{(aq)}$ ) عند نفس اللحظة.

4- عرّف زمن نصف التفاعل، وحدد قيمته بيانياً.

تُعطي عبارة قانون الغاز المثالي بالعلاقة:  $PV = nRT$  حيث  $R = 8,314(SI)$  ،  $M(Zn) = 65,4 g/mol$ .



الشكل (8)