

الباب الحادي عشر

« الكيمياء الكهربائية »

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

أذكر نواتج التحليل الكهربائي بين قطبين من البلاتين لمحاليل المواد الآتية في الماء :

(١) Na_3PO_4 ، (٢) CdI_2 .

الحل :

(١) عند المهبط (الكاثود) تمر الالكترونات إلى المحلول وتعاذل أيونات الصوديوم الموجبة وينبع هذا تفاعل الصوديوم مع الماء والنتيجة هو أن يتصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط ويتكون هيدروكسيد الصوديوم . وعند المصعد (الأنود) تمر الالكترونات من أيونات الفوسفات السالبة إلى القطب ويتبع ذلك تفاعل شق الفوسفات مع الماء والنتيجة هو أن يتصاعد غاز الأكسجين عند المصعد ويتكون حمض الفوسفوريك . وينعادل الحمض المتكون مع القاعدة ويتكون فوسفات الصوديوم والماء .

(٢) عند المهبط تمر الالكترونات إلى المحلول وتعاذل أيونات الكاديوم وترسب الفلز على المهبط . وعند المصعد تمر الالكترونات من أيونات اليوديد السالبة إلى القطب وتحد ذرات اليود مع بعضها ويتكون اليود (I_2) .

مثال (٢) :

ما قيمة الشحنة الكهربائية بالكولومب لعدد من أيونات الصوديوم يساوي عدد أفوجادرو .

الحل :

الشحنة الالكترونية تكافئ $1,60 \times 10^{-19}$ كولومب . وأيون الصوديوم يحمل 1 شحنة الكترونية . والشحنة التي تكافئ 1 واحد مول (عدد أفوجادرو) من أيونات الصوديوم (2310×6.02) كولومب $= (10^{-19} \times 1,60) = 95600$ كولومب :

مثال (٣) :

احسب الزمن اللازم لتحضير ٤٧ لترًا من غاز الأكسجين مقاساً فوق سطح الماء عند ضغط قدره ٧٣٥ مم ز ودرجة حرارة ٣٥° م . وذلك بالتحليل الكهربائي لمخول من كبريتات النحاس علماً بأن التيار المار شدته ١٥.٥ أمبير . (ضغط بخار الماء عند ٣٥° م = ٤٢ مم زئبق)

الحل :

يحسب أولاً عند الأوزان الجرامية من الغاز التي تكافئ ٤٧ لترًا عند الظروف المعينة ثم يستخدم قانون فاراداي لحساب كمية الكهرباء المارة في المحلول ، وحيث أن شدة التيار معلومة فيمكننا حساب الزمن .

الضغط البارومتري = ضغط الغاز الجاف + ضغط بخار الماء = ٧٣٥ مم ز

$$47 = P_{O_2} + P_{H_2O} - P_{O_2}$$

$$\text{ضغط الغاز } (P_{O_2}) = 735 - 42 = 693 \text{ مم ز}$$

$$= \frac{693}{760} \times 0.912 \text{ ضغط جو}$$

حجم الغاز = ٤٧ لتر

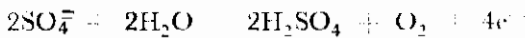
درجة الحرارة = ٣٥ - ٢٧٣ = ٣٠٨° مطلقة .

من المعادلة العامة للغازات (PV = nRT) نحصل على :

$$\frac{PV}{RT} = n \text{ عدد الأوزان الجزيئية الجرامية من الغاز (n)}$$

$$1.7 \text{ جزي جرامى} = \frac{0.912 \times 47}{0.082 \times 308}$$

وعند التحليل الكهربائي لمخول كبريتات النحاس تمر الإلكترونات من أيون الكبريتات إلى المتصعد وبلي ذلك تكوين حمض الكبريتيك كما في المعادلة :



أى أنه يلزم مرور ٤ إلكترونات إلى القطب لكل جزيء من غاز الأكسجين وهذا معناه أن :

