منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

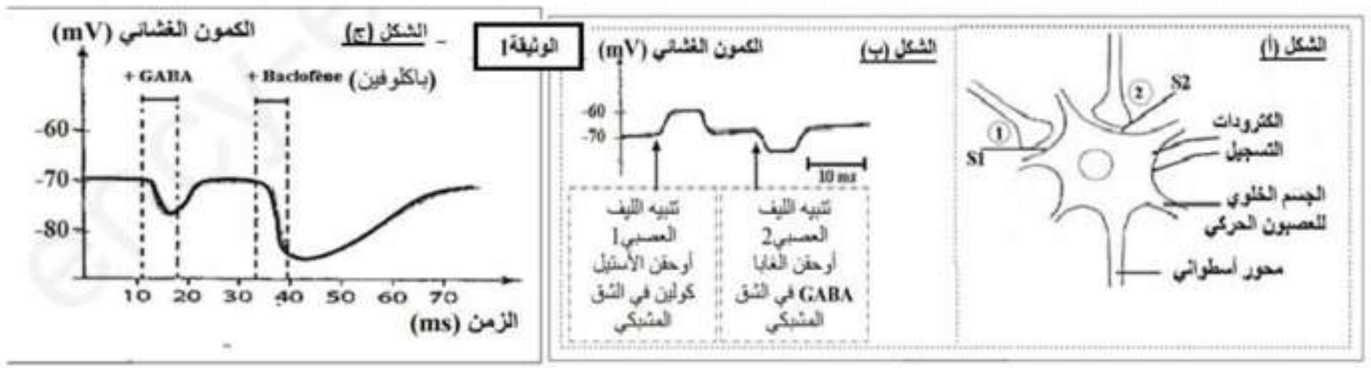
التمرين 04

باكلوفين Baclofène دواء مرخ للعضلات ، يعمل على الجهاز العصبي المركزي يخفف التشنجات ، تقلصات وارتخاء العضلات الناتجة عن عدة أمراض مثل التصلب المتعدد myltiplesclerosis ويستعمل حديثا لعلاج الإدمان.
بغرض التعرف على طريقة عمل دواء الباكلوفين على مستوى الخلايا العصبية للنخاع الشوكي ، نقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء 1 :
على مستوى بعض الخلايا العصبية تجرى تجارب باستخدام التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة 1

التجربة 1 : يطبق تنبيه فعال على الليف العصبي 1 ثم على الليف العصبي 2 ، النتائج المسجلة على مستوى الجسم الخلوي للعصبون الحركي ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة 1.
اذلتجربة 2 : حقن نفس التركيز من GABA أو دواء الباكلوفين في S2 تغيرات الكمون الغشائي على مستوى الجسم الخلوي ممثلة في الشكل (ج) من الوثيقة 1.

الوثيقة1



باستغلالك لمعطيات الوثيقة 1 بين :
1. **بالاعتماد على الشكلين (أ ، ب) بين أن العصبون الحركي يمتلك أنواع مختلفة من المستقبلات الغشائية للمبلغات العصبية .**
2. **بالاعتماد على الشكل (ج) اقترح فرضيتين لتفسير آلية تأثير دواء باكلوفين على الكمون الغشائي.**

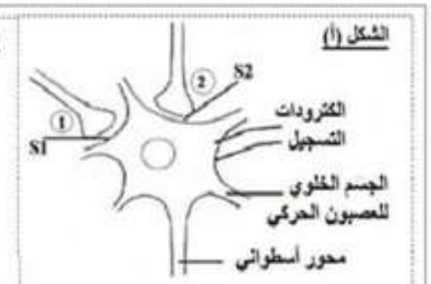
دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

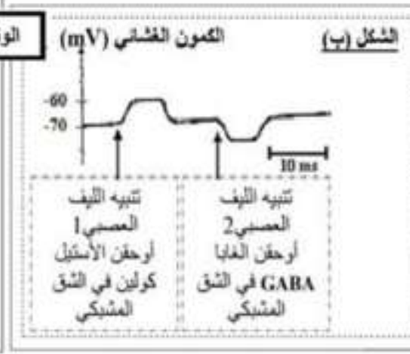
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الوثيقة 1

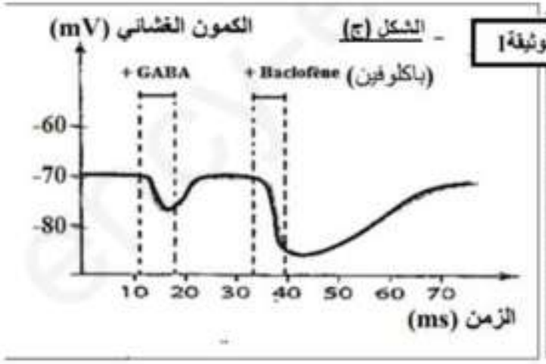
الشكل (أ)



الشكل (ب)



الشكل (ج)



باستغلالك لمعطيات الوثيقة 1 بين :

1. بالاعتماد على الشكلين (أ ، ب) بين أن العصبون الحركي يمتلك أنواع مختلفة من المستقبلات الغشائية للمبلغات العصبية .
2. بالاعتماد على الشكل (ج) اقترح فرضيتين لتفسير آلية تأثير دواء باكلوفين على الكمون الغشائي.

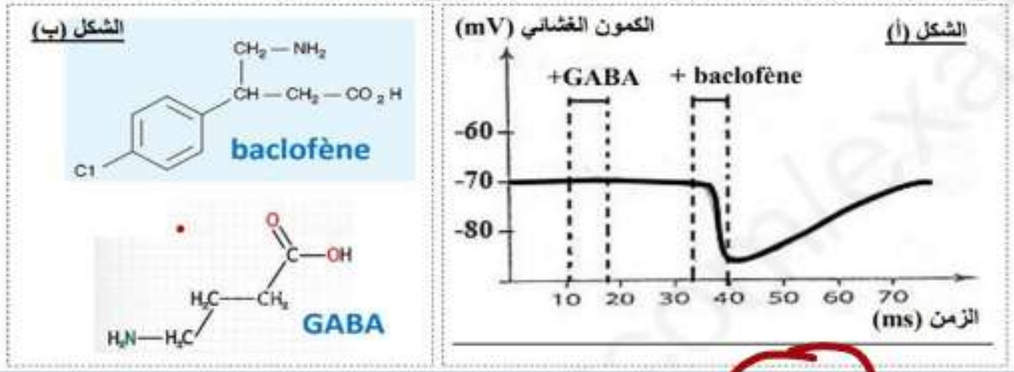
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

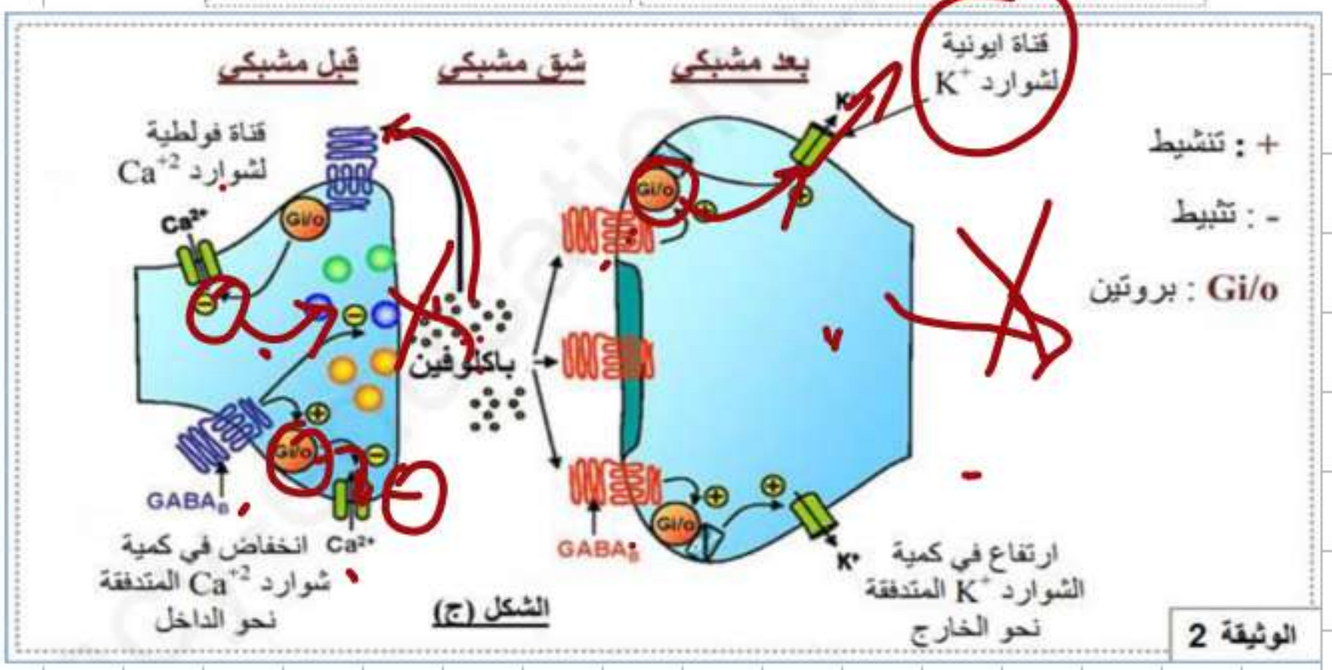
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الجزء 2 :

للتحقق من صحة الفرضيتين المقترحتين نعيد التجربة 2 السابقة لكن يتم وضع العصبون الحركي في وسط خال من شوارد الكلور النتائج المحصل عليها ممثل في الشكل (أ) من **الوثيقة 2** .
يمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة البنية الجزيئية لكل من GABA ودواء الباكلوفين.
يوجد نوعان من المستقبلات الغشائية للـ GABA متشابهان من حيث البنية :
النوع الأول يدعى $GABA_A$ ينشط بواسطة المبلغ الكيميائي GABA ويتواجد على مستوى الغشاء بعد مشبكي.
النوع الثاني يدعى $GABA_B$ ، ينشط بواسطة الباكلوفين ويتواجد على مستوى الغشاء قبل مشبكي والغشاء بعد مشبكي
يمثل الشكل (ج) المقر والدور الفيسيولوجي للمستقبلات من النوع $GABA_B$ على مستوى المشبك





دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

1. معتمدا على معارفك بين برسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك S2 الممثل بالوثيقة 1 (إثر تنبيه الليف العصبي 2).
2. استدل بمعطيات الوثيقة 2 للتأكد من صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.
3. ما هي المعلومة الإضافية التي يقدمها لك الشكل (ج) فيما يخص دور الباكلوفين في التخفيف من التشنجات العضلية.

الجزء 3 :

مستعينا بالنتائج التي توصلت إليها من خلال هذه الدراسة لخص في نص علمي أهمية استعمال دواء الباكلوفين في علاج التشنجات العضلية.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

المجال التعلمي 2: تحويل الطاقة على مستوى ما فوق البنية الخلوية.

الوحدة التعلمية 1: آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة.

الحصة التعلمية 1: مقر التركيب الضوئي ومراحله.

مفهوم الطاقة: مقدار يقاس بالجول ينتج عنه عمل لمدة زمنية معينة

الطاقة تتحول من شكل إلى آخر وهي محفوظة.

طاقة ضوئية

وضعية الإنطلاق: (التذكير بالمكتسبات)

تقوم النباتات الخضراء بتركيب المادة العضوية بظاهرة التركيب الضوئي، حيث تتم مجموع تفاعلاتها الكيميائية داخل الصانعة الخضراء وفق المعادلة الإجمالية التالية:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يحضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

طاقة كيميائية كامنة

التعليمات:

1. حدّد شروط عملية التركيب الضوئي.
2. حدّد شكل الطاقة المحولة والناتجة في عملية التركيب الضوئي.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1. شروط عملية التركيب الضوئي هي: الضوء، اليخضور، غاز CO_2 والماء (H_2O).

2. شكل الطاقة المحولة هو طاقة ضوئية، وشكل الطاقة الناتجة هو طاقة كيميائية كامنة.

