



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء فيزيائية 4

المحاضرة : الثالثة / عملي / د. سعود كده

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

2026

5

الثلاثاء: 2026/04/21	عملي الكيمياء الفيزيائية IV	الجلسة العملية الثالثة
د. سعود عبد الحليم كده PHYSICAL CHEMISTRY IV 2025-2026 (Dr. Saud KEDA)	الخلايا الغلفانية - خلية دانيال Galvanic Cells-Daniell Cell	قسم الكيمياء السنة الثالثة - الفصل الثاني 2026 - 2025
على جميع الطلاب التقيد بمواعيد الجلسات العملية، إضافة لضرورة الالتزام والتقيد بقواعد السلامة المخبرية في كل جلسة		

هدف الجلسة

OBJECTIVES (GOALS)



تهدف هذه الجلسة العملية إلى ما يلي:

- ❖ تطوير المهارات في تصنيع واختبار الخلايا.
- ❖ تصنيع خلية غلفانية كاملة (خلية دانيال).
- ❖ تصنيع الجسر الملحي.
- ❖ اختبار معادلة بيرنست.
- ❖ تحديد تركيز شاردة النحاس بواسطة كمون الخلية في محلول مجهول من الشاردة.

لا تتردد في سؤال الكادر التدريسي عن أي ملاحظة

متطلبات ما قبل المخبر Pre-Laboratory Requirements

1. اقرأ القسم النظري المتعلق بهذه الجلسة جيداً.
2. اقرأ الإرشادات والرموز الموجودة في البهو خارج المخبر.
3. جهز نفسك للأسئلة المتعلقة بهذه الجلسة والجلسة السابقة للمذاكرة.
4. تأكد من حصولك على القسم البياني لهذه التجربة (التقرير المخبري + تقرير المذاكرة) قبل دخولك للمخبر.

تحذير السلامة المخبرية Safety Caution



1. يجب ارتداء الرداء والنظارات والقفازات المخبرية لحماية العين واليدين طوال الوقت.
2. يعد حمض الكبريت H_2SO_4 حمض خطير يسبب التآكل، كن حذراً للغاية لأنه يمكن أن يحرق الجلد ويضر العينين، إذا لامسهما اغسل فوراً بالماء ثم أخبر المشرف المخبري. (ترتفع درجة حرارة الماء بسرعة عند إضافة الحمض إليه).
3. تجنب ارتداء الثياب الفضفاضة.
4. يتوجب على الأشخاص المصابين بعمى الألوان **Color Blind** إعلام المشرف المخبري لمساعدتهم في التجربة.
5. كن حذراً في التعامل مع المصادر الكهربائية.
6. في هذه التجربة كن حذراً في التعامل مع الحواف الحادة للمساري المستخدمة في تجهيز الخلية، كما يتوجب الحذر في التعامل مع أسلاك التوصيل.

ملاحظة:

تبدأ جلسات العملي في تمام الساعة 8 بمخبر الكيمياء 1، حيث يكون ترتيب دخول الفئات ليوم الثلاثاء بتاريخ (2025/04/21) حسب أولوية التسجيل على فئات العملي وفق ما يلي:

الفئة الثانية - الفئة الثالثة - الفئة الأولى.

الكادر التدريسي: المعيدة مرام داغر - الكيمائية رغد حمود - الكيمائية علا ديوب

تجرى في بداية الجلسة مذاكرة بمضمون الجلسة العملية الأولى

المقدمة

Introduction

كانت خلية دانيال (أو دانييل) Daniell Cell في عام 1836 نقطة الانطلاق للكيمياء الكهربائية الحديثة Modern Electrochemistry، لأنه للمرة الأولى أصبح هناك مصدر موثوق Reliable Source للتيار عند جهد دقيق Precise Voltage، إضافة لذلك، كانت خلية دانيال أول خلية عملية لا تولد غازاً عند التشغيل، هل لاحظت ذلك؟



(راجع التفاعلات الحاصلة ضمنها)

أخيراً، تم استخدام هذه الخلية كأول معيار First Standard لتحديد وحدة الفولت Volt.

المناقشة

Discussion

كما رأينا في المحاضرات النظرية المتعلقة بالخلايا، فإن الخلايا هي شكل من أشكال المدخرات.

هل تعلم لماذا؟

لأن المدخرة Battery تقوم في مبدأ عملها على تحويل التفاعلات الكيميائية لطاقة كهربائية تنتج عملاً، وهو أساس تكوين الخلية الغلفانية.