الوزن المكافئ للغاز = $\frac{1}{4}$ الوزن الجزيئي = ٩٦٥٠٠ كولومت وبذلك يتضح أن : كمية الكهرباء

الماثرة في المخول = ٩٦٥٠٠ × ٤ × ١.٧ = ٦٥٥٠٠٠ كولومب

$$\text{الزمن بالثانية} = \frac{\text{كمية الكهرباء بالكولومب}}{\text{التيار بالأمبير}} = \frac{750000}{0.5} = 1,19 \times 10^6 \text{ ثانية}$$

$$\text{الزمن بالساعة} = \frac{1,19 \times 10^6}{60 \times 60} = 33 \text{ ساعة}$$

مثال (٤) :

عند طلاء قضيب طوله ١٢.٧ سم وقطره ١.٩٠ سم بالنيكل . مرور تيار قدره ٢,٥ أمبير لمدة ٥٠ دقيقة . أوجد سُمك الطلاء علماً بأن كثافة النيكل تساوي ٨,٩ جم / سم^٣ وأن أطراف القضيب قد طليت أيضاً .

الحل :

من أبعاد القضيب يمكننا حساب مساحة سطحه ومن كمية الكهرباء المارة في المحلول يمكننا حساب وزن النيكل المترسب ثم بحسب سمك طبقة النيكل بمعلومية وزن النيكل المترسب على وحدة المساحات وكثافة النيكل .

$$\text{مساحة سطح القضيب} = 2 \text{ ط نق}^2 + 2 \text{ ط نق ع}$$

$$= 2(0.95)^2 \times 3.14 + 2 \times 0.95 \times 12.7 \times 3.14$$

$$= 57.7 + 75.4 = 133.1 \text{ سم}^2$$

عندما يترسب النيكل على القضيب (المهبط) يلتقط كل أيون نيكل (Ni^{٢+}) اثنين من الإلكترونات وهذا يعني أن الوزن المكافئ للنيكل يساوي $\frac{1}{2}$ الوزن الذري .

$$\text{كمية الكهرباء في المحلول} = 2.5 \times 50 \times 60 = 7500 \text{ كولومب}$$

$$\text{عدد الأوزان المكافئة المترسبة} = \frac{7500}{96500} = 0.0778 \text{ فاراداي}$$

$$\text{وزن النيكل المترسب} = 0.0778 \times \frac{\text{الوزن الذري}}{2}$$

$$= 0.0778 \times \frac{58.7}{2} = 2.3 \text{ جم}$$

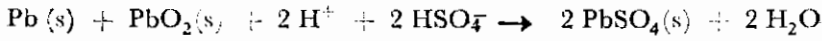
$$\text{وزن النيكل المترسب على وحدة المساحات} = \frac{2.3}{133.1} = 0.0173 \text{ جم / سم}^2$$

(من جدول الكثافة نتبين أن كثافة النيكل = ٨.٩ جم / سم^٣)

$$\text{سمك طبقة النيكل} = \frac{\text{الوزن لوحدة المساحات}}{\text{الكثافة}} = \frac{2,7 \times 10^{-2}}{8,9} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ سم}$$

مثال (٥) :

إذا علم أن تفاعل خلية مركب الرصاص هو :



أوجد الوزن بالجرام لكل من المواد الداخلة في التفاعل كى نحصل على ١٠٠ أمبير - ساعة من الخلية .

الحل :

كمية الكهرباء التى نحصل عليها = ١٠٠ أمبير - ساعة

$$= 100 \times 60 \times 60 \times 3,6 = 10 \times 3,6 \text{ كولومب (أمبير ثانية)}$$

$$\text{عدد الأوزان المكافئة الجرامية} = \text{عدد الفاراداي} = \frac{10 \times 3,6}{96500} = 3,73 \text{ فاراداي}$$

