منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم

الفيزيولوجيا النباتية والإستقلاب "١"

(الجـزء العملي)

الأستاذ في قسم علم النبات
الدكتور دياب ابو خرمة
كليـة العلوم ـ جامعة دمشق

المشرفة على الاعمال في قسم النبات
السيدة منـى جمّـال
كليـة العلوم ـ جامعة دمشق

جامعة دمشق

١٤٣٥ - ١٤٣٦ هـ
٢٠١٣ - ٢٠١٤ م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة

تفتقر المكتبة العربية في كلية العلوم الى الكتب العربية في العلوم الطبيعية بشكل عام وما يتعلق منها بالتمارين العملية بشكل خاص . ويعد هـذا الكتـاب مساهمة متواضعة قمنا بها لتعريف الطالب وتدريبه تدريباً جيـدا على عملي الفيزيولوجيـا النباتية والاستقلاب (١) .

وقد حاولنا تبسيط الموضوعات المعالجة قدر الامكان والاستفادة استفادة كبيرة من امكانات المخبر المتاحة في تصميم التمارين المطروحة .

نود ان نخص بالشكر جميع المجالس المختصة في جامعة دمشق التي ستتيح لهذه المساهمة رؤية النور والانجاز ، كمـا نشكر الدكتـور بشارة حزّي الاسـتاذ المتقاعد في قسم علم النبات لاتاحته لنا الاستفادة من عـدد لا باس به من التجـارب العملية التي درسها في المقرر الذي يغطيه هذا الكتاب سنوات عديدة .

نامل ان يساهم القارىء الكريم من خلال مطالعته في تزويدنا بملاحظاته مشكوراً مما يتيح لنا فرصة تطوير هذا الكتاب في الطبعات القادمة والله من وراء القصد .

الدكتور دياب ابو خرمة
الاستاذ في قسم علم النبات
المشرفة على الاعمال
السيدة منـى جمـال

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

التقانات الاساسية في الكيمياء الحيوية التجريبية

تعالج الكيمياء الحيوية كيمياء الجمل الحية • والجمل الحيةجمل معقدة تتضمن مجموعة متنوعة من المتعضيات ، النسج ، الخلايا ، الأجزاء الخلوية وجزيئات نوعية• وبذلك يترتب على الكيميائي الحيوي تبسيط هذه الجمل لتحديد عملياتها الكيميائية الحيوية وتفسيرها • فالدراسات الكيميائية الحيوية على أقراص النسج مثلا تستكمل تقليديا عند توافر امكان دراسة الجمل الخلوية ، بعد تمزيق الخلايا وفصل أجزائها عن بعضها بعضا ودراستها على شكل عضيات ، أو أجـزاء خلويـة • كما تدرس الجزيئات ذات الاهمية الحيوية من زاوية آليات عملها النوعي •

تتطلب الاساليب الكيميائية الحيوية لتبسيط الجمل الحيوية وفهمها نمطين من التأهيل العلمي • فيتوجب على الكيميائي الحيوي أن يكون حذقاً ومتمرساً بشكل كامل في المبادىء الكيميائية الاساسية مثل الـ stoichiometry والمطيافية الضوئيـة photometry والأكسدة والارجاع oxidation and reduction والتسجيل الصباغي chromatography والحركية kinetics • وأن يكون على دراية بمبادىء مجموعـة متنوعة وواسعة من المجالات الحيوية والفيزيائية التي تستعمل غالبا في الدراسـات الكيميائيةالحيويةكالوراثة،والنظائر المشعة،والجراثيم والالكترونيات • تعكس هذه الحاجة المعرفية سرعة تقبل الكيمياء الحيوية واستعمالهـا للنظريـات والتقانات التي تنشأ وتظهر من المجالات العلمية القريبة منها •

الوحدات في الكيمياء الحيوية :

تستخدم الكيمياء الحيوية جملة وحدات عشرية تتبع النظام المتري • وبذلك يستعمل الكيميائيون الحيويون وحدات مثل الجزيئي أو الليتر وجميع تجزيئاتهاالتي تختلف عن بعضها بعضا بمقدار ألف مرة كما يتضح من الجدول(١) •

جدول رقم (١) يبين الوحدات الاساسية المستعملة في الكيمياء الحيوية

الوحدات الجزيئية	الوحدات الحجمية (الليتر)
جزيئي (جزيئي غرامي) (1 mole)	ليتر (l)
ميلي جزيئي غرامي = ١٠^-٣ جزيئي غرامي (m mole)	ميلي ليتر (ml) = ١٠^-٣ ليتر
ميكروجزيئي غرامي = ١٠^-٦ جزيئي غرامي (μ mole)	*ميكرو ليتر (μl) = ١٠^-٦ ليتر
نانو جزيئي غرامي = ١٠^-٩ جزيئي غرامي (nano mole) (n mole)	نانو ليتر (nl) = ١٠^-٩ ليتر
بيكو جزيئي غرامي = ١٠^-١٢ جزيئي غرامي pico mole (p mole)	
الوحدات الوزنية (الغرام)	وحدات المكافىء
غرام (g)	مكافىء Equivalent (E)
ميلي غرام (mg) = ١٠^-٣ غرام	ميلي مكافىء (ME) = ١٠^-٣ مكافىء
ميكروغرام (μg) = ١٠^-٦ غرام	ميكرومكافىء (μE) = ١٠^-٦ مكافىء

* لا يزال بعضهم يستخدم لا مبدا (λ) عوضا عن الميكرو ليتر رغم ان كثيرين لايشجعون ذلك .

وبذلك يمكن تحويل وحدات الوزن أو الكتلة ، غرام ، ميلي غرام .. الخ الى وحدات جزيئات غرامية عند معرفة الوزن الجزيئي واستخدام المعادلة التالية أو تعديلاتها:

$$\frac{\text{الكتلة غرام}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \text{عدد الجزيئات الغرامية}$$

أو وفق وحدات الجدول السابق :

$$\frac{\text{غرامات}}{\text{غرامات / جزيء غرامي}} = \text{عدد الجزيئات الغرامية او}$$

$$\frac{\text{ميلي غرامات}}{\text{غرامات / جزيء غرامي}} = \text{عدد الميلي جزيئات غرامية وهكذا}$$

ترتبط قيم الحجم والتركيز (جزيئي غرامي) بشكل مماثل بقيم الوحدات المشتقة منها وفق المعادلة التالية :

الحجم × التركيز = عدد الجزيئات الغرامية .

(ليتراً) (وحدات جزيئية غرامية)

أو وفق وحدات الجدول السابق :

الحجم × التركيز = عدد الميلي جزيئات غرامية .

(ميلي ليتراً) (وحدات جزيئية غرامية) (m moles)

الحجم × التركيز = عدد الميكروجزيئات غرامية

(ميلي ليتراً) (μM)

ترتبط أيضاً قيم الحجم والمكافئات بقيم المحاليل النظامية (N) باستخدام المعادلة التالية أو تعديلاتها :

الحجم × النظامية = عدد المكافئات

(ليتراً) (N)

أو حسب وحدات الجدول السابق :

الحجم × النظامية = عدد الميلي مكافئات

(ميلي ليتراً) (N)

بما أن هذه الوحدات تتضمن مبادىء النظام المتري الاساسية فانه يمكن بالاضافة الى ذلك استعمال التحويلات المترية للكتلة (غرامات) حجوم السوائل (ليتراً أو ميلي ليتراً) والحجوم الخاصة (سم^{3}) • ويمكن القول انه في ظروف معظم المختبرات يزن ١ ميلي ليترا من الماء أو المحلول المائي الممدد (١) غراماً تقريبا ويشغل حجما قدره (١)سم^{3} تقريباً (١ ميلي ليتراً = ١٫٠٠٠٠٢٧ سم^{3}) •

يفترض أن تكون هذه العلاقات البسيطة بين الوزن والحجم والتركيز ووحداتها قد غطيت في دروس الكيمياء العامة التحضيرية • لكن الخبرة العملية أكدت أن هذه المفاهيم الاساسية تعد مصدر صعوبات رئيسة لمعظم طلاب علم الحياة عند بدئهم معالجة الموضوعات الكيميائية الحيوية التجريبية ، لذلك يتوجب على جميع الدارسين لهذه الموضوعات أن يألفوا هذه المفاهيم والوحدات ويفهموها فهما واضحا •

تقانات أساسية ـ تحضير المحاليل المائية ـ

تتكون الخلية الحية بصورة مبدئية من الماء (٨٠ـ٩٠٪ من وزنها) ، وجميع التفاعلات الكيميائية النموذجية في الجملة الحية تجري في الوسط المائي • لذلك فمن أجل دراسة هذه التفاعلات خارج الخلية (في الزجاج in vitro) والحصول على معلومات ذات قيمة عن الفعالية داخل الخلية (in vivo) يتوجب على الكيميائي الحيوي أن يكون قادراً على تحضير أوساط تماثل الوسط المائي في الخلية • ثمة معياران للمحلول يجب معرفتهما بدقة والمحافظة عليهما محافظة كاملة هما تركيز الأملاح الحرجة وتركيز شوارد الهيدروجين •

١ ـ تركيز الأملاح الحرجة :

التركيز تعبير كمي لكمية المادة المنحلة في المذيب •وقد طورت عدة طرق لتحضير المحاليل أهمها النسبة المئوية (٪) والمحاليل الجزيئية الحجمية Molar .

ان تركيز النسبة المئوية مفيد بصورة رئيسة لسهولة تحضيره وتعني النسبة المئوية جزءاً في المئة • فمحلول كلور الصوديوم تركيزه ١٠٪ يحتوي (١٠) غ كلور الصوديوم في (٩٠) غراما ماء • وقد اعتمد تركيزه على نسبة وزن لوزن وهي احدى ثلاث طرق لتحضير المحلول بالنسبة المئوية • لذلك يجب ان يعطى هذا المحلول الاشارة (W : W) Na Cl ١٠٪ للدلالة على كيفية تحضيره • تسمى الطريقة الثانية البديلة نسبة الوزن للحجم المئوية أي إذابة (١٠) غرامات كلور الصوديوم في كمية ماء كافية لاعطاء حجم نهائي قدره (١٠٠) مل • ويجب أن يعطى هذا المحلول اشارة (W : V) Na Cl ١٠٪ • إن التراكيز النهائية للمحلولين السابقين متشابهة لكنها ليست متماثلة • تستخدم الطريقة الثالثة عندما يكون كل من المادة المنحلة والمذيب سوائل كحالة إذابة الكحول الايتيلي بالماء • يحضر محلول كحولي تركيزه ٢٥٪ (V : V) بوساطة اضافة (٢٥) مل كحولا ايتيلياً الى (٧٥) ميلي ليتراً ماء مقطراً •

لا تعاني المحاليل الجزيئية الحجمية من الدقة النسبية كما هو الحال في محاليل

النسبة المئوية لانها تعتمد على عدد الجزيئات المنحلة في المذيب • يحضر محلول جزيئي حجمي (M) بوساطة اذابة الوزن الجزيئي للمادة بالغرامات في ليتر من المحلول • يحتوي الوزن الجزيئي بالغرامات للمادة على ٦×١٠^٢٣ جزيئا ويدعى جزيء غرامي Mole • لذلك فان أي محلول جزيئي حجمي لأية مادة يحتوي على ٦×١٠^٢٣ جزيئا في الليتر •

وبذلك يحضر محلول جزيئي حجمي من كلور الصوديوم (1 M) بوساطة اذابة وزنه الجزيئي بالغرامات أي (٥٨) غراما في كمية كافية من الماء المقطر (المذيب) لاعطاء حجم نهائي للمحلول قدره ليتر واحد • وبشكل مماثل يحضر محلول Na OH (1 M) (وزنه الجزيئي = ٤٠) بوساطة اذابة ٤٠ غراما من Na OH في كمية من الماء تعطي ليترا من المحلول • تجدر الاشارة الى أنه رغم استعمال كميات مختلفة من المادتين لتحضير هذين المحلولين فانهما متعادلا التركيز الجزيئي الحجمي ويحتويان على العدد نفسه لجزيئات المادة المنحلة بالضبط في أي حجم متساوٍ من المحلولين • يبدي الجدول (٢) وحدات تركيز المحاليل الاخرى لأن معظم المواد توجد في الخلايا الحية بتراكيز منخفضة للغاية •

الجدول رقم (٢) يبين وحدات التركيز

التسمية	الرمز	قيمتها بالنسبة للتركيز الجزيئي الحجمي
جزيئي غرامي	M	1
ميلي جزيئي غرامي	mM	10^{-3}
ميكرو جزيئي غرامي	μM	10^{-6}

٢ ـ تركيز شوارد الهيدروجين :

ان عددا من التفاعلات الكيميائية الحيوية حساس لتركيز شوارد الهدروجين $[H^+]$ • لذلك فان القدرة على قياس هذا العامل والسيطرة عليه هامة جدا • يستخدم تعبير الرقم الهيدروجيني pH للتعبير عن تركيز شوارد الهيدروجين ويحسب من معادلة سورنسن Sorensen التالية :

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

يشير الجدول (٣) الى أن المحاليل ذات الرقم الهيدروجيني $pH = 7$ تسمى محاليل حيادية معتدلة لان تركيز شوارد الهيدروجين فيها $[H^+]$ يساوي تركيز شوارد الهيدروكسيل $[OH^-]$ • ان المحاليل الحاوية معدلات عالية من شوارد الهيدروجين تسمى محاليل حمضية ($pH < 7$) وتلك الحاوية معدلات منخفضة من شوارد الهيدروجين تسمى محاليل قلوية ($pH > 7$) • ويجب التذكر بأن مقياس الرقم الهيدروجيني مقياس لوغاريتمي ، لذلك فان تبدلا قدره وحدة pH واحدة يعني حدوث تبدل في تركيز شوارد الهيدروجين قدره عشر مرات • فالفرق في تركيز شوارد الهيدروجين بين عصير الليمون ($pH = 2.3$) وبلاسما الدم ($pH = 7.4$) قدره 100 000 .

الجدول (٣) يبين مقياس الرقم الهيدروجيني

[H⁺] M	pH	مثال
10^{0}	0	
10^{-1}	1	0.1 M H Cl
10^{-2}	2	عصير الليمون
10^{-3}	3	عصارة المعدة
10^{-4}	4	عصير البندورة
10^{-5}	5	البـول
10^{-6}	6	
10^{-7}	7	الماء النقي ـ بلاسما الدم ماء البحر
10^{-8}	8	
10^{-9}	9	
10^{-10}	10	
10^{-11}	11	
10^{-12}	12	0.01 M NaOH
10^{-13}	13	
10^{-14}	14	

قياس الرقم الهيدروجيني pH :

تبدي محاليل بعض المواد الصباغية ألوانا مختلفة تبعا لقيمة الـ pH • لذلك سميت مشعرات الحموضة وتستخدم عادة لتحديد قيم الرقم الهيدروجيني pH •

لكن الطرق اللونية ليست بدقة الطريقة الكهربائية ، وثمة حالات تكون فيها مفيدة ومفضلة • يبدي الجدول (٤) مجال الرقم الهيدروجيني والتبدل اللوني في طرفيه لكل مشعر حموضة •

الجدول (٤)

يبين بعض مشعرات الحموضة ومجالاتها في مقياس الرقم الهيدروجيني pH

المشعر	مجال الـ pH	اللون الحمضي	اللون القلوي
ازرق التيمول	1.2 - 2.8	احمر	اصفر
لزرق بروموفينول	3.0 - 4.6	اصفر	ازرق
اخضر بروموكريزول	3.8 - 5.4	اصفر	ازرق
احمر الميتيل	4.2 - 6.3	احمر	اصفر
بارانتروفينول	6.2 - 7.5	عديم اللون	اصفر
احمر الكريسول	7.2 - 8.8	اصفر	احمر
فينول فتالئين	8.0 - 9.8	عديم اللون	احمر

يستخدم في الطريقة اللونية ورق مشبع بمزيج من الاصبغة المشعرة بالحموضة حيث يسبب تبليل الورقة بالسائل تبدلا لونيا فيها ، مميزا للرقم الهيدروجيني pH في السائل • يمكن من الناحية العملية وضع قطرة من السائل على مشعر الحموضة الورقي ومقارنة اللون الناتج بمفتاح لوني قياسي • تتمتع هذه الطريقة بالسرعة في بعض الحالات رغم بدائيتها •

تعتمد أكثر قياسات الرقم الهيدروجيني دقة على الطريقة الكهربائية باستخدام مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter • يتكون هذا المقياس من مسرى (الكترود) موصول بمقياس كهربائي يسجل أي فارق صغير في الكمون الكهربائي • تغطس قمة المسرى في العينة وتسجل قيمة الـ pH من لوحة المقياس الكهربائي •

يتوفر حاليا نماذج رقمية تعطي مباشرة قراءة للرقم الهيدروجيني في العينة المدروسة •

محاليل البفر Buffer :

يبقى الرقم الهيدروجيني pH في الخلية بصورة عامة في نقطة الاعتدال أو بالقرب منها (pH = 7) لان معظم الانزيمات تعمل بشكل أنسب في هذا الرقم الهيدروجيني • يتم انجاز ذلك بوساطة وجود الحموض الضعيفة مثل حمض الكاربونيك والفوسفوريك التي تعمل مع أملاحها (الاساس القرين) كبفر • ويعرف البفر بالمحلول الذي يقاوم تبدل الرقم الهيدروجيني pH نتيجة اضافة حمض أو أساس • تستخدم محاليل البفر في عدد كبير من التجارب الكيميائية الحيوية •

يتكون البفر الخلاتي (الاسيتاتي) من مزيج من حمض الخل (حمض ضعيف) وخلات الصوديوم (الاساس القرين) •

$$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

فاذا أضيف حمض الى هذا المحلول ، يتعدل فائض شوارد الهيدروجين بارتباطها بشوارد الخلات محافظة بذلك على الرقم الهيدروجيني pH الاصلي

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$\downarrow \text{———— مضافة } H^+$$

$$CH_3COOH$$

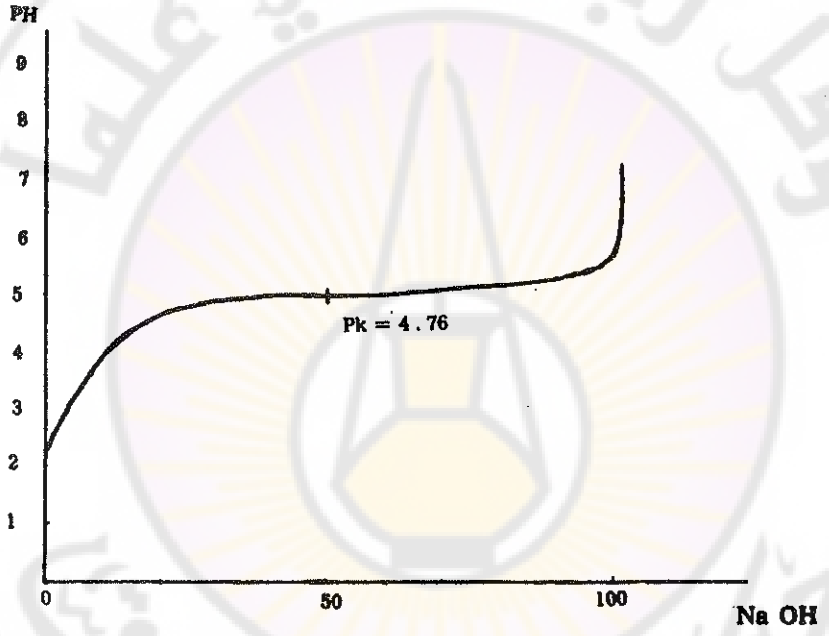
أما اذا أضيف أساس الى المحلول فان فائض شوارد الهيدروكسيل يتعدل بشوارد الهيدروجين وتتم بذلك المحافظة على الرقم الهيدروجيني pH الاصلي :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$\downarrow \text{———— مضافة } OH^-$$

$$H_2O$$

تظهر المعايرة الحذرة للاساس أو الحمض في جملة الخلات في الشكل (١) أن مجال السعة البفرية العظمى محدود بوحـدة pH واحدة تقريبا على طرفي الـ pK أي اللوغاريتم السلبي لثابت تفكك الحمض • يعادل pK حمض الخل 4.76 لذلك فان فعالية بفر الخلات العظمى تقع بين pH 3.76 و pH 5.76



(NaOH) المضافة (٪ من الحجم الكلي المضاف)

الشكل (١) يبين معـايرة حمض عضوي ضعيف باساس قوي (NaOH)

يعبر عن منحنى المعايرة المبين في الشكل (١) والشائع بالنسبة لمعظم الحموض العضويـة الضعيفـة رياضيـا بوسـاطة معادلـة هندرسـن هـازل بالـخ Henderson - Hassel balch التالية :

$$pH = pk + \log_{10} \frac{[\text{الاساس القرين}]}{[\text{الحمض}]}$$

ان هذه المعادلة مفيدة للغاية لانها تستخدم في تحضير جملة بفر مختلفة تتفاوت في مجال الـ pH والسعة البفرية ، يبدي الجدول (٥) بعض الجمل البفرية المتوفرة. وتجدر الملاحظة بأن بعض الحموض تبدي قيمتين أو ثلاث قيم pK وتستطيع العمل كبفر في عدة مجالات من الـ pH . فحمض الماليك مثلا يمكن استخدامه في تحضير محلول ذي سعة بفرية في مجالي الـ pH التاليين : 2.4-4.4 أو 4.26-6.26 . كما أن حمض الفورميك يستخدم لتحضير بفر في pH = 3.0 . يسمح استخدام pH = 3.0 وقيمة pK لحمض الفورميك 3.75 بمعادلة هندرسن ـ هازل بالخ بحساب تراكيز حمض الفورميك والفورمات الضرورية لتحضير البفر .

