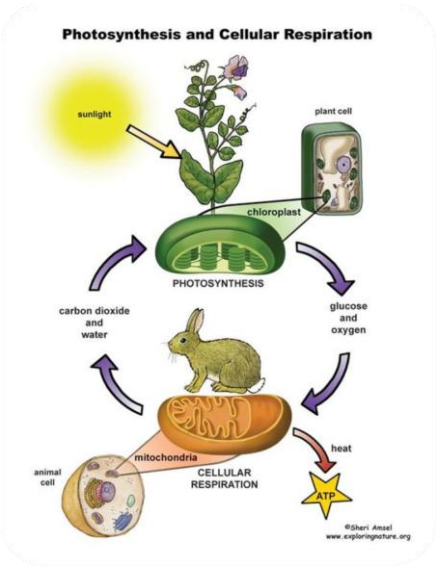
التحضير الجيد لبكالوريا 2018



مجلة المتفوق

مادة علوم الطبيعة والحياة

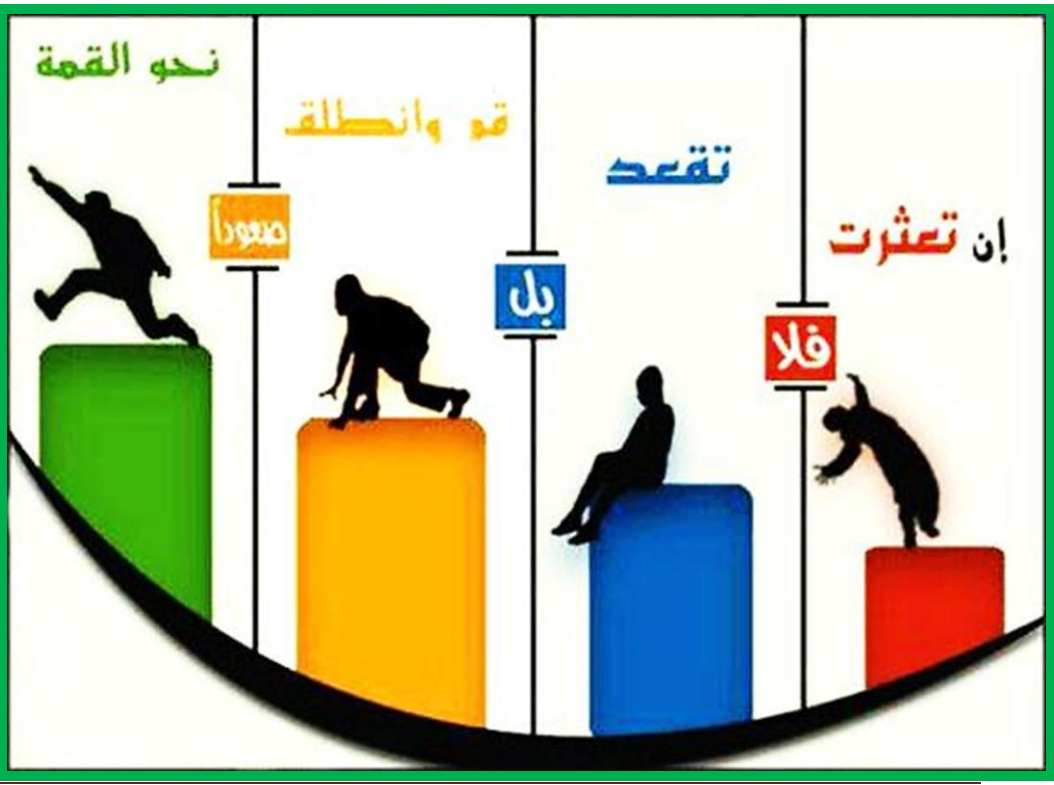
المجال2 : التحولات الطاقوية

الوحدة1 : آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

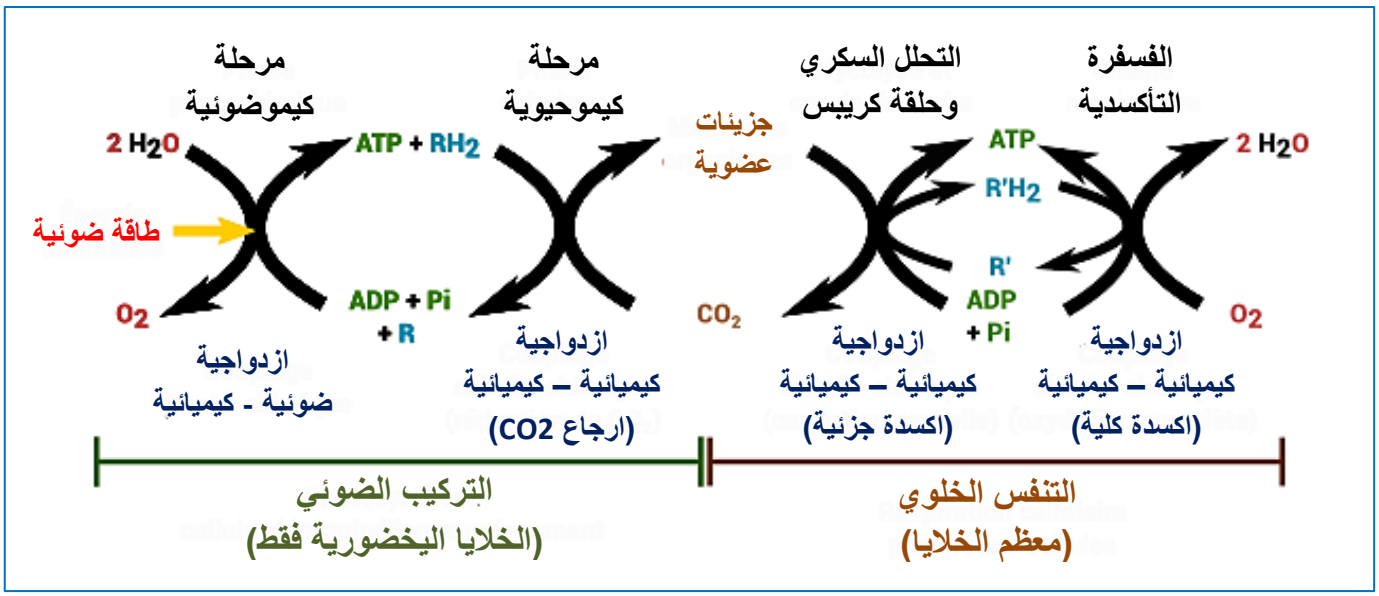
الوحدة2 : آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP

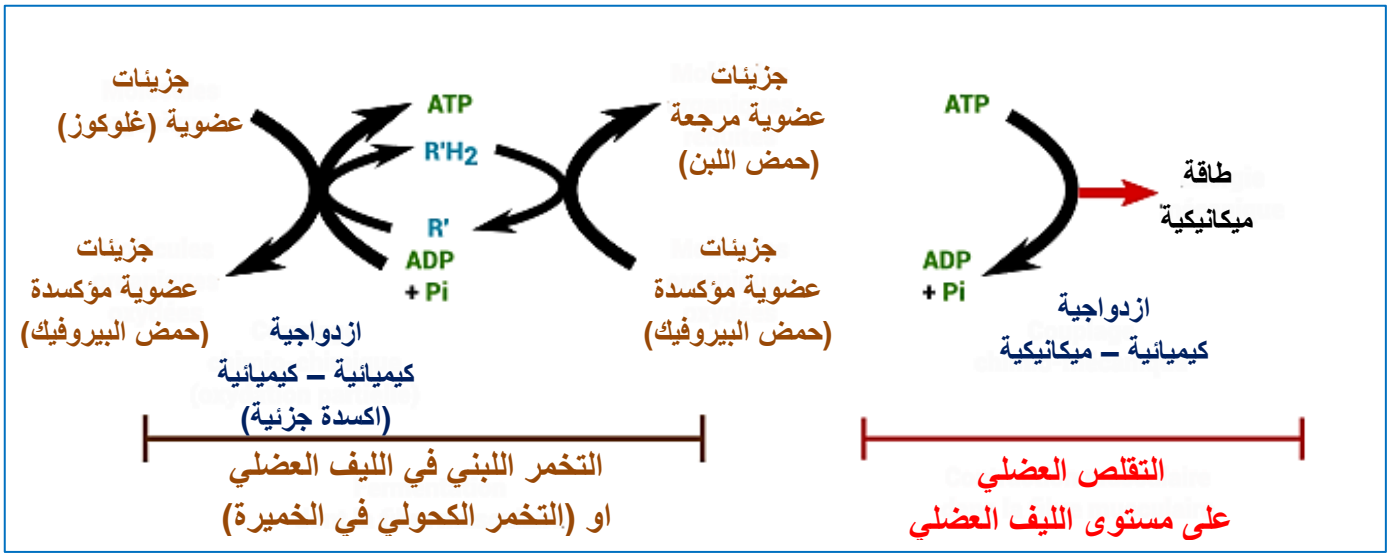
الوحدة3 : تحويل الطاقة على المستوى مافوق البنية الخلوية