المشكلة: ما هي آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة؟

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

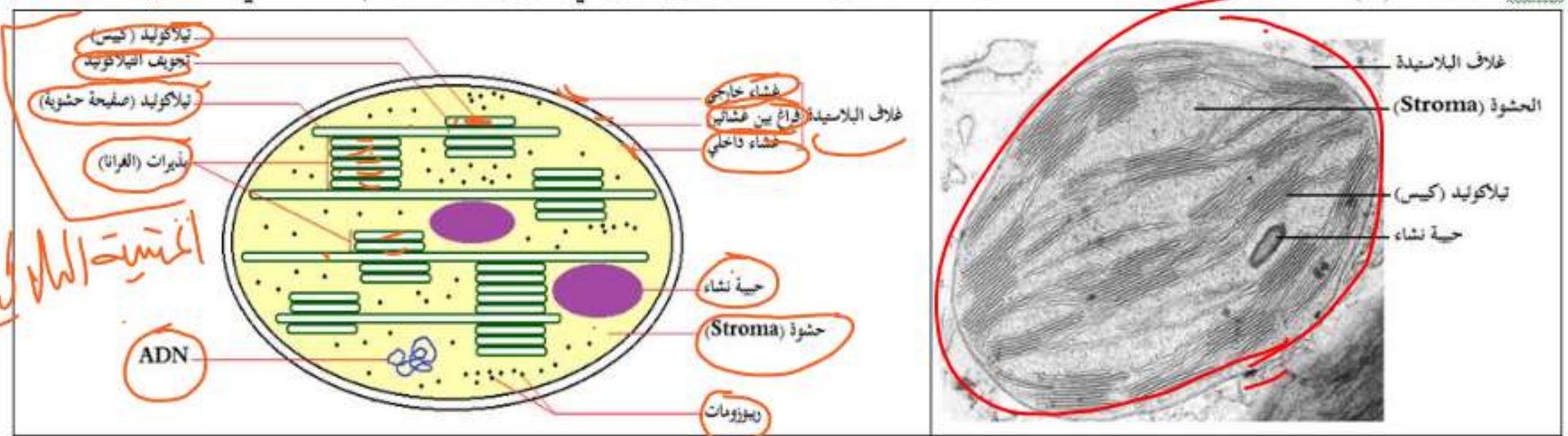
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

1. مقر التركيب الضوئي، طبيعة تفاعلاته ومراحله:

لتحديد مقر التركيب الضوئي، طبيعة تفاعلاته ومراحله، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية الصانعة الخضراء كما يظهرها المجهر الإلكتروني، إلى جانب رسم تخطيطي تفسيري لها.



الشكل (أ) | الشكل (ب)

الوثيقة (1)

الصانعة الخضراء بنية حجيرية (2 حجرات) * 1- الفراغ بين غشائي
الصانعة الخضراء = أغشية التيلاكويد + الحشوة. * 2- الحشوة * 3- تجويف التيلاكويد

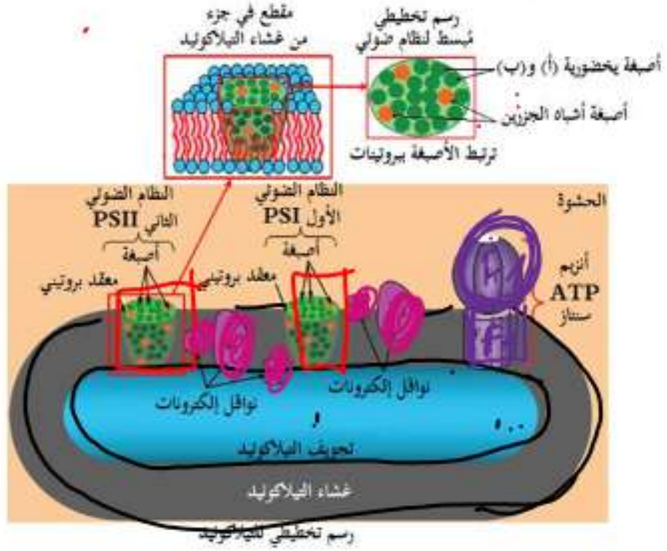
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تمثل الوثيقة (2) جدول لمعطيات حول التركيب الكيموحيوي لكل من الأغشية التيلاكوئيدية والحشوة للصانعة الخضراء.

الأغشية التيلاكوئيدية	الحشوة
نظامان ضوئيان PSI و PSII بحما أصبغة التركيب الضوئي (أصبغة خضورية (أ) و(ب)، أصبغة أشباه الجزرين)، نواقل إلكترونات، أنزيم ATP سنتاز (الكرية الملتنة).	مواد أيضية وسطية لتركيب المواد العضوية، مرافقات إنزيمية (نواقل بروتونات: $NADP^+$ و NADPH)، ATP، ADP و Pi، أنزيمات متنوعة (كأنزيم ريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز Rubisco).

ملاحظة: يكون توضع مكونات غشاء التيلاكوئيد كما هو موضح في الرسم التخطيطي التالي.



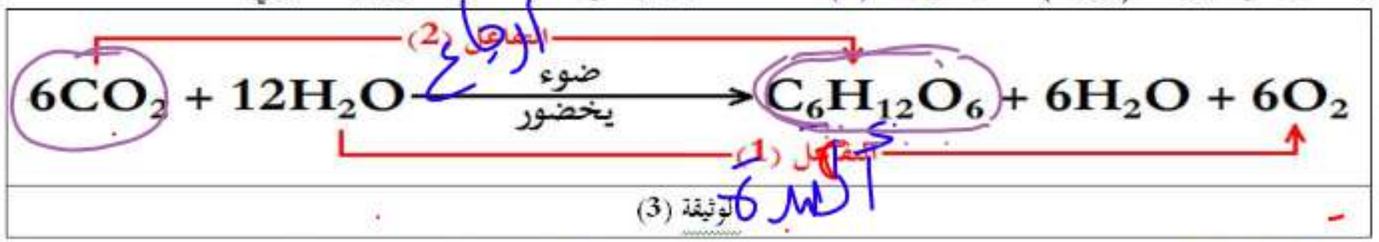
الوثيقة (2)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

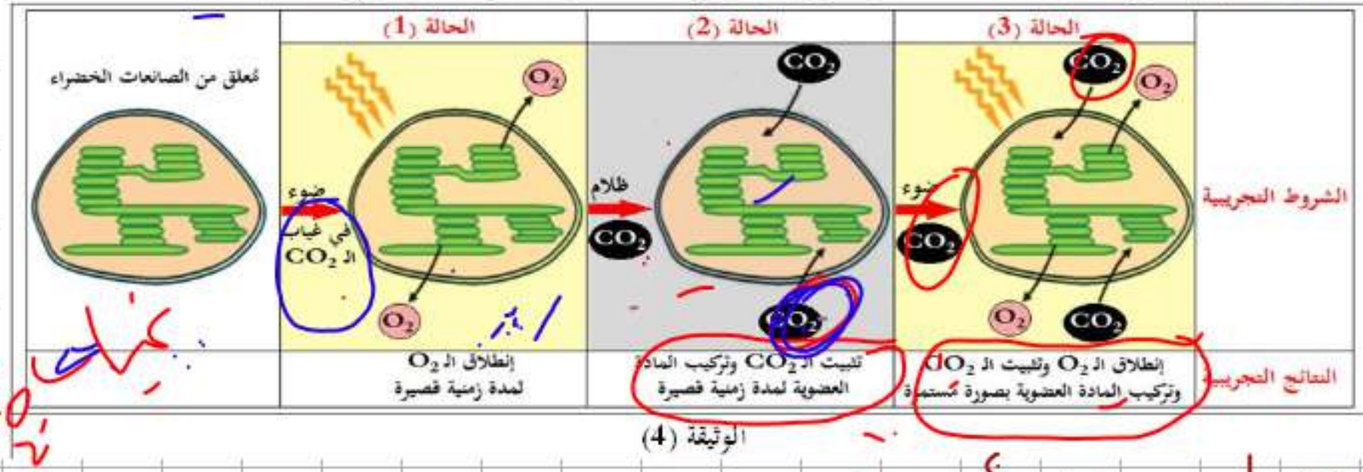
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إن تفاعلات الأكسدة والإرجاع هي تفاعلات كيميائية يحدث خلالها إنتقال الإلكترونات بين مُعط للإلكترونات (مُرجِع) ومُستقبل للإلكترونات (مُؤكسِد)، تمثل الوثيقة (3) المعادلة الكيميائية الإجمالية لعملية التركيب الضوئي.



الوثيقة (3)

تمثل الوثيقة (4) نتائج حضن صانعات خضراء في وجود وفي غياب الـ CO_2 في الضوء وفي الظلام.



الوثيقة (4)

التعليمة:

- بيّن مقر التركيب الضوئي، طبيعة تفاعلاته ومراحله وذلك بإستغلالك للوثائق (1)، (2)، (3) و(4).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

تبيان مقر التركيب الضوئي، طبيعة تفاعلاته ومراحله:

إستغلال الوثيقة (1): تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية الصانعة الخضراء كما يظهرها المجهر الإلكتروني، إلى جانب رسم تخطيطي تفسيري لها، حيث نلاحظ:

- أن الصانعة الخضراء (أو البلاستيدة) عضية خلوية يحيط بها **غلاف بلاستيدي** مُكوَّن من **غشائين (خارجي وداخلي)** بينهما فراغ (**فضوة**)، يُحدِد الغشاء الداخلي المادة الأساسية (**الحشوة** أو **ستروما Stroma**) التي تحتوي على تراكيب غشائية داخلية تُشكل أكياس مُسطحة تُعرف **بالتيلاكوئيد** والتي نُميّز فيها (**الكيسات والصفائح الحشوية**)، تصطف الكيسات فوق بعضها البعض مُكوّنة تراكيب تُدعى **بالبذيرات** (أو **الغرانا**)، تتكون التيلاكوئيدات من **غشاء التيلاكوئيد** الذي يحيط بتجويف يدعى **بتجويف التيلاكوئيد**، كما تحتوي الصانعات الخضراء على **ADN**، **ريبوزومات**، **حبيبات نشاء**.

الإستنتاج:

للصانعة الخضراء بنية **حجيرية منظمة** كالآتي:

– تراكيب غشائية داخلية تُشكل أكياس مُسطحة: **التيلاكوئيد**.

– **تجويف داخلي**: **الحشوة**، مُحددة بغشاء بلاستيدي داخلي، يُضاعف الغشاء البلاستيدي الداخلي بغشاء خارجي، يفصل الغشاءين فضوة بين الغشائين.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (2): تمثل الوثيقة (2) جدول لمعطيات حول التركيب الكيموحيوي لكل من الأغشية التيلاكوئيدية والحشوة للصانعة الخضراء، حيث نلاحظ:

- أن الأغشية التيلاكوئيدية تحوي نظامين ضوئيين PSI و PSII بهما أصبغة التركيب الضوئي (أصبغة يخضورية، أصبغة أشباه الجزرين)، نواقل إلكترونات وأنزيم ATP سنتاز (الكرية المذنبة).
- أن الحشوة تحوي مواد أيضية وسطية لتركيب المواد العضوية، نواقل البروتونات (مرافقات أنزيمية)، (ATP، ADP وPi) وأنزيمات متنوعة.

الإستنتاج: تتميز الصانعة الخضراء بتركيب كيموحيوي مُتباين ما يؤكد الدور المختلف لكل من أغشية التيلاكوئيد والحشوة.

إستغلال الوثيقة (3): تمثل الوثيقة (3) المعادلة الكيميائية الإجمالية لعملية التركيب الضوئي، حيث نلاحظ:

- أن التفاعل (1) هو تفاعل **أكسدة** (أكسدة الماء أدى إلى إنطلاق الـ O_2).

$$12H_2O \longrightarrow 6O_2 + 24H^+ + 24e^-$$

- وأن التفاعل (2) فهو تفاعل **إرجاع** (إرجاع الـ CO_2 بواسطة هيدروجين الماء أدى إلى تشكل مادة عضوية).

$$6CO_2 + 24H^+ + 24e^- \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

الإستنتاج: طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي هي **تفاعلات أكسدة وإرجاع**.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (4): تمثل الوثيقة (4) نتائج حضن صانعات خضراء في وجود وفي غياب الـ CO_2 في الضوء وفي الظلام، حيث نلاحظ:

- **في الحالة 1:** عند تعريض معلق الصانعات الخضراء للضوء وفي غياب الـ CO_2: إنطلاق الـ O_2 لمدة زمنية قصيرة.
- **في الحالة 2:** عند وضع معلق الصانعات الخضراء في الظلام وفي وجود الـ CO_2: تثبيت الـ CO_2 وتركيب المادة العضوية لمدة زمنية قصيرة.
- **في الحالة 3:** عند تعريض معلق الصانعات الخضراء للضوء وفي وجود الـ CO_2: إنطلاق الـ O_2 وتثبيت الـ CO_2 وتركيب المادة العضوية بصورة مستمرة.

الإستنتاج: يتم التركيب الضوئي في مرحلتين:

- مرحلة كيموضوئية تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها طرح الـ O_2.
- مرحلة كيموحيوية لا تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها إرجاع (تثبيت) الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية.