من تفاعل الخلية يتضح لنا أن الوزن المكافئ للرصاص = $\frac{1}{4}$ الوزن الذرى ، الوزن المكافئ لأكسيد الرصاص = $\frac{1}{4}$ الوزن الجزيئى . الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك = الوزن الجزيئى كما يبين ذلك معاداة التفاعل . ولئنا نجد :

$$\text{وزن الرصاص} = 3,73 \times \frac{1}{4} \text{ الوزن الذرى} = \frac{207,2}{4} \times 3,73 =$$

$$= 386 \text{ جم رصاص}$$

$$\text{وزن أكسيد الرصاص} = 3,73 \times \frac{1}{4} \text{ الوزن الجزيئى} = \frac{239,2}{4} \times 3,73 =$$

$$= 446 \text{ جم أكسيد رصاص}$$

$$\text{وزن حمض الكبريتيك} = 3,73 \times \text{الوزن الجزيئى} = 98 \times 3,73 =$$

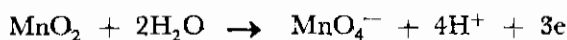
$$= 376 \text{ جم حمض كبريتيك}$$

مثال (٦) :

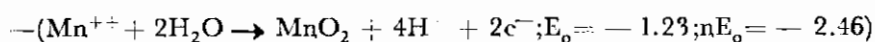
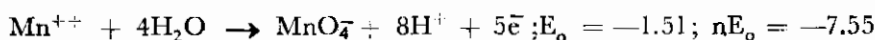
ما هو جهد التأكسد القياسى لقطب ($\text{MnO}_3, \text{MnO}_4^-$) فى وسط حمضى .

الحل :

تفاعل القطب هو :



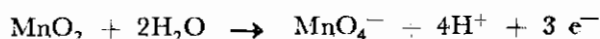
وهذا التفاعل يمكن كتابته على أنه الفرق بين نصفي التفاعلين التاليين (وتقرأ جهودها القياسية من جدول جهود الأقطاب القياسية) :



باجراء عملية طرح المعادلة الثانية من الأولى نحصل على :



ويمكن تعديل هذه المعادلة في الصورة :



ويتضح أن الجهد القياسي لهذا القطب هو :

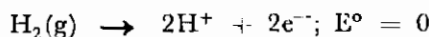
$$E^o = \frac{-5.09}{3} = -1.70 \text{ volt}$$

مثال (٧) :

كم يكون جهد قطب الهيدروجين عندما يكون تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول 10^{-2} جزى جرامى / لتر وضغط غاز الهيدروجين 1 ضغط جو .

الحل :

معادلة تفاعل قطب الهيدروجين :



تمثل معادلة نرنست العلاقة بين جص القطب أو الخلية (E) وجهد القطب أو الخلية القياسي (E_o) ودالة التركيز (Q) التى تمثل النسبة بين تركيز المواد الناتجة والداخلة في معادلة تفاعل القطب أو الخلية وكل تركيز مرفوع إلى قوة يساوى المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة . وتكتب المعادلة عند 25°C في الصورة :

$$E = E^o - \frac{0.0592}{z} \log Q$$

وترمز n لعدد الإلكترونات الداخلة أو الناتجة من تفاعل القطب .

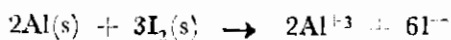
في هذه الحالة : $E^{\circ} = \text{صفر}$ ، $[H^+] = 10^{-2}$ جزيء / لتر ، $P_{H_2} = 1$ جو
وبالتعويض في معادلة نرنست نحصل على جهد القطب :

$$E = 0 - \frac{0.0592}{z} \log \frac{[H^+]^2}{P_{H_2}}$$

$$= 0 - 0.0592 \log 10^{-2} = + 0.118 \text{ volt}$$

مثال (٨) :

احسب مقدار E للتفاعل الكلي :

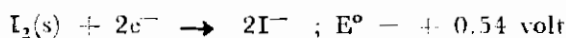
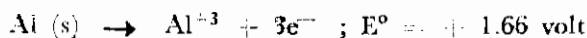


وعندما يكون تركيز Al^{+3} في المحلول 0.10 جزيء / لتر وتركيز I^{-} هو 0.010 جزيء / لتر .