الجدول (٥) يبين بعض الحموض الضعيفة وقيم pH التابعة لها

الحمض الضعيف	pK_1	pK_2	pK_3
حمض الفورميك	3.75		
حمض الخل (اسيتيك)	4.76		
حمض اللبن (لاكتيك)	3.86		
حمض الماليك	3.40	5.26	
حمض الكاربونيك	6.35	10.30	
حمض السيتريك	3.09	4.75	5.41
حمض الفوصفوريك	2.12	7.21	12.66

مراحل العمل التجريبي :

تهدف هذه التجربة الى التعريف على بعض الحسابات الاساسية الضرورية التي تسبق تحضير المحاليل واكتساب الخبرة والحذاقة المخبرية التي تمكن من تحضيرها بالشكل الصحيح المطلوب • إن المحاليل المطلوب تحضيرها هي :

0.1 M خلات الصوديوم •

0.1 M حمض كلور الماء

0.1 M هيدروكسيد الصوديوم

0.1 M حمض الخل

0.1 M بفر (أسيتاتي) خلاتي ، pH 5.0 .

المـواد والأدوات :

ـ خلات الصوديوم ـ حمض كلور الماء ـ هيدروكسيد الصوديوم ـ حمض الخل • اسطوانة مدرجة سعة ليتر ـ حوجلات مخروطية سعة ١٠٠٠ مل عدد(٥)•

ـ خلاط كهربائي ـ سحاحة سعة ١٠مل عدد (٥) ـ مغراف عدد (٢) ـمقياس مدرج سعة ٢٠٠ مل ـ pH meter ـ مشعر ورقي ـ قطارات عدد(٥)ـأغطية مطاطية للحوجلات عدد (٥) ـ بيكر سعة ٢٠ مل عدد (٥) ـ حوجلة سعة ٥٠ مل عـدد (٢) •

طريقة العمل :

أولا ـ حضر ليترا واحدا 0.1 M خلات الصوديوم (الوزن الجزيئي ١٣٦٫٠٨)•

آ ـ الحسابات :

١ • يساوي الجزيء الغرامي الواحد من خلات الصوديوم ١٣٦٫٠٨ غرامـاً •

٢ • يحتوي المحلول ذو التركيز 0.1 M على (١ر٠) جزيئاً غرامياً في الليتر أي ١٣٦ر٠٨ × ١ر٠ = ١٣ر٦١ غراما/ليتر •

ب ــ التحضير :

١ • زن ١٣ر٦١ غراما من مادة خلات الصوديوم بوساطة ميزان حساس •

٢ • أذب الكمية الموزونة من المادة في اسطوانة مدرجة سعة (١) ليتر بوساطة (٥٠٠)مل ماء مقطر •

٣ • بعد ذوبان المادة بشكل كامل عن طريق الخض أو المزج بخلاط كهربائي أضف كمية كافية من الماء المقطر كي يصبح المحلول مساويا ليترا واحدا •

٤ • انقل المحلول الى حوجلة مخروطية نظيفة وجافة كتب عليها 0.1 M خلات الصوديوم وأغلقها بشكل محكم

٥ • اغسل الاسطوانة المدرجة جيدا ثم اشطفها بالماء المقطر قبل استعمالها لتحضير محلول آخر •

ثانيا ــ حضر ليتراً واحداً من 0.1 M حمض كلور الماء (الوزن الجزيئي = ٣٦ر٥)•

أ ــ الحسابات :

يتدخل عاملان اضافيان في حساب تحضير هذا المحلول هما درجة نقاوة حمض كلور الماء المستعمل وكثافته • تتمتع معظم مستحضرات حمض كلور الماء التجارية المتوفرة بنقاوة قدرها ٣٧٪ وكثافة قدرها ١ر١٩ غ/مل ، تأكد من هذه القيم التي تكتب على الزجاجة الحاوية المركب •

١• الجزيء الغرامي من حمض كلور الماء يساوي ٣٦٫٥ غراما •

٢• يحتوي المحلول 0.1 M من حمض كلور الماء على ٣٫٦٥ غراما في الليتر •

٣• ما هـو حجم حمض كلور المـاء السائل الارومـة الذي يحتوي ٣٫٦٥ غراما منه ؟•

آ ـ ان ١ مل من حمض كلور الماء المركز (الارومة) يزن ١٫١٩ غراما ويتمتع بدرجة نقاوة قدرها ٣٧٪ • وبذلك يحتوي ١ مل من حمض كلور الماء المركز (الارومة) على ٠٫٣٧ × ١٫١٩ = ٠٫٤٤ غراما حمض كلور الماء النقي •

ب ـ اذا احتوى ١ مل من المحلول المركز (الارومة) على ٠٫٤٤ غراما H Cl نقياً فان الحجم الذي يحتوي على ٣٫٦٥ غراما منه يحسب من المعادلة التالية :

$$\frac{٠٫٤٤ \text{ غ}}{١ \text{ مل}} = \frac{٣٫٦٥ \text{ غ}}{\text{س مل}} \quad \text{ومنه}$$

س = ٨٫٢٩ مل وهو حجم حمض كلور الماء المركز (الارومة) الحاوي ٣٫٦٥ غراماً من H Cl النقي •

ب ـ التحضير :

تحـذير : ان حمض كلور الماء المركز مركب طيار ومخرش للغاية يسبب حروقا بالغة اذا لم يستعمل بالشكل الصحيح • لا يستخدم الفم مع السحاحة مطلقاً حيث يتوجب نقله بوساطة مساعد سحاحي وفي حجرة سحب الهواء Hood .

١• ضع (٥٠٠) مل ماء مقطر في اسطوانة مدرجة نظيفة سعتها ليتر •

٢• استخدم سحاحة سعتها ١٠ مل لنقل ٨٫٢٩ مل من حمض كلور الماء المركز الى الاسطوانة المدرجة • يجب إضافة الحمض ببطء واذابته بوساطة التحريك • أضف

مزيدا من الماء المقطر كي يصبح حجم المحلول ليترا واحدا • إياك ثم إياك اضافة الماء الى الحمض المركز •

٣• احفظ المحلول في حوجلة مخروطية مناسبة كتب عليها H Cl 0.1 M .

ثالثا ــ حضر ليتراً واحدا من هيدروكسيد الصوديوم تركيز 0.1 M (الوزن الجزيئي ٤٠) •

استخدم طريقة تحضير خلات الصوديوم بعد أن تري حساباتك للقائم بالاعمال للتأكد من صحتها • وتجدر الاشارة الى أن أقراص هيدروكسيد الصوديوم كاوية ومخرشة تنقل بوساطة مغراف وليس باليد كما أنها شرهة للماء ، وتمتص رطوبة الهواء لذلك يجب عدم ترك الزجاجة مفتوحة •

رابعا ــ حضر ليترا واحداً من حمض الخل تركيزه 0.1 M (الوزن الجزيئي = ١ر٦٠) •

استخدم طريقة تحضير حمض كلور الماء آخذا بعين الاعتبار ان كثافة حمض الخل المركز الذي يسمى حمض الخل الجليدي تبلغ ٠٥ر١غ/مل وأن درجة نقاوته تبلغ ٧ر٩٩٪ تأكد من هذه القيم المكتوبة على زجاجة حمض الخل المركز (الارومة)• أرِ حساباتك للقائم بالاعمال قبل تحضير المحلول للتأكد من صحتها • يجب التعامل مع حمض الخل الجليدي المركز بالطريقة المستعملة نفسها مع حمض كلور الماء •

خامسا ــ حضر بفراً خلاتياً(أسيتاتيا)تركيزه 0.1 M ، pH = 5.0 من حمض الخل 0.1 M وخلات الصوديوم 0.1 M .

٢ ــ الحسابات :

استخدم معادلة هندرسن هازل بالغ لتحديد نسبة خلات الصوديوم لحمض الخل الضرورية لاعطاء pH = 5.0 وفق ما يلي :

$$pH = pKa + \log_{10} \frac{[\text{الاساس القرين}]}{[\text{الحمض}]}$$

$$5.0 = 4.76 + \log_{10} \frac{[\text{الخلات}]}{[\text{حمض الخل}]}$$

$$0.24 = \log_{10} \frac{[\text{الخلات}]}{[\text{حمض الخل}]}$$

$$\frac{[\text{الخلات}]}{[\text{حمض الخل}]} = 1.74$$

ب ـ التحضير :

١. استخدم اسطوانة مدرجة نظيفة وجافة لقياس (١٧٤) مل من خلات الصوديوم تركيز 0.1 M . ثم أضف اليها (١٠٠) مل حمض الخل تركيز 0.1 M

٢. تأكد من قيمة الـ pH للمزيج بوساطة مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter وإحفظه في حوجلة مخروطية نظيفة وجافة كتب عليها بفر خلاتي (أسيتاتي) تركيز 0.1 M ، pH 5.0 .

قياس الرقم الهيدروجيني pH :

ستتاح الفرصة في هذا الجزء من التجربة لتفحص دقة العمل السابق بوساطة قياس الرقم الهيدروجيني لكل محلول باستخدام الطريقتين اللونية والكهربائية . يمكن تحديد دقة القياس بوساطة مقارنة النتائج التي يتم الحصول عليها من الطريقتين المذكورتين .

طريقة العمل التجريبي :

١ ـ الطريقة الكهربائية (مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter) :

آ • ضع (١٠) مل من محلـول حمض الخـل تركيز 0.1 M في بيكر جاف ونظيف سعة (٢٠) مل •

ب • غطس مسرى المقياس في المحلول بحـذر كي لا تكسـر قمـة المسرى الحساسة بقاعدة البيكر •

جـ • اضبط مقياس الرقم الهيدروجيني من أجل تسجيل قيمـة الـ pH بدقـة عشر الوحدة ••

د • سجل القيمة التي تحصل عليها وضعها في مكانها من الجدول(٦) •

هـ • أزح المسرى واغسله جيدا بوساطة الماء المقطر •

و • أعد ما سبق على المحاليل الخمسة وسجل نتائجك في الجدول (٦) •

جدول (٦) يبين قياس الرقم الهيدروجيني بالطريقتين اللونية والكهربائية

المحلـول تركيز 0.1 M	قيمـة pH	
	لريقة كهربائية (pH meter)	طريقة لونية (مشعر ورقي)
حمض الخل		
خلات الصوديوم		
بفر خلاتي		
حمض كلور الماء		
هيدروكسيد الصوديوم		

٢ ـ الطريقة اللونية (مشعر حموضة ورقي) :

آ ـ ضع بوساطة قطارة قطرة من المحلول على شريط من مشعر حموضة ورقي مجال حساسيته(13 - 0) ، لا تغطس الشريط الورقي في المحلول كي لا يتلوث بالصبغ .

ب . قارن مباشرة اللون الذي يكتسبه الشريط الورقي مع المفتاح اللوني القياسي وقرر قيمة الـ pH بناء على المقارنة وسجل القيمة في مكانها من الجدول .

جـ . أعد ما سبق على المحاليل الخمسة وسجل نتائجك في الجدول وتأكد من استعمال أدوات زجاجية نظيفة في كل قياس .

الاستنتاجات :

ـ قارن القيم التي حصلت عليها بالطريقتين اللونية والكهربائية .

آ . هل هي متماثلة ؟ ما مقدار اختلافها ؟.

ب . هل تشعر بارتياح باستخدام مشعر الحموضة الورقي في حالة عدم توفر مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter ؟ لماذا ؟.

٢ ـ استخدم معادلة سورنسن ($pH = -\log_{10}[H^+]$) لحساب قيمة pH في محلولي NaOH 0.1 M و HCl 0.1 M مفترضا أن التشرد كامل في الحالتين في المحاليل المائية . ما مدى قرب القيم النظرية من القيم التجريبية ؟.

٣ ـ بالاعتماد على التعليمات المبدئية الموجهة اليك ، يجب ان يكون الرقم الهيدروجيني للبفر الخلاتي معادلا pH = 5.0 .

آ . ما مدى قرب قيمة pH الملاحظة من قيمتها النظرية ؟.

ب . اذا اختلفت قيمة pH المقيسة عن القيمة النظرية بمقدار أكبر من (١ر٠)من وحدات مقياس الرقم الهيدروجيني ، يتوجب عليك تحضير البفر مجدداً. تذكر أن مقياس الـ pH مقياس لوغاريتمي وأن تبدلا صغيرا نسبيا فيه يمثل تبدلا أكبر بكثير في تركيز شوارد الهيدروجين .

السعة البفرية :

قارن السعة البفرية بين الماء والبفر الخلاتي • يمكن اجراء ذلك بوساطة اضافة كميات صغيرة مقيسة من الاساس لكل منهما وتسجيل قيمة الـ pH بعد كل اضافة • ستجد أن النتائج مع الماء غير المصان مطلقاً تكون مختلفة اختلافاً كلياً عن النتائج مع المحلول الخلاتي •

طريقة العمل التجريبي :

١ ــ حدد مدى تبدل pH الماء بوساطة اضافة الأساس القوي (0.1 M NaOH) .

آ • ضع (١٠) مل ماء مقطر في حوجلة سعتها (٥٠) مل •

ب • حدد قيمة الـ pH في العينة بوساطة مشعر حموضة ورقي وسجلها •

جـ • أضف بوساطة قطارة نظيفة قطرتين (0.1 M NaOH) . الى العينة المائية، امزج جيدا وقس الـ pH فيها ثانية •

د• أعد الفقرة جـ عدة مرات مسجلا قيمة الـ pH بعد كل اضافة بالطريقة اللونية حتى يتم اضافة ما مجموعه (٢٠) قطرة أو حتى تزداد قيمة pH وتبلغ ١١ــ١٣ •

٢ ــ حدد مدى تبدل pH البفر الخلاتي pH 5.0 بوساطة اضافة الاساس القوي 0.1 M NaOH

آ ــ ضع(١٠) مل بفر خلاتي تركيز 0.1 M وحموضته pH 5.0 في حوجلة سعتها (٥٠) مل وقس رقمه الهيدروجيني بالطريقة المذكورة •

ب • أضف قطرتين من (0.1 M NaOH) الى العينة الخلاتية وسجل قيمة الـ pH بعد المزج جيدا وأعد ذلك عدة مرات حتى تتم اضافة الكمية نفسها التي أضيفت الى العينة المائية •

جـ • سجل نتائجك ورتبها في جدول كالجدول رقم (٧) •

جدول (٧) يبين تبدل قيمة الـ pH نتيجة اضافة اساس قوي

مجموع الكميات المضافة من 0.1 M NaOH بالقطرة	تبدل قيمة pH البفر الخلاتي	تبدل قيمة pH الماء
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

الاستنتاجات :

١ ــ مثل بيانياً معطيات الجدولين السابقين ممثلا قيم الـ pH على المحور العمودي (محور العينات) وكمية 0.1 M NaOH المضافة على المحور الافقي (محور السينات) .

٢ ــ ما سبب الاختلاف في تبدلات الـ pH في الماء والبفر الخلاتي ؟.

٣ ــ كيف يكون شكل المنحني البياني فيما لو أضيف حمض قوي (0.1 M HCl) الى الماء والبفر الخلاتي ؟.

حضر تمثيلا بيانيا لشرح اجابتك !.

الرقم الهيدروجيني pH والسعة البفرية لبعض المحاليل الطبيعية :

حدد الرقم الهيدروجيني والسعة البفرية بالطرق السابقة لبعض المحاليل الطبيعية مثل الشاي ، الخل ، محلول التربة ، عصير الليمون ، عصير البندورة .الخ.

خواص الأحماض الامينية الشاردية

إن جميع الاحماض الآمينية مركبات متذبذبة (أمفولتيه) أي أنها تحتوي على زمرة حمضية كربوكسلية وزمرة أساسية امينية على الاقل • تحتوي بعض الحموض الامينية على زمر أخـرى تتشرد بسرعة كالزمـر الكربوكسيليـة ، الامينيـة ، باراهيدروكسي فينيلية ،سولفهيدريلية ، غوانيدينية وايميدازولية • تعـود الصفات الشاردية للببتيدات المتعددة والبروتينات بصورة كبيرة الى هـذه الزمر المتشردة الاضافية لان الزمر الكربوكسيلية والامينية ألفا للحموض الامينية تسهم في تشكيل الروابط الببتيدية •

تمثل هذه التجربة دراسة لتفاعل احماض آمينيـة نموذجيـة مع شـوارد الهيدروجين • فعندما يضاف حمض أو أساس الى محاليل الاحماض الامينية يلاحظ تبدل في رقمها الهيدروجيني pH • بعد أخذ تمديد الحمض أو الاساس أثناء المعايـرة بالحسبان يمكن التنبؤ بالنتائج بوساطة استعمال معادلة هندرسـن هازلبالـخ Henderson - Hassel Balch العامة التالية :

$$pH = pKa + \log_{10}\frac{[\text{الاساس}]}{[\text{الحمض}]}$$

معـايرة الاحماض الامينيـة المجهولـة

مراحل العمل التجريبي :

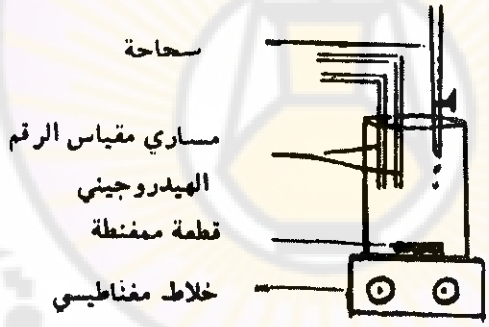
المـواد والادوات :

ـ عينات مجهولة من الحموض الآمينية بشـكل مسـحوق ، 2 N NaOH ، 2 N HCl ، محليل بفر قياسية (معيارية)•

ـ مقياس درجة حموضة pH meter ـ خلاط كهربائي مغناطيسي ـ سحاحة حجم ١٠ مل ـ حامل سحاحة •

طريقة العمـل :

١ ـ زن ٤٠٠ ملغ من العينة المجهولة من الاحماض الآمينية وأذبها في ٢٠ مل ماء مقطرا ثم جهز مقياس درجة الحموضة ، الخلاط المغناطيسي والسحاحة كما هو مبين في الشكل (٢) • احذر من الحاق أي أذى بالمساري من مغناطيس الخلاط • عاير العينة المجهولة المنحلة بوساطة 2 N HCl مسجلا قراءات السحاحة وقيم الرقم الهيدروجيني pH على فترات زمنية مختلفة من المعايرة حتى يصل المحلول pH 1.0 . عاير ٢٠ مل من الماء المقطر (شاهد) بوساطة 2 N HCl مضيفا قطرة واحدة في كـل مرة في البدء ثم قطرتين فأربع قطرات حتى يصل المحلول الى pH 1.0 • سجل قيمـة كمية الحمض المضافة وقيمة الـ pH بعد كل اضافة •

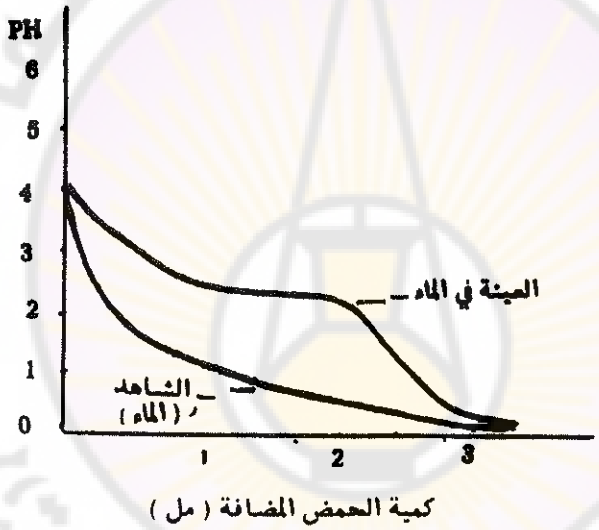


الشكـل رقم (٢)

٢ ـ زن كمية مماثلة (٤٠٠ ملغ) من العينة المجهولة وأذبها في (٢٠) مل مـاء مقطرا ثم عاير بوساطة 2 N NaOH . بالطريقة السابقة نفسها حتى يصل المحلول الى pH 12.0 ، ثم عاير (٢٠)مل من الماء المقطر كشاهد•لتحديدمنحني المعايرة الحقيقي لاية مادة يجب قياس كمية الحمض أو الاساس المستهلكة في معايرة المذيب (المـاء)

لكل رقم هيدروجيني pH ثم طرح هذه الكمية من تلك المستهلكة من قبل العينة للوصول الى الرقم الهيدروجيني pH نفسه • يبين المثال التالي (الجانب الحمضي) لمعايرة الحمض الاميني بالحمض إحدى الطرق المتوافرة لاجراء التصحيح المناسب •

٣ ــ ارسم بيانياً العلاقة بين حجم الحمض المضاف والرقم الهيدروجيني الناتج من أجل كل من العينة والشاهد (الماء) الشكل (٣) •



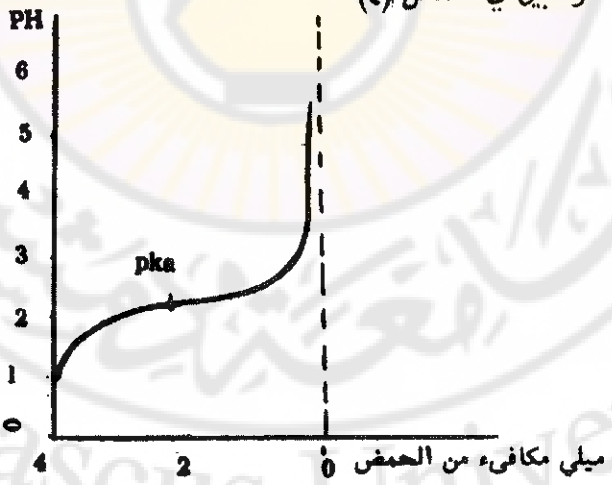
الشكل (٣) منحنيات غير مصححة للعينة والشاهد المائي

٤ ــ استنتج من المنحني البياني أو النتائج الاصلية جدولا مثل ذلك المبين أدناه الجدول (٨) تذكر فيه كمية الحمض اللازمة للوصول الى كل قيمة من الرقم الهيدروجيني pH • ثم اطرح حجم الحمض اللازم لجعل الماء (الشاهد) في كل قيمة من قيم الـ pH من حجم الحمض اللازم لجعل العينة في قيمة الـ pH نفسها • يمثل هذا الفرق كمية الحمض المستهلكة في معايرة العينة فقط •

الجدول (٨) يبين كميات الحمض المستعملة في معايرة محلول العينة والشاهد المائي

حجم الحمض (مل) ml 2 N H Cl			
pH	العينة + ماء	الشاهد المائي	الفرق
3.5	0.103	0.003	0.100
3.0	0.335	0.020	0.315
2.5	0.667	0.032	0.635
2.2	1.063	0.063	1.000
2.0	1.425	0.200	1.225

٥ ــ ارسم بيانياً العلاقة بين الرقم الهيدروجيني pH وعدد المكافئات الحمضية اللازمة لمعايرة العينة من الحمض الاميني لكل قيمةpH مستخدما نتائجك في الجدول كما هو مبين في الشكل (٤) .



الشكل (٤) منحني المعايرة الصحيح للعينة .

٦ ــ يجري تصحيح مماثل من أجل تحديــد الجانب الاساسي مــن المنحني البياني • حضر منحنيات معايرة مصححة كاملة للعينة المستخدمة •

يمثل عدد المكافئات الحمضية أو الاساسية المستهلكة في المعايرة والحصول على التواء كامل للمنحني (في منطقة التشرد المفرد كما هو مبين في الشــكل ٤) كمية الحمض اللازمة لمعايرة زمرة متشردة واحدة في كمية الحمض الاميني المستخدمة • احسب بوساطة استخدام هذه العلاقة وملاحظة عدد الالتواءات الكاملة للمنحني الذي حصلت عليه ، الوزن الجزيئي للعينة المدروسة •

تعرف نقطة نهاية المعايرة بالنقطة التي يرتفع منها الـ pH أو ينخفض بحــدة من جراء إضافة محلول المعايرة (الحمض أو الاساس) • تحدد هذه النقطة بدقــة أكبر في معايرة الحمض الاميني بالاساس • قارن الاوزان الجزيئية التي حصلت عليها من جراء معايرة كل زمرة متشردة • ما هو مدى التطابق بينها ؟ احسب باستخدام معادلة هندرسن ــ هازل بالخ قيمة pKa لكل زمرة متشردة تمت معايرتها • ما هي طبيعة العينة المجهولة المدروسة ؟•

تكون الزمر الامينية والكربوكسيلية ألفا للحموض الامينية ما عدا الطرفية منها مشكلة للروابط الببتيدية في البروتينات • ورغم ذلك فان البروتينات والببتيدات المتعددة تعد متحللات كهربائية جيدة • ان ذلك يعود الى تشــرد الزمــر الامينيــة والكربوكسيلية ألفا الطرفية وتشرد الزمر الكربوكسيلية والامينية الجانبية لبعض الحموض الامينية مثل (لايسين ، حمض اسبارتيك ، هيستيديــن)• وبذلــك فان للبروتينات منحنيات معايرة جيدة التحديد ونقاط تماثل كهربائي وسلوكية رحلانية كهربائية مميزة •

ملاحظة : ثمة طريقة أخرى لتحديد نقطة نهاية المعايرة اكثر دقة من التفحص البصري لمنحني المعايرة تتمثل في رسم العلاقة البيانية بين حجم سائل المعايرة المصحح

VOL + وحاصل ضربه بتركيز شوارد الهيدروجين (H^+) . VOL + بدلا من قيم الـ pH• يعطي ذلك التمثيل البياني من أجل زمرة منشردة مفردة خطاً مستقيما ذا انحدار (ميل) يساوي 1/Ka ويقطع محور العينات في نقطة تعطي Voleq أي حجم سائل المعايرة اللازمة لمعايرة الزمرة الى نقطة المعادلة • يمثل ذلك المستقيم بيانياً المعادلة التالية •

$$VOL^+ = Voleq - \frac{VOL^+ (H^+)}{Ka}$$

الحـالة الغرويـة

تمثل الحالة الغرويةالحالة الفيزيائية التي تتصف بها المادة الحية والتربة ، وهي الحالة التي يمكن أن تلاحظها في عدد من المواد المعدنية أيضا بعد حلها بالماء ٠

والجمل الغروية هي جمل ذات طورين كما هو الحـال في أي محلول إلا أن الطور المبعثر في هذه الجمل ليس بحالة جزيئية أو شاردية بل هو عادةتجمعات جزيئية تتراوح أبعاد دقائقها بين ($١٠^{-٣}$ ــ $١٠^{-١}$) ميكرونا ما عدا بعض الحالات الشاذة جداً تلك التي نلاحظها في حالة البروتينـات حيث ان البروتينات تتألف من جزيئات عملاقة جداً قد تصل أبعادها حتي ١٠ ميلي ميكرونات ، فتشكل كل جزيئة منفردة فتيتة لذا نطلق على محاليلها اسم الغرويات الجزيئية ، أما المحاليل الاولى فيطلق عليها اسم الغرويات الفتيتية ٠

إن الغرويات عادة اما أن تكون على شكل سائل (حلالة) SOL أو على شكل هلام (هلامـة)GELونميز منها الغرويـات المحبة للمـاء Hydrophilic colloids والغرويات الكارهة للماء Hydrophobic colloids .