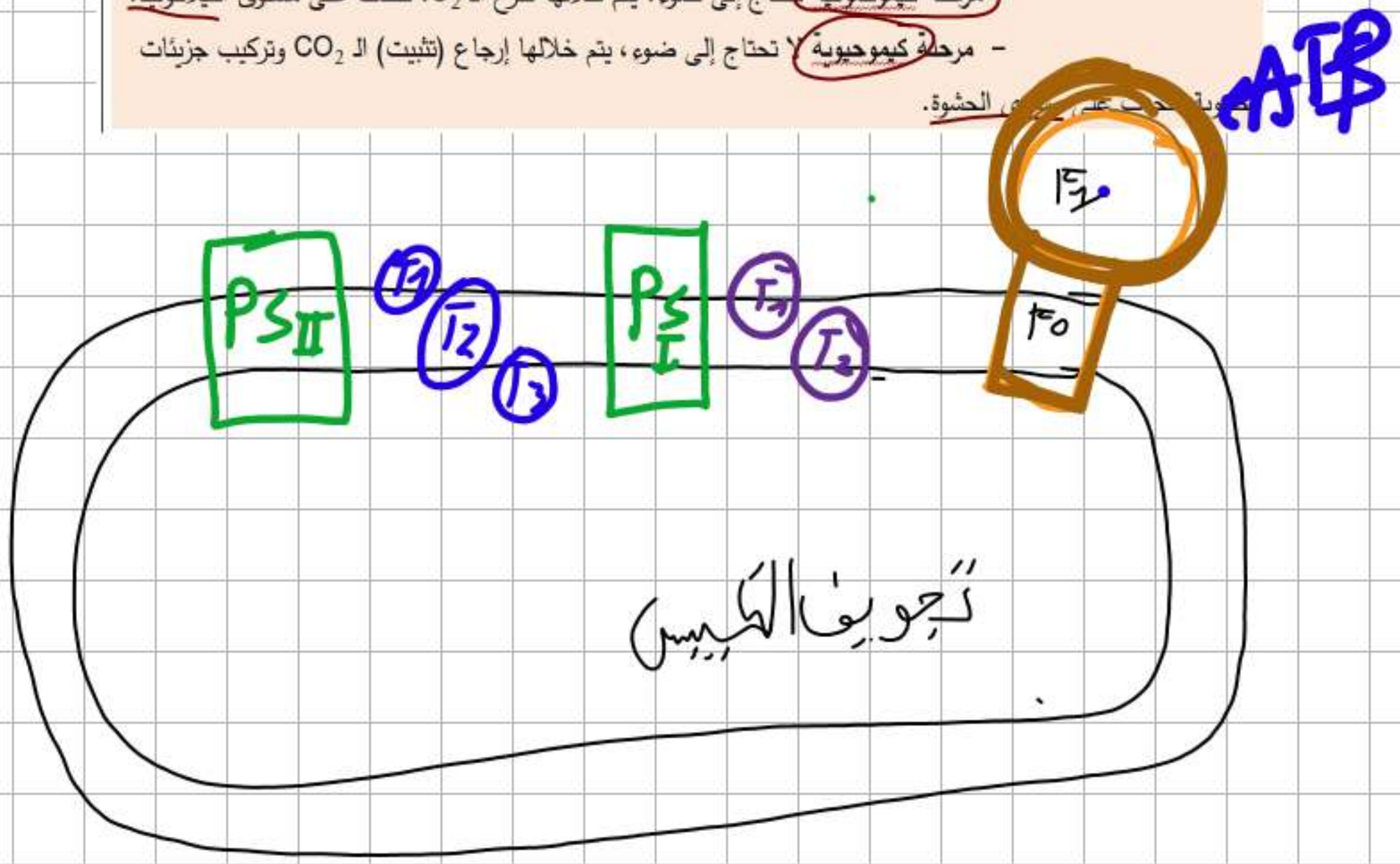
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

- يتم التركيب الضوئي على مستوى الصانعات الخضراء التي لها بنية حجيرية منظمة.
- طبيعة تفاعلاته أكسدة وإرجاع.
- يتم التركيب الضوئي في مرحلتين:
  - مرحلة كيموضوئية تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها طرح الـ O_2، تحدث على مستوى التيلاكوئيد.
  - مرحلة كيموحيوية لا تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها إرجاع (تثبيت) الـ CO_2 وتركيب جزيئات [illegible] تحدث على مستوى الحشوة.



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2. المرحلة الكيموضوئية:

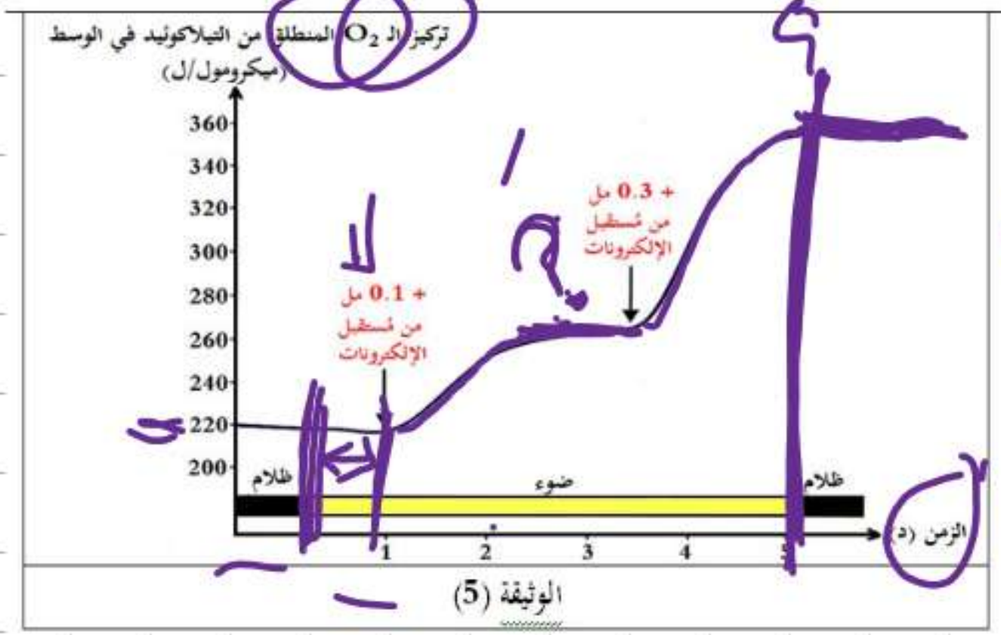
تحدث المرحلة الأولى من التركيب الضوئي (المرحلة الكيموضوئية) على مستوى التيلاكوئيد، والتي تتطلب وجود الضوء، **فما هي آلية المرحلة الكيموضوئية؟**

لتحديد شروط عمل التيلاكوئيد، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تجربة هيل (Hill): تم تحضير مُعلق من التيلاكوئيدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء، ظلام)، حيث أُضيف للوسط **كاشف Hill** = فيروسيانور البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_6$ بتركيز (0.1 مل ثم 0.3 مل) الذي يقوم بدور **مُستقبل إصطناعي للإلكترونات** بدل المستقبل الطبيعي الموجود داخل الصانعة الخضراء في فترة الإضاءة. يكون لون الكاشف **بني مُحمر في الحالة المؤكسدة** (Fe^{3+}) **وأخضر في الحالة المُرجعة** (Fe^{2+}).

لُوحظ بعد حقن الكاشف تغير لون محلول الوسط من البني المحمر إلى الأخضر حسب التفاعل التالي: $Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$

الشروط التجريبية ونتائجها موضحة في **الوثيقة (5)**.



الوثيقة (5)

يستطيب انطلاق O_2 وجود الضوء ومستقبل للإ ع.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

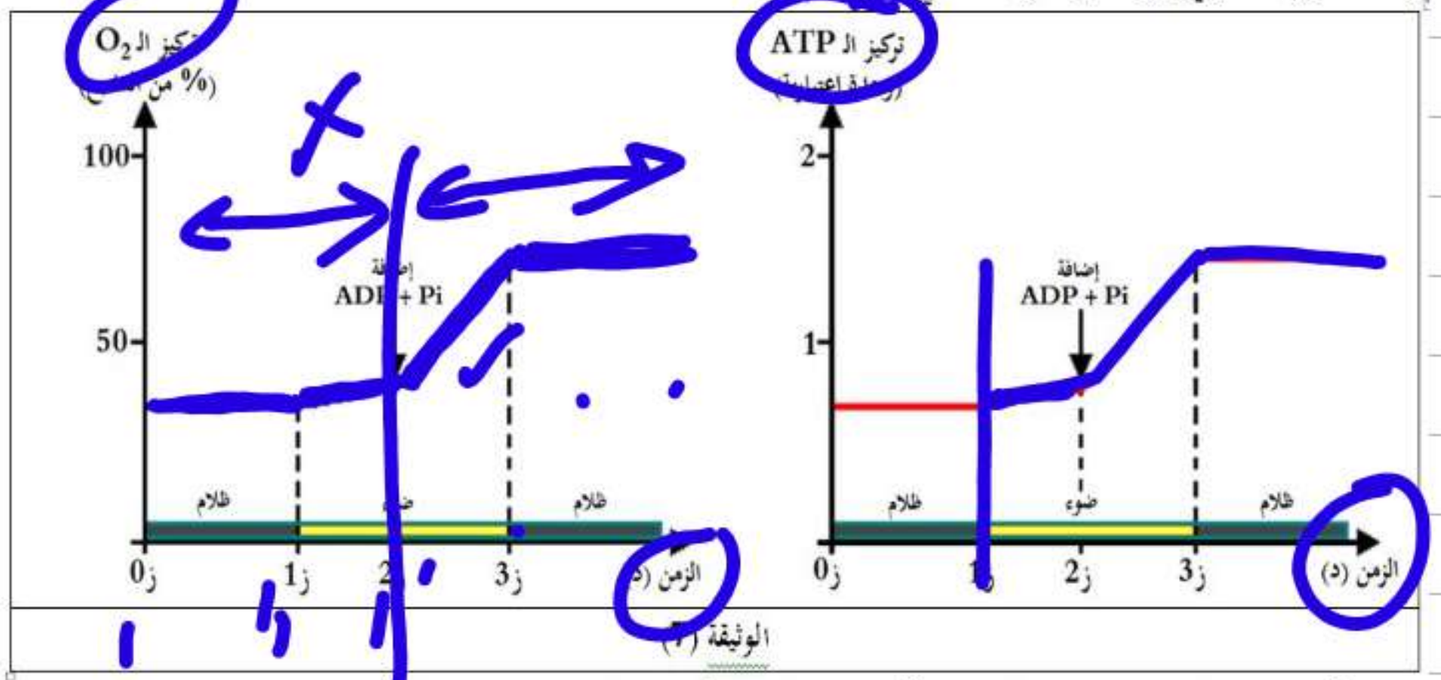
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يُلخّص **جدول الوثيقة (6)** شروط ونتائج تجريبية لوسطين مختلفين.

رقم الوسط	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية
1	تزويد طحلب أخضر معرض للضوء بـ CO_2 أوكسجينه O^{18} مشع + H_2O عادي	O_2 المنطلق غير مُشع
2	تزويد طحلب أخضر معرض للضوء بـ CO_2 عادي + H_2O أوكسجينه O^{18} مشع	O_2 المنطلق مُشع

الوثيقة (6)

تم قياس تركيز كل من الـ O_2 و ATP في معلق من الصانعات الخضراء في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن الـ ADP و Pi، الشروط التجريبية ونتائجها موضّحة في الوثيقة (7).