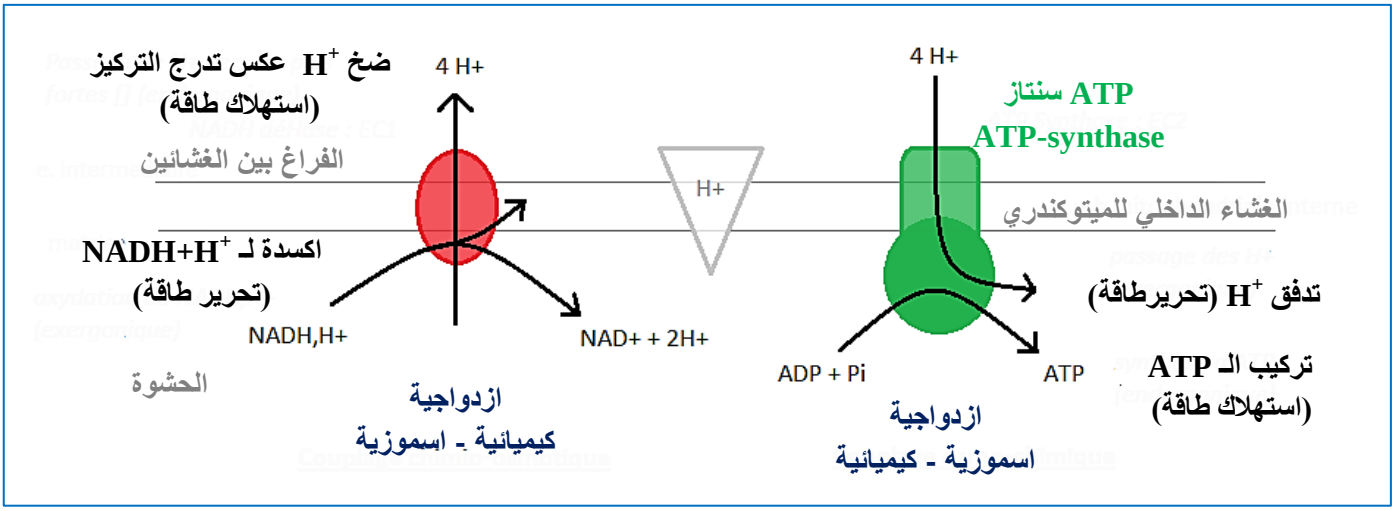
العد 3 23 تمرين مع التصحيح الاستاذ : بوالريش أحمد



الازدواجية الطاقوية فى الخلية الحية





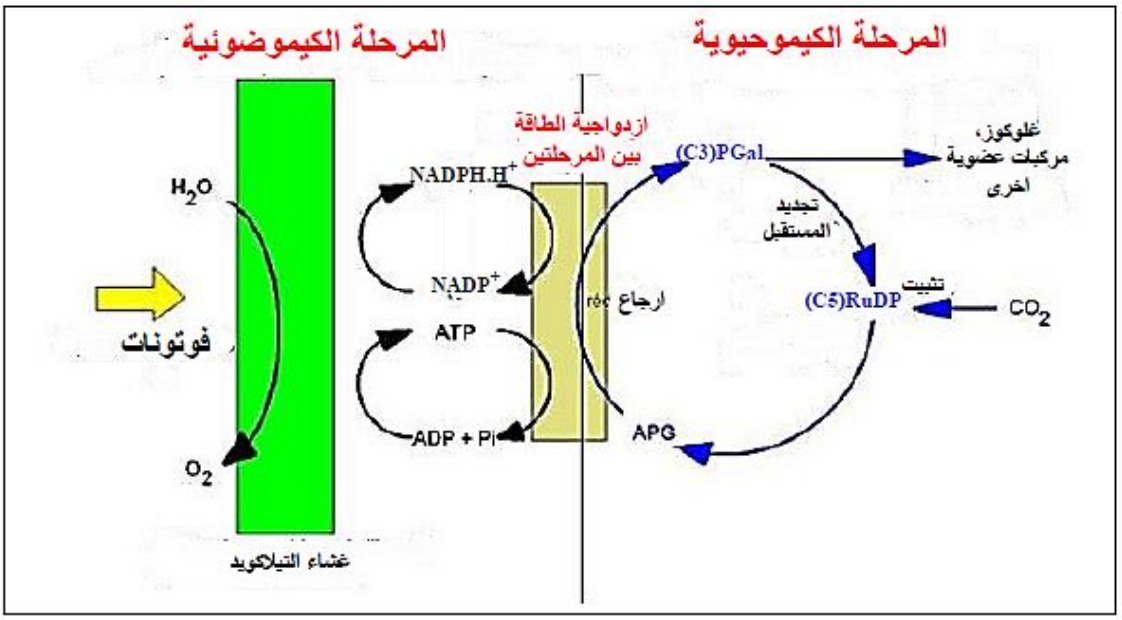


مفهوم الازدواجية في التفاعلات الحيوية :

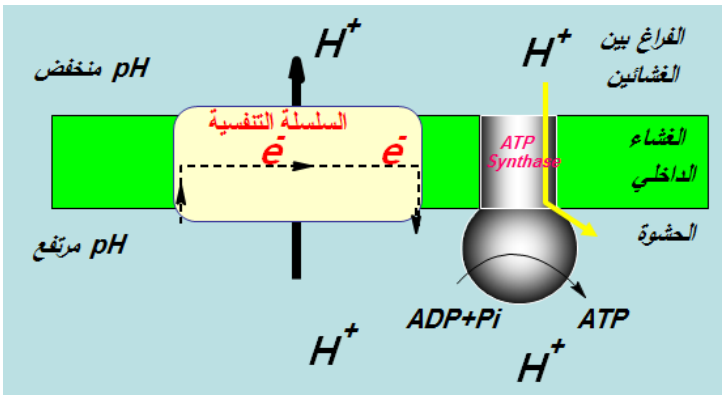
تسير العديد من التفاعلات الأساسية لحياة الكائنات الحية ضد الاتجاه التلقائي ومن أمثلتها التفاعلات الماصة (المستهلكة للطاقة) كتصنيع المركبات الكبيرة والمركبات الغنية بالطاقة والنقل الفعال للأيونات لتكوين التدرج في التركيز وغيرها.
لا تكون هذه التفاعلات ممكنة إلا عن طريق الازدواج مع تفاعلات تلقائية ناشرة للطاقة (محررة للطاقة)

مثال : **الازدواجية الطاقوية بين المرحلة الكيموضوئية والكيموحيوية**:

- هناك تكامل أو ازدواجية بين المرحلة الكيموضوئية والكيموحيوية بواسطة وسائط تتمثل في ATP ومركبات مرجعة $NADPH.H^+$.
- خلال المرحلة الكيموضوئية يتم انتاج مركبات مرجعة $NADPH.H^+$ (تحمل الكترونين ذات طاقة عالية) و الـ ATP (طاقة كيميائية) .اذن **تفاعلات المرحلة الكيموضوئية منتجة (محررة) للطاقة.**
- خلال المرحلة الكيموحيوية : يتم استهلاك الطاقة ATP والمركبات المرجعة $NADPH.H^+$ الضرورية لتركيب الجلوكوز انطلاقا من CO_2 المدمج . اذن **تفاعلات المرحلة الكيموحيوية مستهلكة (ماصة) للطاقة**.
- تسمح المرحلة الكيموضوئية بتجديد ATP ومركبات مرجعة $NADPH.H^+$.



مفهوم الاسموزية الكيميائية :



- تنص النظرية الكيميائية الاسموزية على "**ان التفاعلات الكيميائية يمكنها أن تتم نتيجة لحركة أيونات او جزيئات على جانبي غشاء مخالفين التركيز**".
- تسمح تفاعلات الأكسدة و الإرجاع التي تتم على طول السلسلة التنفسية بضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين مولدا بذلك تدرجا للبروتونات في هذا المستوى.
- يتم تشتت هذا التدرج الإلكتروكيميائي (البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين) بسيل (تدفق) عائد من البروتونات نحو المادة الأساسية بالانتشار عبر الـ ATP سنتيتاز .

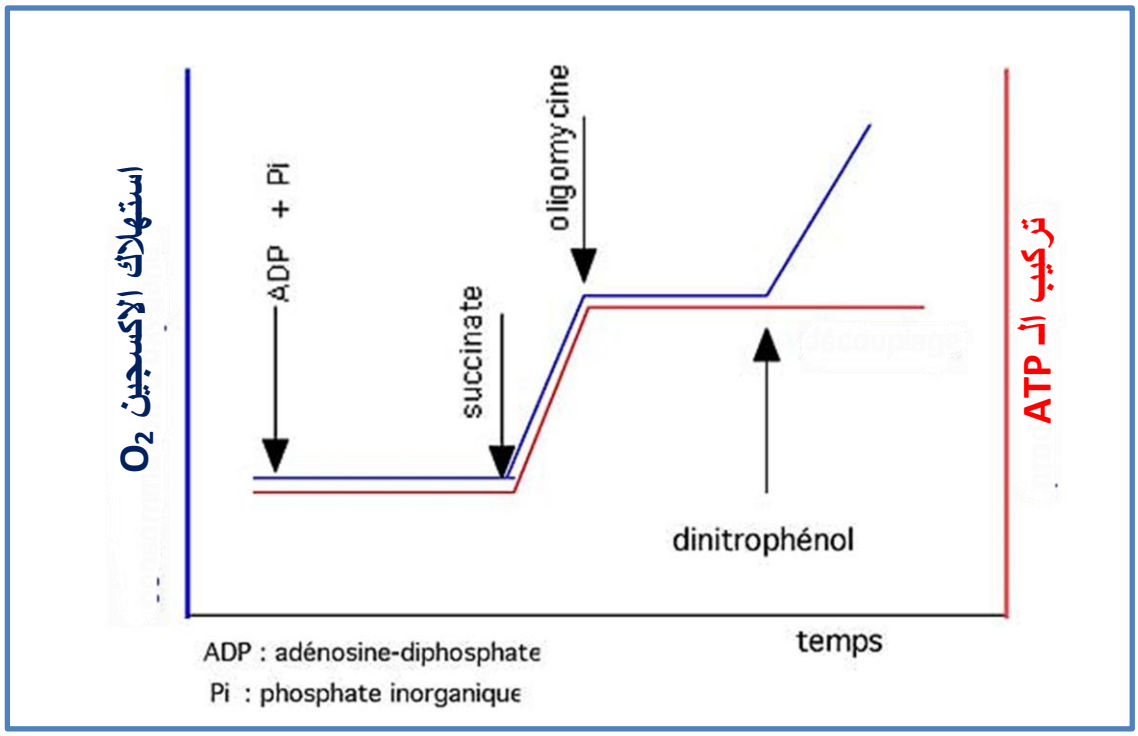
مفهوم الفسفرة التأكسدية :

- تتضمن الفسفرة التأكسدية عمليتان : أكسدة وفسفرة , تشمل الأكسدة نزع الكترونات من المرافقات الانزيمية المرجعة (FADH2 .NADH.H+) بواسطة O2 (المستقبل النهائي للالكترونات)عبر مجموعة من النواقل يطلق عليها مجتمعة إسم "سلسلة نقل الالكترونات " او السلسلة التنفسية.
- يتم خلال انتقال الالكترونات تحرر قد كبير من الطاقة يتم استعمالها في العملية الثانية وهي فسفرة الـ ADP إلى ATP

مفهوم الازدواجية بين الفسفرة والاكسدة:

- يطلق على الرابط الوثيق بين الأكسدة (انتقال e^- عبر السلسلة التنفسية) والفسفرة (تركيب الـ ATP) مصطلح الازدواج الذي يعني أن الفسفرة تعتمد على حدوث الأكسدة وان تثبيط انتقال الالكترونات يؤدي إلى تثبيط تركيب الـ ATP.