تكون الدقائق الغروية مشحونة كهربائيا بشحنات متماثلة ونظرا لكونها ذات حجم كبير لذا يمكن أن تمتز على سطحها عدة شحنات تحيط بها شحنات معاكسة من وسط البعثرة فتشكل الطبقة الكهربائية المضاعفة حول الفتيتة ٠

تسمى الغرويات التي تنجم عن بعثرة سائل في سائل آخر حيث يكون الطـور المبعثر على شـكل قطيرات أبعادها تتـراوح بين (٠٫٠٠١ ــ ٠٫١) ميكـرون المستحلبات ٠

نعرض فيما يلي طرق تحضير بعض الفرويات •

تعرف على بعض خواص هذه الجمل الفروية •

مراحل العمل التجريبي :

المواد والادوات :

ـ ماء مقطر ـ زهر الكبريت ـ كحول ايتيلي تركيز ٩٥٪ ـ كلور الحديد آغار ـ كلور الالمنيوم ـ كلور الكلسيوم ـ هيدروكسيد الصوديوم ـ آسيتات الرصاص ـ زيت ـ محلول أزرق الميتلين ـ ملون ثالث السودان •

ـ أنابيب اختبار سعة ٤٠ مل عدد (٦) • مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل ـ بيكر سعة ١٠٠مل عدد (٤) ـ وعاء زجاجي ذو جدران مسطحة ومتوازية • منبع ضوئي ـ حمام مائي •

طريقة العمل :

١ ـ الفرويات الكارهة للماء :

آ ـ ضع في انبوب تجربة ١٠ مل من الكحول الايتلي تركيز ٩٥٪ ، أضف اليه حفنة صغيرة من الكبريت ، سخن في حمام مائي حتى الغليان ثم اترك الكبريت يرسب • فسر ماذا حصل ؟•

صب السائل الطافي في ١٠٠ مل من الماء المقطر وذلك مع التحريك ماذا تلاحظ؟ ضع الحلالة التي حصلت في وعاء زجاجي ذي جدران مسطحة ومتوازية • سلط عليها حزمة ضيقة من الاشعة الضوئية ماذا تلاحظ ؟• فسر هذه الحادثة •• •

ب ـ حضر (٥) مل من محلول كلور الحديد بنسبة ٣٠٪ •

أضف الى ١٠٠ مل من الماء المقطر بحالة الغليان ، قطرات من محلول كلور الحديد السابق •

لاحظ تغير اللون بعد اضافة القطرتين الاولى والثانية • إن ما حدث هو حلمهة $Fe\ Cl_3$ الى هيدروكسيد الحديد $Fe\ (OH)_3$ المنحل الذي يعطي أكسيد الحديد غير المنحل Ferric oxide ، ولا يكتمل التفاعل بل نجد في الوسط الشوارد Fe^{+++} ، H^+ ، OH^- ، Cl^- بالاضافة الى أكسيد الحديد العالق • ضع هذا المحلول في وعاء زجاجي ذي جدران مسطحة ومتوازية ، سلط شعاعا ضوئيا على هذا المحلول• سجل ماذا تلاحظ ، فسر ذلك •

جـ ــ ضع قطرة من اللبن النباتي على صفيحة زجاجية ضمن قطرة ماء • غطِّ المحضر بساترة • ضع قطرة من الحبر الصيني على صفيحة زجاجية ضمن قطرة من الماء المقطر • غطِّ المحضر بساترة •

ادرس الحركة البراونية في كلا المحضرين

٢ ــ الغرويات المحبة للماء :

حضر ٢٥ مل من الاغار في الماء الساخن لدرجة الغليان بتركيز ١ر٠٪

خذ ٢ــ٣ مل من هذه الحلالة في أنبوب كبير وأضف كمية من الكحول الايتيلي ٩٥٪ ماذا تلاحظ ؟

في انبوب آخر ضع ٢ ــ ٣ مل من حلالة الآغار وأضف اليها ٢ر٠ غ من ملح $Al\ Cl_3$ • حرك حتى ذوبان الملح • ماذا تلاحظ ؟

أعد التجربة مستخدما في آن واحد الكحول والملح •

ان نزع جزيئات الماء بالكحول يؤدي الى تشكل طورين ، أحدهما غني بالفتيتات (micelles) إنما لا يزال يشتمل على الماء بنسبة كافية ليبقى سائل القوام، أما الطور الآخر فيكون أفقر بالفتيتات • يمثل الطور الاول حالة وسطية اذ أن اضافة الماء تؤدي الى انحلاله (بينما لا ينحل في وسطه الذي تشكل فيه) كما أن اضافة الكحول تؤدي الى تسبخه Flocculation . ولقد أطلق اسم Coacervat على حالة التسبخ الناقصة المشاهدة في الطور الاول المذكور ، وهي على ما يعتقد أقرب حالة

فيزيائية كيميائية صنعية يمكن مقارنتها بحالة المادة السيتوبلاسمية الحية ، والواقع ان الكحول جرد الفتيتا تمن بعض مائها •

ان إضافة الشوارد الى المحاليل الغروية تعمل على تسبخها اذ أنها تعدل شحنات الفتيتات الكهربائية التي هي من عوامل استقرارها وبعثرتها •

٣ ـ الاستحلاب Emulsion

وقد يكون من النمطين التاليين :

ـ نمط بعثرة الزيت في الماء ويتحقق بوساطة عوامل مختلفة منها الصابون القلوي •

ـ نمط بعثرة الماء في الزيت ويتحقق بوساطة صابون لمعدن ثقيل •
ويمكن قلب الاستحلاب من نمط الى آخر •

١ ـ ضع في انبوب ١٠ مل من الزيت (لونه بذرة من السودان) المشتمل على حمض الزيت تركيز ٥ر٠٪ أضف فوقه ١٠ مل ماء مقطر (لونه بقطرة من أزرق الميتلين) • وخض •

٢ ـ اعد الفقرة (١) في أنبوب اختبار آخر ثم أضف ١ مل من NaOH ١ر٠ نظاميا وخض •

٣ ـ أعد الفقرة (٢) في انبوب اختبار ثالث ثم أضف ١ مل من $Ca\ Cl_2$ ١ر٠ نظاميا وخض •

٤ ـ أعد الفقرة (١) في انبوب اختبار رابع ثم اضف ١ مل اسيتات الرصاص ١ر٠ نظامياً وخض •

ماذا تلاحظ • فسر النتائج ؟•

الحلول والانتشار

١ ـ الحلول Osmosis

يتم انتشار الماء عبر الاغشية الخلوية في العملية المعروفة بالحلول osmosis فقط • ان فهم ديناميكية الحلول وأهمية الكمية الفيزيائية التي يعبر عنها الضغط الحلولي ضروري لتفسير العلاقات بين الماء وبين الخلايا والنسج النباتية • فتجربة دوتروشيه تبين انتشار الماء ، هذا الانتشار الذي يعد مثالا على حادثة الحلول •

يتشكل نتيجة دخول الماء الى أنبوب دوتروشيه ضغط في المحلول المحصور فيه ويتعرض الطرف الداخلي لغشاء السلوفان الى هذا الضغط ، فاذا كان الغشاء غير قابل لنفوذ المادة المنحلة فمن الواضح أن الجملة بكاملها تصل الى حالة توازن حيث لا يمكن بعد ذلك الحصول على أي زيادة في حجم الماء داخل الانبوب • ومن الجدير بالذكر انه عندما تذكر عبارة حركة المذيب في حادثة الحلول فانه يقصد بها دائما الحركة الاجمالية التي تكون دائما من منطقة الضغط الانتشاري المرتفع بالنسبة للماء الى منطقة الضغط الانتشاري المنخفض وبذلك فان الحلول هو انتشار المذيب وليس المحلول عبر الغشاء نصفي النفوذ ، وتعد حالة خاصة من حالات الانتشار •

لابد لفهم آلية الحلول من دراسة بعض المعطيات العامة المتعلقة بقوانين الحلول كدرجات النفوذية المختلفة ثم الضغط الحلولي وقيم الضغط الحلولي للخلايا •

تنجم النواحي التي تميز عملية الحلول عن عمليات الانتشار الاخرى ـ بصورة رئيسة ـ عن وجود الغشاء ذي النفوذ الاصطفائي • وان قابلية النفوذ غير قابلة للفصل عن فكرة الغشاء فهي صفة للغشاء وليست صفة للمادة المنتشرة خلاله • ويمكن أن تقوم طبقات أو صفائح رقيقة من مواد مختلفة كالسيلوفان والجيلاتين وفيروسيانيد النحاس بدور الاغشية • تكون بعض الاغشية غير قابلة لنفوذ جميع المواد في حين تسمح بعض الاغشية الاخرى بانتشار كل المواد أو معظمها • لكن بعض الاغشية

ذات الاهمية الحيوية هي تلك المعروفة بالاغشية ذات النفوذ الاصطفائي حيث تسمح هذه الاغشية بانتشار بعض المواد بسرعة أكبر من سرعة انتشار المواد الاخرى ، وتكون عادة غير قابلة لنفوذ بعض المواد في حين تسمح لمواد اخـرى بالانتشار مـن خلالها بحرية كبيرة • وتعود قابلية نفوذ الاغشية هذه الى صفاتها شبه الغربالية •

تكون بعض الاغشية ذات نفوذ اصطفائي لان بعض المواد اكثر انحلالا فيها من بعضها الآخر • يمكن اظهار هـذه الصفة في تجربة انتشار الايتر ثم الكلورفورم ثم الكزايلين في الطبقة المائية التي تمثل غشاء نفوذاً اصطفائياً •

مراحل العمل التجريبي :

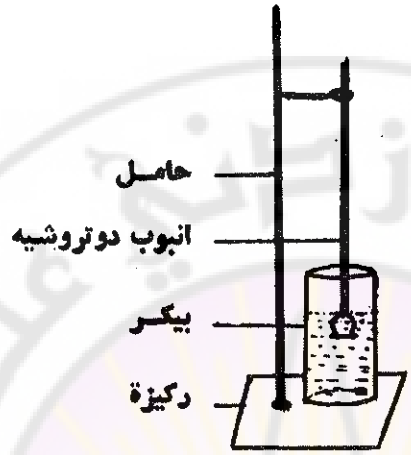
المـواد والادوات :

ـ سكروز ـ كبريتات نحاس ـ فيروسيانيد البوتاسيوم ـ ماء ملون بأزرق الميتلين ـ كزايلين ـ كلورفورم ـ إيثر ـ ورق سيلوفان ـ خيط من الحرير ـ قلم تخطيط ـ أنبـوب دوتروشيه عدد (٢) ـ بيكر سـعة ٥٠٠ مل عـدد (٢) ـ أنابيب اختبار سعة ٢٠ مل عدد (٣) ـ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (١) ـ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١)ـ مقياس مدرج سعة ١٠مل عدد (١) • مقص •

طريقة العمـل :

١ ـ تجربة دوتـروشيه :

خذ أنبوبي دوتروشيه • سد فتحة القمع العريضة لكل منهما بغشاء نصف نفوذ من السيلوفان ثم صب في الأول محلولا من السكروز بتركيز ٢٠٪ ، وفي الثاني ٤٠٪ وذلك حتى تملأ القسم العريض من الانبوب كما في الشكل (٥ـآ) • أشـر على سوية المحلول بخط ملون • ضع كل واحد من الانبوبين على حامله • غطس كل قمع في بيكر مشتمل على الماء المقطر بحيث يكون سطح الماء والمحلول في الاناءين على سوية واحدة • تابع ارتفاع سطح المحلول في القسم الدقيق من القمع حتى بلوغه السوية العليا ، وذلك خلال ساعة ونصف الساعة على الاقل •



شكل رقم (٥ ـ ٢)

ماذا تلاحظ ؟ فسر النتائج •

٢ ـ الاغشية النصفية النفوذ :

حضر ١٠ مل من محلول كبريتات النحاس بتركيز ٥٪ • ضع في انبوب اختبار بلورة من فيروسيانيد البوتاسيوم فوق المحلول السابق ودون تحريك راقب تشكل الغشاء المتشكل وانتفاخه وتمزقه وعودة تشكل غشاء جديد •

كيف تشكل هذا الغشاء ؟ علل انتفاخه وتمزقه ثم تشكل الغشاء الجديد •

٣ ـ الاغشية الاصطفائية النفوذ :

صب في أنبوبي اختبار ٥ مل من الكلوروفورم • صب فوق كل منهما وبتأني ١ مل من الماء الملون بأزرق الميتلين وذلك بوساطة قطارة •

ضع في الانبوب الاول ٥ مل من الايتر (بوساطة قطارة) دون أن تغير وضع المائعين السابقين •

ضع في الانبوب الثاني ٥ مل من الكزايلين (بوساطة قطارة) •

سد الانبوبين بسدادتين واحتفظ بهما أسبوعا كاملا •

ماذا تلاحظ ؟ فسر النتائج •

٢ ـ الانتشار Diffusion

تتمتع جزيئات المادة المنحلة أو شواردها بطاقة حركية كافية من أجل تحركها من مكان الى آخر ضمن حدود المحلول •

يجري انتشار أي مادة منحلة باتجاه يتوافق مع الاختلافات في الضغوط الانتشارية للمادة المذكورة بغض النظر عن شدة انتشار المواد المنحلة الاخرى أو اتجاهها التي قد تكون موجودة في الجملة الانتشارية نفسها •

تتأثر شدة انتشار جزيئات المادة المنحلة كما هو الحال مع الغازات بدرجة الحرارة ، طبيعة الوسط الانتشاري ، تركيزه وتدرج الضغط الانتشاري • لكن نظرا لان المادة المنحلة تكون بحالة سائل أثناء وجودها في المحلول فان شدة انتشار المواد المنحلة قد تتأثر بالعوامل الاضافية التالية :

آ ـ حجم الدقائق المنتشرة وكتلتها : فالجزيئات والشوارد الصغيرة تنتشر بسرعة أكبر من سرعة انتشار الجزيئات والشوارد الكبيرة• كذلك بالنسبة للجزيئات والشوارد التي ترتبط بجزيئات الماء ، يزداد حجمها فتقل بالتالي سرعة انتشارها بالنسبة للشوارد والجزيئات قليلة الارتباط بجزيئات الماء • وتعد كتلة الجزيء المنتشرة أيضا عاملاً يؤثر في شدة الانتشار حيث أنه عندما تكون الجزيئات متماثلة بالحجم فان الثقيلة منها (ذات الكتلة الكبيرة) تنتشر بسرعة أبطأ بكثير من سرعة انتشار الجزيئات الخفيفة (ذات الكتلة الصغيرة)•

ب ـ قابلية الانحلال : تزداد شدة انتشار المادة المنحلة في السائل ـ بصورة عامة ـ كلما ازدادت قابلية انحلالها فيه ، ويمكن تعليل هذا التأثير لقابلية الانحلال في شدات الانتشار بصورة رئيسة بوساطة تأثيرها في تدرج الضغط الانتشاري ،وذلك لانه يمكن الحصول على تدرجات انتشارية اكثر انحدارا عندما تزداد قابلية انحلال المادة المنحلة في السائل .

جـ ـ تتوقف شدة الانتشار على مقـدار الفرق في الضغط الانتشاري بين طرفي الجملة الانتشارية والمسافة التي يتوجب على الجزيئات المنتشرة أن تقطعها أثناء انتشارها من منطقة ذات ضغط انتشاري مرتفع الى منطقة ذات ضغط انتشاري منخفض ويعادل

$$\text{التدرج في الضغط الانتشاري} = \frac{\text{الفرق في الضغوط الانتشارية بين طرفي الجملة الانتشارية}}{\text{المسافة التي تقطعها الجزيئات المنتشرة}}$$

مراحل العمل التجريبي :

المـواد والادوات :

سكروز ـ محلول أزرق الميتلين بتركيز ١٪ ـ هلام ـ كبريتات النحاس ـ شمندر غني بالانتوسيان ـ كحول ايتيلي ٩٥٪ ـ كلورفورم .

بيكر سعة ١٠٠مل عدد (٣)ـ مقياس مدرج سعة ١٠٠مل عدد (١) ـ انبوب اختبار سعة٢٠مل عدد ١٢ ـأنبوب مفتوح الطرفين طوله ٥ سم وقطره ٥ر٠سم عدد (٢) ـ ميزان حرارة . بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (١) ـ سخانة ـ ثلاجة .

طريقة العمـل :

١ ـ انتشار المادة المنحلة في سائل :

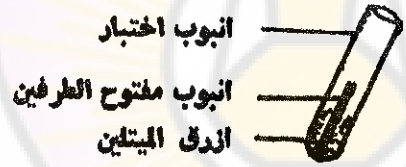
ضع في بيكر محلولا مركزا من السكروز . ضع بضع بلورات من كبريتـات النحاس . لاحظ المسافة التي تقطعها المادة المنتشرة .

٢ ـ انتشار سائل في سائل آخر واثر درجات الحرارة :

ضع في كل من أنبوبي اختبار (٥) مل من محلول السكروز المركز • ضع بوساطة قطارة وحسب جدار الانبوب ١ مل من أزرق الميتلـين تركيز ١٪ في كل أنبوب • ضع هذه الأنابيب في حرارات متباينة (٥° ، ٢٥°)م لاحظ النتائج بعد ساعة ونصف الساعة على الاقل • فسر النتائج •

٣ ـ الانتشار في الوسط الصلب واثر درجات الحرارة في الانتشار :

حضر ٢٠ مل من الهلام بتركيز ١٠٪ • ضع هذا الهلام في أنابيب دقيقة مفتوحة الطرفين وهو ساخن • اترك الهلام حتى يبرد ويتصلب • ضع هذه الانابيب الدقيقة ضمن أنابيب تجربة • صب فيها محلولا من أزرق الميتلين بتركيز ١ر٠٪ حتى منتصف الانبوب الدقيق كما في الشكل (٥ ـ ب) ـ سدالانابيب بسدادات وضعها في حرارات متباينة (٥° ، ٢٠°) م • قارن السوية التي وصل اليها الصبغ بعد عـدة أيام (أسبوع) •



الشكل رقم (٥ ـ ب)

٤ ـ دراسة بعض العوامل المؤثرة في نفوذية الاغشية الخلوية :

يتأثر نفوذ الاغشية الخلوية بعوامل خارجية كثيرة منها : التجلد ، المذيبـات العضوية والحرارة العالية ولتوضيح هذا الاثر نجري التجارب التالية :

حضر ١٠ قطع من جذر الشمندر الغني بالانتوسيان بطول ٤ سم وعرض ١ سم

وثخن ٣ مم ــ اغسل هذه القطع في ماء عــادي مدة ١٠ دقائق لازالة الاصبغة عن الخلايا المعطوية ثم ضعها في بيكر مشتمل على الماء المقطر •

ضع قطعة من القطع في حرارة منخفضة جدا حتى التجلد وذلك لفترة كافيــة (في الثلاجة) ثم في أنبوب مشــتمل على ١٥ مل من الماء المقطر في حرارة الغرفــة ولمدة ساعة واحدة •

ضع قطعة من الشــمندر في أنبوب مشــتمل على ١٥ مل مــن مزيج من الماء والكحول أو الماء المضاف اليــه قطرتان من الكلوروفورم • حــرّك الانبوب من آن لآخر •

ضع قطعة من الشمندر في أنبوب مشتمل على ١٥ مل من الماء المقطر (شاهد) سخن ٥٠٠ مل من الماء المقطر الى درجة ٧٠° م ، غطس قطعة من الشمندر في هــذا الماء مدة دقيقة واحدة ثم انقلها الى أنبوب مشتمل على ١٥ مل من الماء المقطر البــارد أعد التجربة على قطع مماثلة انما في الحرارات التالية :

٦٥° ، ٦٠° ، ٥٥° ، ٥٠° ، ٤٥° م •

اترك الانابيب مدة ساعة كاملة ثم استخرج منها القطع • خض الانابيب وقارن لونها مع التجربة الشاهدة للوقوف على مقدار خروج الصبغ من الخلايا التي تعرضت لعوامل مختلفة • فسر النتائج •

قياس الضغط الحلولي
والعجز في الضغط الانتشاري للعصارة الخلوية

١ ـ قياس الضغط الحلولي Osmotic pressure

الضغط الحلولي هو الضغط الاعظمي الذي يتشكل في المحلول المائي الموضوع في مقياس الضغط الحلولي الخاضع لشروط مثالية معينة • تصنع معظم مقاييس الضغط الحلولي من أوعية مسامية اسطوانية الشكل رسب في مسامها أغشية نصفية النفوذ مكونة من فيروسيانيد النحاس • يقاس الضغط الحلولي المتشكل في هذه المقاييس بوساطة مقياس ضغط سوائل زئبقي حساس أو بوسائل أخرى • تتضمن الشروط المثالية التي يجب أن تتوافر في مثل هذه المقاييس ما يلي :

١ ـ يجب أن يكون الغشاء نصفي النفوذ نفوذاً لجزيئات المذيب فقط •

٢ ـ يجب أن يغمر الغشاء في المذيب النقي •

٣ ـ يجب الحصول على التوازن في الضغط دون أن يحصل تمديد معتبر للسائل الموجود في مقياس الضغط الحلولي ، أي يجب أن يكون الغشاء نصفي النفوذ عديم المرونة •

٤ ـ يجب السيطرة على درجة الحرارة في مقياس الضغط الحلولي كما يجب تسجيل تبدلات درجة الحرارة فيه لان الضغط الحلولي لمحلول ما يكون تابعاً بصورة جزئية لدرجة حرارته •

تميز قيمة الضغط الحلولي في درجة حرارة معينة المحلول المائي بما يلي:

١ ـ قيمة الضغط الاعظمي المتشكل عند وضع المحلول المائي في مقياس الضغط الحلولي ووصوله الى حالة التوازن مع الماء النقي في درجة الحرارة نفسها •