الوثيقة (7)

لتحديد آلية المرحلة الكيموضوئية، تفاعلاته الأساسية ونواتجها، تُقترح عليك الدراسات التالية:

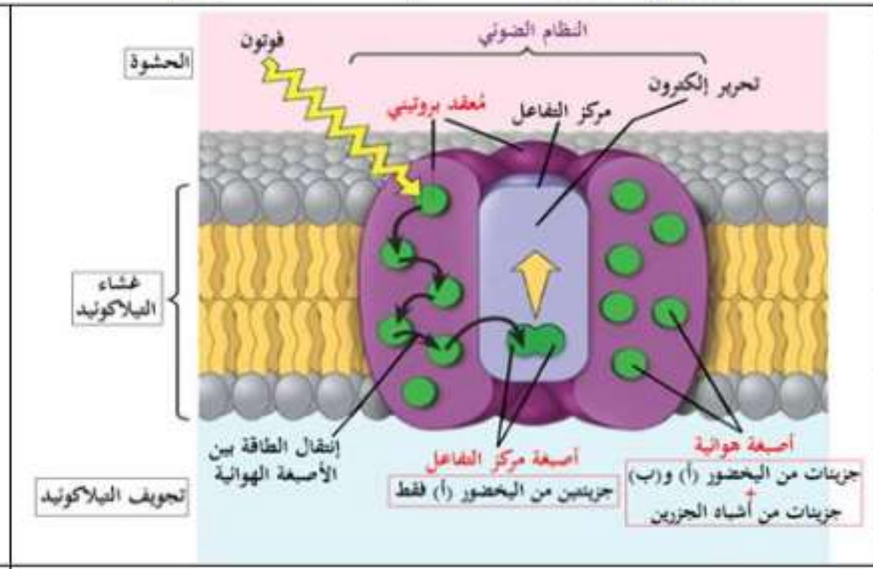
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

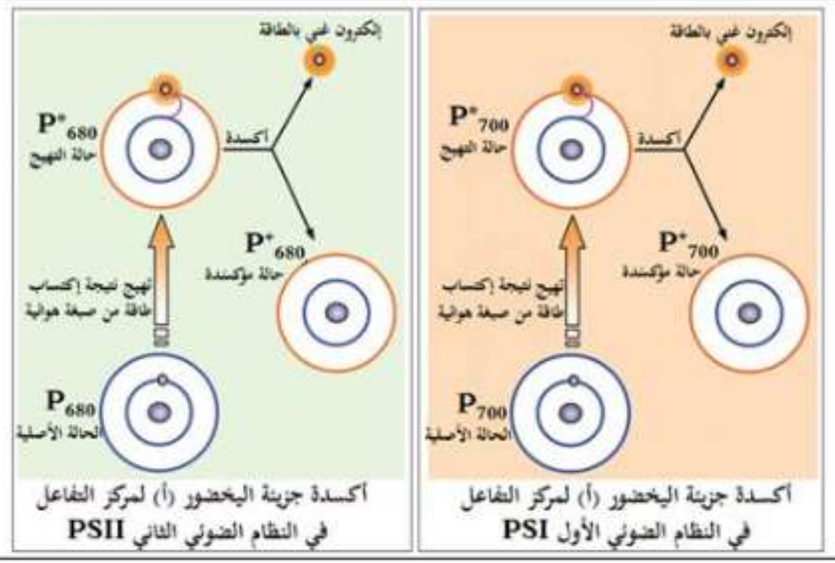
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (8) رسمًا تخطيطيًا لبنية النظام الضوئي (Photosystème=PS)، حيث يوجد نوعين من الأنظمة الضوئية PSI و PSII.

في كل نظام ضوئي PSI و PSII يتم إقتناص الفوتونات الضوئية (الطاقة الضوئية) من طرف الأصبغة الهوائية (لواقط الفوتونات) التي تسمح لجزيئة اليخضور لهذه الأصبغة بإكتساب طاقة التي تنتقل من صبغة هوائية إلى أخرى (إنتقال طاقة دون إلكترون) حتى تصل إلى جزيئات اليخضور لمركز التفاعل (P_{700} في النظام الضوئي الأول PSI) و (P_{680} في النظام الضوئي الثاني PSII)، يمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة نتائج تأثير الفوتونات المقتنصة على جزيئة اليخضور (أ) لمركز التفاعل (أكسدة اليخضور).



الشكل (أ)



الشكل (ب)

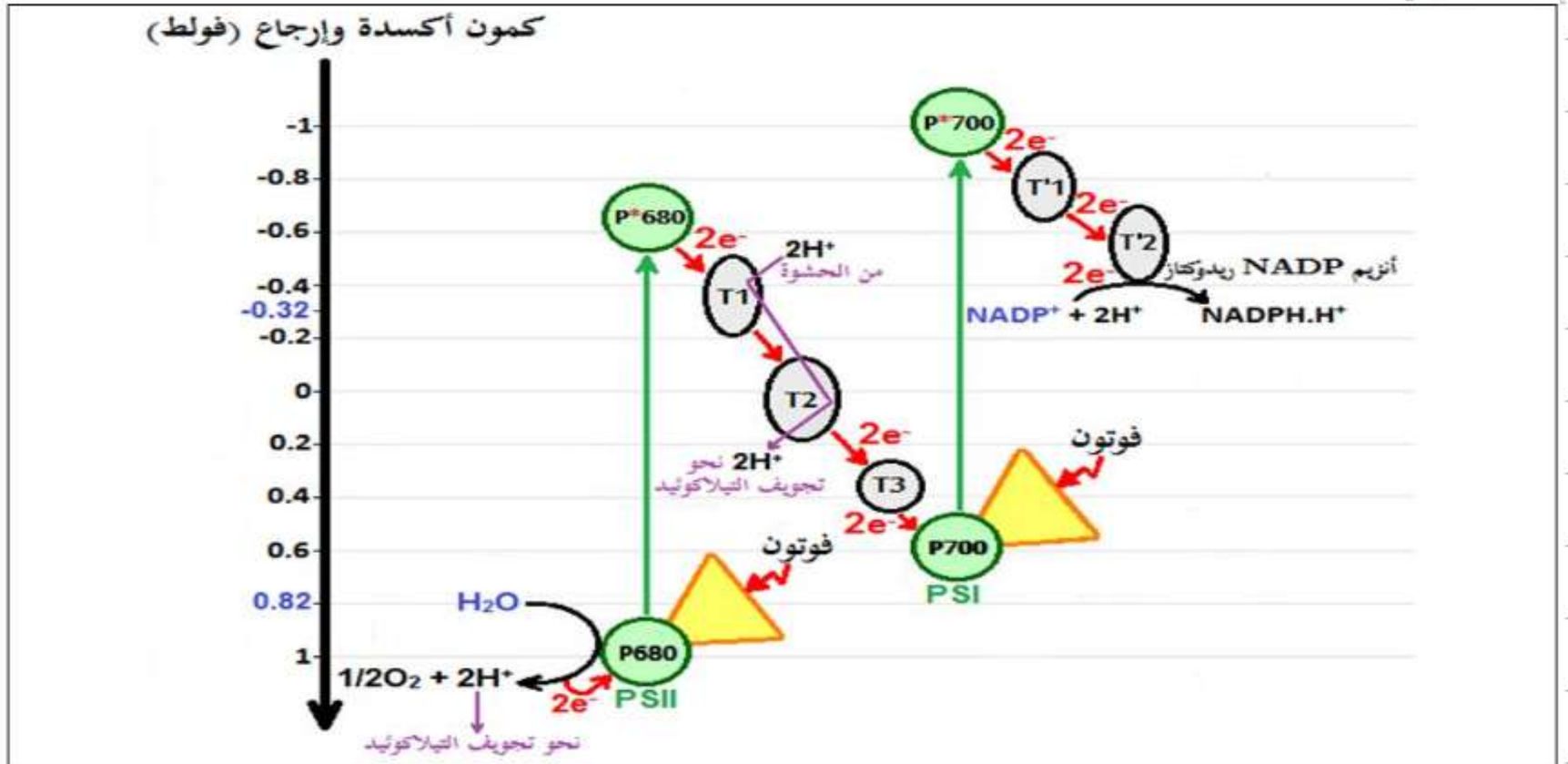
الوثيقة (8)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تمثل الوثيقة (9) مخطط إنتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التركيبية الضوئية وفق كمونات الأكسدة والإرجاع ودور اليخضور في ذلك.



الوثيقة (9)

التعليمات:

1. بيّن شروط عمل التيلاكوئيد وذلك **بإستغلالك** للوثائق (5)، (6) و(7).
2. إشرح آلية المرحلة الكيموضوئية مُبرزًا التفاعلات المميزة لها ونواتجها وذلك **بإستغلالك** للوثيقتين (8) و(10).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

الإجابة:

1.تبيان شروط عمل التيلاكوئيد:

إستغلال الوثيقة (5): تمثل الوثيقة (5) منحنى تغيرات تركيز الـ O_2 المنطلق من التيلاكوئيد في الوسط بدلالة الزمن في شروط تجريبية مختلفة، حيث نلاحظ:

- **قبل إضافة مستقبل الإلكترونات الإصطناعي، في الظلام وفي وجود الضوء**: ثبات تركيز الـ O_2 عند القيمة المنخفضة.
- **بعد إضافة 0.1 مل من مستقبل الإلكترونات الإصطناعي (في حالة مؤكسَدة) وفي وجود الضوء**: تزايد تركيز الـ O_2 ثم ثباته.
- **بعد إضافة 0.3 مل من مستقبل الإلكترونات الإصطناعي (في حالة مؤكسَدة): في وجود الضوء**: تزايد تركيز الـ O_2 ثم ثباته.
- **في الظلام**: ثبات تركيز الـ O_2.

الإستنتاج: إنطلاق الـ O_2 من التيلاكوئيد يتطلب **ضوء ومستقبِل إلكترونات مؤكسَد (في حالة مؤكسَدة)**.

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (6): تمثل الوثيقة (6) شروط ونتائج تجريبية لوسطين مختلفين، حيث نلاحظ:

- **في الوسط (1):** عند تزويد طحلب أخضر معرض للضوء بـ CO_2 أوكسجينه O^{18} مشع و H_2O عادي كان الـ O_2 المنطلق غير مشع.
- **في الوسط (2):** عند تزويد طحلب أخضر معرض للضوء بـ CO_2 عادي و H_2O أوكسجينه O^{18} مشع كان الـ O_2 المنطلق مشع.

الإستنتاج: مصدر الـ O_2 المنطلق خلال عملية التركيب الضوئي هو **الماء** (H_2O).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (7): تمثل الوثيقة (7) منحنيي تغيرات تركيز كل من الـ O_2 و ATP في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن الـ ADP و Pi، حيث نلاحظ:

- **قبل حقن الـ ADP و Pi:**
  - **في الظلام:** ثبات تركيز كل من الـ O_2 و ATP عند القيم المنخفضة.
  - **في وجود الضوء :** تزايد طفيف وبطيء في تركيز كل من الـ O_2 و ATP.
- **بعد حقن الـ ADP و Pi:**
  - **في وجود الضوء :** تزايد كبير وسريع في تركيز كل من الـ O_2 و ATP.
  - **في الظلام:** ثبات تركيز كل من الـ O_2 و ATP.

الإستنتاج: إنطلاق الـ O_2 على مستوى التيلاكوئيد يرافقه تركيب الـ ATP ويتطلب ذلك **ضوء**، ADP و Pi.

ومنه:

تتمثل شروط عمل التيلاكوئيد في: الضوء، مستقبِل إلكترونات مؤكسَد، الماء (H_2O)، ADP و Pi.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2.شرح آلية المرحلة الكيموضوئية مع إبراز التفاعلات المميزة لها ونواتجها:

إستغلال الوثيقة (8):

يمثل **الشكل (أ)** رسم تخطيطي لبنية النظام الضوئي، حيث نلاحظ:

- يتواجد النظام الضوئي ضمن غشاء التيلاكوئيد.
- يوجد نوعان من الأنظمة الضوئية هما: **النظام الضوئي الأول (PSI)** و**النظام الضوئي الثاني (PSII)**.
- أن النظام الضوئي عبارة عن **معقد بروتيني** به **أصبغة هوائية** و**أصبغة مركز التفاعل**، حيث نلاحظ:
  - **الأصبغة الهوائية (لواقط الفوتونات)** تتركب من جزيئات اليخضور (أ) و(ب)، ومن جزيئات أشباه الجزرين.
  - **أصبغة مركز التفاعل** تتركب من جزيئتين من اليخضور (أ) فقط، يُرمز لكل جزئية منهما بالرمز P_{700} في الـ PSI وبالرمز P_{680} في الـ PSII.