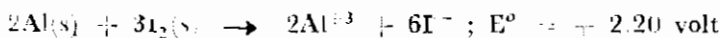
الحل :

يجب أولاً أن نحصل على الجهد القياسي لتفاعل الخلية الكلي ثم نطبق معادلة نرنست للحصول على جهد الخلية عند الظروف المبينة :

ويمثل هذا التفاعل مجموع نصفي التفاعل :



وبالجمع نحصل على :



ويتضح أن ذرتين من الألمنيوم تعطى ٦ إلكترونات بينما يلتقط ثلاثة جزيئات من اليود ٦ إلكترونات وتكتب معادلة نرنست في الصورة :

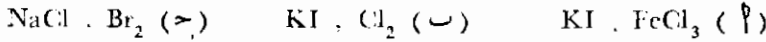
$$E = E^{\circ} - \frac{0.0592}{6} \log [Al^{+3}]^2 [I^{-}]^6$$

$$= 2.20 - \frac{0.0592}{6} \log (0.10)^2 (0.010)^6$$

$$= + 2.34 \text{ volt}$$

مثال (٩) :

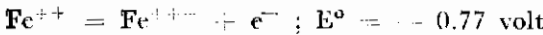
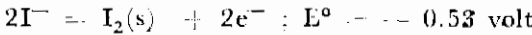
اكتب معادلات كيميائية موزونة تبين ما يمكن أن يحدث عند خلط محاليل المواد الآتية مع بعضها :



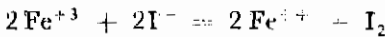
الحل :

يمكن أن نتبين من جدول الجهود القياسية أنه عند التركيزات القياسية فإن أى عامل مختزل يمكنه اختزال عامل مؤكسد يوجد أسفل منه في الجدول ولكنه لا يمكنه اختزال عامل مؤكسد يوجد أعلى منه .

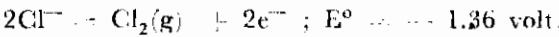
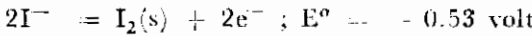
(أ) من جدول جهود الأقطاب القياسية يتضح أن :



وهذا يدل على أن اليوديد يختزل الحديديك والنتيجة هو أن يحدث التفاعل :



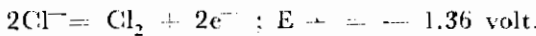
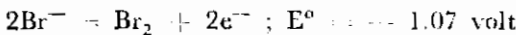
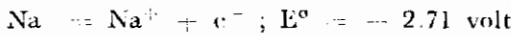
(ب) في هذه الحالة نجد :



والنتيجة هو أن يؤكسد الكلور اليوديد وينتج اليود تبعاً للمعادلة :



(ح) نتبين من جدول الجهود القياسية في هذه الحالة أن :



وتدل الجهود القياسية على أنه لن يحدث تفاعل بين البروم وكلوريد الصوديوم .

مثال (١٠) :

إذا فرض أن لدينا محلول (أ) يتكون من ٥٠ سم^٣ من محلول ٠.٠١ جزيء جرامى / لتر من هيدروكسيد الصوديوم ، محلول (ب) يتكون من ٥٠ سم^٣ من محلول ٠.٠٢٣٣ جزيء جرامى / لتر

من حمض الهيدروكلوريك . وإذا فرض أن قيم λ للأيونات Cl^- ، OH^- ، Na^+ ، H^+ هي ٣٥٠ ، ٥٠ ، ٢٠٠ ، ٧٥ على التوالي . احسب عدد الحمل لأيون الصوديوم في مخلوط المحلولين (٢) ، (ب) ، والتوصيل النوعي للمخلوط .