٢ ــ مقدار انخفاض الضغط الانتشاري للماء النقي نتيجة اضافة المادة المنحلة اليه (المحلول المائي) أي مقــدار العجز في الضغط الانتشــاري للمــاء في المحلول. والضغط الانتباجي هو الضغط الحقيقي الذي يتشكل عندما تكون الجملة الحلولية مغلقة نتيجة حادثة الحلول • يتمتع أي محلول بضغط حلولي واحد في درجة حرارة معينة في حين يكون ضغطه الانتباجي متبدلا • يقع الضغط الانتباجي للمحلول في الحالات العادية ضمن مجال يتراوح بين الصفر ومقدار الضغط الحلولي للمحلول نفسه وقد يفوق الضغط الحلولي في بعض الظروف المعينة وقد يتمتع بقيمة سلبيــة في ظروف أخرى ويكون معاكسا للاغلفة المحددة للجملة الحلولية •

تحدد المعادلة البسيطة التالية العلاقة بين العجز في الضغط الانتشاري والضغط الحلولي والضغط الانتباجي في حالة توازن الجملة الحلولية :

$$DPD = OP - TP$$

يعتمد في قياس الضغط الحلولي للعصارة الخلوية كثيرا على طريقة الانكماش السيتوبلاسمي Plasmolytic method التي كان العالم Devries ١٨٨٤ أول من طبقهــا •

تحضر سلسلة من محاليل السكاروز بتراكيز جزيئية حجمية متدرجة أما رتبة هذه التراكيز فتختلف باختلاف النسج المدروسة •

يلاحظ لدى وضع النســج في هذه المحاليل أن بعضهــا قد انكمشت خلاياه انكماشا كليا واضحا في حين ان بعضها الآخر الذي وضع في المحاليل الممددة لم يطرأ على خلاياه أي انكماش • الا أن هناك واحدا من التراكيز يبقى فيه نصف الخلايــا دون انكماش والنصف الآخر في حالة انكماش بدئية •

يعتقد أن وسطي الضغط الحلولي لخلايا النسج يعادل قيمة الضغط الحلولي للمحلــول الاخــير والــذي يســمى الضغــط الحلــولي لبدايــة الانكمــاش

Osmotic pressur at incipient plasmolysis • أما تقـدير هذا الضغط الحلـولي بالضغوط الجوية فيمكن استخلاصه بوساطة العلاقة التالية :

$$OP = \frac{22.4.\ M\ t}{273}$$

ولأن الجزيء الغرامي الواحد يمثل في الضغط الجوي الواحد ٢٢٫٤ ليتـرا فاذا شغل حجم ليتر واحد كان ضغطه ٢٢٫٤ من الضغوط الجوية •

ملاحظة : لا تستعمل هذه المعادلة الا للمحاليل غير المتشـردة كما لا تنطبق الا على المحاليل الممددة (أقل من 0.5 M) •

مراحل العمل التجريبي :

المـواد والادوات :

ـ سكروز ـ أوراق التراديسكانتيا Tradescantia zebrina ـ ماء مقطر •

ـ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (١) ـ بيكر سعة ٥ مل أو زجاجات ساعة عـدد (٩) ـ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ـ مقياس مدرج سعة ٢٠ مل عدد (١) صفائح زجاجية ـ سواتر ـ مجهر •

طريقة العمـل :

حضر محلولا من السكاروز بتركيز 0.5 M وبدءا منه حضر 20 ml بالتراكيز التالية : 0.4 M , 0.3 , 0.28 , 0.26 , 0.24 , 0.22 , 0.20 , 0.18 , 0.16 . •

ضع هذه المحاليل في بياكر صغيرة أو (زجاجات ساعـة) • اقلـع البشـرة الخارجية الملونة من أوراق نبات التراديسكانتيا Tradescantia zebrina وضع قطعا منها في المحاليل السابقة ، اترك المقاطع مدة ٣٠ دقيقة تماما ثم افحص خلاياها تحت المجهر بعد رفعها ضمن قطرة من المحلول الذي كانت غاطسه فيه بالذات •

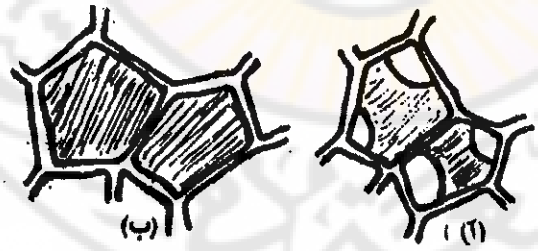
لاحظ الخلايا المنكمشة في ساحة المجهر • احص عددها واحص عدد الخلايا غير المنكمشة •

يعد التركيز الذي أدى الى انكماش نصف عدد الخلايا في النسيج المدروس مساويا وسطي الضغط الحلولي للخلايا •

أما الخلايا المدروسة فيلون عصارتها الفجوية صبغ انتوسياني يشير بوضوح الى الخلايا فيما اذا كانت منكمشة أو لا • فهو يبتعد عن الجدار الخلوي في احدى نواحي الخلية في حالة الانكماش ويملأ الخلية بأجمعها في حالة الانتباج • كما في الشكل (٦) •

بالاعتماد على هذه الطريقة يمكن تحديد تركيز محلول مجهول من السكر •

يمكن في هذه التجارب استخدام مقاطع مماسيه في جذور الفجل الحمراء وكذلك البشرة السفلى لاوراق نبات السجادة Coleus .



الشكل (٦) آ ـ الخلايا في حالة انكماش ب ـ الخلايا في حالة انتباج

٢ ـ قياس العجز في الضغط الانتشاري للعصارة الخلوية

Diffusion pressure Deficit

يسمى مقدار انخفـاض الضغط الانتشاري للمـاء في محلول معـين بالنسبة للضغط الانتشاري للماء النقي في درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي نفسه بالعجز في الضغط الانتشاري • يمكـن استعمال هـذه الكمية في تفسير الحلول وظواهر الانتشار التي تشترك فيها جزيئات الماء حتى ولو لم يُعرف المقدار الحقيقي للضغط الانتشاري للماء •

ان العجز في الضغـط الانتشاري للمحلول يساوي الضغط الحلولي لهـذا المحلول • وتجري عملية الحلول من منطقة العجـز في الضغط الانتشاري المنخفض الى منطقة العجز في الضغط الانتشاري المرتفع (بالنسبة للماء) وتستمر عملية الحلول حتى يصبح العجز في الضغط الانتشاري متكافئا على طرفي الغشاء نصف النفوذ وغير المرن الذي يفصل المحلول الموجود في أنبوب دوتروشيه عن الماء الموجود في البيكر •

أما الاغشية الخلوية في المتعضيـات الحية فهي أغشية مرنة الى حدٍ ما وان دخول الماء لدى وضع الخلية في الماء النقي الى داخـل الخلية يؤدي الى تعقيدات جديدة في التبدلات الطارئة على الضغط الحلولي في المحلول الداخلي (داخل الخلية) وتشكل ضغط انتباجي من جهة ثانية نظرا لتمديد المحلول الداخلي •

عندما توضع الخلية في المـاء المقطر يلاحظ عـادة دخول الماء الى الخلية نظراً لضغطها الحلولي المرتفع • وما أن تمتلىء الخلية حتى تبدأ محتوياتها بالضغط على الغلاف الخلـوي ضغطا متزايـدا بتزايد دخول الماء نسـميه الضغط الانتباجي • عندما تبلغ الخلية انتباجها الاعظمي يكون الضغط الانتباجي قـد بلغ حده الاقصى وأصبح معادلا للضغط الحلولي فيتوقف دخول الماء الى الخلية •

$$OP = TP$$

$$OP - TP = 0$$

اذا أردنا أن نعرف وضع الخليـــة من حيث قدرتها على امتصاص الماء أو على اخراجه لا يمكن أن نعتمـــد على قياس الضغط الحلـــولي فقط بل يجب معرفة قيمة الفرق بين الضغط الحلولي والضغط الانتباجي • هذا الفرق هو الذي نسميه عجز الضغط الانتشاري للخلايا ونرمز اليه :

$$DPD = OP - TP$$

فعندما يكون الضغط الانتباجي صغيرا بالنسبة للضغط الحلولي يصبح بامكان الخلية امتصاص كمية من الماء اضافية ، فاذا وضعت الخلايا في وسط تركيزه يعادل تماما قيمة العجز DPD لما استطاعت الخلية امتصاص تلك الكمية من الماء وحافظت بالتالي على وزنها • تلك هي المبادىء التي نعتمد عليها في تقدير قيمة DPD الهامة • ويجب أن نلاحظ هنا أنه عندما حاولنا تعيين قيمة الضغط الحاولي في الخلية بطريقة الانكماش السيتوبلاسمي كنا نبحث عن القوة التي بها يدخل الماء الخلية والضغط الانتباجي فيها معدوم •

مراحل العمل التجريبي :

المـواد والادوات :

ـــ سكروز ـــ بطاطا ـــ ماء مقطر •

ـــ بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (١) ـــ بيكر سعة ٢٠٠ مل عدد (١١) ـــ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ـــ ثاقبة فلين قطر (١) سم عدد (١) ـــ ثاقبة فلين قطر (٥ر٠) سم عدد (١) ـــ موس ـــ ورق ترشيح ـــ ميزان حساس كهربائي ـــ علبة بتري •

طريقة العمـــل :

حضر المحاليل التالية من السكروز :

0.15 , 0.20 , 0.25 , 0.30 , 0.35 , 0.40 , 0.45 , 0.50 , 0.55 , 0.60 M ، ماء مقطر (١٠٠ مل من كل محلول) وذلك اعتبارا من ٥٠٠ مل 1 M من السكروز •

ضع ١٠٠ مل من كل محلـول من هذه المحاليـل على انفراد في اناء زجاجي (بيكر) ثم حضر بأقصى سرعة ممكنة النماذج النباتية على النحو التالي :

انزع قشرة البطاطا ، استحصل من الادران بوساطة ثاقبة فلين قطرها (١) سم تقريبا على قطع اسطوانية (احدى عشرة قطعة) طول كل منها (٤) سم ، ضع القطع في اناء مغطى (علبة بتري) قطع بوسـاطة موس كل قطعة اسطوانية على حده الى شرائح رقيقة ، اغسلها بسرعة في الماء (مجموعة شـرائح القطعة الواحدة) أزل الماء العالق من سطوحها بورق الترشيح ثم زنها بدقة وضعها في أحد المحاليل : أعد العملية نفسها بالنسبة لجميع القطع الاسطوانية مع مراعاة أن يكون عدد شرائح كل قطعـة متماثلا مع بقية القطع .

بعد ساعتين من وضع القطع في محاليلها خـذ القطع وأزل عنها المحلول بورق الترشيح ثم أعد وزنها بدقة . أجر ذلك بالنسبة لكل اناء .

رتب النتائج في جـدول وضع فيه التركيـز ، الوزن الاول ، الوزن الاخير ، الفرق بينهما والنسبة المئوية لهذا الفرق .

ارسم خطا بيانيا موضحا فيه تبدل الوزن حسب تركيز المحلول . فسر النتائج.

ملاحظة : ابدأ بتحضير تجربة قياس العجز في الضغط الانتشاري . حضـر خلال ساعتي الانتظار تجربة قياس الضغط الحلولي .

امتصاص المـاء في النباتات الراقيـة وجولانه وانطـلاقه منهـا

١ ـ التعرق النبـاتي :

هو فقدان بخار الماء من النباتات • تشكل الاوراق النباتية الاعضاء التعرقية الرئيسة ، ويجري معظم التعرق منها عن طريق المسام Stomata • يتبخر الماء مـن الاغلفة الخلوية للنسيج الحشوي في الورقة الغني بالفراغات الهوائية فتصبح مشبعة ببخار الماء الذي ينتشر الى الوسط الخارجي عبر المسام المفتوحة وفق مبادىء انتشار الغازات أي من منطقة الضغط البخاري المرتفع الى منطقة الضغط البخاري المنخفض•

تكون المسام تارة مفتوحـة وتارة أخرى مغلقـة وهي ثقوب في بشرة الورقة تحاط بخليتين سميتين تتميزان عن خلايا البشرة الاخرى المجاورة باحتوائها عـلى صانعات خضراء وكمية أكبر مـن البروتوبلاسما • تقدر أبعاد المسام بالميكرونات وهي أكبر بكثير من حجـوم جزيئات الغازات المنتشرة خلالها ويتراوح عددها بين بضعة آلاف الى مئة ألف سم في كل سم^2 من الورقـة ويعتمد عددها على النوع النباتي وظروف الوسـط التي سيطرت على تشكل الورقـة • تتوضع المسام على البشرة السفلية للورقة بصورة عامة ما عدا شواذ قليلة ويسيطر على انفتاحها عـدة عوامل نذكر منها :

١ ـ انتباج الخلايا السمية بالنسبة للخلايا البشرية المجاورة •

٢ ـ الضوء الذي يزيد تركيز السكاكر المنحلة فيها فيزيدها انتباجا •

٣ ـ محتوى النبات المائي •

٤ ـ درجة الحرارة •

تتأثر شدة تعرق النباتات بعدة عوامل هي :

١ ـ الاشعاع الشمسي : يزيد شدة التعرق •

٢ ـ الرطوبة : تخفض شدة التعرق •

٣ ـ درجة الحرارة : تزيد شدة التعرق •

٤ ــ الرياح : تزيد الرياح الخفيفة شـدة التعـرق في حـين تخفضها الرياح الشديدة •

٥ ــ امكان الحصول على الماء •

عندما يزداد امتصاص النبات للماء تزداد شدة التعرق والعكس صحيح • تؤثر عوامل التربة المعيقة للامتصاص مثل انخفاض محتوى التربة المائي ، درجة الحرارة ، تهوية التربة وتركيز محلول التربة بشكل مماثل في التعرق •

٦ ــ الملامح البنائية للنباتات مثل سطح الورقة ، توزع الجملة الجذرية وبنيتها الشكلية العامة ، ثخانة الطبقـة الفشيرينية ، وجود الاوبار ، حجم المسام وتوزعها وبنيتها ، النسبة بين سطح الورقـة الداخلي وسطحها الخارجي بالاضافة الى مقدار الضغوط الحلولية لخلايا الورقة وسلوكية المسام •

مراحل العمل التجريبي :

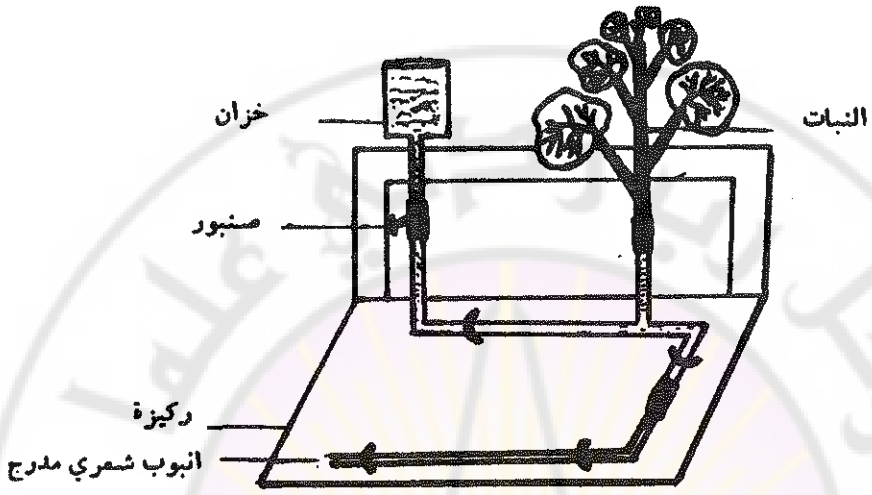
المـواد والادوات :

نبات الخبيزة Malva rotandifolia ــ فازلين ــ خيطان حرير ــ منظفات •

جهاز التعرق Potometer يشتمل على أنبوب شعري مدرج ينتهي طرفه الواحد بثقب صغير واحد أما الطرف الآخر فيتصـل بأنبوب عريض نوعا ما بوساطة وصلة مطاطية • يتصل بهذا الانبوب (بوساطة صنبور) خزان صغير للماء • ولهذا الانبوب فرع زجاجي له العرض نفسـه ينتهي بأنبوب مطاطي يوضـع فيه النبات • لاحظ الشكل (٧) • ــ وعاء بلاستيكي كبير ــ موس ــ منبع ضوئي ــ مروحة كهربائية بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (١) ــ سخانة •

طريقة العمـل :

نظف الجهاز جيدا بالماء الساخن والصابون • اشطفه جيدا بالماء • املأ الجهاز بالماء الساخن حتى الغليان ثم اتركـه ليبرد • ان الغايـة من استعمال الماء الساخن الحرص على عدم تشكل فقاعات هـواء في الجهاز • املأ الوعاء البلاستيكي بالماء العادي • اختر غصنا حاملا لعدة أوراق (٨ ــ ١٠) بحيث يتناسب قطره مع قطـر



الشكل رقم (٧)

الانبوب المطاطي • اقطع الغصن تحت الماء في الوعاء البلاستيكي (منعا لدخول الهواء في النسيج الوعائي) مراعيا وقاية أوراق النبات من البلل • ادخل جهاز التعرق تحت الماء في الوعاء البلاستيكي • افتح الصنبور • ادخل النبات في الانبوب المطاطي • ادهن حواف الانبوب المطاطي بالفازلين • أغلق الصنبور • اخرج الجهاز من الماء واربط النبات الى طرف الجهاز اذا احتاج الامر بخيط من الحرير • تتشكل بعد فترة وجيزة في داخل الانبوب الشعري المدرج فقاعة هواء • ان سير هذه الفقاعة على طول الانبوب يدلنا على تعرق النبات ، ويعطينا فكرة نسبية عن شدة هذه الوظيفة •

يمكن دراسة تأثير عوامل الوسط الخارجي المختلفة في التعرق وبخاصة عاملي الانارة والتهوية •

عرّض النبات للنور لمدة خمس دقائق • أعد فقاعة الهواء الى نقطة الصفر بفتح الصنبور ثم اغلاقه • احسب المسافة التي تقطعها فقاعة الهواء لمدة عشر دقائق

مراعيا اعادة فقاعة الهواء الى الصفر بعد أن تقطع المسافة الافقية من الانبوب الشعري كل مرة • كرر هذه العملية مرة ثانية •

عرّض النبات للنور والهواء معا لمدة خمس دقائق ثم احسب المسافة التي تقطعها فقاعة الهواء لمدة عشر دقائق • كرر هذه العملية مرة ثانية •

عرّض النبات للظل لمدة خمس دقائق • ثم احسب المسافة التي تقطعها الفقاعة لمدة عشر دقائق • كرر هذه العملية مرة ثانية •

عرّض النبات للظل والهواء معا لمدة خمس دقائق ثم احسب المسافة التي تقطعها الفقاعة لمدة عشر دقائق • كرر هذه العملية مرة ثانية •

احسب المسافة التي تقطعها الفقاعة في الدقيقة الواحدة في كل مرة •

قارن النتائج التي حصلت عليها وفسر ذلك •

٢ ـ الضغط الجذري Root pressure

يتشكل في معظم الانواع النباتية ضغط داخلي يسمى الضغط الجذري ، في الاوعية الناقلة • فاذا قطع ساق نبات فان أرومته المتبقية تنضح العصارة الممددة من سطح القطع • تعادل كمية العصارة المرتشحة في كثير من الحالات مقدار ما امتصه النبات من ماء • ونظرا لان آلية امتصاص الماء ونضحه من النبات المقطوع تتوضع في الجذور وتتطلب طاقة تنفسية فان هذا يشكل ما يسمى الامتصاص الفعال •

مراحل العمل التجريبي :

المواد والأدوات :

نبات أخضر مزروع في أصيص • ان الانواع النباتية المفضلة لاظهار هذه الحادثة هي : نبات الجيرانيوم (Geranium) والسجادة (Coleus) والبكونيا (Begonia) والبندورة ودوار الشمس ـ أزرق الميتلين ـ خيطان حرير ـ حامل • انبوب شعري زجاجي طويل ـ انبوب مطاطي قطره يماثل قطر الانبوب الشعري وقطر الفرسة التي يقع اختيارنا عليها •

طريقة العمـل :

اقطع بوساطة الموس ساق النبات على مسافة ٢ سم من سطح التربة • صـل القاعدة المقطوعة بأنبوب قصير من المطاط • شد الانبوب حول الساق بربطه بخيط من الحرير • املأ الانبوب بمحلول أزرق الميتلين تركيز ١ر٠٪، اترك النبات مدة ١٥ دقيقة قبل ان تصل الطرف الحر من أنبوب المطاط بأنبوب شعري طويل • شد برباط آخر انبوب المطاط حول الانبوب الشعري • انصب هذا الاخير في وضع شاقولي بوساطة حامل كما في الشكل (٨) •

يجب ان يندفع المحلول الازرق في الانبوب الشعري بحيث يبلغ سوية نعينها بمؤشر كما يجب التأكد من خلو المحلول من فقاعات الهواء •

تابع سوية المحلول في الانبوب الشعري كل ربع ساعة لمدة ساعتين أو أكثر •

الشكل (٨) يبين حادثة الضغط الجذري

٣ ـ صعود النسغ في النباتات :

تفقد النباتات جزءا كبيرا من الماء الذي تمتصه جذورها من التربة بوساطة عملية التعرق ، وتستعمل كميات صغيرة منه في النمو والتركيب الضوئي • وبذلك يجب

أن ينتقل الماء خلال النسج والاعضاء النباتية من مناطق امتصاصه في الجـذور الى مناطق فقدانه على شكل بخار ماء واستهلاكـه في الاوراق • وقـد تكون مسافات انتقاله كبيره كما هو الحال في الاشجار المرتفعة •

يتم صعود المحلول المائي الممدد (النسغ الناقص) في النبات وفق آليات أهمها آلية تماسك جزيئات الماء • ويلعب الضغط الجـذري دورا طفيفا في هذه الآلية في بعض الظروف وبعض الانواع النباتية على الاقل • وثمة اعتقاد ينص على أن الخلايا الحية من النسيج الوعائي الناقل للنسغ الناقص تعد ضروريـة من أجـل قيام آلية تماسك جزيئا ت الماء بعملها ومن أجل المحافظة عليها بالاضافة الى أهمية خلايا الجذور الحية من أجل آلية الضغط الجذري •

مراحل العمل التجريبي :

المـواد والادوات :

ـ غراس دوار الشمس بطول ٥٠ سـم • محلول حمض الفوكسـين بتركيز ٢٥ر٠٪ •

بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد ٢ ـ مقص ـ شفرة حادة ـ مجهر ـ حامل •

طريقة العمـل :

خذ غرسة من غراس دوار الشمس واغسل جذرها من التراب وبسرعة ضعهـا في بيكر يحوي مـاء • اقطع منهـا تحت الماء الجملة الجذرية كلها عدا الخمس سنتيمترات العليا منها • انقل الغرسة بعد دقائق الى محلول من حمض الفوكسين تركيز ٢٥ر٠٪ • وأعد قطع الجذر ثانية فلا يبقى منه أكثر من ٢ سم •

عرض الغرسة الى أشعة الشمس الساطعة مع مراعاة سند الغرسة بالحامل لاحظ بالعين مباشرة (نظرا لشفوف الساق) صعود الصبغ فيها •

قدر سرعة صعود الصبغ في الساق ولاحظ توغله في الاوراق • حضر أخيرا مقاطع عرضية وطولية في الساق للتعرف على النسج التي اتخذها الصبـغ مسلكا لصعوده ـ سجل النتائج ؟•

قياس التنفس بطريقة الهواء المتجدد

١ ـ التنفس الهوائي :

التنفس النباتي هو أكسدة المواد الغذائية في الخلايا الحية ويؤدي الى تحرر الطاقة • ينتقل جزء من الطاقة الى مركبات تختلف عن المركبات المتأكسدة ويستعمل بعضها الاخر في تنشيط عمليات حيوية معينة• ويعد تشكيل أنماط معينة من الجزيئات الفعالة جدا أثناء حدوث التنفس جزءا هاماً منها •