الإستنتاج: يتكون النظام الضوئي من **معقد بروتيني** به **أصبغة هوائية** و**أصبغة مركز تفاعل**.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يمثل **الشكل (ب)** نتائج تأثير الفوتونات المقتنصة على جزيئة اليخضور (أ) لمركز التفاعل (أكسدة اليخضور)، حيث نلاحظ:

- عند وصول الطاقة الضوئية الممتصة (الفوتونات المقتنصة) من طرف الأصبغة الهوائية إلى جزيئة اليخضور (أ) لمركز التفاعل (P_{700} في الـ PSI)،

(P_{680} في الـ PSII) **تتهيج** ثم **تتأكسد** مُتخلية عن إلكترون غني بالطاقة لتصبح في **حالة مؤكسَدة**.

$$2P_{700} \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية}} 2P^{*}_{700} \xrightarrow{\text{أكسدة}} 2P^{+}_{700} + 2e^{-}$$

$$2P_{680} \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية}} 2P^{*}_{680} \xrightarrow{\text{أكسدة}} 2P^{+}_{680} + 2e^{-}$$

الحالة الأصلية — حالة التهيج — حالة مؤكسدة

الإستنتاج: تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة، مُتخلية عن إلكترون.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يمثل **الشكل (ب) من الوثيقة (9)** مخطط إنتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التركيبية الضوئية وفق كمونات الأكسدة والإرجاع ودور اليخضور في ذلك، حيث نلاحظ:

- يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على الأنظمة الضوئية PSI وPSII (التنبيه الضوئي لـ PSI وPSII) إلى تهيّج مراكز تفاعلها (**جزيئتين من اليخضور P_{700} في الـ PSI وجزيئتين من اليخضور P_{680} في الـ PSI**) وانخفاض كمون أكسدتها الإرجاعية فتتأكسد مُتخليةً عن زوج من الإلكترونات الغنية بالطاقة.
- تسترجع جزيئة اليخضور لمركز التفاعل في الـ PSII المؤكسَدة **حالتها المرجعَة** وبالتالي **قابلية التنبيه** إنطلاقًا من الإلكترونات الناتجة عن **أكسدة الماء (التحلل الضوئي للماء)** حسب التفاعل التالي:

$$H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 1/2\ O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

تتراكم البروتونات (H^+) داخل تجويف التيلاكوئيد وينطلق الـ O_2.

- تسترجع جزيئة اليخضور لمركز التفاعل في الـ PSI المؤكسَدة **حالتها المرجعَة** وبالتالي **قابلية التنبيه** إنطلاقًا من الإلكترونات الناتجة عن أكسدة مركز التفاعل لـ PSII والتي تنتقل إليها عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات (T1، T2 وT3) مُتزايدة كمون الأكسدة والإرجاع (الإتجاه الطبيعي لإنتقال الإلكترونات).
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن أكسدة مركز التفاعل لـ PSI عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات (T'1 وT'2) مُتزايدة كمون الأكسدة والإرجاع وصولاً للمستقبل الأخير للإلكترونات الموجود في الحشوة يُدعى بـ $NADP^+$ **(حالة مُؤكْسَدة)** الذي يُرجَع إلى $NADPH.H^+$ **(حالة مُرْجَعة)** بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل التالي:

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADPH.H^+$$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإستنتاج:

- تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسَدة **حالتها المرجعة**، وبالتالي **قابلية التنبيه** إنطلاقًا من **الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء**.
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل عبر سلسلة من النواقل مُتزايدة كمون الأكسدة والإجاع.
- إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة يدعى النيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد فوسفات $NADP^+$ الذي يُرجع بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل العام:

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$2NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH.H^+$$

$$2NADP^+ + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 2NADPH.H^+$$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

آلية المرحلة الكيموضوئية، التفاعلات المميزة لها ونواتجها:

- **تتأكسد** جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة، مُتخلية عن إلكترون.
- تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسَدة **حالتها المرجَعة**، وبالتالي **قابلية التنبيه** إنطلاقًا **من الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء**.
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل عبر سلسلة **من النواقل مُتزايدة كمون الأكسدة والإجاع**.
- إن المستقبل الأخير **للإلكترونات الناتجة** يدعى **النيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد فوسفات** $NADP^+$ الذي يُرجع بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل العام:

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$2NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH.H^+$$

$$2NADP^+ + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 2NADPH.H^+$$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

- **ملاحظة:**
  - الناقل T1 ينقل الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الـ PSII مع البروتونات (H^+) التي يأخذها من الحشوة، بينما الناقل T2 ينقل فقط الإلكترونات التي يأخذها من الناقل T1 ويحرّر (يضخ) البروتونات في تجويف التيلاكوئيد.
  - أثناء إنتقال الإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية تتحرر طاقة تسمح بإنتقال (ضخ) البروتونات (H^+) من الحشوة الأقل تركيزًا عبر الناقل T2 إلى تجويف التيلاكوئيد الأعلى تركيزًا بالنقل الفعال.
  - يمكن أن نرمز لـ $NADP^+$ بالرمز R أو T، وعليه $NADPH.H^+$ يُرمز له بـ RH_2 أو TH_2.

يُصحَب التحلل الضوئي للماء في تجويف التيلاكوئيد بتحرير بروتونات (H^+) وتراكمها داخل التجويف، إضافة للبروتونات (H^+) التي تُنقل (تُضخ) من الحشوة عبر الناقل T_2 إلى تجويف التيلاكوئيد أثناء إنتقال الإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية (السلسلة نواقل الأكسدة والإرجاع) الموجودة على مستوى غشاء التيلاكوئيد، فيرتفع بذلك تركيز البروتونات (H^+) داخل تجويف التيلاكوئيد محدثًا فارق في تركيز البروتونات (H^+) بين الحشوة وتجويف التيلاكويد (إنخفاض pH داخل التجويف)، **فما هو مصير البروتونات (H^+) الناتجة عن التحلل الضوئي للماء والتي تُنقل من الحشوة إلى تجويف التيلاكوئيد؟**

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

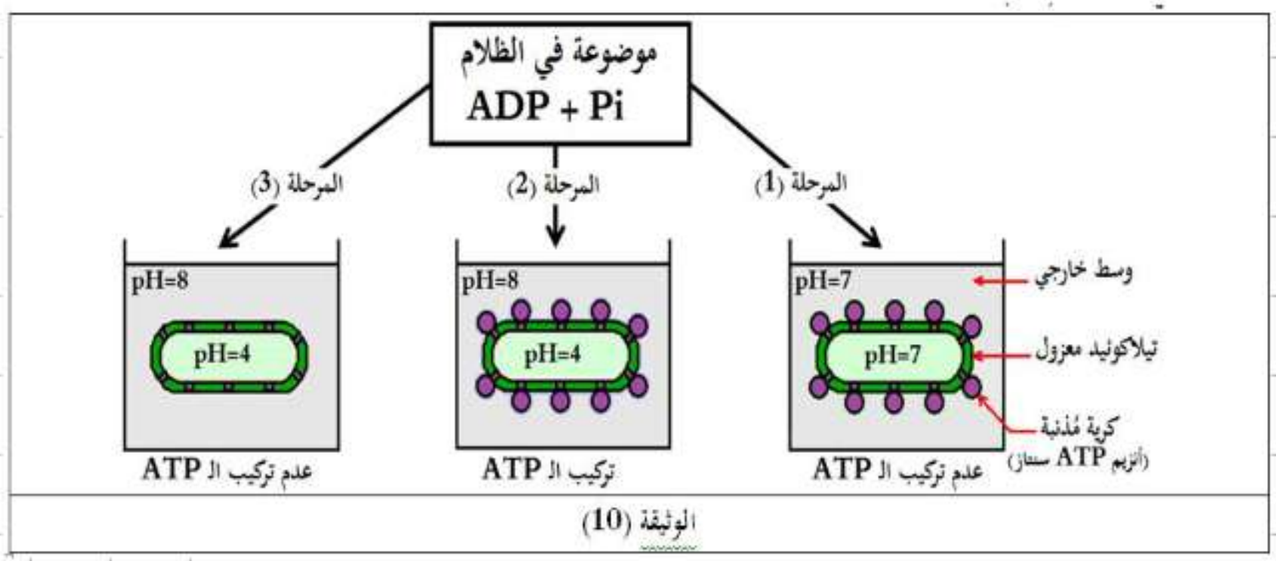
• ملاحظة: إن تركيز البروتونات (H^+) يتناسب عكسًا مع الـ pH، حيث:

عندما يكون تركيز البروتونات (H^+) في الوسط مرتفع يدل على أن pH الوسط منخفض (وسط حامضي).

عندما يكون تركيز البروتونات (H^+) في الوسط منخفض يدل على أن pH الوسط مرتفع (وسط قاعدي).

لمعرفة مصير البروتونات (H^+) الناتجة عن التحلل الضوئي للماء والتي تُنقل من الحشوة إلى تجويف التيلاكوئيد، تُقترح عليك الدراسة التالية:

عُزلت تيلاكوئيدات بتقنية الطرد المركزي بعد تجزئة الصانعة الخضراء بتعريضها لصدمة حلولية، مراحل التجربة ونتائجها موضحة في الوثيقة (10).



الوثيقة (10)

التعليمات:

1. حدّد شروط وآلية تركيب الـ ATP على مستوى التيلاكوئيد (الكيس) وذلك باستغلالك للوثيقة (10).
2. إقترح نموذجًا تفسيريًا لآلية المرحلة الكيموضوئية مُبينًا التفاعلات المميزة لها ونواتجها إنطلاقًا مما توصلت إليه من هذه الدراسات.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

1.تحديد شروط وآلية تركيب الـ ATP على مستوى التيلاكوئيد (الكيس):

إستغلال الوثيقة (10): تمثل الوثيقة (10) جدول مراحل تجربة ونتائجها، حيث نلاحظ:

- **في المرحلة 1:** عند تساوي pH تجويف التيلاكوئيد وpH الوسط الخارجي لا يتم تركيب الـ ATP.
- **في المرحلة 2:** عندما يكون pH تجويف التيلاكوئيد حامضيًا وpH الوسط الخارجي قاعديًا يتم تركيب الـ ATP.
- **في المرحلة 3:** عندما يكون pH تجويف التيلاكوئيد حامضيًا وpH الوسط الخارجي قاعديًا مع تخريب الكريات المذنبة لا يتم تركيب الـ ATP.

الإستنتاج:

- **يتطلب تركيب الـ ATP على مستوى التيلاكوئيد:**
  - وجود تدرج في تركيز البروتونات على جانبي غشاء التيلاكوئيد، حيث تجويف التيلاكوئيد حامضي (تركيز H^+ مرتفع) وخارجه قاعدي (تركيز H^+ منخفض).
  - سلامة الكريات المذنبة (أنزيم ATP سنتاز).
- **آلية تركيب الـ ATP على مستوى التيلاكوئيد:**
  - يُصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية (السلسلة التركيبية الضوئية)، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء، وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد.
  - إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر الـ ATP سنتاز.
  - تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi): إنها الفسفرة الضوئية.

$$ADP + Pi \xrightarrow[E]{\text{ATP سنتاز}} ATP$$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

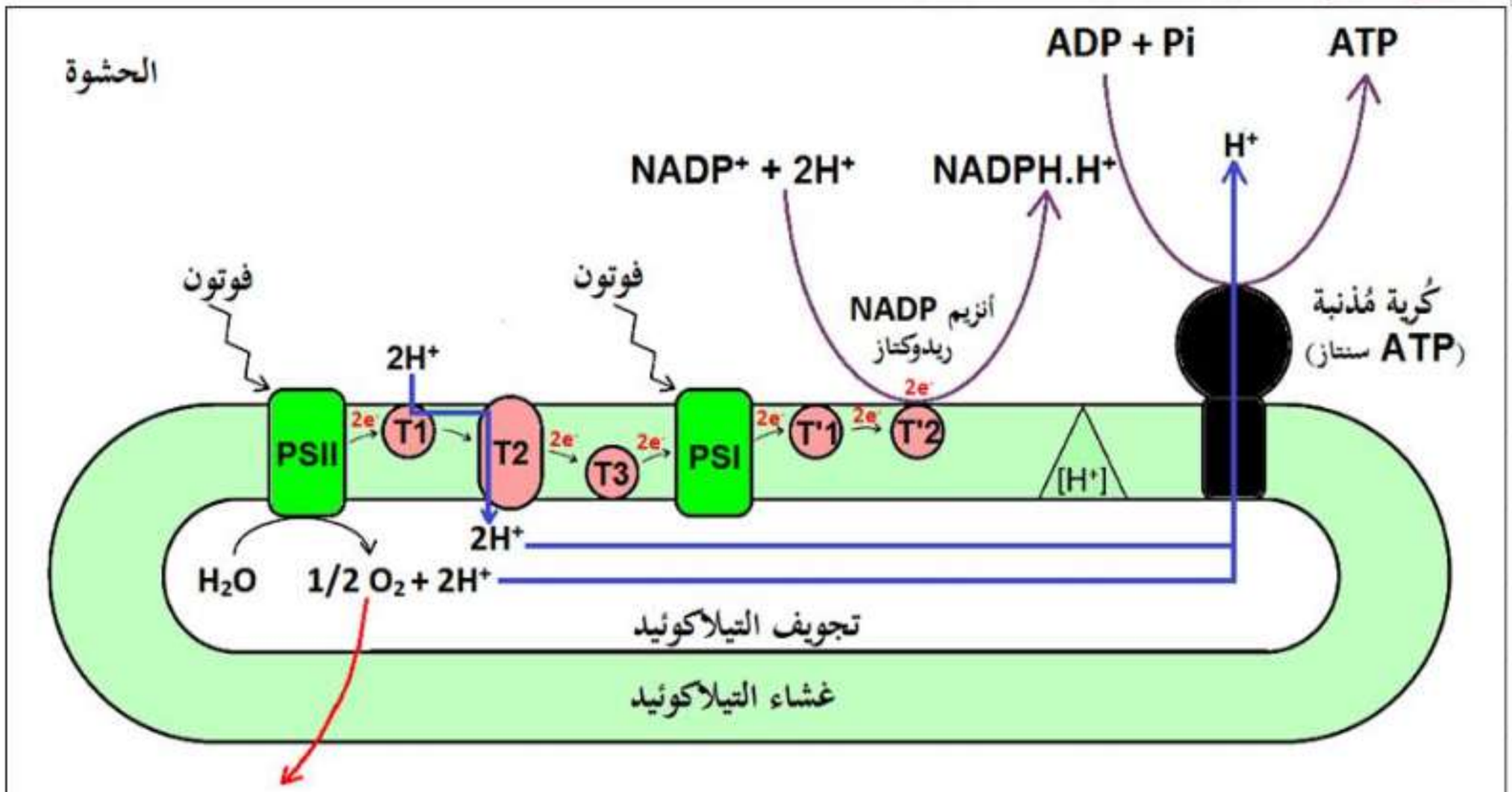
- ملاحظة: الغرض من إجراء التجربة في الظلام هو: منع تأثير الضوء المسؤول طبيعيًا على أكسدة الماء لإنتاج البروتونات التي تعمل على تكوين فرق في التركيز، وإثبات أن تركيب الـ ATP من الـ ADP و Pi مرتبط بفرق تركيز H^+ على جانبي غشاء التيلاكوئيد (الكيس).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

