الكـــيـــمـــيـــاء (7 نقط)

لقد تم وضع مبدأ اشتغال عمود ذي محروق منذ 1839م من طرف ويليام كروف William Grove ، غير أن التطبيقات العملية لهذا العمود لم تبدأ إلا في ستينيات القرن الماضي في إطار برامج الاستكشاف الفضائية من طرف الوكالة الأمريكية"ناسا" (NASA).استعمل هذا العمود لتزويد المركبات الفضائية بالطاقة الكهربائية، وكذا توفير الماء الموجه للاستهلاك من طرف الأفراد المشتغلين فيها. يتكون هذا العمود من تجميع عدد معين من الخلايا الجزئية حسب رتبة قدر التوتر وشدة التيار المراد الحصول عليهما. تشتمل كل خلية على إلكترودين يفصلهما محلول إليكتروليتي (حمض الفوسفوريك). ويتم ضخ الخلية بالغازين (ثنائي الهيدروجين وثنائي الأوكسجين) الضروريين لاشتغالها (الشكل-1-).

1-مبدأ اشتغال خلية العمود

1-1- يتوقف اشتغال خلية العمود على حدوث تفاعلين بجوار الإلكترودين معادلتاهما:

$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$ $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$ حدد معللا جوابك المتفاعل الذي يقوم 1.5ن

بدور المختزل والمتفاعل الذي يقوم بدور المؤكسد، وبين أن المعادلة الإجمالية للتفاعل الذي يحدث أثناء اشتغال العمود هي:

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$.

1-2- من بين الإلكترودين (1) و(2)، ما هو الإلكترود الذي يقوم بدور الكاثود؟ علل جوابك. 0.75ن

1-3- حدد على التبيانة (الشكل-1-) القطب السالب والقطب الموجب وطبيعة ومنحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية في الدارة الخارجية. 1.25ن

1-4- علما أن الخلية تؤمن تيارا شدته ثابتة I=300A لمدة زمنية $\Delta t = 192h$ ، وبالاعتماد على التفاعل الذي يحدث بجوار كل إلكترود، أحسب كمية المادة المستهلكة من كل غاز خلال هذه المدة. نعطي : الفاردي 1 F=96500 C/mol. 2ن

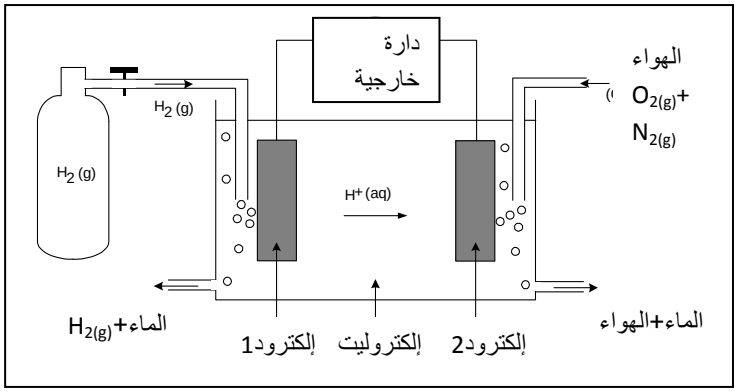
2- إنتاج ثنائي الهيدروجين في المختبر

خلافا لثنائي الأوكسجين الذي يعتبر أحد المكونات الأساسية للغلاف الجوي (حوالي20%)، فإن ثنائي الهيدروجين المستعمل في الأعمدة ذات محروق يتم تخليقه في المختبر باستعمال تقنيات متعددة ومتنوعة. ويعتبر التحليل الكهربائي التقنية المتداولة بالرغم من كلفتها المادية المرتفعة. وفي هذا السياق يمكن إنجاز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ (أنظر الشكل-2-). ننمذج التحولين اللذين يحدثان بجوار الإلكترودين بالتفاعلين: $2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$ $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + OH^-_{(aq)}$