عندما تنتش البذور في الظلام يزداد وزن البادرات النامية لبضعة أيام ، لكن وزنها الجاف يتناقص باستمرار • وتشير التحاليل الكيميائية الى أن انخفاض الوزن الجاف يعود كلية الى اختفاء جزء من مدخرات البذور الغذائية في حين ان ازدياد الوزن الكلي يعود الى امتصاص البذور للماء أثناء مراحل الانتاش المبكرة بكميات تفوق أي انخفاض في الوزن بسبب اختفاء المواد الغذائية • كما أن الاملاح المعدنية التي تمتصها البادرات الفتية خلال الاسابيع الاولى تكون صغيرة عادة ولا تبدي أي تأثير يذكر في كل من الوزنين الكلي والجاف •

أشارت التحاليل الكيميائية التي أجريت على الهواء أثناء تنفس البادرات في الظلام أنها تمتص الاكسجين وتحرر ثاني أكسيد الكربون كما تطلق حرارة بصورة متتالية ، وهي شكل من أشكال الطاقة المتحررة • تشير جميع المظاهر الخارجية المذكورة الى حدوث عملية التنفس في البذور المنتشه والبادرات والخلايا الحية بصورة عامة • تتلخص عملية التنفس بالمعادلة الكيميائية الاجمالية التالية :

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + 673\ kg.cal$$

غلوكوز اكسجين ثاني أكسيد الكربون ماء طاقة

تتبع التفاعلات التنفسية أنماطا مختلفة أهمها من ناحية تحرر الطاقة وانتقالها تفاعلات الأكسدة والارجاع • وهي تجري بوساطة انتقال الهيدروجين من جزيء الى آخر حيث تتأكسد المركبات التي تخسر الهيدروجين (العاطيات الهيدروجينية) وترجع المركبات التي تأخذ الهيدروجين (القوابل الهيدروجينية) ، ثم ينتقل الهيدروجين في النهاية الى الاكسجين لتشكيل الماء • يسهم في عملية أكسدة الكربوهيدرات المرحلية عدد كبير من الانزيمات وقرائن الانزيمات والنواقل • لقد عزل عدد كبير من هذه الانزيمات وعرف دورها الدقيق في آلية التنفس حيث أدت دراسة تفاعلاتها الى زيادة فهم عملية التنفس • وقد أدى استعمال المثبطات الانزيمية النوعية التي تؤثر في أنزيمة معينة دون غيرها والأمددة التنفسية المختلفة الى امكان التعرف على طبيعة مراحل المسلك التنفسي ومركباته الانتقالية •

٢ ـ التنفس اللاهوائي :

يتضمن التنفس اللاهوائي عمليات أكسدة جزئية متنوعة تميز استقلاب عدد من الجراثيم والفطريات الذي يسمى التخمرات • نذكر من هذه التخمرات التخمر الكحولي ، التخمر الخلي ، التخمر اللبني ، التخمر الزبدي ، التخمر الاوكزالي والتخمر الليموني • تستخدم بعض هذه التخمرات في الصناعة لانتاج بعض المركبات الكيميائية • تجري معظم هذه التخمرات بمعزل عن الهواء لكن بعضها يتطلب الهواء • وقد درس التخمر الكحولي أكثر من غيره ويجري بوساطة خميرة الجعة التي تنتمي للفطريات الزقية وفق التفاعل التالي :

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2 + 21\ kg.\ cal$$

غلوكوز كحول ايتيلي ثاني اكسيد الكربون طاقة

تتشكل كميات صغيرة من مركبات أخرى مثل غليسرول ، سكسينات وكحول الاميل كنواتج جانبية ويجري التخمر الكحولي في النباتات الراقية عندما تحرم من الهواء •

تستطيع خلايا الخميرة أن تخمر محاليل الغلوكوز ، الفروكتوز ، الغلاكتوز ،

والمانوز مباشرة • ونظرا لاحتوائها على أنزيمة السوكراز (أنفرتاز) والمالتاز فانها تفكك السكرين المضاعفين سكروزا ومالتوزا الى مركباتها من السكاكر السداسية البسيطة وتخمرها • لكنها لاتستطيع تخمير النشاء لافتقادها لانزيمة الاميلاز •

إن التخمر الكحولي تنفس لا هوائي يجري دون استخدام أكسجين الهواء • وتتم الاكسدة بوساطة انتقالات ذرية بين الجزيئات بشكل يجعل مجموع الطاقة المتبقية من النواتج أصغر منه في المركب الرئيس • وبذلك يؤدي الى أكسدة جزيئات السكر السداسي البسيط أكسدة جزئية وتحرر كمية من الطاقة أصغر من تلك المتحررة عن التنفس الهوائي، تستخدمها خلايا الخميرة للقيام بأفعالها الاستقلابية التي تتطلب الطاقة في ظروفها اللاهوائية • وبذلك فان كفاية التخمر الكحولي ومردوده الطاقي منخفضان بالمقارنة مع التنفس الهوائي •

ينطلق أحد نواتج التخمر أي CO_2 ويتحرر بينما يتراكم الناتج الاخر أي الكحول الايتيلي في المحلول • وعندما يصل تركيزه من (٩ ــ ١٨٪) حسب نوع الخميرة أو سلالتها فان خلاياها تتسمم وتموت وتتوقف عملية التخمر •

مراحل العمل التجريبي :

المواد والادوات :

ــ هيدروكسيد الصوديوم ــ هيدروكسيد الباريوم ــ ماء مقطر ــ ورق ترشيح ــ بذور قمح منتشة أو أدران بطاطا ــ كلور الباريوم ــ كحول ايتيلي تركيز ٩٥٪ ــ فينول فتالئين ــ حمض كلور الماء ــ غلوكوز ــ خميرة الانفرتاز ــ هيدروكسيد البوتاسيوم ــ محلول اليود اليودي •

ــ جهاز التنفس ويتألف من : قارورة امتصاص CO_2 عدد (٢) ــ قارورة تمثل حجرة التنفس ــ قارورة غاسلة عدد (٢) ــ مخلية هواء •

ــ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ــ بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (٢)

ـ بيكر سعة ٢٠٠ مل عدد (٥) سحاحة سعة ٥٠ مل عدد (١) ـ حامل ـ هاون ـ انبوب تخمر عدد (٢) سيرنج ذو ابرة معقوفة ـ أنبوب اختبار سعة ٢٠ مل عدد(١)• مجهر ـ صفائح زجاجية ـ سواتر ـ سخانة ـ حافظ حرارة (ترمس) عـدد (٢) ـ سدادتان مطاطيتان (سدادة حافظ الحرارة) مزودتان بميزاني حرارة •

طريقة العمـل :

١ ـ التنفس الهـوائي :

يجب من حيث المبدأ ان تتناسب شدة تنفس النماذج النباتية المدروسة مع حجم حجرة التنفس وشدة التيار الهوائي • فليس من المناسب ان يتجمع غاز ثاني اكسيد الكربون في حجرة التنفس وأن يرتفع تركيزه الى اكثر من ٥ر٠٪ ، ولذلك لا بد من معرفة الشدة التنفسية بصورة تقريبية للنماذج النباتية التي يراد دراستها وتقدير كم مرة يجب تجديد الهواء في الحجرة في الساعة الواحدة حتى تبقى نسبة غـاز CO_2 فيها مقبولـة •

حضر ٣٠٠مل من NaOH (0.1 N) • و ٢٠٠ مل من $Ba(OH)_2$ بتركيـز ٧ر١٪ • رشح محلول $Ba(OH)_2$ حتى لا يبقى أي أثر للعكر في هذا المحلول •

خذ بدقة ١٠٠ مل من NaOH (0.1 N) وضعها في قارورة الامتصاص رقم(١) لتخليص الهواء الجوي قبل ان يصل الى حجرة التنفس من CO_2 .

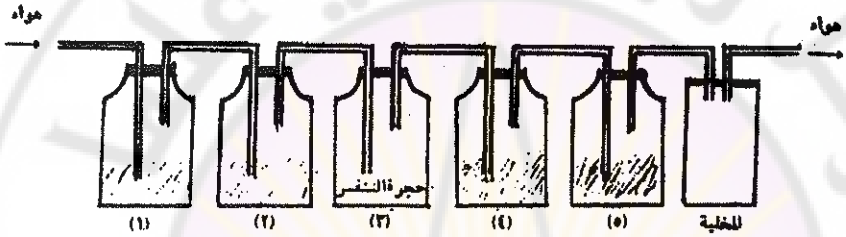
خذ بدقة ١٠٠ مل من $Ba(OH)_2$ ٧ر١٪ وضعها في قارورة الغسل رقم (٢) لغسل الهواء الجوي من ما تبقى فيه من CO_2 قبل دخوله حجرة التنفس •

زن ١ غ من الجذور النباتية التي تريد دراسـة تنفسـها وضعهـا في حجرة التنفس (٣) •

خذ بدقة ١٠٠ مل من NaOH (0.1 N) ـ وضعها في قارورة الامتصاص رقم (٤) لامتصاص CO_2 الناجم عن تنفس النماذج النباتية •

خذ بدقة ١٠٠ مل من $Ba(OH)_2$ وضعها في قارورة الامان رقم (٥) التي تتصل بمخلية الهواء • لاحظ الشكل (٩) •

تأكد من احكام الوصلات ثم ابدأ بالتجربة بامرار الهواء عبر السلسلة لمدة ساعة ونصف ساعة تقريبا •



الشكل (٩) يبين سلسلة الاوساط التي يمر عبرها التيار الهوائي المتجدد

خذ قارورة الامتصاص (٤) • اغسل انبوب سدادتها الطويل جيدا بـ ٥٠ مل من الماء المقطر الذي يضاف الى القارورة ويعاد هذا الغسل ثلاث مرات •

أضف الى القارورة ٥ مل من محلول كلور الباريوم المشبع • حرك تحريكا لطيفا بحيث يترسب Na_2CO_3 بشكل $BaCO_3$ خلال بضع دقائق • ما الغاية من ذلك ؟

أضف الى الوسط ٢٥ مل من الكحول بتركيز ٩٥٪ وأربع قطرات من محلول فينول فتالئين عاير NaOH الباقي الحر في المحلول بوساطة محلول HCl (0,1 N) .

خذ ١٠٠ مل من NaOH (0.1 N) و ٢٠٠ مل ماء مقطر و ٥ مل من محلول $BaCl_2$ المشبع و ٢٥ مل من الكحول الايتيلي تركيز ٩٥٪ وأربع قطرات من محلول الفينول فتالئن عاير NaOH بوساطة HCl (0.1 N) .

قارن نتائج التجربة والشاهد ماذا تستنتج ؟•

احسب كمية CO_2 التنفسية من العلاقة التالية :

$$CO_2\ mg = V^{ml} \times N \times \frac{44}{2}$$

. حيث : CO_2 mg عدد ميليغرامات CO_2 المنطلق عن تنفس ١ غ من المـادة النباتية خلال (١) ساعة .

VmL. الفرق في عدد الميليلترات من H Cl (0.1 N) المسـتخدمة في التجربـه وفي الشاهد .

N التركيز النظامي للحمض H Cl .

ـ انتـاج الحرارة اثنـاء التنفس :

اختر من بذور منتشة وزنتين متساويتين ومتشابهتين .

اقتل بذور الوزنة الواحدة بتغطيسها في الماء بحالة الغليان مدة (١٥) دقيقة :

اخرج البذور من الماء وبردها جيدا .

كدس بذور كل وزنة في حافظ حرارة مشتمل على ميزان حرارة .

راقب من آن لآخر اختلاف درجة الحرارة في الوزنتين .

من الممكن أيضا استخدام المقياس التفاضلي الغـازي للحـرارة والمسمى Bolometer

٢ ـ التنفس اللاهوائي (التخمر الكحولي) :

يحضر محلول من الغلوكوز بتركيز ١٠٪ ثم يمزج في هاون حتى التجانس

(٥ غرامات من الخميرة المجففة مع ٢٥ مل من المحلول الغلوكوزي) وتمدد المعلقة بالمحلول الاخير ذاته الى ١٠٠ مل تقريبا •

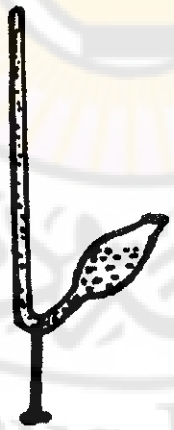
خذ انبوبا تخمر واملأ كلاً منهما بعيار من المعلقة الخميرية • يجب ان تملأ الفرع الشاقولي للانبوب وان تبلغ سوية المعلقة في الفرع الجانبي منتصف القسم المنتفخ منه كما في الشكل (١٠) • اترك احد الانبوبين في حرارة ٣٠° بينما يترك الثاني في حرارة المخبر • لاحظ كمية الغاز المجتمعة في أعلى الانبوبين بعد ساعة ونصف الساعة أو ساعتين من ابتداء التجربة •اكشف عن طبيعة الغاز المتجمع:

أضف ٢ مل من محلول KOH بتركيز ١٠٪ الى المائع في القسم العلوي منه ولاحظ ماذا يحدث ؟•

ضع في انبوب اختبار (٥) مل من الرشاحة الصافية •أضف اليها ½ مل من KOH بتركيز ١٠٪ وقطرات من المحلول اليودي I_2 KI حتى اللون الاصفر •

سخن قليلا بلطف وتأكد من انطلاق رائحة اليودوفورم $CH\ I_3$ وترسب بلوراته سداسية الاضلاع تحت المجهر •

لقد تشكل اليودوفورم بدءا من الكحول الايتيلي اكتب معادلات التفاعل •



شكل (١٠) يبين انبوب التخمر

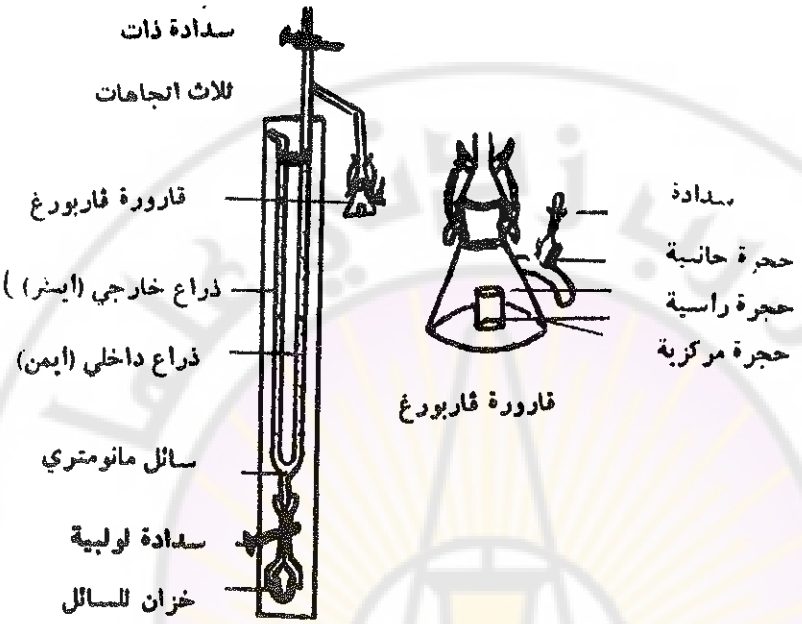
قياس التبادل الغازي (الطريقة المانومترية)

يحرر عدد من التفاعلات الحيوية غازا أو يستهلك غازاً • وبذلك اكتسبت طرق قياس شدات التبادل الغازي أهمية بالغة في الكيمياء الحيوية • يقاس التبادل الغازي بوساطة الطريقة المانومترية كما يقاس تبادل الاكسجين بوساطة مسارٍ أكسجينية خاصة • تعالج هذه التجربة الطريقة المانومترية :

الطريقة المانومترية :

تقيس هذه الطريقة التبادل الغازي في جملة مغلقة كجملة ڤاربورغ Warburg ذات الحجم الثابت المبينة في الشكل (١١)•

تحضن جملة ڤاربورغ في حمام مائي ذي درجة حرارة ثابتة ومعروفة للحيلولة دون تبدل حجم الغاز بوساطة التبدل الحراري • تغلق الجملة غلقا محكما بعد التوازن الحراري ثم يثبت سطح السائل المانومتري في الذراع الداخلي (الطرف المغلق) على موضع محدد ويتمثل في القيمة (١٥٠) ملم على المقياس عادة • يبدأ التفاعل الذي يحدث تبادلا غازيا بوساطة اضافة محتوى الذراع الجانبي الى الوعاء الرئيس ، ثم يثبت سطح السائل المانومتري في الذراع الداخلي على فترات زمنية محددة بوساطة سدادة الخزان اللولبية على الوضع الاصلي نفسه (أي ١٥٠ ملم) ويقاس تحرر الغاز أو امتصاصه من تبدلات ارتفاع السائل المانومتري على الذراع الخارجي (المفتوح) • يمكن تحويل تبدل مستوي السائل على الذراع الخارجي (h) المقيس على فترات زمنية محددة الى مقدار التبادل الغازي بالميكروليترات (x) بوساطة ضرب الاول بعامل يُعرف ثابت قارورةفاربورغ أو (K) وفق المعادلة التالية :



الشكل (١١) جملة فاربورغ ذات الحجم الثابت

$$(1) \qquad (X\,\mu\,\text{liters}) = h\,(mm) \times K$$

يعتمد ثابت قارورة فاربورغ (K) الذي يربط مقدار التبادل الغازي بمقدار ارتفاع السائل المانومتري على الذراع الخارجي على عدة عوامل تبينها المعادلةالتالية:

$$(2) \qquad X = h\,k = h\left[\frac{Vg\,T_0/T + Vf\alpha}{P_0}\right]$$

حيث :

Vg = حجم الطورالغازي في الجملة .

Vf = حجم الطور السائل في الجملة .

T_0 = درجة الحرارة المطلقة (273°) مئوية •

T = درجة الحرارة المستعملة (درجة الحرارة المئوية + درجة الحرارة المطلقة) •

α = ثابت الإنحلالية (ثابت بنزن Bunsen) الذي يعكس عدد ميلي ليترات الغاز المنحلة في الشروط النظامية في (١) مل من السائل في درجة حرارة معينة •

P_0 = الضغط القياسي معبرا عنه بمقدار الميلي مترات من السائل المانومتري • تستخدم في هذه التجربة صيغة كريبس حيث أن كثافة السائل المانومتري تساوي (1.033 gr/ml) بالمقارنة مع كثافة الزئبق المعادلة (13.6 g/ml) • وبذلك فان قيمة Po تعادل ما يلي :

$$P_0 = \frac{760 \times 13.6}{1.033} = 10.000$$

يعبر عن قيمة ثابت قارورة ڤاربورغ K اذن بميكرو ليترات غاز لكل ١ ميلي ليتراً سائلا في الظروف القياسية •

يمكن تحديد ثابت قارورة ڤاربورغ (K) بعدة طرق • تعتمد أكثر هذه الطرق دقة على قياس الحجم الكلي Vg + Vf للجملة المانومترية بوساطة وزن كمية الزئبق اللازمة لملئها • يمكن عندئذٍ بوساطة استخدام المعادلة (2) وقائمة بقيم (α) المبينة في الجدول (٩) حساب قيمة K لأية جملة مانومترية في درجة حرارة وحجم سائلي معينين • لكن هذه الطريقة رغم دقتها فانها متعبة وتتطلب زمناً طويلا • ثمة طريقة أخرى أبسط منها لإيجاد قيمة h (مقدار تبدل مستوى السائل المانومتري في الذراع الخارجي) عندما يتم تبادل كمية معروفة من الغاز (x) • وبما أن h و x أصبحتا معروفتي القيمة كما هو الحال بالنسبة لـ T ، α و Vf ثم Vg الذي يحسب

من المعادلة (2) • نستطيع معرفة الحجم الكلي أي Vg + Vf وبمعرفة قيمة (α) من الجدول (٩) وباستخدام المعادلة (2) حساب ثابت قارورة قاربورغ في حالة استخدام أي غاز أو حرارة أو حجم سائلي •

الجدول (٩) قيم معاملات انحلالية بنزن لغازات O_2 ، CO_2 و N_2 في الماء

درجة الحرارة	O_2	CO_2	N_2
20	0.0310	0.878	0.0152
25	0.0283	0.759	0.0143
30	0.0261	0.665	0.0134
35	0.0244	0.592	0.0126
37	0.0239	0.587	0.0123
40	0.0231	0.530	0.0118

تستخدم هذه التجربة كمية معلومة من الغاز المتحرر لتحديد قيمة (Vg) ومن ثم قيمة (K) عن طريق ارجاع الفيريسيانيد بمزيد من الهيدرازين وفق المعادلة التالية :

$$4\,Fe(CN)_6^{-3} + N_2H_4 \rightarrow N_2\uparrow + 4\,Fe(CN)_6^{-4} + 4\,H^+ + N_2H_4$$

المتبقي بعد استهلاك الفيريسيانيد — غاز — مزيد

إن التبدل الكيميائي الناتج كمي ، وبذلك فان كمية غاز الازوت المتحررة (x) يمكن حسابها من كمية الفيريسيانيد المعروفة المضافة للتفاعل وتحويل مقدار الآزوت المتحرر بالميكرو جزيء غرامي الى ميكروليترات ($\mu l\,N_2 = 22.4 \times \mu M\,N_2$) ان استخدام قيمة (x) الناتجة وقيمة (K) المحسوبة الى المعادلة (2) يعطي قيمة Vg ويسمح بحساب أية قيمة محددة لثابت قارورة قاربورغ (K) •

المواد والأدوات :

فريسيانيد البوتاسيوم تركيز ٨٫٢٣غ/ليتر ــ سائل مانومتري (برودي) ــ فازلين أو دهن السيليكون ــ هيدرازين تركيز ١٪ ــ لانولين لامائي ــ كلورفورم $CH\ Cl_3$ هيدروكسيد البوتاسيوم ــ نسج نباتية (جذور قمح منتشة) • منظفات أنابيب ــ مسحوق منظف ــ حلقات مطاطية • كلينكس • حمام مائي هزاز مزود بمثبت حراري ــ مانومترات مع حواملها ، قوارير ڤاربورغ ــ ورق ترشيح ــ بيكر سعة ١٠٠ مل ــ مقص ــ ملقط ــ قطارة ــ مقياس مدرج سعة ١٠ مل •

طريقة العمل :

١ ــ تحديد ثابت قارورة ڤاربورغ (K) :

احصل على مقياس مانومتري وقارورة ڤاربورغ مع سدادتها وعلّمها جيداً • أزح أية مادة شمعية متبقية منها بوساطة قطعة قماش مبللة بالكلورفورم ثم اغسلها جيداً بمحلول منظف ساخن واشطفها بعد ذلك بالماء المقطر • ضع (2) مل بالضبط من فيريسيانيد البوتاسيوم تركيز (٨٫٢٣ غ/ليتر) و (٠٫٥) مل ماء في حجرة قارورة ڤاربورغ الرئيسة • ضع (٠٫٥) مل محلول هيدرازين في الذراع الجانبي • أضف قليلا من اللانولين اللامائي على أطراف الوصلات الزجاجية المصنفرة من أجل اغلاقها اغلاقا محكماً • (تجنب فائض اللانولين لان المزيد منه يأخذ مكان الغاز ويعطي قيم Vg مشوهة) • أغلق القارورة بذراع المانومتر بوساطة حركة دورانية وتأكد من ان اللانولين قد توزع بشكل متجانس على الوصلات المصنفرة دون ان يترك خطوطا مرئية • ثبت القارورة بالمانومتر بعد ذلك بوساطة حلقات مطاطية أو لوالب معدنية • ادهن أطراف السدادات المصنفرة باللانولين اللامائي بطريقة مماثلة ثم ثبتها في مكانها بحركة دورانية بحيث تمنع أي تسرب غازي • ادهن كل سدادة في المانومتر بالفازلين أو دهن السيليكون وليس باللانولين اللامائي بحيث تمنع أي تسرب للغاز عند اغلاقها ودون أن تسد فتحاتها الضيقة الشعرية • ازح أية مادة دهنية من الثقب بوساطة قطعة كلينيكس مبللة بالكلورفورم وأدر السدادات بحيث تصبح الجملة متصلة