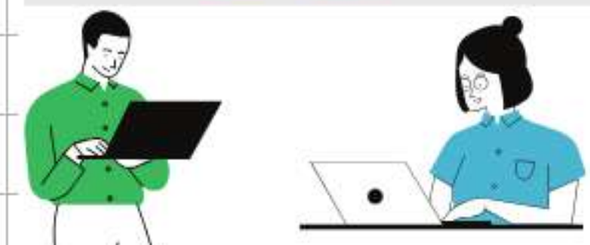
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2.اقتراح نموذج تفسيري لألية المرحلة الكيموضوئية:



نموذج تفسيري مقترح لألية المرحلة الكيموضوئية

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

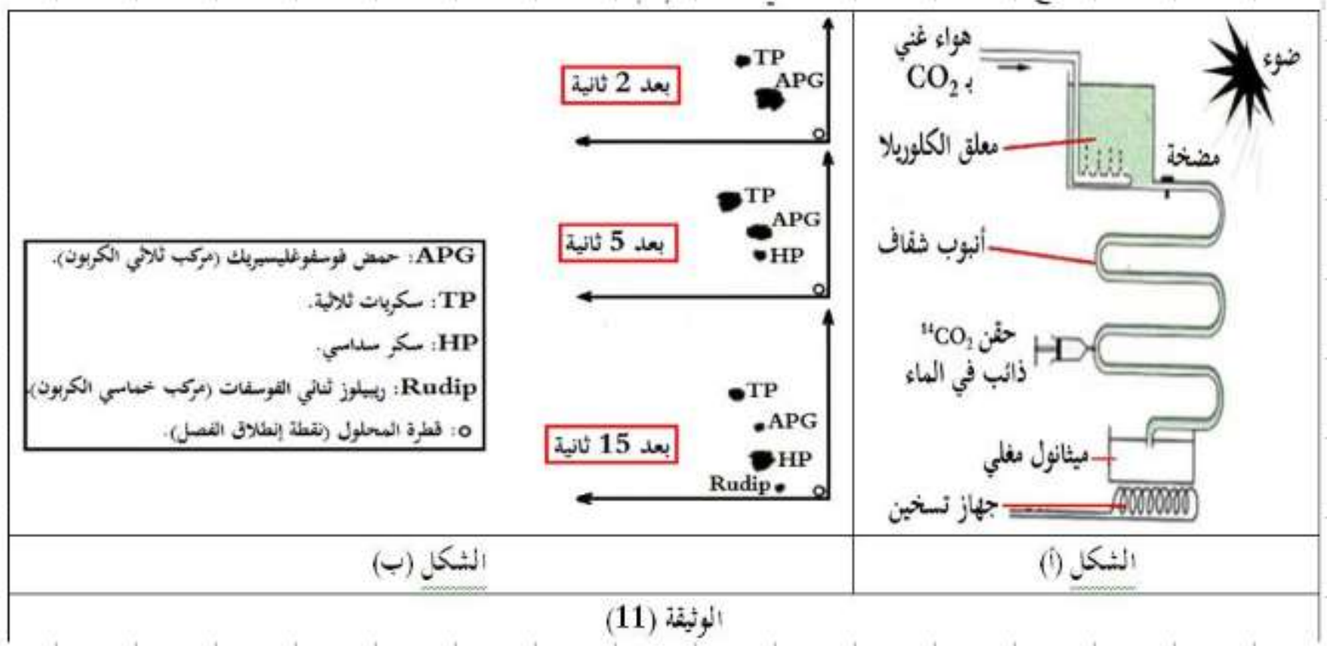
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

3. المرحلة الكيموحيوية:

تحدث المرحلة الثانية من التركيب الضوئي (المرحلة الكيموحيوية) على مستوى حشوة الصانعة الخضراء، لا تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية، **فما هي آلية إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية على مستوى الحشوة؟**

لتحديد آلية إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية على مستوى الحشوة، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تجربة كالفن: وُضع طحلب أخضر وحيد الخلية (الكلوريلا) في وعاء شفاف ضمن محلول معدني بـ CO_2 في شروط ثابتة من الحرارة والإضاءة كما هو موضّح في **الشكل (أ) من الوثيقة (11)**، يُحقن المعلّق بـ $^{14}CO_2$ المشع على فترات زمنية متتالية ثم يُنجز الفصل عن طريق التسجيل اللوني (الكروماتوغرافي) ذو البعدين متبوعًا بالتصوير الإشعاعي الذاتي لمستخلص الطحلب، النتائج المحصّل عليها ممثّلة في **الشكل (ب) من نفس الوثيقة.**



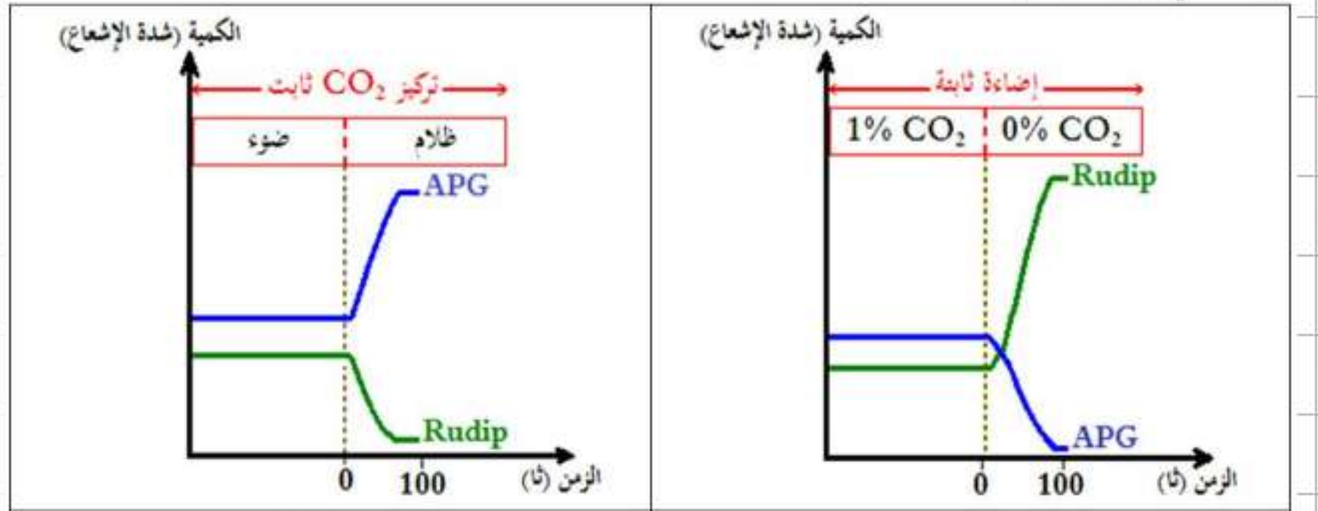
الوثيقة (11)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تم قياس كمية كل من المركبين المشعين APG و RudiP في شروط مختلفة من الإضاءة والـ CO_2، النتائج المحصل عليها موضّحة في الوثيقة (12).



الشكل (أ) | الشكل (ب)

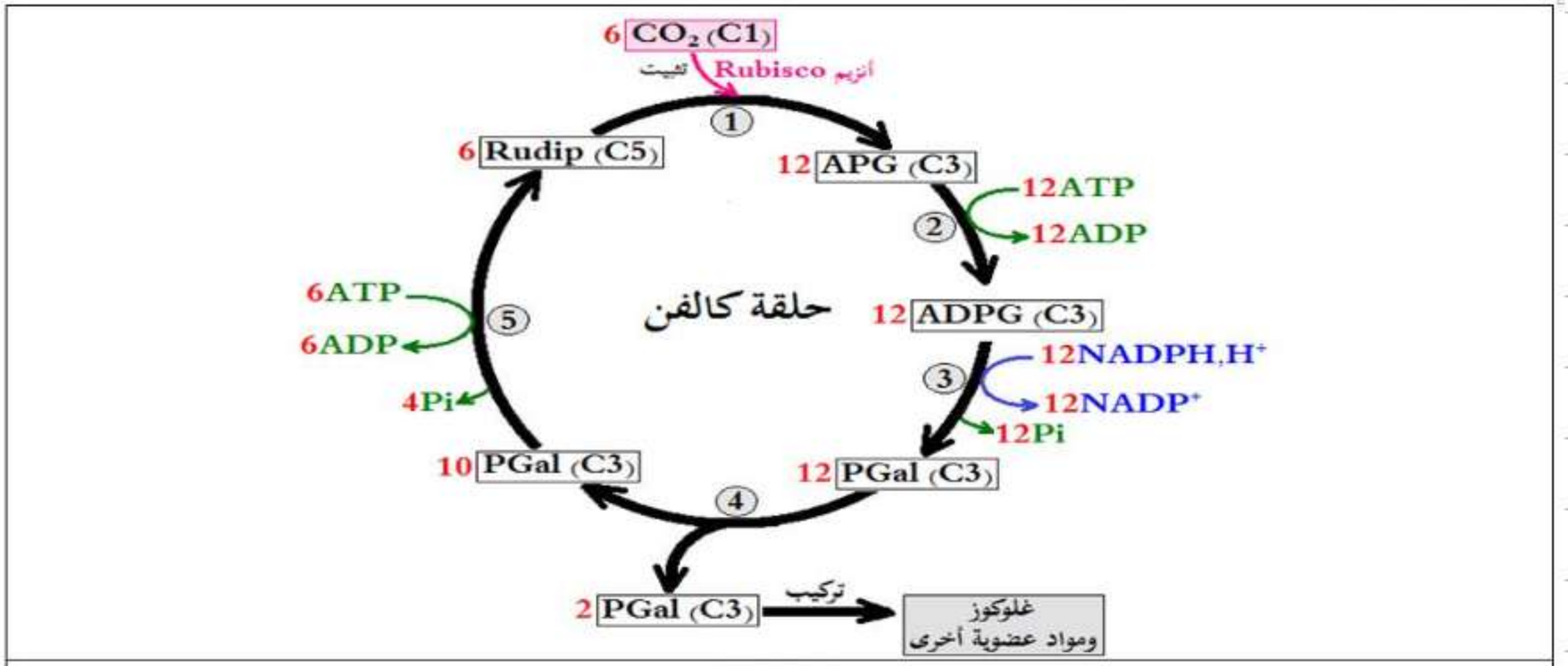
الوثيقة (12)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

توصل كالفن ومساعدوه إلى تحديد تفاعلات تثبيت الـ CO_2 والمركبات الوسطية الناتجة في شكل حلقة تُعرف بحلقة كالفن، تمثل **الوثيقة (13)** مخطط حلقة كالفن.