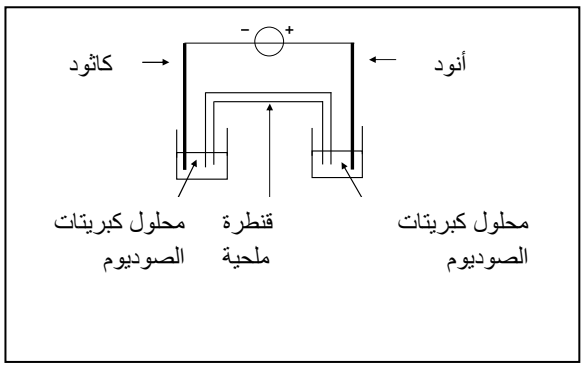
2-1- حدد التفاعل الذي يحدث بجوار الأنود والتفاعل الذي يحدث بجوار الكاثود. 1ن

2-2- أعط المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي. 0.5ن

الشكل-1-



الشكل-2-



الفـــيـــزيـــاء-1 (5نقط)

لا يمكن إرسال الموجات الكهرومغناطيسية ذات تردد منخفض مباشرة على مسافات بعيدة بسبب خمودها والأبعاد جد الكبيرة لهوائي الاستقبال. لذا يستوجب نقل معلومات صوتية تحويل الموجات الصوتية ذات التردد المنخفض إلى إشارات كهربائية ذات نفس التردد، ثم استعمال موجة كهر مغناطيسية جيبية ذات تردد عال والتي يتم تضمينها بواسطة الإشارة الحاملة للمعلومة المراد نقلها.

1- مبدأ إرسال معلومة

تمثل خطاطة الشكل-3- أسفله التركيب المستعمل لإرسال معلومة صوتية بتضمين الوسع.

.

1-1- من بين الإشارات المقترحة أسفله، ما هي الإشارات المحصلة في كل من المرابط B وC وD: 0.75ن
الإشارة الحاملة: $u_p(t)=U_{p(max)}.\cos(2\pi Ft)$، الإشارة المضمنة(بكسر الميم): $u_s(t)+U_0$، الإشارة المضمنة(بفتح الميم):$u_m(t)$.

1-2- تمثل الإشارة المحصلة عند المربط A، مخرج الميكروفون، الإشارة الكهربائية$u_s(t)$. ما دور العلبة السوداء المركبة بين A وB . 0.75ن

2- تضمين الوسع

نصل النقطتين D وB على التوالي بالمدخلين X وY لراسم التذبذب، فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل-4- أسفله

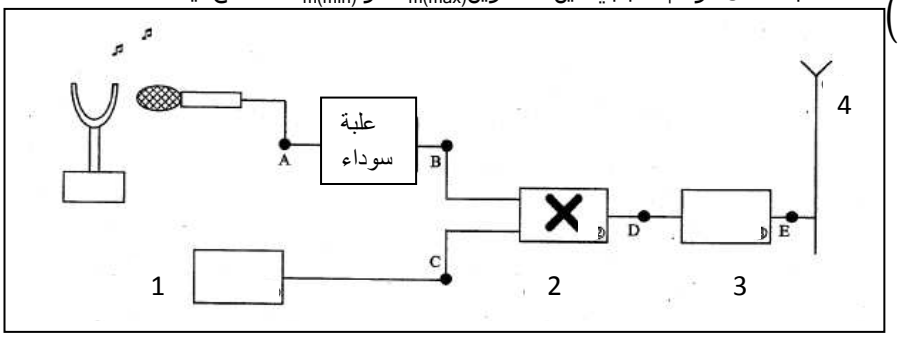
2-1- عين مبيانيا الدورين T_S وT_P على التوالي للإشارتين المضمنة (بكسر الميم) والحاملة. أستنتج التردد f للإشارة المضمنة والتردد F للإشارة الحاملة. 1.5ن

2-2- يتغير وسع الإشارة المضمنة بين قيمتين قصوتين $U_{m(max)}$ و $U_{m(min)}$. تعطي العلاقة التالية تعبير نسبة التضمين m : 1.25ن