ويمكن اثبات ذلك من خلال تجارب أجريت على معلق من الميتوكندريات وإضافة مواد مثل مانعات الازدواجية , المثبطات والمواد الضرورية لحدوث الفسفرة والأكسدة عند أزمنة مختلفة. ويمكن تلخيص نتائج هذه التجارب في المنحنيات الآتية :



التعليق على الوثيقة :

- تنطلق عملية التنفس في وجود معطي للالكترونات (succinate) و $ADP + P_i$ (حدوث ازدواجية) .
- المضاد الحيوي الاوليغوميسين (oligomycine) يوقف الازداوجية (توقف كل من الفسفرة والاكسدة).
- مادة الدينتروفينول (dinitrophénol) يعتبر مانع للازدواجية , حيث في وجوده , تبدأ عملية استهلاك الاكسجين (لا يؤثر على نقل الالكترونات) , ويرافق ذلك تثبيط تركيب الـ ATP (نتيجة زوال تدرج تركيز البروتونات بين الحشوة والفراغ بين الغشائين) , حيث تفقد الطاقة على شكل حرارة.

المجال التعلمي I: التخصص الوظيفي للبروتينات.

الوحدة1 : آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

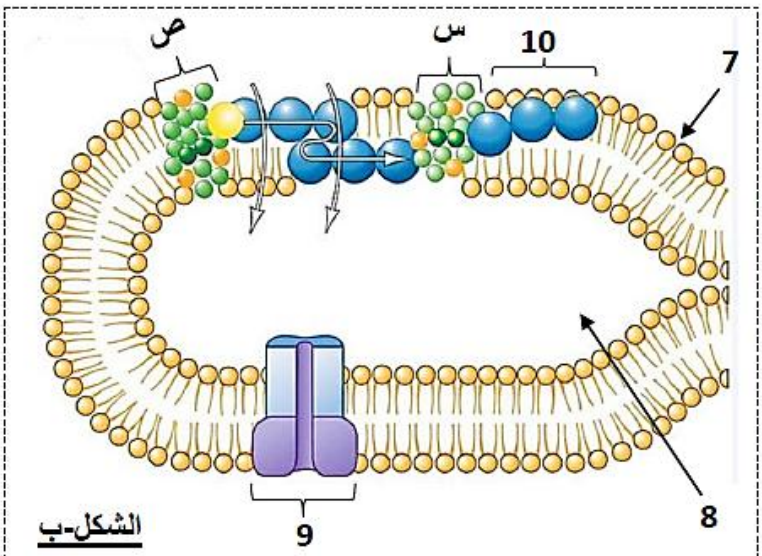
التمرين الأول :

تتميز الخلايا اليخضورية بقدرتها على اقتناص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية كامنة في مركبات المادة العضوية ، ولإظهار آليات ذلك نقترح عليك الدراسة التالية :

I – تمثل أشكال الوثيقة(1) مايلي :

الشكل1 : تمثيل فراغي لما فوق بنية عضية تم الحصول عليها من خلية يخضورية.

الشكل2 : رسم تخطيطي لتموضع مكونات غشاء العنصر(3) .



الوثيقة1

1 – تعرف على بيانات العناصر المرقمة من 1 إلى 10 وعلى العنصرين (س) و (ص) .

2- ماهي المعلومات المستخرجة من الشكل (ب) فيما يخص العلاقة بين بنية العنصر(3) والظاهرة الحيوية التي تحدث على مستوى عضية الشكل (أ) .

II – لابراز دور المركبات الكيميائية للعنصر(3) في سيرورة الظاهرة المدروسة نجري سلسلة التجارب التالية :

1 – نجري سلسلة من خمسة تجارب ممثلة في الوثيقة (2-أ) .في هذه التجارب نستعمل صبغة P ككاشف ملون ومادة R مرجعة (معطية للإلكترونات) . بالإضافة لذلك ، نحضر محلول من اليخضور الخام .

الصبغة P تكون عديمة اللون في شكلها المرجع وحمراء اللون في شكلها المؤكسد .

ملاحظة : الانظمة الانزيمية في المحلول اليخضور الخام تبقى سليمة

II – لابراز دور المركبات الكيميائية للعنصر(3) في سيرورة الظاهرة المدروسة نجري سلسلة التجارب التالية :

1 – نجري سلسلة من خمسة تجارب ممثلة في الوثيقة (2-أ) .في هذه التجارب نستعمل صبغة P ككاشف ملون ومادة R مرجعة (معطية للإلكترونات) . بالإضافة لذلك ، نحضر محلول من اليخضور الخام .
الصبغة P تكون عديمة اللون في شكلها المرجع وحمراء اللون في شكلها المؤكسد .
ملاحظة : الانظمة الانزيمية في المحلول اليخضور الخام تبقى سليمة

التجربة1	التجربة2	التجربة3	التجربة4	التجربة5
	المادة R	المادة R	محلول اليخضور الخام	محلول اليخضور الخام
الصبغة P	الصبغة P	الصبغة P	الصبغة P	الصبغة P
ضوء	ضوء	ظلام	ظلام	ضوء
النتائج : لون المحلول				
أحمر	عديم اللون	عديم اللون	بني (أحمر+أخضر)	أخضر

الشكل-أ

الانبوب	محتوى الأنبوب	شروط الإضاءة	النتائج بعد 10 ثواني
1	معلق العنصر(3) + DCPIP	ضوء	زوال لون DCPIP
2	معلق العنصر(3) + DCPIP	ظلام	بقاء لون DCPIP أزرق
3	معلق العنصر(3) وضع لمدة 10 دقائق في درجة حرارة 100م^0 + DCPIP	ضوء	؟

الشكل-ب

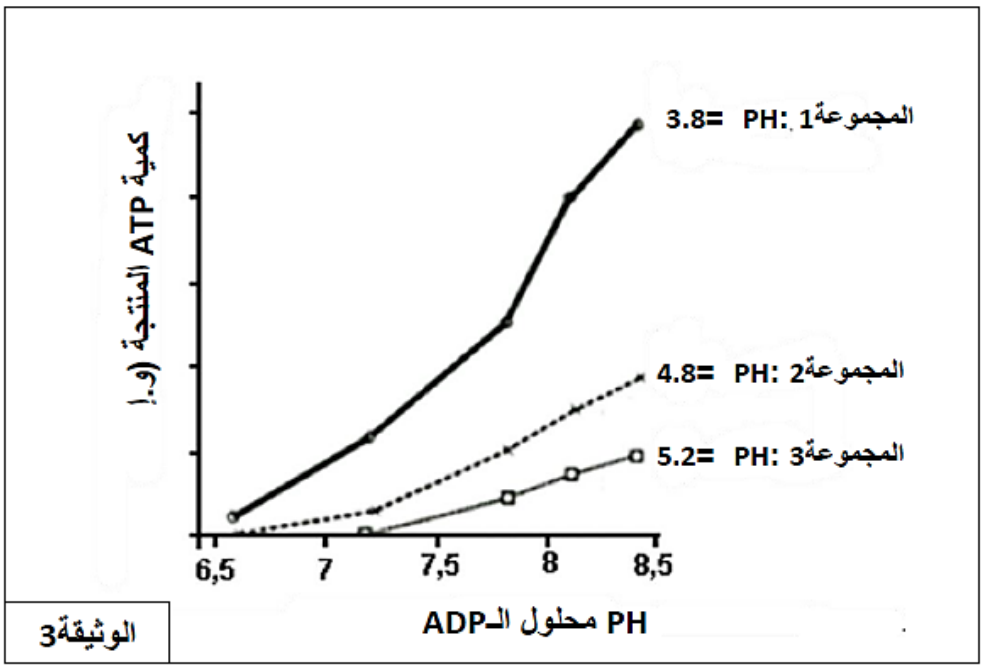
الوثيقة2

أ – **حلل وفسر** النتائج التجريبية .
ب – **انجز** مخطط تبين من خلاله النتائج المحصل عليها في التجربة (5) .
2 – بغرض التعرف على التفاعلات البيوكيميائية لتحويل الطاقة التي تتم في مستوى العضية المدروسة، أنجزت سلسلة من التجارب التالية:

يوضع معلق من العناصر(3) ضمن محلول منظم . نجري تجارب على هذا المعلق في درجة حرارة ثابتة وفي غياب CO2 وفي وجودة مادة DCPIP (2,6dichlorophenolindolphenol)
وهي مادة مستقبلة للإلكترونات لونها بصورتها المؤكسدة هو ازرق، بينما تكون عديمة اللون بصورتها المرجعة .
الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2-ب) .
أ – **فسر** النتائج المحصل عليها في الانبوبين (1) و(2) ، **مدعما** إجابتك بمعادلات كيميائية .
ب – **اقترح** نتيجة للأنبوب (3) .**علل** إجابتك .
ج- إذا علمت أن المستقبل الطبيعي للـ e^- والـ H^+ الموجود طبيعيا في العنصر(4) من الوثيقة1 هو $NADP^+$ (نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد فوسفات)، **اكتب** التفاعل المماثل في الظروف الطبيعية.