الحل :

عند خلط ٥٠ مل من محلول ٠,٠١ جزى جرامى / لتر هيدروكسيد صوديوم مع ٥٠ مل من محلول ٠,٠٢٣٣ جزى جرامى / لتر حمض هيدروكلوريك يتعادل كل القاعدة مع جزء من الحوض ويصبح المحلول الناتج تركيزه $\left(\frac{0.01}{2}\right)$ جزى جرامى / لتر من كلوريد الصوديوم (NaCl) و $\left(\frac{0.0133}{2}\right)$ جزى جرامى / لتر من حمض الهيدروكلوريك (HCl) والتوصيل النوعي للمخلوط يساوى مجموع التوصيل النوعي لمكونات المحلول الناتج . وحيث أن التوصيل النوعي (k_i) يربطه بالتركيز (C_i) والتوصيل المكافئ (λ_i) المعادلة :

$$k_i = \lambda_i C_i \cdot 1000$$

ونحصل على التوصيل النوعي الكلى (k) للمخلوط من المعادلة :

$$\begin{aligned} 1000 k &= \lambda_{\text{Na}^+} C_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-} C_{\text{Cl}^-} + \lambda_{\text{H}^+} C_{\text{H}^+} \\ &= \frac{1}{2} (50 \times 0.01 + 75 \times 0.0233 + 350 \times 0.0133) \\ &= \frac{1}{2} (6.90) = 3.45 \end{aligned}$$

أى أن التوصيل النوعي للمخلوط :

$$k = 3.45 \times 10^{-3}$$

ونحصل على عدد الحمل لأيون الصوديوم Na^+ في المخلوط بالتعويض في المعادلة :

$$\begin{aligned} t_{\text{Na}^+} &= \frac{k_{\text{Na}^+}}{k} = \frac{(50 \times 0.005) 10^{-3}}{3.45 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{0.25}{3.45} = 0.0725 \end{aligned}$$

مثال (١١) :

عند التحليل الكهربى لمخلوط يحتوى على ٠,١ جزى جرامى / لتر من بروميد الصوديوم في

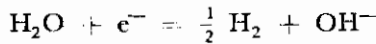
في خلية هيتورف باستخدام مصعد (آنود) من فضة - بروميد فضة ومهبط (كاثود) من البلاتين ،
وجد عند الانتهاء من التجربة أن محلول حجرة الكاثود يتعادل مع ٢٠ مل من ٠,١٥ عيارى حمض
هيدروكلوريك وأن محلول حجرة الآنود يزن ٨٥,٠ جرام ويحتوى على ٠,٧٤ جرام أو $١٠^{-٣} \times ٧,٣$
جزىء جرامى من بروميد الصوديوم .

(أ) اكتب تفاعل الآنود والزيادة أو النقص في حجرة الآنود نتيجة الحمل .

(ب) احسب عدد الحمل لأيون البروميد في محلول تركيزه ٠,١ جزىء جرامى بروميد
صوديوم / لتر .

الحل :

في هذه الحالة يمكننا كتابة تفاعل الكاثود في الصورة :



وحيث إن محلول حجرة الكاثود يتعادل مع ٢٠ مل من ٠,١٥ عيارى حمض هيدروكلوريك

فهذا يدل على أن كمية الهيدروكسيد المتكونة هي $٠,١٥ \times \frac{٢٠}{١٠٠٠} = ٠,٠٣$ مكافىء جرامى

وبذلك فإن كمية الكهرباء المارة في المحلول تساوى ٠,٠٣ فاراداي . عند الآنود (المصعد) تمر
الإلكترونات إلى القطب وتفاعل الآنود هو :



وهذا يعنى أن لكل فاراداي من الكهرباء فإن هناك مكافىء جرامى من أيونات البروميد (Br^-)

ترك حجرة المهبط وتدخل حجرة المصعد ، وأن t_+ مكافىء جرامى من أيونات الصوديوم (Na^+)

ترك حجرة المصعد وتدخل حجرة المهبط نتيجة الحمل ، وبذلك سيكون هناك نقص t_+ مكافىء

جرامى من بروميد الصوديوم في حجرة المصعد . وتوى حجرة المصعد كمية من الماء تزن ٨٥,٠ -

٠,٧٤ = ٨٤,٢٦ جرام ماء ولذلك فإنها تحتوى في بداية التجربة على كمية من بروميد الصوديوم

تساوى ٠,١ $\times \frac{٨٤,٢٦}{١٠٠٠} = ٨,٤٣ \times ١٠^{-٣}$ جزىء جرامى بروميد صوديوم .