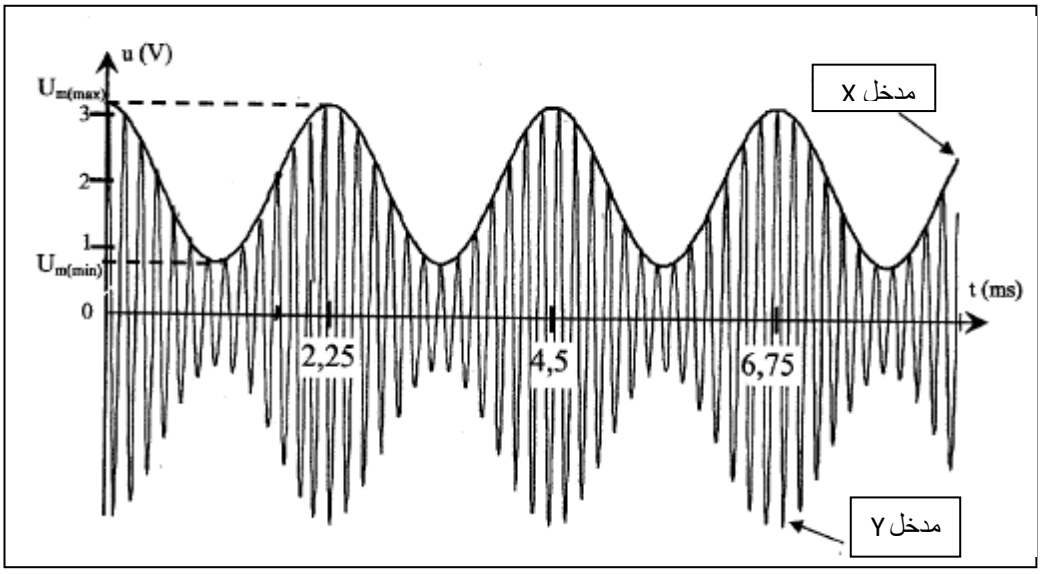
$$m=\frac{\left(U_{m(max)}-U_{m(min)}\right)}{\left(U_{m(max)}+U_{m(min)}\right)}$$

. باستعمال الرسم التذبذبي عين المقدارين$U_{m(max)}$ و $U_{m(min)}$. استنتج قيمة m.

2-3- هل التضمين جيد؟ علل جوابك. 0.75ن



الشكل-3-



الشكل-4-

الفـــيـــزيـــاء-2 (8نقط)

تعتبر مسابقة الغطس من بين أهم فعاليات البطولة العالمية للسباحة. نقترح من خلال هذا التمرين نموذجا مبسطا لدراسة حركة مركز القصور G لغطاس، كتلته m=70kg، أثناء ارتمائه من شرفة الغطس في المرحلة الأولى، ثم حركته بعد غوصه في الماء في مرحلة ثانية. تتم هذه الدراسة في معلم (xoy) مرتبط بمرجع أرضي غاليلي، أصله o يوجد على سطح الماء(أنظر الشكل -5-أسفله).

1- ارتماء الغطاس

عند لحظة t=0، يرتمي الغطاس من شرفة الغطس بسرعة بدئية، متجهتها مائلة بزاوية α بالنسبة للاتجاه الأفقي ومنظمها $v_0=4m.s^{-1}$. نهمل تأثير الهواء ونعطي $g=9,8\ m.s^{-2}$ و $y_0=4m$ أرتوب مركز قصور الغطاس عند لحظة t=0.