في هذه التجربة ستقوم بتصنيع نموذج لخلية غلفانية، وستكون خلية دانيال لأهميتها التاريخية كما وجدنا، كما سنقوم بتعلم مهارة تصنيع الجسر الملحي Salt Bridge، والذي يعتبر جزء أساسي من عمل الخلية، حيث يتكون من شوراد مشتركة بين جزأي الخلية الغلفانية.

هل تتذكر ما هي وظيفته؟

بما أن أساس عمل الخلايا الغلفانية كما ذكرنا هو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، لذلك سيكون لدينا ضمن الخلية مجموعة من التفاعلات الكيميائية، هذه التفاعلات تترافق بنقل للإلكترونات بين المساري (المصعد والمهبط)، أي أنه لدينا تفاعلات أكسدة وإرجاع (Redox Reaction)، وبالتالي يتوجب علينا تحديد هذا التفاعل الحاصل ومكان حدوثه.

وبما أن التفاعلات في الخلايا الغلفانية هي تفاعلات تلقائية، فهذا يعني حكماً أن كمون الخلية الناتج سيكون موجياً، أليس كذلك؟

وبالتالي يكون التغير في الطاقة الحرة سالياً:

$$\Delta G^{\circ} = -nFE_{Cell}^{\circ}$$

في جلستنا هذه سنجري التجربة عند شروط غير قياسية، حيث ستكون تراكيز المحاليل ليست مساوية لـ (1 M)، وكذلك درجة الحرارة ليست (298.15K)، إلا أننا سنعتمد على كمونات الإرجاع القياسية من أجل حساب كمون الخلية القياسي وفق القيم المعتمدة.

ونتيجة لذلك، سنستخدم معادلة نيرنست التالية لتحديد تركيز أحد محاليل نصفي الخلية المجهول اعتماداً على باقي المعطيات المعلومة لدينا:

$$E_{Cell} = E_{Cell}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

حيث Q حاصل التفاعل ويساوي نسبة تراكيز تفاعل الأكسدة مرفوعة لأمثالها إلى تراكيز تفاعل الإرجاع مرفوعة لأمثالها:

$$Q = \frac{[Oxid]}{[Red]}$$

أو بتعبير آخر، نسبة تراكيز المواد الناتجة عن التفاعل في المعادلة الكلية الشاملة مرفوعة لأمثالها، إلى نسبة تراكيز المواد الداخلة في التفاعل في المعادلة الكلية الشاملة مرفوعة لأمثالها، **أليس هذين التعبيرين متطابقين؟**

F: ثابت فراداي و يساوي (96485 j/V.mol).

n: عدد مولات الإلكترون (تحدد من التفاعلات النصفية).

E_{cell}° : كمون الخلية القياسي ويحدد من جدول كمونات الإرجاع القياسية.

R: ثابت الغازات العامة وتساوي قيمته (8.314 j/k.mol).

إذا كانت درجة الحرارة (298.15K) عندها يمكن التعبير عن علاقة نيرنست وفق ما يلي:

$$E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.0592 V}{n} \log Q$$

حيث:

$$\ln Q = 2.303 \log Q$$

هــام:

تستخدم **معادلة نيرنست** Nernst Equation عندما تكون الشروط المطبقة على الخلية غير قياسية (سواء من ناحية درجة الحرارة أو من ناحية تراكيز المحاليل الملحية أو من الناحيتين معاً).

التجربة Experiment

المواد الكيميائية المطلوبة



1. صفيحة معدنية من النحاس Cu.
2. صفيحة معدنية من التوتياء Zn.
3. كبريتات النحاس أو نترات النحاس.
4. كبريتات الزنك أو نترات الزنك.
5. كلوريد البوتاسيوم.
6. آغار.
7. ماء مقطر.

الأدوات المخبرية المطلوبة



1. بيشر سعة 100 ml عدد (3).
2. بيشر سعة 250 ml (2).
3. دوارق حجمية مختلفة القياسات.
4. ميزان الكتروني حساس.
5. جهاز توليد الجليد.
6. جسر ملحي زجاجي (شكل حرف U).

ملاحظة Notice



1. تأكد من كتابة لصاقات التعريف على الأدوات الخاصة بك لتعرف ماذا تحتوي.
2. خلال التجربة، استمع جيداً لتعليمات العمل من المشرفة المخبرية، أي معلومة هي في صالحك.
3. انتبه لتركيز المواد التي تقوم بتحضيرها

تنبيه:



تقيد بالسلوك المخبري، أي تصرف طائش منك قد يكلفك ويكلف زملائك ما لا تحمد عقباه، سلامتك وسلامة من حولك أهم من لحظة قد تندم عليها وتحصد ما لا تتمناه.