بالهواء الخارجي ثم ضع الجملة في الحمام المائي الذي ثبتت حرارتـه على درجـة ٣٧° م • حضر زجاجة شاهدة تسمى مقياس الضغط الحراري thermo - barometer بوساطة وضع (٣) مل ماء في قارورة ڤاربورغ أخرى مماثلة حجما للسابقة وصلها بمانومتر آخر ثم ثبته في الحمام المائي بجانب قرينه •(ان شاهدا واحدا يكفي عـدة مانومترات في الحمام المائي نفسه) • دع المقياسين يتوازنان حراريا مـع هزهما في الحمام المائي لمدة (٥) دقائق والسدادات مفتوحة • أغلق المانومتر بوساطـة ادارة السدادة مستخدما كامل مجال القياس فيه واترك الشاهد مفتوحا (اضبط مستوى السائل المانومتري بحيث يكون في الذراع الخارجي قرب أدنى نقطة قياس ممكنة وليس تحتهاوبحيث يكون في الذراع الداخلي عند النقطة ١٥٠ ملم) •

خذ قراءة مبدئية لكل مانومتر لان جميع القراءات تكون في حجم ثابت• وثبت مستوى السائل في الذراع الداخلي قبل كل قراءة على القيمة الاصلية (١٥٠) ملم نفسها •

خذ القراءات على فترات زمنية قدرها (٢) دقيقة حتى يبقى مستوى السائل في الذراع الخارجي ثابتا أي حتى يستكمل التوازن الحراري • ثبت بعد ذلك مستوى السائل المانومتري في الذراع الداخلي على القيمة (١٥٠) ملم • أغلق سدادة الشاهد وسجل قيمة مستوى السائل في ذراعـه الخارجي • لقـد استكمل الان التـوازن الحراري في كليهما وسينعكس أي تبدل في الحجم الغازي الناتج عن تبدل الحرارة والضغط الجوي على قراءات الشاهد التي تستخدم لتصحيح كل قراءة مقابلـة في الجملة التي تجري معايرتها •

امزج محتوى الذراع الجانبي بالسائل في الحجرة الرئيسة وفق ما يلي : ضع أولا إبهامك باحكام على قمة ذراع المانومتر الخارجي المفتوحة ثم اخرجه بسرعة من الحمام المائي بشكل شاقولي وأمله مع قارورة ڤاربورغ بحيث ينصب محتوى ذراعها الجانبي في حجرتها الرئيسة ثم أمله بالاتجاه المعاكس كي تسمح لمحتوى الحجـرة المركزية بالجريان الى الذراع الجانبي • أعد الإمالة بسرعة كي يعود المحلول الـى

الحجرة الرئيسة دون ان يبقى منه شيء في الذراع الجانبي وأعده الى مكانه في الحمام المائي • يجب انجاز ما سبق بسرعة بغية الحصول على نتيجة جيدة •

خذ قراءة لكل من جملة المعايرة والشاهد بعد دقيقتين من هزهما في الحمام المائي بعد تثبيت السائل المانومتري في الذراع الداخلي لكل منهما على القيمة (١٥٠) ملم • أعد أخذ القراءات كل دقيقتين حتى يستكمل التفاعل (يتوقف انتاج الغاز عندما يصل التفاعل الى مرحلة التوازن) •

عند انتهاء التجربة ، افتح سدادات المانومتر وتأكد من أن مستوى السائل المانومتري أصبح على المستوى نفسه في الذراعين الداخلي والخارجي وذلك قبل اخراجها من الحمام المائي • ثبت مستوى السائل المانومتري في الذراعين على منتصف مجال القياس وأخرجهما من الحمام المائي وضعهما في الحامل الخاص بهما • اغسل القوارير بوساطة نزع سداداتها ومسح المادة الشمعية منها وتنظيفها بالكلوروفورم ، ثم اغسلها غسلاً جيداً واشطفها بالماء المقطر وجففها •

ارسم بيانياً العلاقة بين التبادل الغازي ممثلا بمقدار تبدل سطح السائل المانومتري على الذراع الخارجي (بالميلي مترات) على محور العينات والزمن (بالدقائق) على محور السينات • أحسب تبدل الحجم (ميكروليترات ، x) الناتج عن تحرر الآزوت من كمية فيريسيانيد البوتاسيوم في الزجاجة • ثم احسب بوساطة استعمال المعادلة (2) وحجم السائل(3.1) مل وقيمة N_2 » في درجة حرارة (٣٧°)م من الجدول (٩) حجم الغاز (Vg) في الجملة • استخدم قيمة Vg المحسوبة والمعادلة (2) في حساب ثابت قارورة ڤاربورغ (K) في درجة ٣٧° م لجملة غاز الاكسجين آخذا بعين الاعتبار أن حجم السائل (Vf) يعادل (3.1) مل ومستخدما قيمة O_2 » المناسبة من الجدول (٩)•

سجل القيمة الناتجة التي قد تستخدم في قياسات اخرى •

٢ ـ قياس تنفس الجذور النباتية بالطريقة المانومترية :

ضع في الحجرة المركزية ٢ر٠ مل من محلول ..... بتركيز ٢٠٪ واغمس في هذا المحلول قطعة من ورق الترشيح (٥ر١ × ٥ر٣ سم) • ضع في حجرة القارورة الرئيسة (٣) مل من المحلول الموقي (كما ضع ٥ر٠ مل من المحلول المثبط ـ اذا كنت تريد دراسة تأثيره في الحجرة المخصصة له) • سد هذه الحجرة بسدادتها •

زن النسج النباتية باعتناء وضعها في الحجرة الرئيسة (ليكن اجراء التجربةعلى جذور عشر حبات شعير منتشة)•

صل القارورة عندئذٍ بمقياس الضغط وثبتها عليه ولابد دائماً من طلي السطوح الزجاجية المتلامسة بكمية قليلة جدا من دهـن السيليكون لإحكام اتصالها مـع بعضهـا •

ركب القارورة مع المقياس المتصل بها على هزاز للحـمام المائي حيث الحرارة ثابتة • افتح صنبور مقياس الضغط العالي ليتم الاتصال بالهواء ، واترك الجهاز يهتز لمدة (٥) دقائق ، ثم حكم انسداد الصنبور والوصلات وعد واترك الجهاز يهتز مدة عشر دقائق أخرى •

ركز عندئذ سوية مقياس الضغط في الذراع المغلق على القيمـة (١٥٠) ملم وسجل بدقة السوية في الذراع الاخر للمقياس والمتصل بالجو الخارجي • اجر قراءة كل عشر دقائق أو خمس عشرة دقيقة ، وذلك بعد اعادة السويـة في ذراع مقياس الضغط المغلق كل مرة الى القيمة (١٥٠) ملم •

بعد تقدير شدة تنفس النسج المدروسة يمكن اختبار أثر المواد المثبطة فيها باضافة ما هو موجود منها في الحجرة الجانبية الى الحجرة الرئيسة واجراء قراءات متتالية على النحو المذكور أعلاه • في نهاية التجربة ، أعد النسج المدروسة واغسلها بالماء المقطر واتركها لتجف مدة (١٢) ساعة على الأقل في حرارة (١٠٥)°م ثم زنها • يمكن عندئذ تقدير النتائج بعدد الميكرو لترات من O_2 الممتص في الساعة الواحدة الميليغرام من الوزن الجاف للمادة النباتية المدروسة •

استخراج اصبغة الصانعات الخضراء وفصلها بالمذيبات العضوية

تتميز النباتات الراقية الخضراء باحتوائها على صانعات خضراء Chloroplasts تحتوي على أصبغة اليخضور Chlorophyll وأصبغة متنوعة اخرى تكسبها حلتها الخضراء الجميلة • والصانعات الخضراء هي الوحدات التركيبية الضوئية في النبات• وتترافق أصبغة اليخضور مع عملية التركيب الضوئي بصورة نوعية وبدرجات متفاوتة ، وقد تبين أن أصبغة اليخضور تساهم بصورة أساسية في عملية التركيب الضوئي بالطريقة نفسها وان دورها مضاعف •

١ ــ فهي تمتص موجات ضوئية مرئية معينة من الاشعاع الضوئي وتحولها الى موجات أخرى تستعمل في التركيب الضوئي أو تنقلها مباشرة الى المركبات المتفاعلة •

٢ ــ تبدي طاقة وساطية في مراحل معينة من عملية التركيب الضوئي•

ان الدور الاول أكثر أهمية ووضوحا لان الماء وغاز ثاني اكسيد الكربون لا يمتصان الطاقة الضوئية في المجال المرئي وبذلك فان وجود صباغ قادر على امتصاص الضوء ضروري لبدء التفاعل •

يشير وجود أصبغة أشباه الجزرين Carotenoids واليصفور Xanthophylls في الصانعات الخضراء الى مساهمتها في عملية التركيب الضوئي ، لكنه لا يوجد دليل قاطع على قيامها بأي دور في هذه العملية في النباتات الراقية • ثمة دلائل تشير

الى أن بعض الضوء الذي تمتصه بعض هذه الاصبغة يستعمل في عمليـــة التركيب الضوئي في المشطورات والطحالب البنية والخضراء • يستخدم بصورة مماثلة الضوء الذي يمتصه صباغ الفيكوسيانـــين Phycocyanin في بعض الطحالب الزرقـــاء ـــ الخضـــراء والفيكوبيلينـــات Phycobilins (فيكوســـيانين وفيكـــو ارثريـــن Phycoerythrin) في بعض الطحالب الحمراء في هذه العملية • وتعد الفيكوبلينات في بعض الطحالب الحمراء الأصبغة الرئيسة الماصة للضوء في حين تساعد الاصبغـــة الاخرى اليخضور على امتصاص الضوء في بعض الانواع النباتية على الاقل لكنها لا تستطيع ان تقوم بدوره الوساطي • فلا بد من توافر أحد أشكال اليخضور على الاقل من أجل حدوث عملية التركيب الضوئي • لليخضور عدة أشكال • فالشكلان a و b يوجدان مترافقان في صانعات النباتات الراقيـــة الخضراء ، وينحصـــر وجود اليخضورين c و d في الطحالب الخضراء •

مراحل العمل التجريبي :

المـواد والادوات :

ـــ أوراق سبانخ مجففة ـــ كربونات الكلسيوم ـــ هيدروكسيد البوتاسيوم ـــ ماء مقطر ـــ خلون (اسيتون) ـــ ايتر البترول ـــ كحول ميتيلي ـــ ايتر ايتيلي ـــ ورق ترشيح • ـــهاون ـــ قمع بوشنر ـــ مخلية هواء ـــ حوجلة مخلية مخروطية ـــ قمع ابانه ـــ حامل ـــ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (٦) ـــ انبوب اختبار سعة ١٠٠ مل عدد (٢) ـــ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ـــ منبع ضوئي ـــ منبع ضوئي مزود براشحات ضوئية ـــ محلل ضوئي Spectrometer .

طريقة العمـــل :

١ ـــ خذ ٢٫٥ غ من أوراق السبانخ المجففة • اسحقها جيدا في هاون ـــ أضف اليها ٤٠مل من الخلون تركيز ٨٠٪ وحفنة صغيرة من كربونات الكلسيوم $CaCO_3$ لتعديل حموضة الخلايا واستبقاء الماغنيزيوم (Mg) في اليخضور • امـــزج وحرك قليلا حتى تحصل على محلول أخضر غامق •

٢ ــ رشح في قمع بوشنر • إن الرشاحة تتضمن أصبغة اليخضور a و b وأصبغه الجزرين واليصفور وكذلك بعض المركبات الأخرى المحلولة في الاسيتون • ادرس طيفها الامتصاصي بوساطة المحلل الضوئي ، وجه أشعة ضوئية على الرشاحة ولاحظ لون الاشعة الخارجة ولون الاشعة المنعكسة •

هل هناك حادثة فلورة ؟ عرف الفلورة ووضح مفهومها •

٣ ــ ضع في قمع إبانة ٥٠ مل من ايتر البترول Petroleum ether • صب فوقه الخلاصة الخلونية المحتوية على الاصبغة • سد القمع بسدادته ثم ادر بكل لطف وأناة عدة مرات بحيث يصبح أعلاه سافله قبل أن يعاد الى وضعه السوي • علل هذه الحركة • احرص على فتح القمع بعد كل دورة لتمكين الغازات الداخلية من الانطلاق •

٤ ــ اضف فيما بعد على محاذاة جدار القمع وبتؤده ٧٠ مل من الماء المقطر وأعد عملية دوران القمع حتى تصبح الطبقة العليا خضراء تماماً • لقد انفصلت في الواقع طبقتان • طبقة عليا بترولية مشتملة على الاصبغة ، وطبقة سفلى خلونية مائية تهمل بعد الترقيد والفصل •

٥ ــ اغسل المحلول البترولي باضافة ٥٠ مل من الماء المقطر اليه وأدر القمع مرات كثيرة ، اطرح الماء المضاف بعد الترقيد • أعد عملية الغسل مرتين على الأقل •

٦ ــ اضف الى المحلول البترولي النظيف ٥٠ مل من الكحول الميتلي Methyl Alcohol تركيز ٩٢٪ (انتبه جيدا لانه سام وأبخرته سامة يجب الاحتراس منها وتجنبها) وامزج بالحركة الدورانية المعهودة • افصل بعد الترقيد المحلول الكحولي السفلي المشتمل على اليخضور b واليصفور عن المحلول البترولي العلوي المشتمل على اليخضور a والجزرين • ضع كلاً من المحلولين في بيكر •

٧ ــ ضع في قمع ابانه ٥٠ مل من المحلول الكحولي السابق المشتمل على اليخضور b

واليصفور • أضف اليه ٥٠ مل من الايتر الايتيلـي Ethyl Ether وامزج بعمليـة الدوران • ثم أضف ماءً مقطراً على جدار القمع وعلى دفعات متعددة كل دفعـة منها ٥ مل وأدر القمع مرات بعد كل اضافة وذلك الى أن تنفصل طبقتان : الطبقة السفلى الكحولية تستخرج وتهمل • تتطلب هذه العمليـة من الماء المقطـر ٢٥ مل أو أكثر •

٨ ـ خذ الآن انبوبين (سعة ١٠٠ مل) ضع في أحدهما ٣٠ مل من المحلول الايتري وفي الآخر ٣٠مل من المحلول البترولي • صب وبتأن فوق كل منهما وعلى الجدار ١٥ مل من محلول البوتاس في الكحول الميتيلـي بنسـبة ٣٠٪ (١٥غ من KOH في ٥٠ مل من الكحول الميتيلي) ، خض كلا من الانبوبين ولاحظ في غضون عشر دقائق اختلاف اللون • أضف الان ٣٠ مل من الماء المقطر الى كل اناء بعـد الخض اتركهما لتنفصل في كل منهما طبقتان • افصل المحاليل الاربعة وادرس بعض خواصها (طيفها الامتصاصي ، فلورتها • ولاحظ لونها بالشفوف وبالانعكاس) •

الانزيمـــات Enzymes

تمثل كل خلية فعالة فيزيولوجياً موضعاً لمئات التفاعلات الكيميائية التي يتم الاشراف على اتجاه كل منها وسرعته بطرق معقدة ومتكاملة • يشكل كل تفاعل من هذه التفاعلات المتباينة جزءا من مسلك تفاعلي يؤدي في النهاية الى تشكل ناتج ثابت نسبياً في الاستقلاب الخلوي • وبذلك فان كل تفاعل يتبع تفاعلا آخر بشكل منتظم ويدفع التفاعل الذي يليه على البدء بحيث يصبح التنظيم المتماسك للجملة الاستقلابية دقيقا وحساسا لدرجة تجعل انجاز العمليات الفيزيولوجية المعقدة سهلا وسريعا •

لقد عرف منذ مدة طويلة أن كل تفاعل من التفاعلات الكيميائية الحيوية المتعددة في الخلايا الحية يسير بانتظام بوساطة مركبات نوعية معينة تسمى الانزيمات• تتفكك الجزيئات المعقدة في تفاعلات الهضم المتنوعة مثلا الى جزيئات أبسط بوساطة عملها ، فتحول أنزيمة بيتا أميلاز النشـاء الى مالتوز الذي يتحلمه بـدوره الى جزيئـات الغلوكوز بوساطة أنزيمة مالتاز • وتتحلمه الكربوهيدرات الاخرى والمواد الدسمة والبروتينات بتفاعلات مماثلة الى جزيئات أبسط منها بوساطة تأثير انزيمات نوعية • تعتمد أيضا جميع تفاعلات الاكسدة والارجاع التي تمثل مراحل عملية التنفس على وجود هذه المركبات •

فالانزيمات تلعب دورا قياديا في الاستقلاب نظرا لتوجيهها للعمليات الفيزيولوجية في الخلايا الحية وسيطرتها عليها • فتحدد الجمل الانزيمية الخلوية أنماط التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث في الخلية • كما أن أشكال المواد الغذائية التي يصنعها النبات او يستهلكها تعتمد على الانزيمات الموجودة فيه • فالخلية التي تفتقر لانزيمات حلمهة النشاء والسللوز لا تستطيع استعمال هذه المواد غذاء لها • وينعكس أي تبدل في الجملة الانزيمية الخلوية مباشرة على شكل تبدل في وظائف الخلية • والانزيمات

كمواد وساطية تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية دون أن تتأثر أو تتبدل بشكل دائم ، وهي فعالة بكميات ضئيلة جدا ويتناسب تأثيرها في سرعة التفاعل الكيميائي الحيوي مع كميتها المتوفرة • وهي نوعية غالبا أي تؤثر في سرعة نمط واحد من التفاعلات الكيميائية الحيوية وتتطلب مدادا معينا ، وتوجد في نهاية التفاعل بالكمية نفسها والشكل نفسه اللذين دخلت بهما التفاعل • وتعرف الانزيمات غالبا بالمواد الوساطية الحيوية التي تصنعها الخلايا الحية •

١ ـ الانزيمات (١)

مراحل العمل التجريبي :

المواد والادوات :

ـ درنات بطاطا ـ كحول ايتيلي تركيز ٩٥٪ ـ كاتيكول Catechol صمغ الكاياك الكحولي تركيز ٢٪ Gum Guaiacum ـ ماء اكسجيني H_2O_2 ـ حبوب شعير منتشة ـ تري فينيل تترازوليوم كلورايد Triphenyl tetrazolium chloride ـ أزرق الميتلين تركيز ٠٫٠٢٪ ـ خميرة الانفرتاز ـ سكروز ـ محلول فهلنغ ـ أو كاشف بنديكت Benedict ـ حمض كلور الماء ـ هيدروكسيد الصوديوم ـ رمل •

ـ هاون ـ مثفلة ـ أنابيب اختبار سعة ٢٠ مل عدد (١٠) ـ بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (١) ـ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (٢) ـ موس ـ سخانة ـ علبة بتري ـ أنابيب اختبار سعة ٤٠ مل عدد (٣) •

طريقة العمل :

١ ـ انزيمة الانفرتاز (السوكراز)(Invertase (Sucrase :

عالج الخميرة (٣ ـ ٢٠ غ) المجففة في هاون مع ٥٠ مل من الماء المقطر ، اسحق سحقا جيدا (يمكن الاستعانة بالرمل) • اترك المزيج مدة (٢٠) دقيقة ثم رشح أو ثفل مدة (٥) دقائق بقوة 500 Xg ، تشتمل هذه الخلاصة (العكرة لوجود الغليكوجين) على أنزيمة السوكراز •

حضر ١٠٠ مل من محلـول السكروز بتركيـز ٢٪ • ضع في كل من انبوبي اختبار كبيرين ١٠ مل من الخلاصـة الخميرية • سخن أحـد الانبوبين حتى درجة الغليان لمدة (٥) دقائق واتركـه حتى يبرد • أضف الى كل من الانبوبين ٢٥ مـل من المحلول السكري • اترك الانبوبين مدة ساعة كاملة في حرارة ٣٠° م •

ـ ضع في أنبوب اختبار كبير ٢٥ مل من محلول السكروز السابق • أضف اليها (٥) مل من حمض كلور الماء (IN) ضع المزيج مـدة (٢٠) دقيقة في حمام مائي (٨٠ ـ ١٠٠° م) • عدّل المزيج بـ (٥) مل من هيدروكسيد الصوديوم (IN) •

ـ ضع في أنبوب اختبار (٥) مل من مزيج الخميرة والمحلول السكري (غير المغلي) • أضف اليها (٥) مل من كاشف بنديكت وخض جيدا •

ـ ضع في أنبوب اختبار (٥) مل من مزيج الخميرة والمحلول السكري (المغلي) • أضف اليها (٥) مل من كاشف بنديكت وخض جيدا •

ـ ضع في أنبوب اختبـار (٥) مل من مزيج الحمض والمحلول السـكري (المعدّل بـ NaOH) أضف اليها (٥) مل من كاشف بنديكت وخض جيدا •

غطس الانابيب الثلاثة في ماء بدرجة الغليان لمدة خمس دقائق •

قارن كمية أكسيد النحاسي المترسبة • ماذا تلاحظ ؟ فسر ملاحظاتك وسجلها •

٢ ـ الانزيمة المؤكسدة للفينولات المتعددة Polyphenol oxidase :

انزع القشرة من درنة من أدران البطاطا ثم قطع الدرنة شرائح رقيقة • ارمها بسرعة في هاون مع ٥٠ مل مـن الكحول بتركيز ٩٥٪ • اسحق الشرائح جيدا ثم اطرح الكحول واهمله • أضف ١٠ مل من الكحول ، أعد السحق ثم اطرح الكحول واهمله • أعد هذه العملية الأخيرة حتى استخراج مداد الانزيمة العضوي بكاملـه بحيث لا يبقى في الهاون الا مسحوق عديم اللون • عالج هذا المسحوق بـ ٤٠ مل

من الماء المقطر ، اتركه ليرقد بضع دقائق ثم ثفل مدة خمس دقائق بقوة 500 Xg ان الخلاصة الطافية تشتمل على الانزيمات •

ضع في كل من أنبوبي اختبار (نظيفين وجافين) ٢ مل من الخلاصة الانزيمية • سخن أحدهما حتى الغليان (بضع دقائق) • أضف فوق كل منهما ٢ مل من محلول الكاتيكول Catechol في الماء بتركيز ١٪ لاحظ بعد الخض اسمرار اللون في أحدهما ، فسر ذلك •

أضف وبتأن (على الجدار) ٥ر٠ مل من محلول (الصمغ الجاوي) Gum guaiacum الكحولي بتركيز ٢٪ • لاحظ اللون الازرق بخاصة حذاء السطح الفاصل بين المائعين في أحدهما ، فسر ذلك •

ملاحظة : ان اضافة بضع قطرات من محلول 0.1 M KCN الى الخلاصة الانزيمية تؤدي الى تثبيط عمل الانزيمة تماماً كما في حالة غلي الخلاصة •

٣ ـ انزيمة البيروكسيداز Peroxidase

ضع في كل من أنبوبي اختبار ٢ مل من الخلاصة السابقة • سخن احداهما حتى الغليان ، أضف اليها ٥ر٠ مل من صبغ الكاياك • لاحظ عدم ظهور أي تبدل في لون صبغ الكاياك في كلا الانبوبين •