ويكون النقص في حجرة الآنود نتيجة الحمل

$$= ٨,٤٣ \times ١٠^{-٣} - ٧,٣ \times ١٠^{-٣} = ١,١٣ \times ١٠^{-٣} \text{ جزىء جرامى}$$

$$٠,٣٧٧ = \frac{١,١٣ \times ١٠^{-٣}}{٠,٠٠٣} = t_+ \text{ في المحلول}$$

عدد الحمل لأيون البروميدي في المحلول $t = 1 - 0.377 = 0.623$.

مثال (١٢) :

إذا وجد أن مقاومة خلية توصيل تساوي ٢٥٠ أوم عند ملئها بمحلول يحتوي على ٠.٠٢ جزىء جزيء جزيء كلوريد بوتاسيوم في اللتر عند ٢٥° م وتساوي ١٠ أوم عند ملئها بمحلول يحتوي على 6×10^{-2} جزىء جزيء جزيء / لتر من هيدروكسيد الأمونيوم وإذا علم أن التوصيل النوعي لمحلول يحتوي على ٠.٠٢ جزىء جزيء جزيء / لتر من كلوريد البوتاسيوم يساوي ٠.٠٠٢٧٧ أوم سم^{-١} والتوصيل المكافئ لأيونات الأمونيوم والهيدروكسيل يساوي ٧٣.٤ ، ١٩٨ على التوالي . احسب ثابت الخلية ودرجة تفكك هيدروكسيد الأمونيوم في محلول يحتوي على 6×10^{-2} جزىء جزيء جزيء / لتر .

الحل :

يربط التوصيل النوعي (k) لمحلول بمقاومته R وثابت الخلية $\frac{l}{A}$ العلاقة :

$$R = \frac{1}{k} \left(\frac{l}{A} \right)$$

وفي حالة محلول يحتوي على ٠.٠٢ جزىء جزيء كلوريد بوتاسيوم في اللتر عند ٢٥° م وجد أن مقاومته ٢٥٠ أوم والتوصيل النوعي له ٠.٠٠٢٧٧ أوم سم^{-١} وبالتعويض نحصل على ثابت الخلية :

$$\frac{l}{A} = R \times k = 250 \times 0.00277$$

$$= 0.692$$

وبيربط التوصيل النوعي (k) بالتوصيل المكافئ الظاهري للملح (Λ_{ap}) والتركيز (C) العلاقة :

$$k = \frac{\Lambda_{ap} C}{1000}$$

$$\Lambda_{ap} = k \frac{1000}{C}$$

وبالتعويض في هذه المعادلة لقيمة k من المعادلة السابقة نحصل على :

$$\Lambda_{ap} = \frac{1}{R} \left(\frac{l}{A} \right) \frac{1000}{C}$$

وبالتعويض في هذه المعادلة عن ثابت الخلية والتركيز لمحلول هيدروكسيد الأمونيوم تركزه

٦ × ١٠^{-١٠} جزء جرامى / لتر ومتماومه ١٠^٥ أوم نحصل على التوصيل المكافئ الظاهرى :

$$\Lambda_{ap} = \frac{0.692 \times 1000}{10^5 \times 6 \times 10^{-5}} = 115$$

ونحصل على التوصيل المكافئ للملح من التوصيل المكافئ لأيونات الأمونيوم والهيدروكسيل :

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{NH}_4^+\text{OH}^-} &= \lambda_{\text{NH}_4^+} + \lambda_{\text{OH}^-} \\ &= 73.4 + 198 = 271.4 \end{aligned}$$

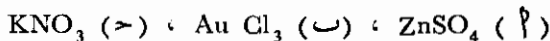
وتحسب درجة التفكك (α) بمعلومية التوصيل المكافئ (Λ) والتوصيل الظاهرى (Λ_{ap}) من العلاقة :

$$\alpha = \frac{\Lambda_{ap}}{\Lambda_{\text{NH}_4^+\text{OH}^-}} = \frac{115}{271.4} = 0.423$$

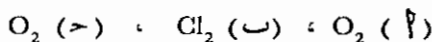
أسئلة وتمارين إضافية :

(ملحوظة : يمكن للطالب الرجوع إلى جدول الجهود القياسية فى نهاية الكتاب عندما يحتاج لذلك) .