الآن لننتقل للعمل المخبري

إجراء التجربة

Experimental Procedure

يشمل العمل المخبري في تجربة اليوم على عدة مراحل، حيث تقسم هذه التجربة إلى الأجزاء التالية:

- **الجزء الأول:** يتم من خلاله تحضير الجسر الملحي.
- **الجزء الثاني:** يتم فيه تجهيز خلية دانيال.
- **الجزء الثالث:** يتم فيه تطبيق العلاقات الرياضية وحساب النتائج.

الجزء الأول:

تحضير الجسر الملحي

1. زن (0.5 gr) تقريباً من مادة الآغار Agar ثم انقلها إلى بيشر سعة (100 ml)، ثم أضف إليها (50 ml) من محلول نترات البوتاسيوم (KNO_3) (0.1M)، سخن بطف مع التحريك المستمر بقضيب زجاجي حتى ينحل الآغار جيداً، مع الاستمرار في التحريك.
2. استخدم المحلول الناتج لملء الجسر الملحي (حرف U زجاجي) بعد قلبه بحيث تكون الفتحات نحو الأعلى، حيث يفضل استخدام محقن طبي Syringe لملء الجسر الملحي وذلك قبل أن يبرد سائل الآغار Agar Liquid.
3. أدخل مقابس قطنية في كل طرف، واترك بعض القطن البارز من كل طرف.
4. تأكد من عدم وجود فجوات أو فقاعات كبيرة Big Bubbles، الأمر الذي سيعيق بشكل جدي تدفق التيار Current Flow.
5. حافظ على سداة القطن جيداً، وضع الجسر الملحي الجيلاتيني في بيشر كبير مملوء بالثلج (يمكنك الحصول عليه من جهاز توليد الثلج في المخبر) للحفاظ على شكل U لحين استخدامه.
6. استخدم الجسر الملحي لوصل نصفي الخلية بعضهما ببعض.

ملاحظة:

الكمية المحضرة من محلول الآغار كافية لملء ثلاثة جسور ملحية.



هل تعلم؟

(معلومة قد يسأل أحدكم عنها)

الآغار Agar



جاءت التسمية من لغة الملايو (لغة سكان جزيرة ملايو) **Agar agar**، وهي مادة شائعة الاستخدام في تركيب مستنبتات الأحياء الدقيقة وغيرها وكذلك في الصناعة، كما تدخل في صناعة الأغذية مثل صناعة الأيس كريم. حيث يؤدي إضافة كمية صغيرة من هذه المادة إلى جعل قوام السائل لزجاً (شبه صلب)، ويزيادة كمية المادة يتحول السائل إلى الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة، وتنصهر عند الدرجة $50^{\circ}C$ ، حيث يزول تأثير الآغار على المادة وتصبح المادة في حالتها الطبيعية السائلة.

يستخرج الآغار من الطحالب البحرية الحمراء، ويستخدم كبديل للجيلاتين الحيواني.

من الناحية الكيميائية الآغار عبارة عن بوليمير (متعدد الجزيئات) يتألف من جزيئات الغالكتوز.

هذه الفقرة تهدف لتطوير المعرفة العلمية.

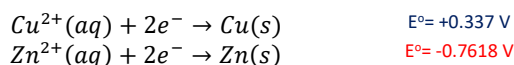
الجزء الثاني:

تجهيز خلية دانيال

1. خذ محلول نترات النحاس (أو كبريتات النحاس) المجهول التركيز من قبل المحاضرة المخبرية.
2. قم بتحضير (250 ml) من محلول نترات الزنك (0.3M).
3. خذ صفيحة الزنك وحاول تنظيفها بمحلول ممدد من حمض الآزوت (0.1 M)، ثم اشطفها بالماء المقطر جيداً.
4. خذ صفيحة نحاس وحاول تنظيفها بورق تنعيم حتى ظهور اللون البراق للنحاس، ثم اشطفها بالماء المقطر جيداً.