1-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الغطاس، أوجد تعبير متجهة سرعة مركز قصوره G في المعلم (xoy). 1.25ن

2-1- بين أن معادلة مسار حركة G تكتب على الشكل التالي: $y=\frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2+tg\alpha.x+y_0$ 0.75ن

3-1- علما أن أرتوب قمة المسار هو: $y_F=4,6\ m$ عين قيمة الزاوية α. 1.25ن

4-1- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية، أوجد تعبير سرعة مركز القصور G لحظة لمس أطراف أصابع الغطاس سطح الماء بدلالة v_0 و m و g و y_0 و y_1 (أنظر الشكل-5-). أحسب قيمتها. نعطي: $y_1=1m$. 0.75ن

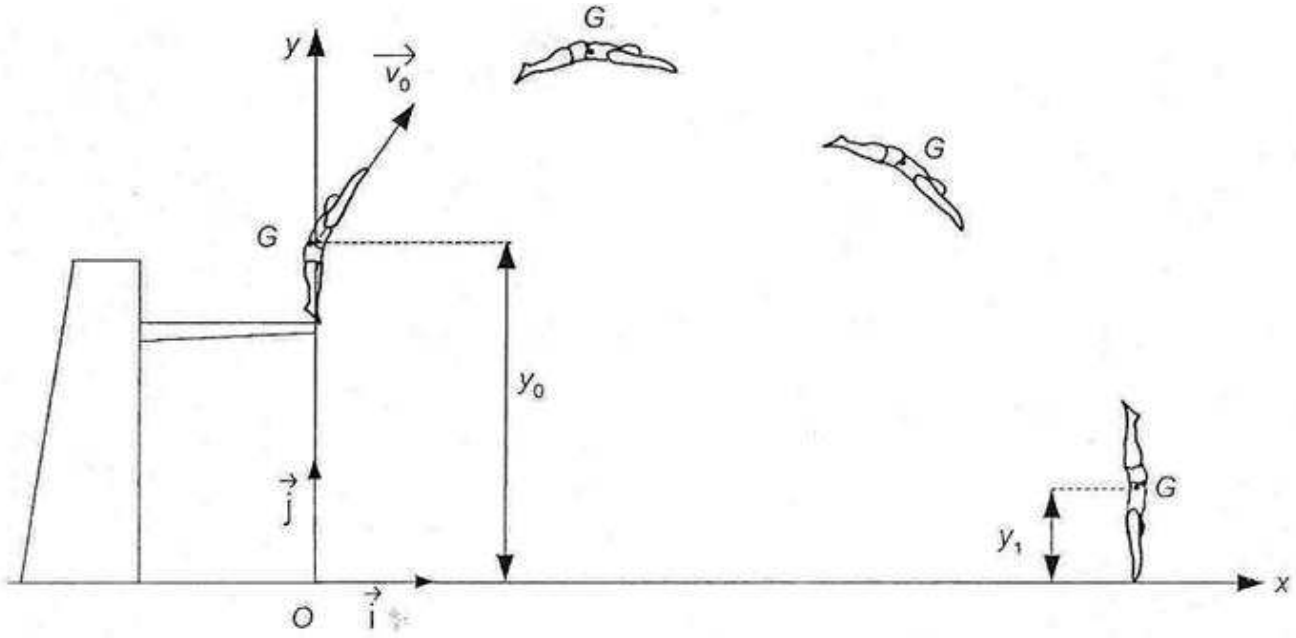
2- حركة الغطاس بعد غوصه في الماء

نعتبر أن حركة مركز القصور G للغطاس رأسية بعد غوصه في الماء. نرمز ب V لحجم الغطاس وب ρ الكتلة الحجمية للماء الموجود في الحوض. ننمذج قوة الاحتكاك المائع المطبقة على الغطاس بالعلاقة التالية: $f=kv^2$ ،ومنحى متجهتها معاكس لمنحى الحركة.

2-1- أجرد القوى المطبقة على الغطاس، وأعط تعبيرها المتجهي في معلم $(o,\vec{k})$ ، $\vec{k}$ متجهة واحدية رأسية وموجهة نحو الأسفل. 0.75

1.75ن -2-2 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الغطاس تكتب على الشكل التالي: $\frac{dv}{dt} = A - Bv^2$

1.75ن -3-2 علما أن $A=2,14m^{-1}$ و $B=0,700m.s^{-2}$ أحسب قيمة السرعة الحدية v_L لمركز قصور الغطاس.



الشكل-5-