3 – من اجل تحديد الآلية الطاقوية التي تحدث على مستوى العنصر(9) من الوثيقة1 وشروطها ، ننجز التجارب التالية :
نحضر ثلاث مجموعات من العنصر(3) حضنت عدة ساعات في الظلام :
المجموعة الأولى : توضع في محلول ذو PH =3.8

المجموعة الثانية : توضع في محلول ذو PH =4.8
المجموعة الثالثة : توضع في محلول ذو PH =5.2
أثناء التحضين ، تنتشر البروتونات اتجاه العنصر(2) إلى ان يتساوى التركيز بين الوسط الداخلي والخارجي للعنصر (3) .
بعد ذلك تنقل العناصر (3) ، ودائما في الظلام الى محلول يحتوي على ADP وPi مع تغيير قيمة PH .
نقيس كمية ATP المنتجة من قبل العناصر (3).
الوثيقة (3) تبين كمية الـ ATP المنتجة من قبل الثلاث مجموعات من العناصر (3) بدلالة PH محلول الـADP.



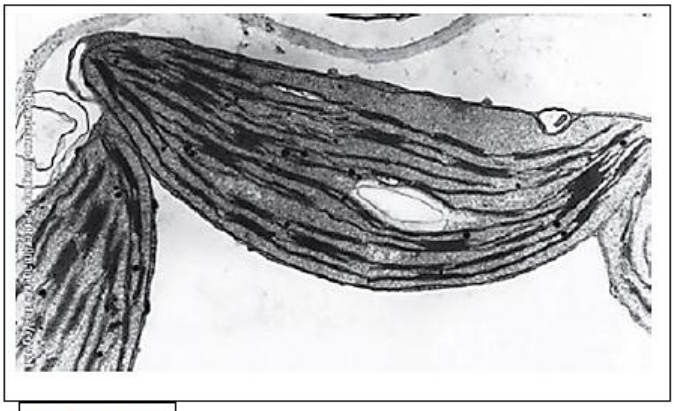
الوثيقة3

أ – من خلال الوثيقة3 ، **استخرج** العلاقة بين انتاج الـ ATP و PH محلول الـ ADP.
ب- **اشرح كيف** يؤثر PH محلول الـ ADP على انتاج ATP .
ج – **أشرح** تأثير PH الوسط (التحضين) على انتاج الـ ATP عند المجموعات الثلاثة .
د – انتاج الـ ATP يتم لفترة وجيزة ، **فسر** ذلك.
هـ - **علل** اجراء التجربة في الظلام .

III – مما توصلت اليه ومعارفك ، **مثل** برسم تخطيطي وظيفي المرحلة المعنية بالظاهرة المدروسة والتي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للعنصر(3) من الوثيقة1 . **مثلها** بتفاعل كيميائي اجمالي.

التمرين الثاني:

إن كل خلية حية تحتاج إلى طاقة لتأمين وظائفها الحيوية ، ولفهم بعض آليات تحويل الطاقة ، نجري الدراسة التالية.



الوثيقة1

I – تمثل الوثيقة 1 صورة بالمجهر الالكتروني للصانعة الخضراء.

1 – قدم رسما تخطيطيا للصانعة الخضراء يحمل كافة البيانات.

2 – تلخص المعادلة الاجمالية التالية ،التفاعلات الكيميائية للظاهرة البيولوجية التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء.

حدد من المعادلة طبيعة تفاعلات الظاهرة المدروسة.

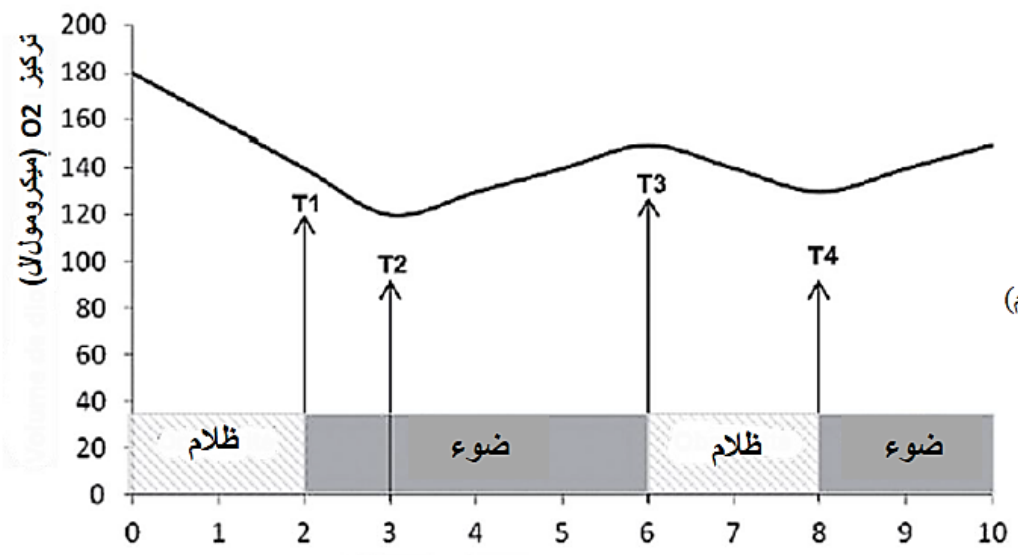
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{طاقة ضوئية}]{\text{يخضور}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

II – لدراسة بعض مراحل وآليات التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء ، نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

1 – نحضر رشاحة من مسحوق أوراق السبانخ تحتوي على معلق من العضيات الخلوية من ضمنها صانعات خضراء معزولة تكون أغلفتها مخربة مع سلامة التيلاكويدات ، تتضمن الرشاحة كذلك المكونات الكيميائية للحشوة .

تسكب الرشاحة في حوض زجاجي شفاف خال من غاز CO_2 ، نضع هذا الحوض لمدة زمنية معينة وبالتناوب في الظلام وفي الضوء ثم نضيف اليه كاشف هيل (فيروسيانور البوتاسيوم) بتركيز $64,5g.L^{-1}$. الذي يتميز بانه مستقبل للالكترونات وفق التفاعل التالي : $Fe^{3+} + 1e^- \longrightarrow Fe^{2+}$

نقيس تركيز غاز O_2 في الرشاحة فنحصل على نتيجة القياسات المترجمة بالمنحنى الممثل في الوثيقة(2-أ)



الوثيقة2-أ

أ – **اشرح** غياب انتاج الأكسجين بين T1 وT2 وإنتاج الاوكسجين بين T2 وT3 .**مدعما** اجابتك بتفاعلات الكيميائية .

ب- اقترح فرضية حول مقرالتفاعلات الكيميائية المسؤولة على انتاج الاكسجين.

2 – سمحت التجربة التالية من تحديد مصير $CO2$ وأكسجين الماء ، الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2-ب).

التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	أشنة خضراء مضاءة + ماء ثقيل (H_2O^{18})	تحرير O^{18}
2	أشنة خضراء في الظلام + ماء ثقيل (H_2O^{18})	عدم تحرير O^{18}
3	اشنة خضراء مضاءة في وجود CO_2 موسوم بـ ^{14}C	وجود نشاء مشع
4	أشنة خضراء في الظلام وفي وجود CO_2 موسوم بـ ^{14}C	غياب النشاء
5	أشنة خضراء عرضت مسبقا للاضاءة ثم توضع في الظلام في وجود CO_2 موسوم بـ ^{14}C	وجود نشاء مشع

الوثيقة2-ب

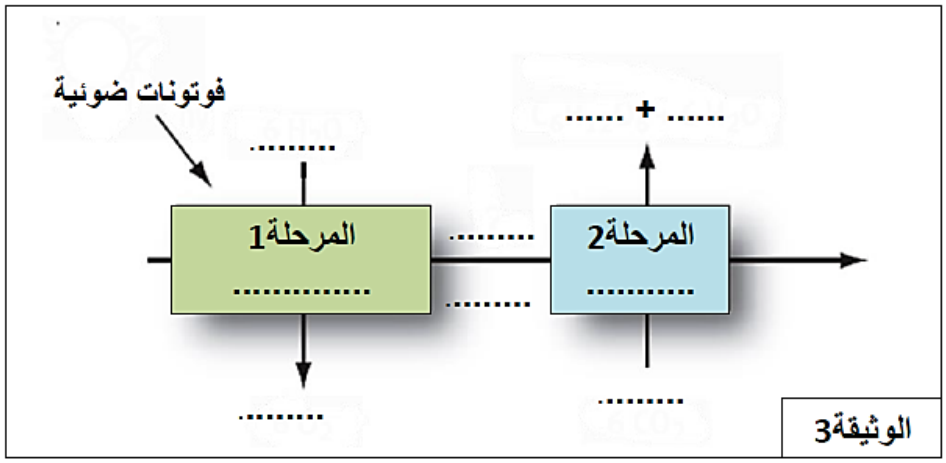
أ – **ماهي** المعلومات المستخرجة من مقارنة :

– التجربة 1مع2 والتجربة 3مع4

ب - فسر نتائج التجربة5.

جـ - استخلص مرحلتي الظاهرة التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء **مبرزا** خصائص كل مرحلة من حيث : - النواتج المتشكلة - مقر حدوثها - الشروط الضرورية لحدوثها.

3 – نبحث الآن عن العلاقة بين مرحلتي الظاهرة المدروسة و من اجل ذلك نقدم لك الوثيقة3



أ – **اعد** نقل مخطط الوثيقة3 على ورقة إجابتك ثم **اكمل** المخطط بوضع البيانات المناسبة مكان الخطوط المتقطعة.