أضف قطرة ماء أكسجيني معتدل في كل من الانبوبين •لاحظ ظهور اللون الازرق في أحد الانبوبين (غير المسخن) وعدم ظهوره في الانبوب الثاني (المسخن) ، فسر هذه النتائج •

٤ ـ انزيمة الديهيدروجيناز Dehydrogenase

آ ـ خذ شريحتي بطاطا • غطس أحداهما في الماء بحالة الغليان مدة خمس دقائق • ضع كلتا الشريحتين في علبة بتري • ضع على كل شريحة بضع قطرات من مادة تري فينيل تيترازوليوم كلورايد ، بتركيز ٥ر٠٪ • ضع التجربة بعيداً عن النور

(في الظلام) • لاحظ ظهور اللون الاحمر خلال ١٥ دقيقة على الشريحة غير المغلية وعدم ظهور هذا اللون على الشريحة المغلية ، علل ذلك •

تستخدم هذه الطريقة للكشف عن البذور القادرة على الانتاش ونسبتها في بذار ما • خذ ١٠ حبات شعير منتشه منذ خمسة أيام • اقطع كل حبة طوليا وضعها في انبوب اختبار •

خذ ١٠ حبات شعير أخرى واقطعها طوليا وضعها في أنبوب اختبار آخر ، اغلها مدة ٥ دقائق في الماء ثم انزع الماء عنها •

خذ انبوبي الاختبار السابقين وضع فوق كل منهما بضع قطرات من مادة تري فينيل تيترازوليوم كلورايد ، لاحظ ظهور اللون الاحمر الناجم عن ارجاع الصبغ ومكان توضعه ثم احسب النسبة المئوية للبذور القادرة على الانتاش في الانبوب غير المغلي •

ب ــ اقطع من درنة بطاطا ١٠ مكعبات صغيرة بطول ٥ مم • ضع خمسة من هذه المكعبات في أنبوب صغير ، أما المكعبات الباقية فضعها في بيكر مشتمل على ماء بحالة الغليان وذلك لمدة ٢٠ دقيقة • انقل هذه المكعبات الى أنبوب صغير •

املأ الانبوبين تماما بمحلول أزرق الميتلين بتركيز ٠٢ر٠٪ وسدهما بسدادتين بحيث لا يبقى في الانبوبين فقاعات هوائية • لاحظ تبدل اللون في الانبوبين خلال ٢٤ ساعة ، فسر ذلك ؟

٢ ــ الانزيمات (٢)

مراحل العمل التجريبي :

المواد والادوات :

خميرة البابائين Papain التجارية ــ زلال البيض المخثر ــ تولوين ــ يوديودي أدران بطاطا ــ حبوب شعير منتشة ــ نشاء ــ فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين $KH_2 PO_4$ ــ ألفا أميلاز α amylase ــ كلور الكالسيوم $Ca Cl_2 . 2 H_2O$ ــ محلول غلوكوز تركيز ٢ر٠٪ ــ محلول غلوكوز ــ ١ ــ فوسفات تركيز ٢٥ر٠٪ ــ ماء مقطر •

هاون ــ مثفلة ــ صفائح بورسلين عدد (٦) ــ أنابيب اختبار سعة (٢٠) مل عدد (١٠) ــ بيكر سعة ٥٠٠ مل عدد (١) ــ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (٢) ــ مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ــ قمع بوشنر ــ حوجلة مخروطية ــ مخلية هواء ــ موس •

طريقة العمل :

١ ــ انزيمة البابائين Papain

امزج (١) غراما من البابائين التجارية مع (٣٠) مل من الماء المقطر واترك المزيج لمدة ساعة في درجة ٣٠° م ثم رشح وخذ من الرشاحة (١٠) مل في كل من أنبوبين •

سخن احداهما حتى الغليان (بضع دقائق) واتركه حتى يبرد • أضف الى كل من الانبوبين مكعبا صغيرا بطول (٢) مم من زلال البيض المخثر بالغليان •

أضف أخيرا قطرة أو قطرتين من التولوين لكل أنبوب • عال ذلك •

خض قليلا ثم سد بسدادة وانتظر مدة يومين لمشاهدة الفارق بينهما •

٢ ــ انزيمة الفوسفوريلاز Phosphorylase

خذ ثلاثة أنابيب اختبار •

ضع في الاول ٣ مل من محلول الغلوكوز تركيز ٢ر٠٪ •

ضع في الثاني ٣ مل من محلول غلوكوز ــ ١ ــ فوسفات تركيز ٢٥ر٠٪ •

ضع في الثالث ٣ مل من محلول الغلوكوز تركيز ٢ر٠٪ مع ١ مل من محلول KH_2PO_4 تركيز ٢١ر٠٪ •

حضر الخلاصة الانزيمية الحاوية انزيمة الفوسفوريلاز كما يأتي :

قطع أدرانْ البطاطا بعد التقشير قطعا صغيرة واسحقها في الهاون بسرعة ثم اعصرها بوساطة قطعة من الشاش .

رشح العصارة في قمع بوشنر واستخدمها بسرعة . أضف ٣ مل من هذه العصارة الى كل من الانابيب الثلاثة السابقة .

تحر عن النشاء في هذه الانابيب الثلاثة بوساطة الكاشف اليودي على صفحة البورسلين وذلك بوضع قطرة من الكاشف اليودي على صفحة البورسلين ثم أخذ قطرة من كل أنبوب كل ثلاث دقائق . استمر بالتحري لمدة ٢٠ دقيقة . حدد مداد هذه الانزيمة وعلل ظهور النشاء بأحد الانابيب الثلاثة .

٣ ـ انزيمة الاميلاز Amylase :

حضر حلالة النشاء على النحو التالي :

ضع ١ غ من النشاء في ٢٥ مل من الماء . أضف هذه المعلقة ببطء الى ٥٠ مل من الماء الساخن بحالة الغليان مع التحريك . اغسل ما تبقى من المعلقة بـ ٢٥ مل من الماء الاضافي . اغل المجموع مدة نصف دقيقة بعد الاضافة الاخيرة . خذ ٥٠ مل من هذه الحلالة المركزة (١٪) ومددها الى ٥٠٠ مل بمحلول KH_2PO_4 بتركيز 0.05 M .

آ . اسحق في هاون مع قليل من الرمل و ٥٠ مل من الماء ٢٠ حبة شعير منتشة منذ خمسة أيام (يجب اضافة الماء بالتدريج أثناء السحق) . خذ السائل وثفل لمدة خمس دقائق بقوة 500 Xg .

خذ أنبوبي اختبار ، ضع في كل منهما ٥ مل من الخلاصة المحضرة . سخن أحدهما حتى الغليان بضع دقائق .

أضف الى كل منهما ٥ مل من حلالة النشاء . خض جيدا وتتبع بسرعة مصير الحلالة النشوية في الانبوبين بوساطة الكاشف اليودي (٣٪) على صفحة البورسلين Spot Plate النظيفة والجافة وذلك مرة كل دقيقة حتى زوال اللون الازرق . لاحظ عدم زوال اللون الازرق في الانبوب المغلي علل ذلك .

ب • خذ ٢ر٠ غ من ألفا أميلاز التجارية • حلّها في ليتر ماء مع ٥ر٢ غ كلور الكالسيوم $Ca\ Cl_2 . 2\ H_2O$ •

مدد هذا المحلول مرتين وأربع مرات وثماني مرات • خذ أربعة أنابيب اختبار ،

ضع في الانبوب الاول ٥ مل من المحلول الام •

ضع في الانبوب الثاني ٥ مل من المحلول الممدد مرتين •

ضع في الانبوب الثالث ٥ مل من المحلول الممدد أربع مرات •

ضع في الانبوب الرابع ٥ مل من المحلول المدد ثماني مرات •

أضف الى كل منها ٥ مل من المداد النشوي المحضر سابقا وامزج جيـدا • تابع سرعة الحلمهة بوساطة الكاشف اليودي في كل من التراكيز المذكـورة عـلى صفحة البورسلين وفق ما ذكر أعلاه • فسر نتائجك •

المطيافية الضوئية

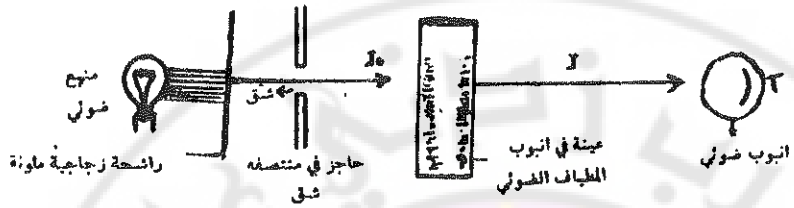
دراسة طيفية لمركبي الريبوفلافين واليخضور

تعد المطيافية الضوئية أحد التقانات الاكثر استعمالا في المخابر الكيميائية الحيوية • وهي تقانة توفر معلومات كيفية وكمية للمواد المنحلة • والمطياف الضوئي أداة مصممة لتوجيه حزمة ضوئية وحيدة اللون خلال عينة من السائل.وقياس شدة الضوء الصادر • فاذا كانت العينة مكونة من المذيب النقي (الماء مثلا) فان النسبة بين شدة الضوء الصادر (I) وشدة الضوء الوارد (I_0) معادلة للوحدة • تسمى هذه القيمة الايصال (T) Transmittance ويعبر عنها بالنسبة المئوية •

$$\% T = \frac{I}{I_0}$$

عندما يعرض محلول ملون للضوء المرئي فان قسما من الضوء الوارد يمتص في المحلول وبذلك تنخفض شدة الضوء الصادر • فالمحلول الذي يمتص ربع شدة الضوء الوارد مثلا يبدي ايصالا قدره (٧٥٪) • قد تلعب عوامل أخرى مثل الانعراج الضوئي أو انكساره بسبب وجود الدقائق المعلقة في المحلول دورا في تخفيض شدة الضوء الصادر أو مقدار الايصال (T) • يبدي الشكل (١٢) المكونات الداخلية الاساسية للمطياف الضوئي البسيط •

تختار الراشحة الموجة الضوئية المناسبة ويجعل الشق الحزمة الضوئية متوازية • يلتقط الضوء الصادر عن العينة (I) بوساطة أنبوب ضوئي موصول بمقياس رقمي أو مؤشر يعطي القراءات •



الشكل (١٢) شكل تخطيطي يوضح المكونات الداخلية الاساسية البسيطة للمطياف الضوئي

قانون لامبرت ـ بير Lambert - Beer :

يشكل قانون لامبرت بير الموحد تعبيرا أكثر دقة للعلاقة بين كمية الضوء المتصة وتركيز المادة الماصة للضوء •

$$A = E C L$$

حيث :

A = الامتصاص الضوئي

E = المعامل الامتصاصي الجزيئي ($Liter\ mole^{-1}\ cm^{-1}$)

C = تركيز المادة الماصة للضوء (جزيئا غراميا/ليتر Moles/Liter)

L = عرض الممر الضوئي (سم) •

وبذلك ، يساوي الامتصاص حاصل ضرب المعامل الامتصاصي الجزيئي وتركيز المادة الماصة للضوء والمسافة التي يقطعها الضوء في المحلول (عرض الممر الضوئي)•

يعد المعامل الامتصاصي الجزيئي ثابتا لجزيء معين منحل في مذيب معين ومقيس في طول موجة معينة ، تجدر الملاحظة أن تعبير الكثافة الضوئية Optical Density (OD) يستخدم عادة كرديف للامتصاص الضوئي ، لكن الامتصاص الضوئي يعد التسمية المفضلة ويعبر عن الانخفاض في شدة الضوء الصادر الذي يسببه الامتصاص الضوئي بالتحديد كما يحدث في المحاليل الممدة • اذا كان بالمستطاع رد الانخفاض في شدة الضوء الى الانسراج أو الانكسار الضوئي يجب عندئذ استخدام تعبير الكثافة الضوئية • ان هذه الازدواجية في التسمية مصدر ارباك في بعض الاحيان بخاصة وأن معظم أنماط المطياف الضوئي قد جرى معايرتها بوحدات الكثافة الضوئية •

تطبيقات الطيافية الضوئية :

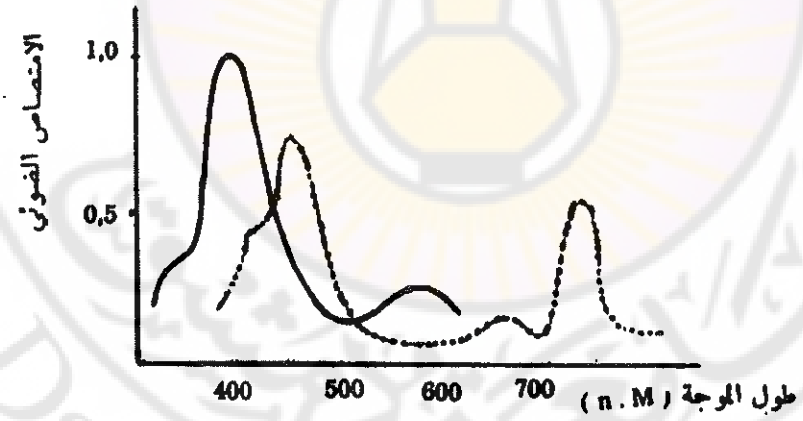
ان التطبيق الاكثر وضوحا لقانون لامبرت ــ بيرهو استخدام المطياف الضوئي لتحديد تركيز مجموعة متنوعة من الجزيئات الماصة للضوء مثل الجزرين ، اليخضور وخضاب الدم• يمكن الحصول مثلا على ثلاثة متغيرات ضرورية لتحديد تركيز محلول الجزرين (E , A , I) بسهولة بوساطة قياس المعامل الامتصاصي الجزيئي للجزرين، وقياس امتصاصه الضوئي وعرض الممر الضوئي حيث يصبح حل مشكلة المتغير الرابع (C) بسيطا ، يمكن استخدام التقانة نفسها لقياس تركيز المواد غير الملونة مثل السكاكر والحموض الامينية • ان ذلك يقتضي تفاعل الجزيء غير الملون مع مركب عطري أو جزيء آخر يعطي معقدا ملونا حيث يمكن تحديد تركيزه بالطريقة السابقة• يستخدم الطيف الامتصاصي الذي يبدي الامتصاص الاعظمي والادنى كثيرا في الكيمياء الحيوية لتوصيف المركبات أو تعريفها• يبين الشكل(١٣) الطيفين الامتصاصيين لجزيئين حيويين هامين هما اليخضور (a) والسايتوكرومة (c) • يمتص اليخضور (a) الضوء في المنطقة الحمراء والزرقاء بصورة رئيسة ويمكن تمييزه بوضوح عن السايتوكرومة (c) •

يمكن التطبيق الاخر المفيد لهذه التقانة من التعرف على الجزيء الماص للضوء المرتبط بعملية يتوسط فيها الضوء بشكل نوعي • يقارن الشكل (١٤) الطيفية الامتصاصية لليخضورين (a) و (b) وطيف العمل الامتصاصي لعملية التركيب

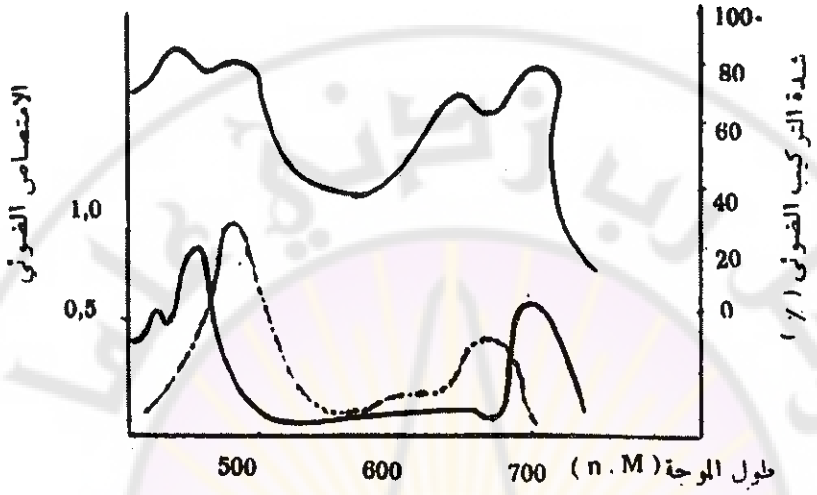
الضوئي • يعد التطابق الكبير المتقارب بين الاطياف الامتصاصية وطول الموجات الضوئية الفعالة في تسيير عملية التركيب الضوئي اشارة ودليلا واضحا على أن اليخضور يشكل الجزيء المجمع (الماص) للضوء الرئيسي في عملية التركيب الضوئي•

ثمة اشارة اضافية الى حساسية هذه التقانة تتمثل في التمييز بين مركبين متماثلين جدا من ناحية البنية الكيميائية كاليخضورين (a) و (b) بوساطة تفحص طيفهما الامتصاصيين المختلفين •

توفر هذه التجربة فرصة لتحديد الطيف الامتصاصي لمركب الريبوفلافين : يستخدم المحلول نفسه لوضع مخطط بياني قياسي لقياس تركيز الريبوفلافين والتحقق من صحة علاقة لامبرت بير الموحدة •



الشكل (١٣) الطيفان الامتصاصيان للسايتوكرومة (C) (—)
واليخضور (a) (....)



الشكل (١٤) مقارنة طيف عمل التركيب الضوئي (القسم العلوي) مع طيفي الامتصاص الضوئي لمركبي اليخضور (a) (—) واليخضور (b) (....)

١ ـ الطيف الامتصاصي لمركب الريبوفلافين :

إن مركب الريبوفلافين (فيتامين B_2) مادة صفراء اللون تمتص الضوء المرئي • يهدف هذا الجزء من التجربة قياس طيفها الامتصاصي بوساطة المطيافية الضوئية •

طريقة العمـل :

١ ـ احصل على نحو (٤٠) مل من محلول الريبوفلافين تركيز (٣١ر٥ × ١٠$^{-٥}$ M) •

٢ ـ ثبت المطياف على الامتصاص (صفر) في الموجه (٤٠٠) نانو متر بوساطة استخدام انبوب يحتوي على الماء المقطر (الشاهد) • ثبت المطياف أيضا بالطريقة

نفسها باستعمال مادة عكرة على (∞) في الموجـه (٤٠٠) نانومتر • ان طريقـة التثبيت المذكورة تختلف باختلاف نمط المطياف المستعمل •

٣ ـ املأ انبوب المطياف حتى ذروته تقريبا بمحلول الريبوفلافين وضعـه في حجرة العينة في المطياف وقس امتصاصه في الموجه(٤٠٠)n . m ، رتب نتائجـك في في جدول مماثل للجدول (١٠) •

٤ ـ ثبت الموجه في المطياف على (٣٤٠) n . m ، ثبت الامتصاص على (صفر) بوساطة الشاهد المكون من الماء المقطر ثم قس امتصاص محلول الريبوفلافين في طول الموجه المنخفض المذكور • أعد هذه العملية لكل (١٠) n . m بين الموجتين (٣٤٠ ـ ٥٠٠) n . m وسجل القيم التي تحصل عليها في جدولك •

الجدول (١٠) قراءات امتصاص محلول الريبو فلافين للضوء

طول الموجة (n . m)	الامتصاص	طول الموجة (n m)	الامتصاص
340		430	
350		440	
360		450	
370		460	
380		470	
390		480	
400		490	
410		500	
420			

حسابات واستنتاجات :

١ ـ ارسم بيانياً الطيف الامتصاصي لمحلول الريبوفلافين ممثلا العلاقة بين الامتصاص (محور العينات) وطول الموجه (محور السينـات) • ينفـرد مركب الريبوفلافين بهذا الطيف الامتصاصي الذي يمكن استخدامه مع معايير اخرى للتعرف على المركب وتحديد هويته •

آ ـ حدد عدد الـذرى الامتصاصية الضوئيـة للريبوفلافين والامتصاص الضوئي الاعظمي لكل منها .

ب ـ هل ينطبق طيفك الامتصاصي لمركب الريبوفلافين على طيوفه الامتصاصية المنشورة في الكتب ؟ اذا كان ثمة اختلاف اشرح سبب ذلك .

جـ ـ قارن طيفك الامتصاصي لمركب الريبوفلافين مع الطيوف الامتصاصيـة لمركبات صباغية حيوية أخرى مثل اليخضور، الجزرين، وخضاب الدم. كيف تختلف هذه الاطياف الامتصاصية عن بعضها بعضاً ؟.

٢ ـ يمكن الان استخدام علاقة لامبرت ـ بير الموحدة أي (A = E C L) لحساب المعامل الامتصاصي الجزيئي لمركب الريبوفلافين .

رغـم أن العلاقة تنطبق على جميع الموجات ، فانه يفضل اجـراء الحسابات باستخدام مقدار الامتصاص في الموجه (٤٥٠) n.m لان معظم قيم (B) المنشورة في المراجع حسبت في الموجة المذكورة . يجب اسـتخدام قطـر الانبوب المطيافي (الخارجي) كطول الممر الضوئي (L) ان لم تكن قد استخدمت الخلية المطيافية التي تكون قيمة (L) فيها تساوي (١ سم) .

٢ ـ تحضير مخطط بياني قياسي للريبوفلافين :

يتمثل أحد التطبيقات العملية الهامة لعلاقة لامبرت ـ بير الموحدة في استخدام المخطط البياني القياسي لمركب في تحديد تركيزه في المحاليل . تسـتدعي اجراءات العمل تحضير محاليل ريبوفلافينية متعددةذات تراكيز معروفة بدقة وقياس امتصاص كل منها في موجة معينة وثابتة . تمثل النتائج الحاصلة بيانياً (مخططا بيانياً قياسياً). ويجب أن تظهر العلاقة البيانية بين الامتصاص الضوئي والتركيز بشكل علاقة بيانية خطية مستقيمة . يحدد بعدئذ تركيز الريبوفلافين في المحلول المجهول بوساطة مقارنة قيمته الامتصاصية الضوئية في طول الموجة المذكور بتلك الموجـودة في المخطط البياني القياسي .