الوثيقة (13)

التعليمات:

1. وضّح آلية إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية على مستوى الحشوة وذلك **بإستغلالك** للشكل (ب) من الوثيقة (11) وشكلي الوثيقة (12).
2. إشرح تفاعلات المرحلة الكيموحيوية وذلك **بإستغلالك** للوثيقة (13).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1.توضيح آلية إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية على مستوى الحشوة:

إستغلال الشكل (ب) من الوثيقة (11): يمثل الشكل (ب) نتائج التسجيل اللوني (تجربة كافن)، حيث نلاحظ:

- **بعد 2 ثانية:** ظهور الإشعاع بنسبة عالية في مركب الـ APG كما يظهر بنسبة أقل في مركب الـ TP.
- **بعد 5 ثواني:** تناقص نسبة الإشعاع في مركب الـ APG وبالمقابل تتزايد نسبته في مركب الـ TP، كما يظهر بنسبة قليلة في مركب الـ HP.
- **بعد 15 ثانية:** إستمرار تناقص نسبة الإشعاع في مركب الـ APG كما تتناقص أيضًا في مركب الـ TP، بينما تزداد نسبة الإشعاع في مركب الـ HP مع

ظهور مركب جديد هو الـ RudiP.

الإستنتاج: يُدمَج الـ CO_2 في مركبات عضوية وسطية مختلفة والتي تظهر وفق التسلسل الزمني التالي:

APG ⟶ TP ⟶ HP ⟶ RudiP

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (12):

يمثل الشكل (أ) منحنيي تطور كمية الـ APG و RudiP في وجود الضوء وفي وجود وغياب الـ CO_2، حيث نلاحظ:

- **في وجود الضوء والـ CO_2:** ثبات كمية كل من الـ APG و RudiP، يدل على توازن ديناميكي بين سرعة تركيبهما واستهلاكهما.
- **في وجود الضوء وغياب الـ CO_2:** تناقص كمية الـ APG وتزايد كمية الـ RudiP ثم ثباتها، يدل على إستهلاك الـ APGدون تركيبه وتركيب

الـ RudiP دون إستهلاكه.

الإستنتاج: يتركب (يتجدد) الـ APG إنطلاقاً من تثبيت الـ CO_2 على الـ RudiP.

يمثل الشكل (ب) منحنيي تطور كمية الـ APG و RudiP في وجود الـ CO_2 وفي وجود وغياب الضوء، حيث نلاحظ:

- **في وجود الـ CO_2 والضوء :** ثبات كمية كل من الـ APG و RudiP، يدل على توازن ديناميكي بين سرعة تركيبهما واستهلاكهما.
- **في وجود الـ CO_2 وفي الظلام (غياب نواتج المرحلة الكيموضوئية):** تناقص كمية الـ RudiP وتزايد كمية الـ APG ثم ثباتها، يدل على إستهلاك الـ RudiP دون تركيبه وتركيب الـ APG دون إستهلاكه.

الإستنتاج: يتركب (يتجدد) الـ Rudip إنطلاقاً من الـ APG بإستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

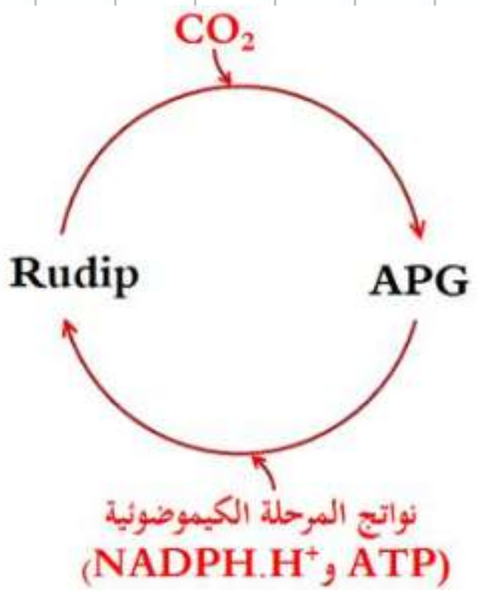
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

إن المركبين APG و Rudip **يتحولان إلى بعضهما ضمن حلقة** يتطلب إستمرارها توفر الـ CO_2 **ونواتج المرحلة الكيموضوئية**، بحيث:

الـ APG يتركب إنطلاقًا من تثبيت الـ CO_2 على الـ RudiP، والـ RudiP يتركب إنطلاقًا من الـ APG بإستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP و $NADPH.H^+$).



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2.شرح تفاعلات المرحلة الكيموحيوية:

إستغلال الوثيقة (13): تمثل الوثيقة (12) مخطط حلقة كالفن، حيث نلاحظ:

- يُثبّت الـ CO_2 على جزيئة خماسية الكربون: الريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) مُشكلاً مُركب سداسي الكربون الذي ينشطر سريعًا إلى جزيئتين بثلاث ذرات كربون هو حمض الفوسفو غليسريك (APG)، يُراقَبُ دمج الـ CO_2 بأنزيم الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز (أنزيم Rubisco) .(المرحلة 1)
- ينشط حمض الفوسفوغليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة الـ ATP و $NADPH,H^+$ الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية.(المرحلتين 2 و3)
- يُستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة (TP = PGAL) في تجديد الـ Rudip أثناء تفاعلات حلقة كالفن وبنسون.(المرحلة 5)
- يُستخدم الجزء الآخر من السكريات المرجعة (TP = PGAL) في تركيب السكريات سداسية الكربون (HP)، الأحماض الأمينية، والدسم.(المرحلة 4)

الإستنتاج: إن تفاعلات المرحلة الكيموحيوية تتم على مستوى حشوة الصانعة الخضراء في شكل حلقة تُعرف بحلقة كالفن، حيث يتم خلالها إرجاع الـ CO_2 باستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP ونواقل مرجعة $NADPH,H^+$) وتركيب المواد العضوية (الغلوكوز ...).

- **ملاحظة:** إن تركيب سكر سداسي واحد (جزيئة 1 من الغلوكوز) وتجديد 6 جزيئات من الـ RudiP يتطلب إستعمال: 18ATP و $12NADPH.H^+$.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

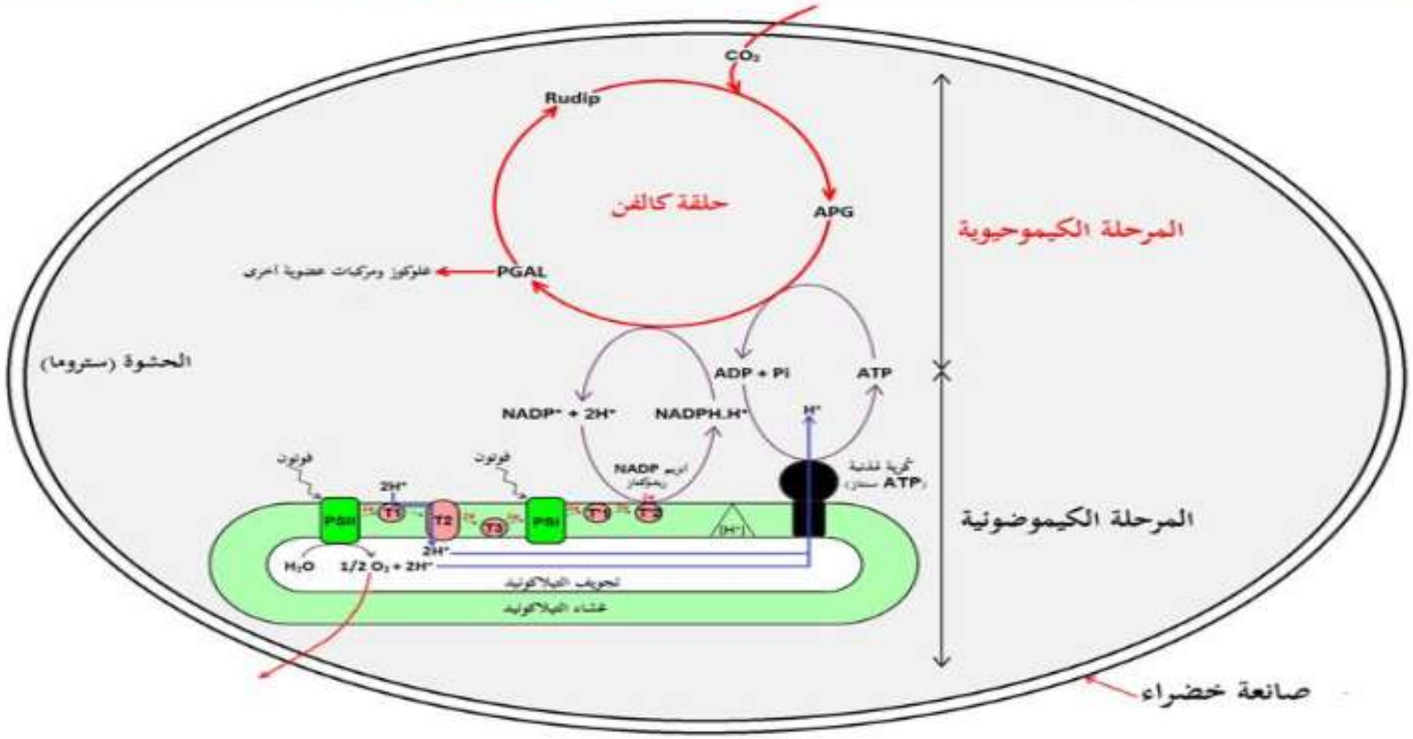
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

3. العلاقة بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية:

عند الخلايا النباتية الخضراء تعتبر الصانعة الخضراء ببنيتها الحجيرية المميزة مقر عملية التركيب الضوئي التي تضمن تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة وفق مرحلتين، المرحلة الكيموضوئية التي تحتاج تفاعلاتها للضوء والمرحلة الكيموحيوية التي لا تحتاج تفاعلاتها للضوء، فما هي العلاقة بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية؟

تمثل الوثيقة (14) رسم تخطيطي يُبيّن التكامل بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.



الوثيقة (14)

التعليمة:

- أبرز العلاقة بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية وذلك باستغلالك للوثيقة (14).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إبراز العلاقة بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية:

إستغلال الوثيقة (14): تمثل الوثيقة (14) رسم تخطيطي يُبيّن التكامل بين المرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي، حيث نلاحظ:

- أثناء التركيب الضوئي يتم على مستوى الصانعات الخضراء الجمع بين:
  - **تفاعلات كيميوضوئية** يكون مقرها التيلاكوئيد أين يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية (ATP و $NADPH,H^+$).
  - **تفاعلات كيميوحيوية** يكون مقرها الحشوة أين يتم إرجاع الـ CO_2 إلى كربون عضوي (مواد عضوية) بإستعمال الطاقة الكيميائية (ATP و $NADPH,H^+$) الناتجة من المرحلة الكيموضوئية.

الإستنتاج: المرحلتان الكيموضوئية والكيموحيوية **تعملان بطريقة إزدواجية وتتكاملان بتجديد واستعمال الـ ATP والنواقل المرجعة NADPH,H.**

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

الخلاصة:

- للصانعة الخضراء بنية حجيرية منظمة كالآتي:
  - تراكيب غشائية داخلية تُشكل أكياس مُسطحة: التيلاكوئيد.
  - تجويف داخلي: الحشوة، مُحددة بغشاء بلاستيدي داخلي، يُضاعف الغشاء البلاستيدي الداخلي بغشاء خارجي، يفصل الغشائين البلاستيديين فضوة بين الغشائين.
- تحوي الأغشية التيلاكوئيدية أصبغة التركيب الضوئي (اليخضور، أصبغة أشباه الجزرين) وجهاز أنزيمي بما في ذلك الـ **ATP** سينتاز.
- تحوي الحشوة مواد أيضية وسطية لتركيب المواد العضوية.
- يتم التركيب الضوئي في مرحلتين:
  - مرحلة كيموضوئية تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها طرح الـ O_2.
  - مرحلة كيموحيوية لا تحتاج إلى ضوء، يتم خلالها إرجاع الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية.
- تأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة، مُتخلية عن إلكترون.
- تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة حالتها المرجعة، وبالتالي قابلية التنبيه إنطلاقًا من الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء.
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل مُتزايدة كمون الأكسدة والإرجاع.
- إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة يدعى النيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد فوسفات $NADP^+$ الذي يُرجع بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل العام:

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$2NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH.H^+$$

$$2NADP^+ + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 2NADPH.H^+$$

- يُصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء، وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد.
- إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر الـ **ATP** سنتاز.
- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ **ADP** إلى **ATP** في وجود الفوسفات اللاعضوي (**Pi**): إنها الفسفرة الضوئية.
- يُثبّت الـ CO_2 على جزيئة خماسية الكربون: الريبولوز ثنائي الفوسفات (**Rudip**) مُشكلاً مُركب سداسي الكربون الذي ينشطر سريعًا إلى جزيئتين بثلاث ذرات كربون هو حمض الفوسفو غليسريك (**APG**)، يُراقب دمج الـ CO_2 بأنزيم الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز.
- ينشط حمض الفوسفوغليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة الـ **ATP** و$NADPH,H^+$ الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية.
- يُستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تجديد الـ **Rudip** أثناء تفاعلات حلقة كالفن وبنسون.
- يُستخدم الجزء الآخر من السكريات المرجعة في تركيب السكريات سداسية الكربون، الأحماض الأمينية، والدسم.
- أثناء التركيب الضوئي يتم على مستوى الصانعات الخضراء الجمع بين:
  - تفاعلات كيميوضوئية يكون مقرها التيلاكوئيد أين يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
  - تفاعلات كيميوحيوية يكون مقرها الحشوة أين يتم إرجاع الـ CO_2 إلى كربون عضوي بإستعمال الطاقة الكيميائية (**ATP** و$NADPH,H^+$) الناتجة من المرحلة الكيموضوئية.