ب – أظهرت التحاليل أن احدى المركبات الوسطية عبارة عن زوج اكسدة /ارجاعية: R / RH_2 ، كما ان اكسدة الماء مقترن بإرجاع المركبات R . **أكتب** هذا التفاعل.

ج – إذا علمت أن كمونات الاكسدة/الارجاعية للأزواج $H_20/0_2$ وRH_2/R هي:

- $H_20/0_2 = + 0,81$ V
- $RH_2/R = - 0,32$ V

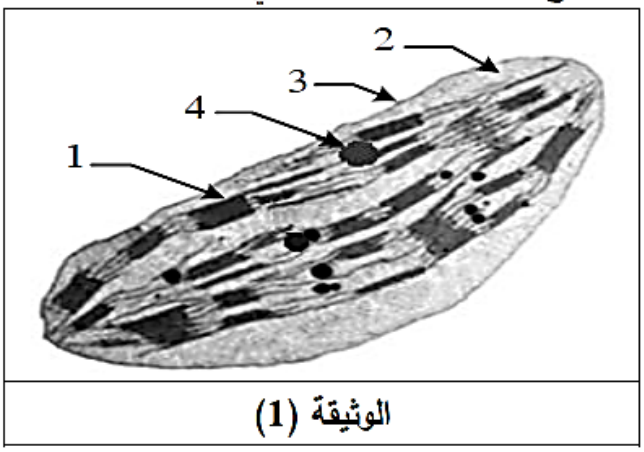
ماهي المشكلة العلمية المطروحة ؟ **اقترح** فرضية تفسيرية لها.

III - مما سبق ومن معلوماتك المكتسبة ،**بين** بمخطط أهم التحولات الطاقوية للظاهرة البيولوجية المدروسة التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء، **مبرزا** من خلاله أنواع الازدواجية الطاقوية.

التمرين الثالث :

تمتلك الخلية عضيات يتم على مستواها ظواهر طاقوية ضرورية لحياتها، والدراسة التالية تهدف لتوضيح بعض جوانب ذلك على مستوى ما فوق البنية الخلوية.

I-1- تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية تعتبر مقر مجموع التفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء تحويل الطاقة خلال ظاهرة بيولوجية معينة.



الوثيقة (1)

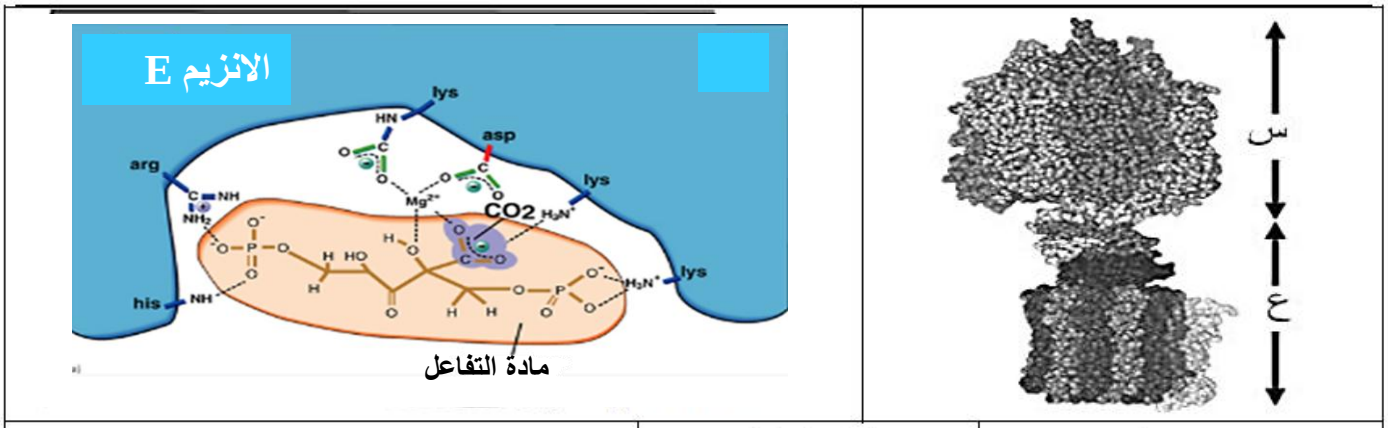
أ- تعرّف على هذه العضية.

ب- اكتب بيانات العناصر المرقمة.

2- أ- حدّد نمط التحويل الطاقوي الذي يحدث على مستوى هذه العضية.

ب- ما هي الظاهرة البيولوجية المعنية؟ اكتب معادلتها الإجمالية.

II- يؤدي كل من العنصر (1) و(2) للوثيقة (1) وظيفة خاصة في سيرورة الظاهرة المدروسة بفضل تركيبهما الجزيئي النوعي، يمثل الشكل (أ) للوثيقة (2) جزيئة من العنصر (1) بينما الشكل (ب) من الوثيقة (2) يوضّح أحد أنزيمات العنصر (2) أثناء نشاطه.



الشكل (أ)	الوثيقة (2)	الشكل (ب)

1- تُنشط جزيئة الشكل(أ) تفاعلا أساسيا خلال مرحلة من الظاهرة المدروسة.

أ- تعرّف على جزيئة الشكل (أ) محدّدا طبيعتها الكيميائية.

ب- سمّ المرحلة المعنية واكتب معادلتها الكيميائية.

2- أُجريت تجربة على العنصر (1) من الوثيقة (1) في الظلام بوجود ADP و Pi بكمية كافية، المراحل والشروط والنتائج موضحة في الجدول التالي:

المراحل	الشروط التجريبية	النتائج
①	. يوضع العنصر (1) من الوثيقة (1) وسطه الداخلي حامضي في وسط قاعدي.	. تدفق H^+ . تركيب الـ ATP
②	. يوضع العنصر (1) من الوثيقة (1) وسطه الداخلي حامضي في وسط حامضي بنفس درجة الحموضة.	. عدم تدفق H^+ . عدم تركيب الـ ATP
③	. نعيد المرحلة (1) بعد نزع الجزء (س) لجزيئة الشكل(أ).	. تدفق H^+ . عدم تركيب الـ ATP
④	. نعيد المرحلة (1) مع إضافة Fluoro-aluminate (FAL) التي ترتبط في مكان تثبيت الـ ADP على مستوى الجزء (س) لجزيئة الشكل(أ).	. تدفق H^+ . عدم تركيب الـ ATP
⑤	. نعيد المرحلة (1) مع إضافة dicyclohexylcarbodiimide (DCCD) التي ترتبط بالجزء (ع) لجزيئة الشكل(أ).	. عدم تدفق H^+ . عدم تركيب الـ ATP

أ- علّل سبب إجراء التجربة في الظلام.

ب- ما هي المعلومات المستخلصة من هذه النتائج التجريبية؟

3- يتدخل الأنزيم (E) للشكل(ب) من للوثيقة (2) في المرحلة التي تلي المرحلة السابقة في الظاهرة المدروسة.

أ- تعرف على الأنزيم (E) ثم حدّد مادة تفاعله (الركيزة S) والناتج المتحرر (P).

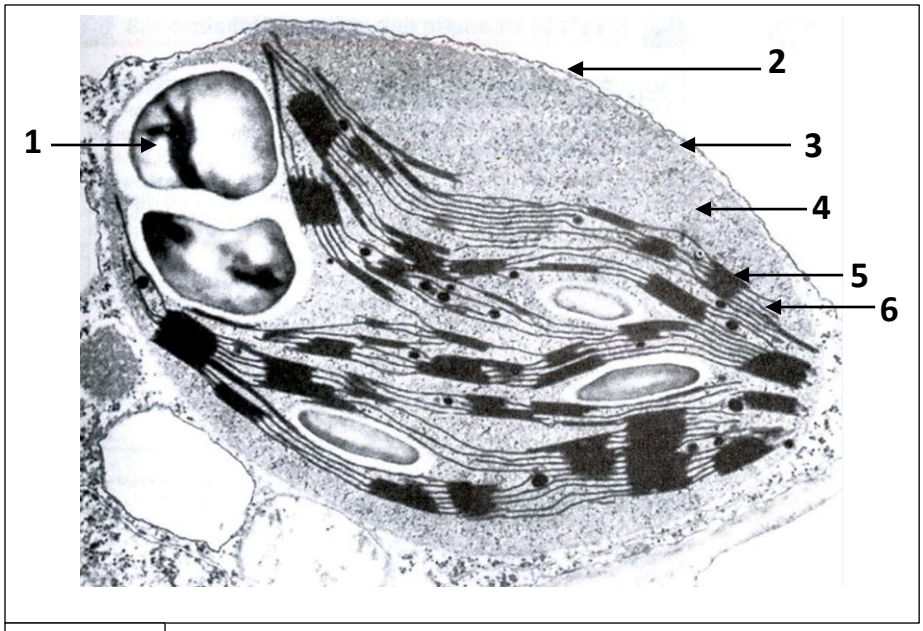
ب- حدّد المرحلة التي يتدخل فيها الأنزيم (E).

جـ- يتوقف استمرار عمل الأنزيم (E) على نشاط جزيئة الشكل(أ)، بيّن ذلك وحدد دور الأنزيم (E) في هذه الظاهرة.

III- من معلوماتك ومما سبق، وَضّح برسم تخطيطي آلية تحويل الطاقة خلال الظاهرة البيولوجية المدروسة.