١ - اذكر نواتج التحليل الكهربى بين قطبين من البلاتين لمحاليل المواد الآتية فى الماء :



الجواب : عند المهبط : (أ) Zn ، (ب) Au ، (ج) H₂ وعند المصعد



٢ - عادة نشير إلى شحنة أيون الألمونيوم على أنها + ٠٣ أوجد مكافئ هذه القيمة بالكولومب .

(الجواب : ٤,٨٠٦ × ١٠^{-١٩} كولومب) .

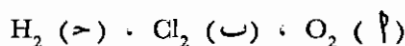
٣ - إذا علمت أن الشحنة الإلكترونية تكافئ ١,٦٠ × ١٠^{-١٩} كولومب . احسب شدة التيار

المار فى سلك ينتقل خلاله ١,٢٧ × ١٠^{١٨} إلكترون فى الدقيقة .

(الجواب : ٣,٣٩ × ١٠^{-٣} أمبير)

٤ - احسب حجم كل من الغازات الآتية (عند معدل الضغط ودرجة الحرارة) المتكونة نتيجة

مرور ٥ فارادى من الكهرباء :



(الجواب : (أ) ٢٨,٠ لتر ، (ب) ٥٦,٠ لتر ، (ج) ٥٦,٠ لتر)

- ٥ - احسب شدة التيار اللازم لترسيب ٦ جرام من الفضة في زمن قدره ٣٠ دقيقة :
(الجواب : ٢,٩٨ أمبير)
- ٦ - احسب الزمن اللازم للحصول على كمية من الكهرباء قدرها ٩٦٥٠٠ كولومب عند إمرار تيار شدته ٤,٦٧ أمبير .
(الجواب : ٢,٠٧ × ١٠^٧ ثانية)
- ٧ - إذا علم أن تفاعل إحدى القطبين في خلية هو $Fe^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$ احسب الزمن اللازم لترسيب ٦,٩٣ جم من الحديد عند إمرار تيار شدته ٠,٠٢٠٥ أمبير .
(الجواب : ١,١٧ × ١٠^٦ ثانية)
- ٨ - إذا مررت نفس الكمية من الكهرباء الناتج عنها ترسيب ٢,١٥٨ جرام من الفضة خلال ملح ذهب ووجد أن كمية الذهب المترسبة تساوي ١,٣١٤ جرام . احسب الوزن المكافئ للذهب وتكافؤ الذهب في الملح علماً بأن الوزن المكافئ للفضة = ١٠٧,٩ .
(الجواب : الوزن المكافئ للذهب = ٦٥,٧٠ ، التكافؤ = ٣)
- ٩ - ما هي E° للتفاعل $Zn(s) + Cl_2(g) \rightarrow Zn^{+2} + 2Cl^{-}$
(الجواب : = ٣,١٢ فولت)
- ١٠ - إذا علم أن E° لتفاعل نصف الخلية: $Sn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Sn^{+4}$ هي - ٠,١٥ فولت فما هي E° للتفاعل: $Sn^{+4} + 2e^{-} \rightarrow Sn^{+2}$ ؟
(الجواب : + ٠,١٥ فولت)
- ١١ - ما هو جهد خلية تحتوي على القطبين (Zn, Zn^{+2}) و (Cu, Cu^{+2}) إذا كان تركيز كل من Zn^{+2} و Cu^{+2} يساوي ٠,٠١٠ مول في اللتر على التوالي عند ٢٥°م :
(الجواب : ٠,٨٦٣ فولت)
- ١٢ - ما هو مقدار E_0 لتأكسد I^{-} إلى I_2 بواسطة NO_3^{-} ونتج NO في وسط حمض .
(الجواب : $E^{\circ} = + ٠,٤٢$ فولت)
- ١٣ - ما هو جهد خلية تحتوي على قطبين من الهيدروجين . القطب السالب يلامس محلول يحتوي على 10^{-1} مول H^{+} في اللتر والقطب الموجب يلامس محلول يحتوي على ٠,٠٢٥ مول H^{+} في اللتر وضغط الغاز في الحالتين بقي عند ١ جو .
(الجواب : ٠,٣٧٩ فولت)