(انتبه أثناء عمل ذلك من تعرضك للجرح في حال وجود حواف حادة)

5. خذ بيشر سعة (100 ml) عدد (2)، املاً أحدهما بـ (80 ml) تقريباً محلول نترات النحاس المحضر، والثاني بنفس الكمية من محلول نترات الزنك المحضر.
6. ضع قطعة النحاس في محلول النحاس المحضر واغمرها عمودياً.
7. ضع قطعة الزنك في محلول الزنك المحضر واغمرها عمودياً.
8. قم بوصل البيشر الأول مع البيشر الثاني عن طريق الجسر الملحي بغمر كل طرف منه بأحد المحلولين.
9. قم بوصل كل من القطعتين المعدنيتين (النحاس والزنك) كل واحدة بطرف من أطراف جهاز قياس الجهد الكهربائي.
10. سجل الكمون الكهربائي الذي تقرأه على الشاشة، تأكد من طريقة الوصل الصحيح للمعادن بالجهاز.
11. انتقل للقسم الثالث من التجربة وقم بإجراء الحسابات.
12. تعطى كمونات الإرجاع القياسية لكل من النحاس والزنك وفق ما يلي:



ملاحظة Notice



- في حال طلب منك المشرف المخبري تحضير محاليل مغايرة للمحاليل المذكورة أعلاه، نتيجة عدم توفرها، عندها دون ذلك في صفحة النتائج (ضمن القوس المائي) عندك مع كتابة التفاصيل الخاصة بها تحت بند الحسابات.
- أثناء العمل على الخلية الغلفانية حاول عدم تحريك الجملة عند أخذ القراءات من جهاز قياس الكمون.
- حاول أن تراقب العملية وتدوّن عندك كل الملاحظات التي يمكن أن تشاهدها لأنك ستقوم بإجراء التجربة وحدك خلال امتحان القسم العملي.

النتائج Results

(تملاً هذه الصفحة من قبل الطالب)

1. الجزء الأول: (جدول البيانات Data Table)

التجربة (3)	التجربة (2)	التجربة (1)	تحضير الجسر الملحي
			كتلة نترات البوتاسيوم المأخوذة (g)
			كمية الماء المقطر المضافة (ml)
			تركيز محلول نترات البوتاسيوم المحضر (mol/l)
			متوسط تركيز محلول نترات البوتاسيوم المحضر (mol/l)
			كتلة الأجار المأخوذة
			كمية محلول نترات البوتاسيوم المحضر المضافة (ml)
			مظهر محلول الأجار المحضر
			لون محلول الأجار المحضر

الجزء الأول: (الحسابات Calculations)



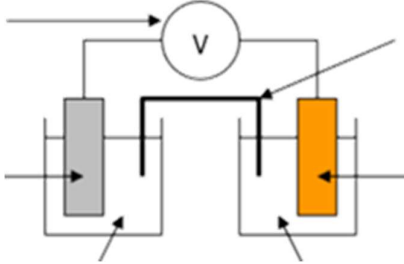
(تملاً هذه الصفحة من قبل الطالب)

2. الجزء الثاني: (جدول البيانات Data Table)

التجربة (3)	التجربة (2)	التجربة (1)	تجهيز خلية دانيال
			كتلة نترات الزنك (المادة البديلة إن استخدمت) المستخدمة gr
			كمية الماء المقطر المضافة (ml)
			تركيز المحلول المحضر (mol/l)
			متوسط تركيز المحلول المحضر (mol/l)
بعد 180 ثانية	بعد 60 ثانية	بعد 30 ثانية	كمون الخلية المسجل
			قيمة الكُمون مقدرة بالـ volt
			درجة حرارة المحلول Kelvin
			مولارية نترات النحاس (المادة البديلة إن استخدمت) المستخدم
			ΔG°
			ΔG
			المصعد:
			نصف تفاعل الأكسدة:
			المهبط:
			نصف تفاعل الإرجاع:
			تفاعل الأكسدة والإرجاع الكامل
			تدوين الخلية (ترميزها):

(الجزء الثاني: الحسابات Calculations)

قم بتسمية الأجزاء الموضحة على الرسم المرفق



(تملاً هذه الصفحة من قبل الطالب)

(الحسابات Calculations)

"اسأل المشرف المخبري عن كيفية تفكيك الخلية التي نفذتها وطريقة اتلاف المواد أو حفظها"

-- نهاية التجربة --

متطلبات ما بعد التجربة

After Experiment Requirements



1. اعرض نتائجك على المشرف المخبري لتأكيد صحتها.
2. انقل بيانات التجربة إلى التقرير المخبري الملحق.
3. نظف جميع الأدوات التي استخدمتها وتخلص من المواد الناتجة وفق الطريقة التي تخبرك بها المحاضرة المخبرية بما يتوافق مع قواعد السلامة المخبرية.
4. تأكد من **نظافة طاولة العمل** التي عملت عليها قبل مغادرة المخبر.

أعدت هذه المحاضرة وفق قواعد الجودة العالمية لمناهج التدريس، كما تم الاستعانة في إعداد هذه الجلسة بالمراجع الدولية في التجارب المخبرية.

د. سعود عبد الحليم كده