التمرين الرابع :

تحدث عملية التركيب الضوئي على مستوى الصانعات الخضراء , يتم على مستواها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة في روابط الجزيئات العضوية.
للتعرف على مراحل وآليات هذه التحولات الطاقوية , نقترح عليك الدراسة التالية :



الوثيقة1

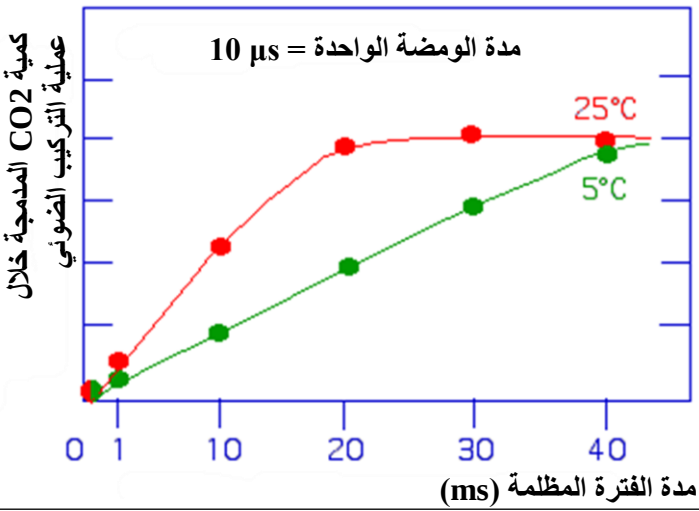
I – تمثل الوثيقة1 صورة مأخوذة بالمجهر الالكتروني للصانعة الخضراء.
1 – تعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى 6.
2 – الصانعة الخضراء عضية نوعية, **وضح** ذلك.

II – لتحديد شروط و أهمية التفاعلات الكيميائية التي تحدث خلال عملية التركيب الضوئي , نجري التجارب التالية :

التجربة1 :

انجز العالمان إمرسون وارنولد Emerson et Arnold (1932) تجربة على معلق الكلوريلا،حيث قيست كمية CO_2 المدمجة في المادة العضوية تحت تأثير درجة الحرارة مختلفة ، بعد تعريض لكلوريلا لضوء متقطع و شديد على شكل ومضات (مدة الومضة الواحدة 10µs) مفصولة بفترات مظلمة متغيرة (1 إلى 40ms) . النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة 2 .

ثلاث سلاسل تخطيطية توضح كيفية فصل الومضات بنفس المدة بواسطة فترات مظلمة متغيرة

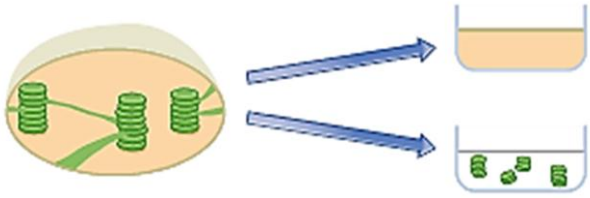


الوثيقة2

1 – حلل هذه التجربة.
2 – اقترح فرضية لتفسير النتائج المحصل عليها.

التجربة2 :

قام العالم ارنون arnon بتجربة على اجزاء من الصانعة الخضراء , جزء يحتوي فقط على التيلاكويدات وجزء آخر يتمثل في الحشوة (الستروما).
الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة3 .

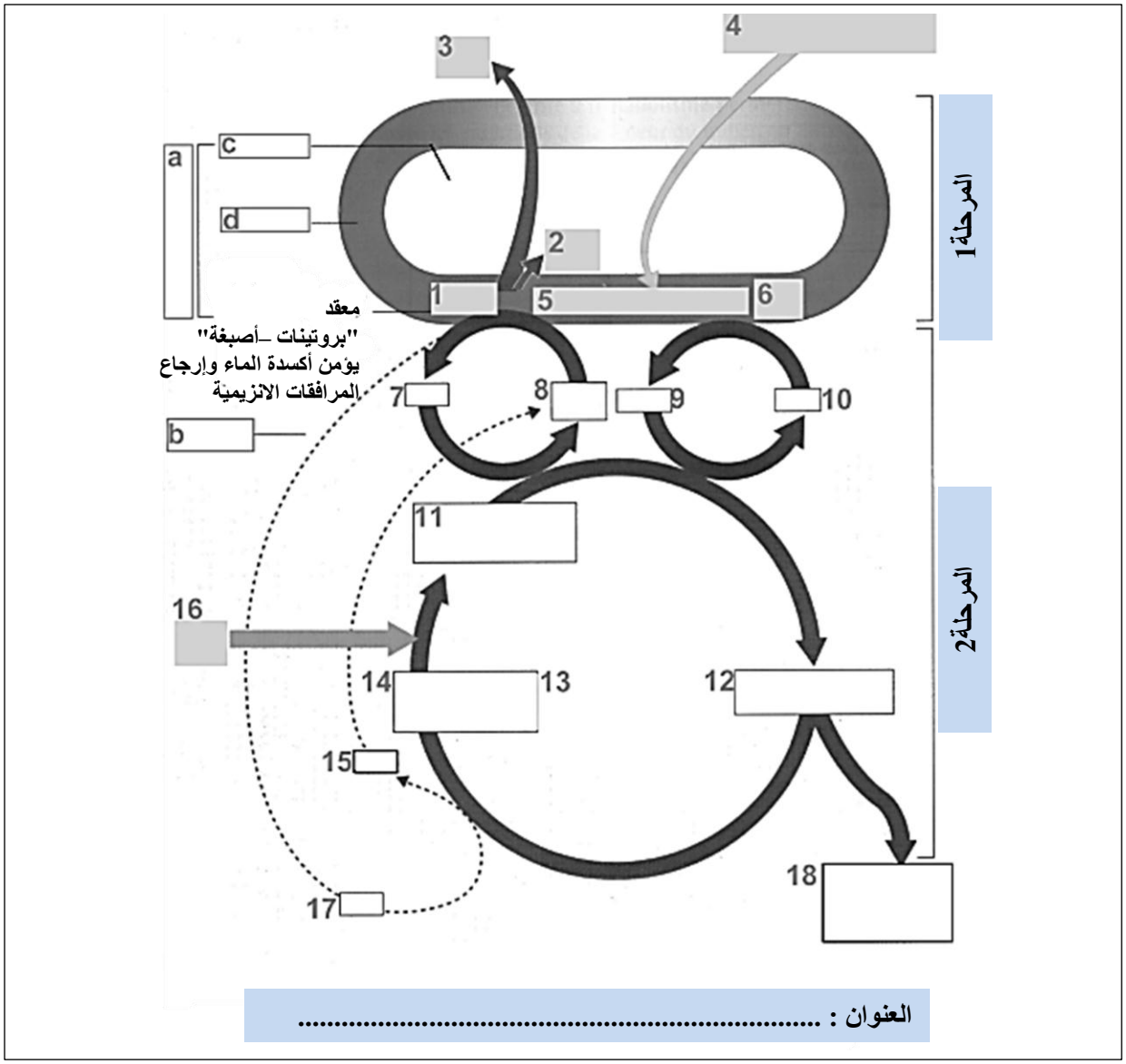


	التجربة1	التجربة2	التجربة3
الشروط التي تم فيها وضع الحشوة	الحشوة فقط , موضوع في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$	الحشوة موضوعة في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$ + تيلاكويدات عرضت مسبقا للإضاءة	الحشوة فقط , موضوع في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$, RH_2 و ATP
النتائج	عدم تثبيت $^{14}CO_2$ (لاتوجد أي جزيئة عضوية مشعة)	تثبيت $^{14}CO_2$ في مختلف الجزيئات العضوية	تثبيت $^{14}CO_2$ في مختلف الجزيئات العضوية

الوثيقة2

3- من خلال استدلال علمي دقيق , **استنتج** من هذه التجربة دور التيلاكويدات و**تحقق** من صحة الفرضية المقترحة سابقا **مدعما** إجابتك **بمخطط تفسيري**.

III – بتوظيف المعلومات التي توصلت اليها خلال هذه الدراسة ومعارفك المكتسبة , وباستغلالك لمعطيات الوثيقة أسفله بعد التعرف على البيانات , **بين** وجود ازدواجية طاقوية بين مرحلتي التركيب الضوئي.



العنوان : .....

التمرين الخامس :

ندرس من خلال هذا الموضوع دور اليخضور وعلاقته بالضوء خلال عملية التركيب الضوئي.

I – لتحديد طبيعة التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي , نقترح عليك الوثيقة1 التي تمثل عدد الأكسدة لـ الأكسجين والكربون.

	H_2O	O_2
عدد الأكسدة للأكسجين O	−2	0

	CO_2	$C_6H_{12}O_6$
عدد الأكسدة للكربون C	+4	0

الوثيقة1

ملاحظة : عدد الاكسدة : هو عدد جبري مرتبط بكل عنصر , عند الأكسدة يزداد عدد الأكسدة ويقل عند الارجاع .