١٤- إذا علم أن $E^\circ = -1,36$ فولت لنصف التفاعل $2Cl^- \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ احسب مقدار الجهد E إذا أصبح تركيز Cl^- هو 10^{-2} مول / لتر وأصبح ضغط غاز الكلور ١٠٠ ضغط جو : (الجواب : $E = -1,54$ فولت)

١٥- تكلم بوضوح عما يحدث عند خلط المواد الآتية مع بعضها :

(أ) Fe و $CuSO_4$ (ب) $FeCl_2$ و Cl_2 (ج) Cu و H_2SO_4

(الجواب : يرجع الطالب إلى جدول الجهود القياسية لتفسير ما يحدث :

(أ) يحل الحديد محل النحاس .

(ب) يؤكسد الحديدوز إلى حديدك ويختزل الكلور إلى كلوريد .

(ج) لا يحدث تفاعل .

١٦- احسب متماومة محلول بين قطبين في خلية تحليل كهربى تحتوى على محلول مركز من كبريتات النحاس ومتماومة النوعية تساوى ٢٩.٢ أوم - سم إذا كانت مساحة مقطع كل قطب هي ٤٠٠ سم^٢ وكان البعد بينهما هو ١٠.٠ سم . (الجواب : ٠,٧٣ أوم)

١٧- في تجربة هيتورف للحمل استخدم محلول يحتوى على ٠,١ جزىء جراى بيركلورات بوتاسيوم ($KClO_4$) فى اللتر وأقطاب من البلاتين . وبعد إمرار التيار لوقت معين شوهد أن كمية الغاز المتصاعد عند الأنود تكافئ ٢٢,٤ سم^٣ من الغاز الخاف عند معدل الضغط ودرجة الحرارة ووجد أن حجرة الأنود تحتوى على ٥٠ سم^٣ من محلول يحتوى اللتر منه على ٠,٠٧٣٢ جزىء جراى من بيركلورات البوتاسيوم . اكتب تفاعل القطب وما أكتسبته أو فقدته حجرة الأنود ثم احسب عدد الحمل للأيون ClO_4^- فى محلول بيركلورات البوتاسيوم .

(الجواب: تفاعل الأنود هو: $H_2O = \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^-$ ، وتكتسب حجرة الأنود مكافئ جراى من أيون البيركلورات (أو حمض البيركلوريك) ، وتفقد t_+ مكافئ جراى من أيون البوتاسيوم (أو بيركلورات البوتاسيوم) لكل فارادى من الكهرباء وفى هذه الحالة تفقد حجرة الأنود $1,34 \times 10^{-3}$ مكافئ جراى من بيركلورات البوتاسيوم . عدد الحمل للأيون $ClO_4^- = 0,33$) .

١٨- إذا علم أن $\lambda_{Li^+} = 40$ ، $\lambda_{Na^+} = 50$ ، $\lambda_{NO_3^-} = 70$ ، وإذا فرض أن لدينا محلولاً يحتوى اللتر منه على ٠,١ جزىء جراى نترات ليثيوم، ٠,٢ جزىء جراى نترات صوديوم . احسب (مهملًا التغير فى λ نتيجة اختلاف التركيز) :

(أ) التوصيل النوعى ، (ب) عدد الحمل لأيون الليثيوم .

(الجواب : (أ) ٠,٠٣٥ ، (ب) ٠,١١٤)