التقويم:

- وضّح في نص علمي آلية تحويل الطاقة على مستوى الصانعة الخضراء **مُدعمًا** إجابتك بمعادلات كيميائية.

النص العلمي:

تتم مجموع التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي داخل الصانعة الخضراء في مرحلتين هما المرحلة الكيموضوئية والكيموحيوية، **فكيف تحدث كل منهما؟**

1. المرحلة الكيموضوئية:

- تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات الملتقطة، مُتخلية عن إلكترون.
- تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسَدة حالتها المرجَعة، وبالتالي قابلية التنبيه إنطلاقًا من الإلكترونات الناتجة عن **أكسدة الماء**.
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل عبر سلسلة من النواقل مُتزايدة كمون الأكسدة والإرجاع.
- إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة يدعى $NADP^+$ **الذي يُرجع بواسطة أنزيم** NADP ريدوكتاز.
- يُصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية (السلسلة التركيبية الضوئية)، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء، وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد.
- إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر الـ ATP سنتاز.
- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi): إنها **الفسفرة الضوئية**.
- **المعادلات الكيميائية لمختلف تفاعلات المرحلة الكيموضوئية:**

1. أكسدة الماء (التحلل الضوئي للماء):

$$2H_2O \xrightarrow[\text{بحضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

2. إرجاع المستقبل الأخير للإلكترونات:

$$NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH.H^+$$

3. الفسفرة الضوئية للـ ADP في وجود Pi (تركيب الـ ATP):

$$ADP + Pi \xrightarrow[E]{\text{ATP سنتاز}} ATP$$

- المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية:

$$2H_2O + 2NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[\text{بحضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 2NADPH.H^+ + ATP$$

أو

$$12H_2O + 12NADP^+ + 18(ADP + Pi) \xrightarrow[\text{بحضور}]{\text{ضوء}} 6O_2 + 12NADPH.H^+ + 18ATP$$

2. المرحلة الكيموحيوية:

- يُثبت الـ CO_2 على جزيئة خماسية الكربون: الريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) مُشكلاً مُركب سداسي الكربون الذي ينشطر سريعًا إلى جزيئتين بثلاث ذرات كربون هو حمض الفوسفو غليسريك (APG)، يُراقب دمج الـ CO_2 بأنزيم الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز.
- ينشط حمض الفوسفوغليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة الـ ATP و $NADPH,H^+$ الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية.
- يُستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تجديد الـ Rudip أثناء تفاعلات حلقة كالفن وبنسون.
- يُستخدم الجزء الآخر من السكريات المرجعة في تركيب السكريات سداسية الكربون، الأحماض الأمينية، والدسم.
- المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموحيوية:

$$6CO_2 + 12NADPH.H^+ + 18ATP \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12NADP^+ + 18(ADP + Pi) + 6H_2O$$

- أثناء التركيب الضوئي يتم على مستوى الصانعات الخضراء الجمع بين:
  - تفاعلات كيميوضوئية يكون مقرها التيلاكوئيد أين يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
  - تفاعلات كيميوحيوية يكون مقرها الحشوة أين يتم إرجاع الـ CO_2 إلى كربون عضوي بإستعمال الطاقة الكيميائية ($NADPH,H^+$ و ATP) الناتجة من المرحلة الكيموضوئية.

المعادلة الإجمالية للتركيب لضوئي:

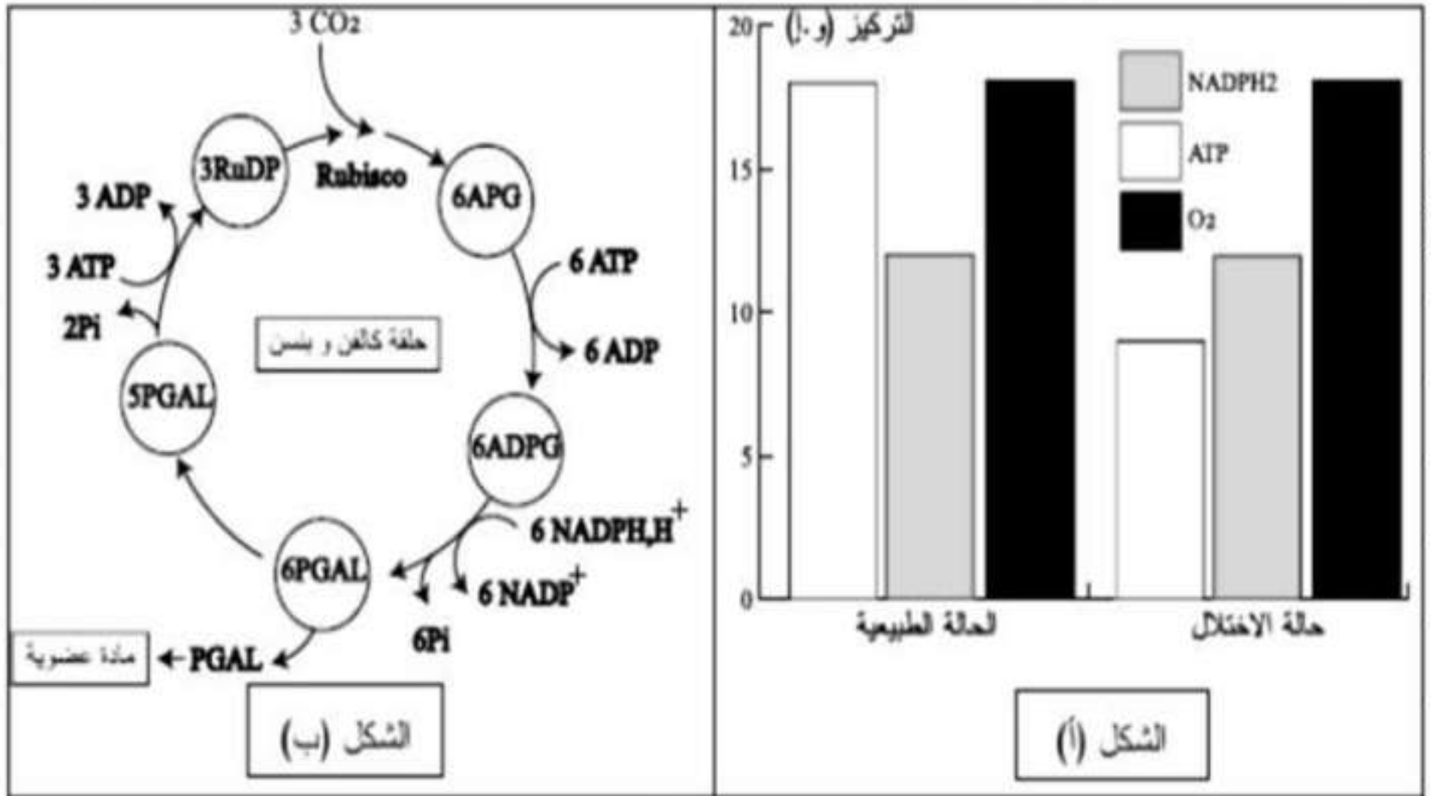
$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{بحضور}]{\text{ضوء}} 6O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

التمرين 01

تعتبر النباتات الخضراء مقرا لظاهرة حيوية تسمح بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنه في جزيئات المادة العضوية وفق سلسلة من التفاعلات الحيوية الهامة المنظمة في مراحل حيث أن استمرار هذه الظاهرة متعلق أساسا بالتوازن بين نواتج هذه المراحل ومن أجل دراسة الاختلال في هذا التوازن وكيفية تصحيحه من طرف النبات نقدم اليك الدراسة التالية:

الجزء الأول:

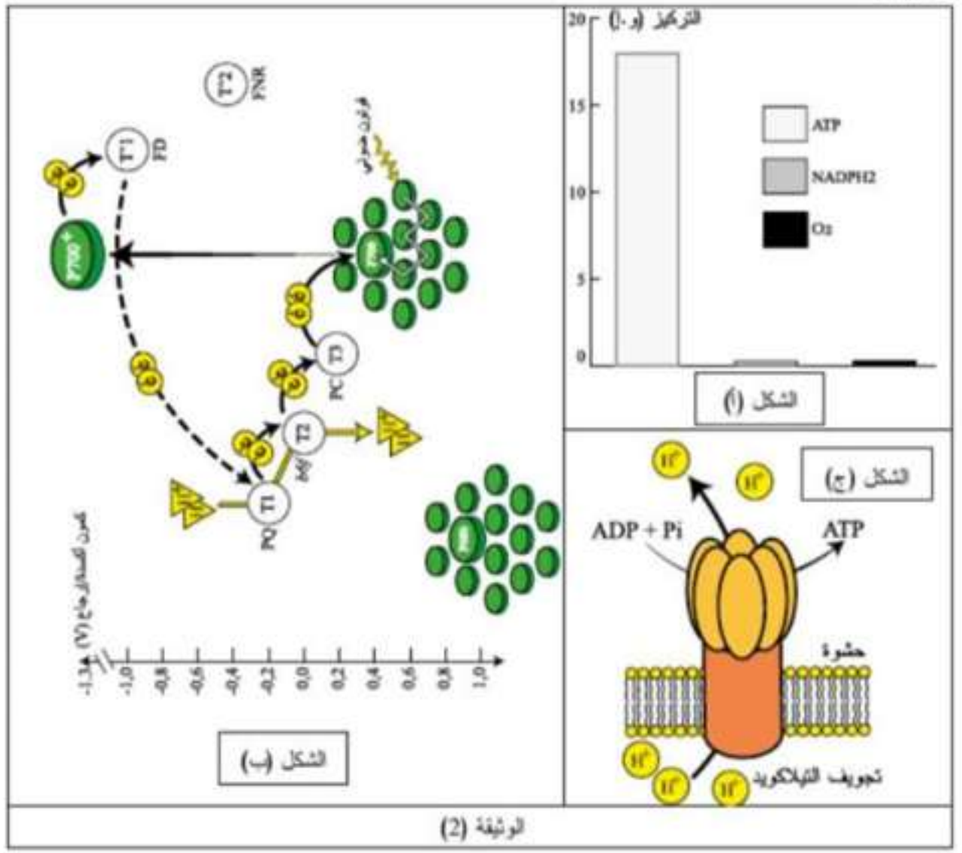
يمثل الشكل
فيظهر نتائج الم
لشدة إضاءة عال



1- **وضح** حالة الاختلال وتأثيرها على عملية التركيب الضوئي.

الجزء الثاني:

رغم حالة الاختلال فإن الظاهرة المعنية بالدراسة لا تتوقف حيث يلجأ النبات الى العمل على إعادة التوازن وتعويض تراكيز النواتج من أجل استمرارها تمثل الوثيقة (2) من خلال الشكل (أ) نواتج العملية التي تلجأ اليها النباتات في حالة الاختلال أما الشكل (ب) فيمثل الآلية التي يعتمدها النبات في هذه الحالة أما الشكل (ج) فيمثل كيفية الحصول على النواتج الممثلة في الشكل (أ)



1- **اشرح** الالية التي تمكن النباتات من استعادة التوازن الطبيعي بين مراحلها وبالتالي تركيب ضروريتها إذا علمت أنها تدعى بالفسفرة الضوئية الحلقية.