1 – عرف المصطلحات التالية :

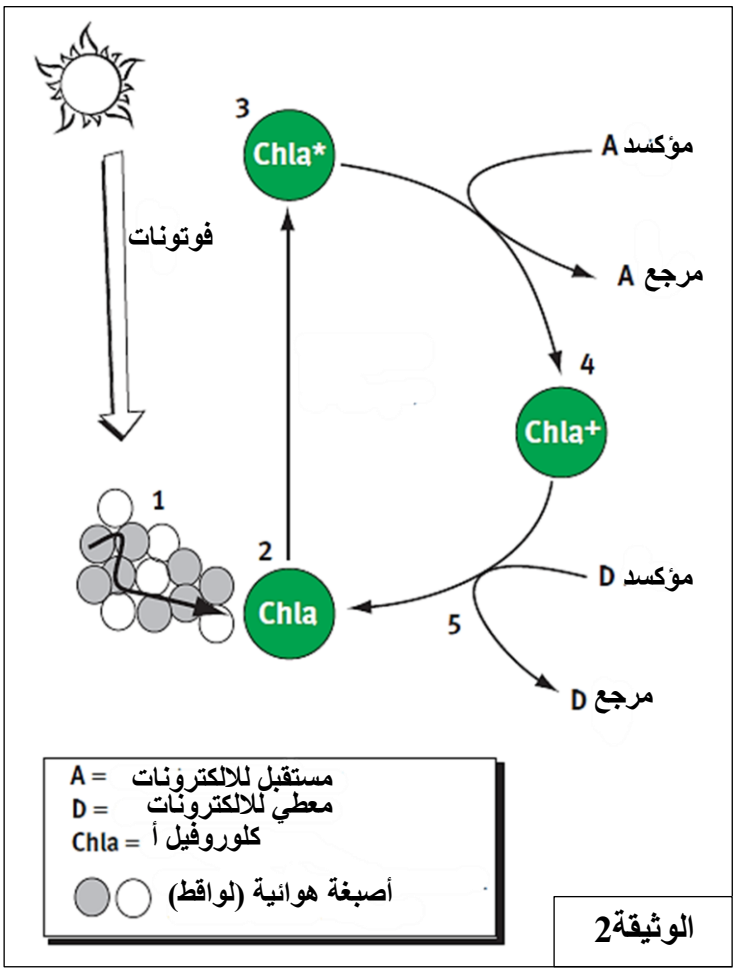
- الأكسدة - الارجاع - مؤكسد - مرجع - زوج الاكسدة والارجاع - تفاعلات الاكسدة وارجاع

2 – بتوظيف معارفك في الكيمياء ومستعينا بإجابتك عن السؤال (1) , **بين** من خلال معطيات الوثيقة1 وبالاستعانة بالمعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي أن عملية التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وارجاع والتي يحددها النوع الكيميائي المؤكسد والنوع الكيميائي المرجع .

II – تلعب الأصبغة اليخضورية دورا رئيسيا في سيرورة عملية التركيب الضوئي .

– تمثل الوثيقة2 حالة أصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي بعد اكتسابها للطاقة .

1– ماهي المعلومات **المستخرجة** من **تحليلك** للوثيقة2 فيما يخص دور الاصبغة اليخضورية والضوء في عملية التركيب الضوئي .

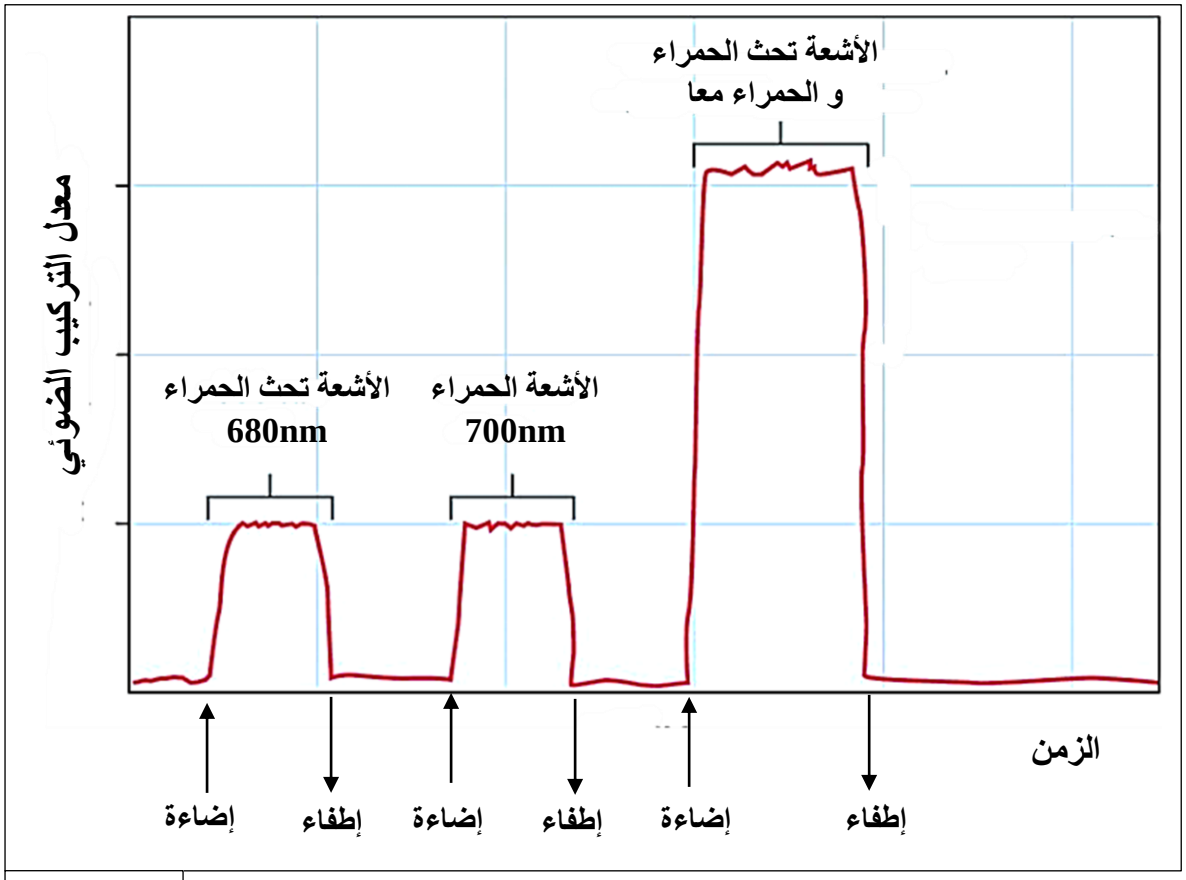


الوثيقة2

قام العالم **Robert Emerson** بتجارب من أجل فهم طريقة عمل جزيئات اليخضور حيث :

- تم قياس معدل التركيب الضوئي (كمية O2 المطروحة) وذلك باستخدام حزمتين من الضوء لهما طولان موجيان مختلفان :
- اضاءة جزيئات اليخضور باشعة حمراء طول موجتها 680nm .
- اضاءة اليخضور باشعة تحت الحمراء طول موجتها 700nm .
- و في مرحلة ثالثة اضاءة اليخضور بواسطة الحزمتين (الاشعة الحمراء والتحت الحمراء) في وقت واحد.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة 3.



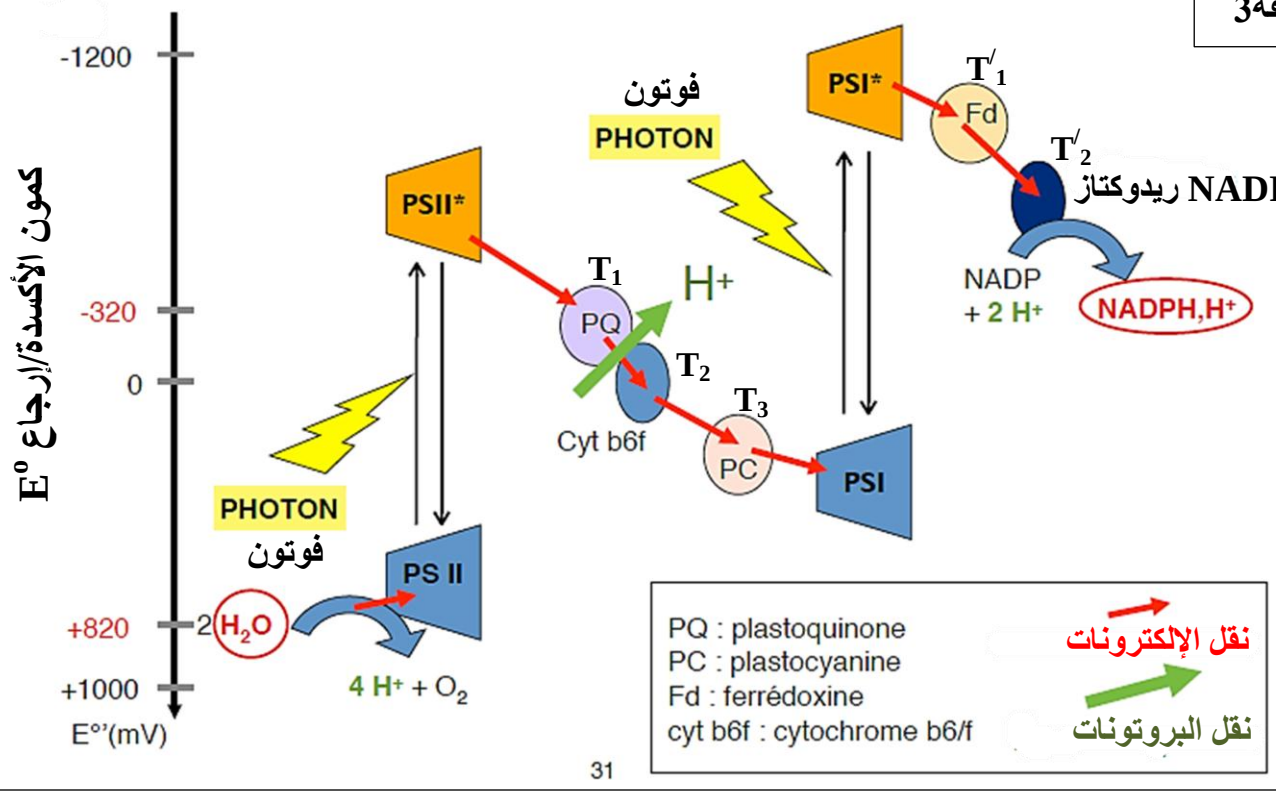
الوثيقة3

2 – **حلل** النتائج التجريبية للوثيقة3.

3 – **اقترح تفسيرا** لهذه النتائج .

III- تمثل الوثيقة4 آلية انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية على مستوى غشاء التيلاكويد.