طريقة العمل :

١ ــ حضر المحاليل الستة التالية باستخدام محلول الريبوفلافين المستعمل في الجزء السابق من التجربة وذلك وفق الجدول (١١) ٠

٢ ــ احسب التركيز الجزيئي الغرامي لكل منها وضع القيم الناتجة في مكانها الملائم من الجدول ٠

٣ ــ ثبت المطياف على الموجة (٤٥٠) n . m واضبط الامتصاص على الصفر باستخدام محتوى الانبوب (١) شاهدا ٠ ثم قس مقدار الامتصاص الضوئي لبقية المحاليل وسجل نتائجك بدقة في الجدول (١١) ٠

الجدول (١١) المعطيات التجريبية لتحضير المخطط البياني القياسي للريبو فلافين

رقم الانبوب	5.31×10^{-6} M ريبو فلافين (مل)	ماء مقطر (مل)	التركيز M	الامتصاص الضوئي في موجة n.m (450)
1	0	10.0		
2	2.0	8.0		
3	4.0	6.0		
4	6.0	4.0		
5	8.0	2.0		
6	10.0	0		

٤ ــ احصل على عينة من محلول ريبوفلافيني مجهول التركيز وقس امتصاصها الضوئي في طول الموجة (٤٥٠) n . m ٠

حسابات واستنتاجات :

١ ــ حضر المخطط البياني القياسي بوساطة تمثيل العلاقة البيانية بين القيم الامتصاصية الضوئية (المحور الشاقولي) وتركيز الريبوفلافين (المحور الافقي)٠

اذا كان المخطط البياني القياسي مستقيما(خطيا) فانه يمكن استخدامه في تحديد تركيز محاليل الريبوفلافين الاخرى كالعينة مجهولة التركيز • يتوجب في ظروف العمل المخبري اجراء ثلاثة مكررات للمحاليل الريبوفلافينية معلومة التركيز وقراءة امتصاصها الضوئي في الموجة (٤٥٠) n.m ثم تمثيل العلاقة البيانية بين وسطي القراءات الثلاث أو معدلها لمقدار الامتصاص الضوئي والتركيز وذلك من أجل تحقيق استقامة المخطط البياني القياسي •

٢ ــ استخدم المخطط البياني القياسي في تحديد التركيز الجزيئي الغرامي لعينتك المجهولة من الريبوفلافين •

٣ ــ وضح باستخدام معطياتك التجريبية من أجل الحصول على المخطط البياني القياسي ان المعامل الامتصاصي الجزيئي للريبوفلافين ثابت في الحقيقة ومستقل عن التركيز أي لا يعتمد عليه •

٢ ــ الطيف الامتصاصي لاصبغة اليخضور وقياس تركيز اليخضورين a و b في النسيج الورقي :

المواد والادوات :

نسيج ورقي غض ــ خلون (أسيتون) تركيز (٨٥٪) •

مهراس ــ مقص ــ قمع بوشنر ــ ورق ترشيح ــ مقياس مدرج سعة ١٠٠مل ــ أرلينة سعة ١٠٠ مل •

طريقة العمل :

آ ــ خذ غراما واحدا من نسيج ورقي غض كأوراق السبانخ وقطعه بالمقص إربا تقارب أبعادها (١ملم) • استخرج الصبغ منها بسحقها في مهراس لمدة (٥) دقائق مع (١٠٠) مل خلون (اسيتون) تركيز (٨٥٪) ، رشح المتجانسة في قمع مجهز بورقة ترشيح ثم انقل الرشاحة الى حوجلة عيارية بحجم (١٠٠) مل واستكمل حجمها بالخلون (٨٥٪) الى (١٠٠) مل •

ب ـ خذ قسما من المحلول اليخضوري الناتج ومدده بالخلون حتى يصبح ايصاله (٣٠ ـ ٤٠٪) في الموجة (٦٤٠)m . n ثم قس امتصاص الضوء في الموجات ٤٠٠ ـ ٦٤٠ n . m بحيث تأخذ قياسا على فواصل قدرها ١٠ n . m على أن يعاد الايصال ١٠٠٪ للوسط الحال (الخلون) في كل مرة قبل اجراء القياس • سجل نتائجك في جدول وبين العلاقة البيانية بين الامتصاص وطول الموجه وحدد نوع الذرى الامتصاصية وعددها والامتصاص الاعظمي لكل منها •

جـ ـ قس الكثافة الضوئية للخلاصة اليخضورية الاصلية مستخدما الخلون كشاهد في الموجتين (٦٦٣ و ٦٤٤) n . m وهي موجات الامتصاص الاعظم لليخضور a واليخضور b .

د ـ استنتج تركيز كل من اليخضورين من تطبيق العلاقتين التاليتين :

ملغ/غرام من النسيج $C_a = 1.07 (D_{663} - 0.094 (D_{644})$

ملغ/غرام من النسيج $C_b = 1.77 (D_{644}) - (0.280 (D_{663})$

وتجدر الملاحظة ان الثوابت المستخدمة قد حددت بصورة تجريبية •

المقياس الطيفي للّهب

Flame Photometer

هو جهاز يستخدم من أجل التحليل الكيفي والكمي للعناصر الموجودة في محلول ما • والجهاز الموجود لدينا هو من صنع معامل Kipp ومعد لمعايرة سريعة ودقيقة لعناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم في محلول ما •

المبدأ :

ترسل العناصر المسخنة الى درجة التوهج أشعة ذات موجات معينة يمكن اصطفاؤها بوساطة راشحات ضوئية خاصة • والمعروف ان شدة هذه الاشعة تتناسب مع تركيز العنصر في المحلول المعرض للتوهج ولذا كان من الممكن معايرة العناصر في محاليلها بقياس شدة الاشعة الطيفية لكل منها • فالاشعة الطيفية المرسلة تسقط على خلية كهرضوئية والتيار الحاصل الذي تتناسب شدته مع شدة تلك الاشعة يقاس بوساطة مقياس غلفاني Galvanometer .

نطلق تحت تأثير تيار هوائي مناسب المحلول بشكل رذاذ ناعم أو ضباب دقيق الجزيئات نسوقه الى حراق يغذيه تيار معاير من غاز البروبان Propane ،أما الرذاذة Atomiser فتتألف من ابرة شعرية معدنية معقوفة تتقدم أمام مخرج النفاخ من طرفها الواحد وتتصل بأنبوب زجاجي شعري يغطس في المحلول من طرفه الاخر• والكل يتضمنه اناء زجاجي يدعى حامل الرذاذة يتصل بالحراق بوساطة دهليز وممرات زجاجية وأنابيب من المطاط • هنالك حظار قزحي أمام الشعلة يمكننا من التحكم بكمية الاشعة التي تسقط على الخلية الضوئية Photocell وتنظيمها •يستفاد من هذا الحظار بخاصة في حالة استخدام محاليل عالية التركيز •

ان أهمية معدل مزيج الهواء والغاز من جهة وشدة التيار المنطلق عبر الحراق من جهة أخرى كبيرة في القياسات الضوئية للهب ولذلك فان الجهاز مزود بمقياسين أحدهما لتيار الهواء والاخر لتيار الغاز •

مراحل العمل التجريبي :

المواد والادوات :

كلور الصوديوم ــ كلور البوتاسيوم ــ كلور الكالسيوم ــ ماء مقطر •
مقياس مدرج سعة ١٠٠ مل عدد (١) ــ بيكر سعة ١٠٠ مل عدد (١٠) •

طريقة العمل :

١ ــ حضر ١٠٠ مل من محلول كلور الصوديوم الذي يحوي تركيزاً من شوارد الصوديوم يساوي ٥ ملغ/ليتر وآخر ٥ر٠ ملغ /ليتر وثالث ٠٥ر٠ ملغ/ليتر•

٢ ــ حضر ١٠٠ مل من محلول كلور البوتاسيوم الذي يحوي تركيزاً من شوارد البوتاسيوم يساوي ٣٠ ملغ/ليتر وآخر ٣ ملغ/ليتر وثالث ٣ر٠ ملغ/ليتر•

٣ ــ حضر ١٠٠ مل من محلول كلور الكالسيوم الذي يحوي تركيزاً من شوارد الكالسيوم يساوي ٢٥٠ ملغ/ليتر وآخر ٢٥ ملغ/ليتر وثالث ٥ر٢ ملغ/ليتر•

عاير الجهاز بالنسبة لمحلول معروف ومحاليل المقارنة المستخدمة السابقة •

خذ قراءة المقياس الغلفاني بالنسبة للماء المقطر •

فاذا كانت قراءة المقياس الغلفاني للماء المقطر هي h ، وللمحلول المعاير ذي التركيز Amg/L هي a ، وللمحلول المجهول ذي التركيز X mg/L هي c تحققت لدينا العلاقة التالية :

$$X = \frac{c - h}{a - h} \cdot A$$

خذ قراءة الجهاز بالنسبة لمحاليل الصوديوم الثلاثة وارسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين تركيز شوارد الصوديوم في المحلول وقراءة الجهاز •

أعد الفقرة السابقة بالنسبة لمحاليل البوتاسيوم والكالسيوم •

خذ قراءة الجهاز بالنسبة لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم في الماء العادي كمحلول مجهول واحسب تركيز هذه الشوارد فيه •

ملاحظة :

لقد فرضنا هنا ان قراءة المقياس تتناسب طردا مع التركيز والواقع أن هذا لا يصح الا ضمن مجال معين من التراكيز •

قد تصل حساسية الجهاز الى ٠٠٥ر٠ ملغ / ليتر للصوديوم ، ٠٣ر٠ ملغ/ليتر للبوتاسيوم و ٢٥ر٠ ملغ/ليتر للكالسيوم •

ملحـــق

يخصص هذا الملحق والتعليمات الواردة فيه للقائم بالاعمال والمحضر اللذين يترتب عليهما تحضير المحاليل والمواد لكل تجربة عمليـة • ان الكميـات الواردة مخصصة لعشرة طلاب يعملون في خمس مجموعات عمـلا مخبريا • لذلك تعـدل الكميات وفق حجم الجلسة العملية أي عدد طلابها •

يستحسن النظر في متطلبات كل تجربة قبل اسبوع أو اسبوعين لتأمين المـواد اللازمة ولتهيئة المحاليل التي قد تتطلب وقتاً •

يحتاج المسؤول عن تحضير الجلسات العملية بالاضافة للمواد النوعية الخاصة، بعض المواد والتجهيزات القياسية • ورغم ان القائمة التالية لا تتضمن كل المتطلبات حصرا فانها تكون فكرة عما يجب توفره من اجل تحضير التجارب العملية •

١ ــ زجاجيات (أنابيب اختبار مع حواملها الخاصة ، اسطوانات مدرجة ، بياكر ، حوجلات ايرلنماير مخروطية ، حوجلات عيارية ، أقماع ، سحاحات ، مساعدات سحاحية ••الخ) •

٢ ــ سحاحات من أحجام مختلفة (10.0 ــ 0.1) مل •

٣ ــ مساعدات سحاحية Propipettes .

٤ ــ قطارات •

٥ ــ زجاجيات مع أغطيتها من أنماط وحجوم مختلفة بعضهـا زجاجية وبعضهـا بلاستيكية •

٦ ــ ناقع ، غاسل ، مجفف السحاحات .

٧ ــ مقياس رقم هيدروجيني pH meter مع مجموعات البفر القياسية لمعايرته .

٨ ــ مشعر حموضة ورقي مجاله (13 - 0) .

٩ ــ بارافيلم .

١٠ــ مقصات .

١١ــ خلاطات مغناطيسية (محركات وقطع ممغنطة للمزج).

١٢ــ أشرطة تعليم Label tape وأقلام تكتب على الزجاج .

١٣ــ موازين عادية وحساسة .

١٤ــ صفائح المينيوم Aluminum foil .

١٥ــ سخانات كهربائية Hot plates .

١٦ــ حمامات مائية مزودة بمثبت حراري.

١٧ــ ثلاجة ويفضل أن يتوفر براد وفريزر .

١٨ــ حجرة سحب الهواء Hood .

١٩ــ نظارات واقية .

٢٠ــ قفازات مقاومة للحرارة .

٢١ــ موازين حرارة بالدرجات المئوية .

٢٢ـ ورق ترشيح ٠

٢٣ـ ماء مقطر أو ماء منزوع الشوارد Deionized .

٢٤ـ قفازات بلاستيكية ٠

تجـربة التقانات الأساسية

I ـ تحضير المحـاليل المائية :

١ ـ تحضير المحاليل

أ ـ الكواشف

١٠ خلات الصوديوم (٢٠٠) غ٠

٢٠ هيدروكسيد الصوديوم (١٠٠) غ٠

٣٠ حمض كلور الماء المركز(١٠٠)مل يجب حفظه في حجرة سحب الهواء Hood .

٤٠ حمض الخل الثلجي (١٠٠) مل يجب حفظه في حجرة سـحب الهواء Hood .

٥٠ ماء مقطر (٥٠ ليتر) ٠

ب ـ المعدات والمواد :

١٠ حوجلات ايرلنماير (مخروطية) أو بياكر سعة (١٠٠٠) مـل عدد (٢٠) وسعة ٥٠٠ مل عدد (٥) ٠

٢٠ حوجلات عيارية سعة ١٠٠٠ مل عـدد (٥) ؛ سعة ٢٥٠ مـل عـدد (١٠) ٠

٣• سحاحات سعة ١٠مل عدد (٢٠) •

٤• مساعدات سحاحية عدد (١٥) •

٥• موازين عادية عدد (٥) وورق ميزان •

٦• مغراف Spatula عدد (٥) •

٧• شريط تعليم عدد (٥) وأقلام تكتب على الزجاج عدد(٥)•

٨• ناقع سحاحات (من أجل تنظيفها وغسلها) يتكون المحلول المنظف في الناقع من : ماء + منظف (مسحوق أو سائل صابوني) + ٥٪ قاصر (هيبوكلوريت) •

II — قياس الرقم الهيدروجيني (pH)

أ ـ الكواشف

١• محاليل يعدها الطلاب في التمرين الاول •

٢• ماء مقطر ، الكمية الواردة أعلاه تكفي جميع تمارين هذا القسم ، (٥٠) ليترا •

ب ـ المعدات والمواد :

١• مقياس رقم هيدروجيني pH meter عدد (٢)•

٢• محلول بفر قياسي (pH = 7.0) لضبط القياس •

٣• مشعر حموضة ورقي مجاله (13 - 0) عدد (٥علب) •

٤• قطارات عدد (٥٠) ، نهاياتها المطاطية عدد (٣٠) •

٠٥ بياكر سعة (٢٠ـ٣٠) مل عدد (٢٥) ٠

٠٦ زجاجات بلاستيكية للغسل عدد (٥)٠

III — السعة البغرية :

أ ـ الكواشف

٠١ محاليل يحضرها الطلاب في التمرين الاول ٠

٠٢ ماء مقطر كما سبق ٠

ب ـ العدات والمواد :

٠١ مشعر حموضة ورقي مجاله (٠ـ١٣) عدد (٥ علب)٠

٠٢ قطارات عدد (٥٠) ، نهاياتها المطاطية عدد (٣٠) ٠

٠٣ سحاحات سعة ١٠مل عدد (٣٠) ٠

٠٤ حوجلات ، ايرلنماير (مخروطية) سعة ٥٠ مل ، عدد(١٠) ٠

٠٥ ناقع سحاحات ٠

IV — حموضة بعض المحاليل الطبيعية وسعتها البغرية :

أ ـ الكواشف

٠١ محلول الخل ٠

٠٢ عصير الليمون ٠

٠٣ عصير البندورة ٠

٠٤ عصير أوراق نباتية أو بلاسما دموية ٠٠الخ٠

تجربة : المطيافية الضوئية ، التحليل الطيفي لمركب الريبوفلافين

I ـ طيف الريبوفلافين الامتصاصي

أ ـ الكواشف

٠١ محلول ريبوفلافين تركيزه (٣١ر٥ × ١٠^-٥ مول) ٠ زن بدقة (٠٢ر٠) غرام ريبوفلافين (وزنه الجزيئي ٣٧٦ر٣٧ = MW) وأذبها في ماء مقطر في حجم نهائي قدره ليتر واحد ،باستخدام حوجلة عيارية ٠ اذا لم ينحل الريبوفلافين بسرعة سخنه بلطف في حمام مائي حتى الذوبان الكامل ٠ احفظ هذا المحلول معلما في الثلاجة لمدة ساعة قبل بدء الجلسة العملية ٠

٠٢ ماء مقطر ٠

ب ـ المعدات والمواد :

٠١ مقياس لوني Colorimeter أو مطياف عدد (٥) مزود بأنابيب نظيفة وجافة ٠

٠٢ حوامل أنابيب عدد (٥) ٠

٠٣ أنابيب اختبار نظيفة وجافة أبعادها (١٥٠×١٦) ملم ، عدد (٢٠٠) ٠

٠٤ سحاحات سعة ١ مل عدد (٥٠) سعة ٥مل عدد(٥٠) سعة ١٠ مل عدد (٥٠) ٠

٠٥ مساعدات سحاحية عدد (١٠) ٠

٠٦ قطارات عدد (٢٠٠) ، نهايات مطاطية عدد (٣٠) ٠

٠٧ مساطر عدد (٥)٠

٠٨ ناقع سحاحات ٠

II — المخطط البياني القياسي للريبوفلافين :

ما ذكر في الجزء I بالاضافة الى تحضير سلسلة محاليل الريبوفلافين المجهولة بالنسبة للطالب وفق الجدول ٠

التركيز M	ماء مقطر (مل)	ريبوفلافين تركيز 5.31×10^{-5} M (مل)
0.27×10^{-5}	9.5	0.5
0.80×10^{-5}	8.5	1.5
1.33×10^{-5}	7.5	2.5
1.86×10^{-5}	6.5	3.5
2.39×10^{-5}	5.5	4.5
2.92×10^{-5}	4.5	5.5

تحضر هذه المحاليل قبل بدء الجلسة العملية ويعطى كل منها رمزاء لا يعطى التركيز الحقيقي للطالب الا بعد انتهائه من قياسه واجراء حساباته ٠

تجـربة التبادل الغازي بالطريقة المانومترية :

تحديد ثابت زجاجة فاربورغ :

١ ــ (١٠٠) مل كاشف فيريسيانيد البوتاسيوم تركيز (٨٫٢٣ غ/ليتر) : أذب (٨٢٣) ملغ فيريسيانيد البوتاسيوم النقي في (١٠٠) مل ماء مقطر ٠ احفظ المحلـول في زجاجة ذات لون داكن وأغلقها بقطعة من البارافيلم ٠ حضر هذا المحلول قبل بدء الجلسة العملية مباشرة ٠

٢ ــ (١٠٠) مل سائل كريبس المانومتري : أذب (٤ر٤) غراما بروم الصوديوم Na Br اللامائي ، (٣٠) ملغ تريتونا ١٠٠ــ× و (٣٠) ملغ أزرق ايفانز Evans blue في (١٠٠) مل ماء مقطر •

٣ ــ (١٠٠) مل كاشف الهيدرازين : أذب ١ غ كبريتات الهيدرازين في ٧٠مل ماء مقطراً وأضف (٣٠) مل (1 N) هيدروكسيد الصوديوم NaOH ، (٤ غرامات NaOH في ١٠٠مل ماء مقطر) •

٤ ــ (٥) غرامات شمع لانولين لامائي •

٥ ــ (٢٠٠) مل كلورفورم $CH\ Cl_3$

تجربة الاحماض الامينية :

١ ــ (١٠) أحماض آمينية مجهولة (للطالب) • (١) غ من كل من الأحماض الآمينية الشائعة (حمض اسبارتيك ، لوسين، ايزولوسين، ارجنين ، وسيستيين) الأقل ملاءمة للمعايرة من غيرها • يمكن معايرة أملاح الحموض العضوية الضعيفة (مثل فورمات الصوديوم، خلات الصوديوم) أو الاسس الضعيفة(مثل تري ــ هيدروكسي ــ متيل أمينوميثان) • سجل بدقة الشكل الملحي(ملح صوديوم أو هيدروكلوريد) ودرجة الارتباط بالماء Hydration

٢ ــ (٥٠٠) مل (H Cl 2N) : أضف ببطء (٨٣) مل حمض كلور الماء المركز الى (٤١٧) مل ماء • سد الاوعية باحكام • يجب تحديد التركيز الدقيق بوساطة المعايرة مع أساس قياسي •

٣ ــ (٥٠٠) مل من (NaOH 2N) أذب (٤٠) غراما NaOH في ١٠٠ مل ماء مقطر ثم مدد الى (٥٠٠) مل بالماء المقطر • يجب تحديد التركيز الدقيق بوساطة المعايرة مع حمض قياسي • احفظ المحلول بشكل يحول دون تلوثه بـ CO_2 بوساطة انبوب يحوي مزيجا من الصودا الكاوية والكلس المطفأ (Soda - Lime) .

٤ ــ (١٠٠) مل محاليل بفر قياسية : المحضرات المتوفرة تجاريا ذات الحموضة (pH = 4.0 — 7.0 — 9.0) تعد مناسبة •

اغسل السحاحات جيدا وأزل الشحم من سداداتها بوساطة الكلورفورم ($CH\ Cl_3$) .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المراجع

1 — Experimental biochemistry.
J. M. Clark, Jr. and R. W. Switzer Second Ed. W. W. Freeman and campany, San Francisco, 1977.

2 — Selected excercises for the biochemistry laboratory.
G. Douglas Crandall
Oxford University press, 1983.

٣ ـ أمليـــة عملي الفيزيولوجيا النباتية ـ الدكتور بشـارة حزي

Damascus University

المصطلحات العلميـــة

— A —

Absorbance	الامتصاص
Atomiser	رذاذة

— B —

Bolometer	المقياس التفاضلي الغازي للحرارة
Brownian movement	الحركة البراونية
Buffer	محلول صيانة (بفر)

— C —

Carotenoids	اشباه الجزرين
Chlorophyll	يخضور
Chloroplasts	صانعات خضراء
Chromatography	التسجيل الصباغي
Coacervat	حالة التسبح الناقصة
Colloidal system	الجملة الغروية
Colorimeter	المقياس اللوني

— D —

Diffusion	ضغط انتشاري
Diffusion pressure	انتشار
Diffusion pressure deficit	العجز في الضغط الانتشاري

— E —

Emulsion	استحلاب

Enzymes	انزيمات
Equivalent	مكافىء
— F —	
Flame photometer	مقياس طيف اللهب
Flocculation	تسبيخ
— G —	
Galvanometer	مقياس غلفاني
Gel	هلامة
— H —	
Hood	حجرة سحب الهواء
Hot plates	سخانات كهربائية
Hydrophilic colloids	غرويات محبة للماء
Hydrophobic colloids	غرويات كارهة للماء
— I —	
In Vitro	في الزجاج
In Vivo	داخل الخلية
— J —	
— K —	
Kinetics	حركية
— L —	
— M —	
Manometer	مقياس ضغط الغازات
Micelles	فتيتات
Molar	جزيئي غرامي
— N —	
Normality	نظامية

— O —

Optical density	الكثافة الضوئية
Osmosis	الحلول
Osmotic pressure	الضغط الحلولي
Osmotic pressure at incipient plasmolysis	الضغط الحلولي لبداية الانكماش
Oxidation	اكسدة

— P —

PH	الرقم الهيدروجيني
PH meter	مقياس الرقم الهيدروجيني
Photometry	المطيافية الضوئية
Photosynthesis	التركيب الضوئي
Plasmolysis	الانكماش السيتوبلاسمي
Potometer	مقياس التعرق
Propipettes	مساعدات سحاحية

— Q —

— R —

Reduction	ارجاع
Respiration	التنفس
Root pressure	الضغط الجذري

— S —

Sol	حلالة
Spatula	مغراف
Spectrometer	محلل ضوئي
Stoichiometry	—
Stomata	مسام

— T —

Thermobarometer	مقياس الضغط الحراري

Transmittance	**ايصال**
Transpiration	**التعرق**
Turgor pressure	الضغط الانتباجي

— U —

— V —

— W —

— X —

Xanthophyll	يصفور

— Y —

— Z —

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفهرس

الموضوع	عدد الجلسات العملية	الصفحة
١ ـ التقانات الاساسية في الكيمياء الحيوية التجريبية	ـ	٥
٢ ـ تقانات أساسية ـ تحضير المحاليل المائية	٢	٩
٣ ـ خواص الاحماض الامينية الشاردية	١	٢٦
٤ ـ الحالة الغروية	١	٣٢
٥ ـ الحلول والانتشار	١	٣٦
٦ ـ قياس الضغط الحلولي والعجز في الضغط الإنتشاري للعصارة الخلوية .	١	٤٣
٧ ـ امتصاص الماء في النباتات الراقية وجولانه وانطلاقه منها .	١	٥٠
٨ ـ قياس التنفس بطريقة الهواء المتجدد ـ إنتاج الحرارة أثناء التنفس ـ التخمر الكحولي .	١	٥٦
٩ ـ قياس التبادل الغازي (الطريقة المانومترية)	٢	٦٣
١٠ـ استخراج اصبغة الصانعات الخضراء وفصلها بالمذيبات العضوية .	١	٧١
١١ـ الانزيمات	٢	٧٥
١٢ـ المطيافية الضوئية	١	٨٣
١٣ـ المقياس الطيفي للهب	١	٩٣
١٤ـ ملحق	ـ	٩٦
١٥ـ المراجع		١٠٥
١٦ـ المصطلحات العلمية		١٠٦

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University