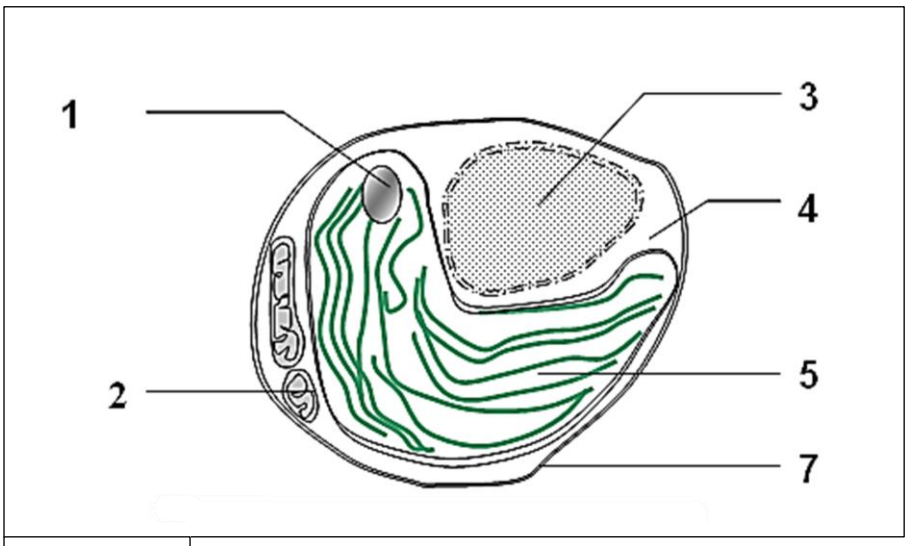
الوثيقة3



- باستغلالك لمعطيات الوثيقة3 ومعارفك المكتسب , **اشرح** دور الانظمة الضوئية في عملية التركيب الضوئي .

التمرين السادس :

الكلوريلا طحلب أخضر يعيش في المياه العذبة ويركب المادة العضوية بظاهرة التركيب الضوئي . بغرض التعرف على بنية العضية و التفاعلات الكيميائية التي تحدث على مستواها والمؤدية إلى تركيب المادة العضوية , نقترح عليك الدراسة التالية :



الوثيقة1

الجزء1: تمثل الوثيقة1 تعضي طحلب الكلوريلا .

1 – **تعرف** على البيانات المرقمة.

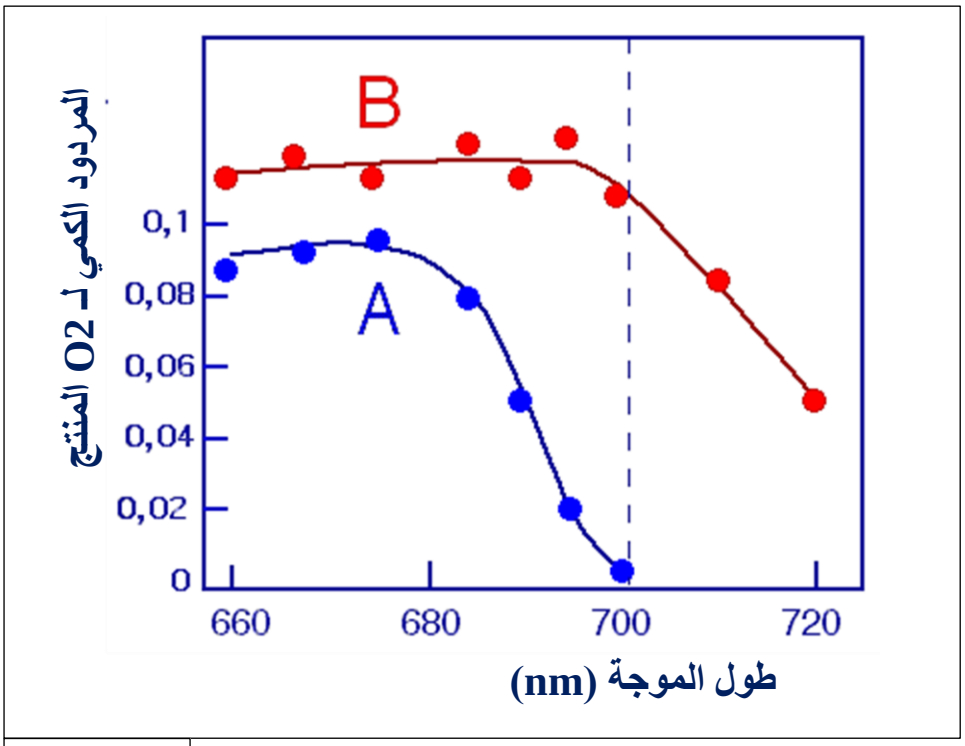
2 – **مثل** مافوق بنية العنصر (5) برسم تخطيطي يحمل جميع البيانات .

الجزء2: لإبراز العلاقة بين فعالية التركيب الضوئي وطول موجة الضوء الممتص من قبل اليخضورمن جهة و طريقة عمل اليخضور من جهة أخرى , نقدم لك التجربة التالية :

نعرض طحلب الكلوريلا في المرحلة الاولى لطول موجة متغير (من 660 إلى 700 nm) ونقيس المردود الكمي (يعبر عنه بكمية O2 المنتجة).

النتائج ممثلة بالمنحنى A من الوثيقة2.

في مرحلة ثانية نعرض الطحلب طول موجة متغير (من 660 إلى 700 nm) + إشعاع أحادي وثابت عند nm650 ونقيس المردود الكمي . النتائج ممثلة بالمنحنى B من الوثيقة2 .

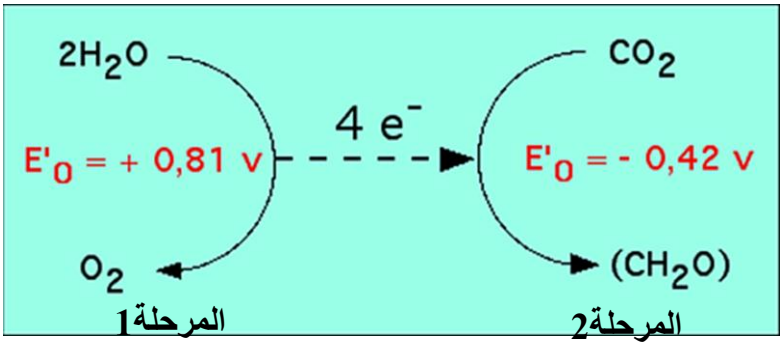


الوثيقة2

1 - **حلل** هذه النتائج.وماذا **تستنتج** ؟

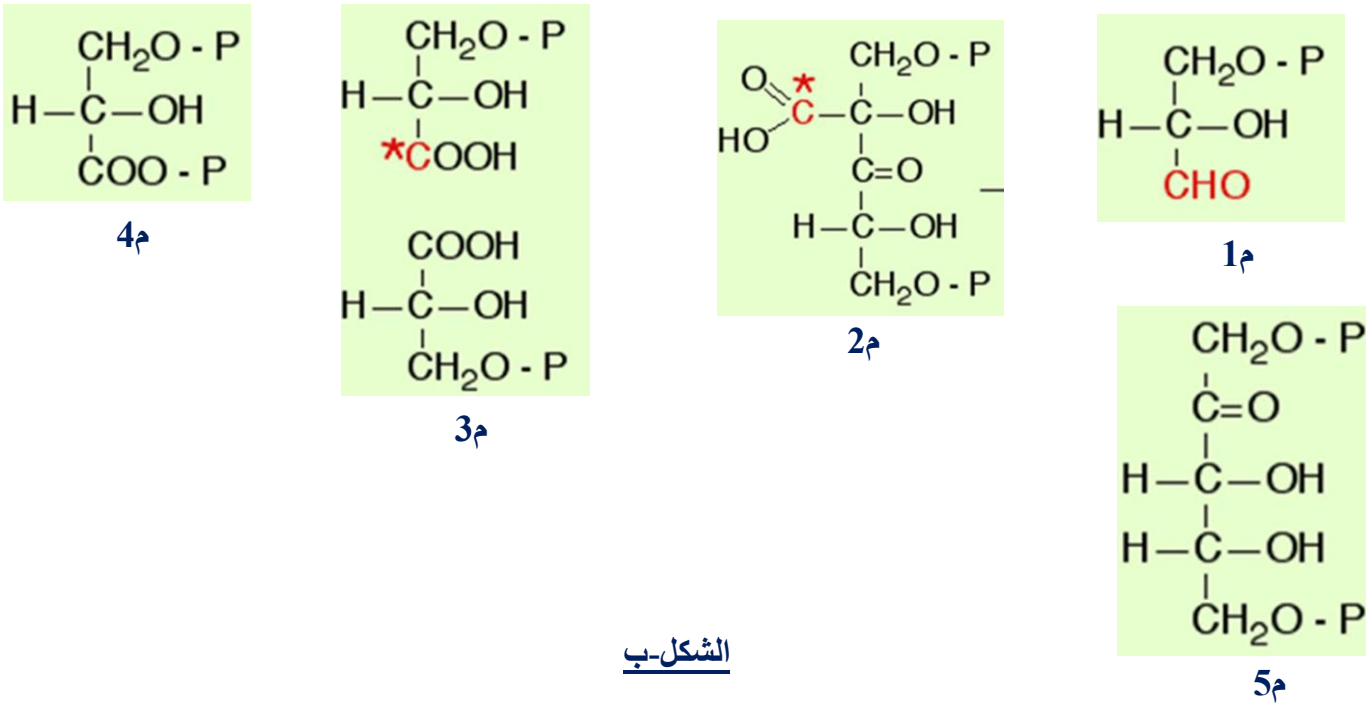
يمثل الشكل (أ) من الوثيقة3 المعادلة الإجمالية لتفاعلات مرحلتي التركيب الضوئي.

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة3 بعض المركبات العضوية المتشكلة خلال احدى مراحل التركيب الضوئي المؤدي إلى تركيب المادة العضوية .



الشكل-أ

E'_0 : كمون الأكسدة/إرجاع



الشكل-ب

الوثيقة3

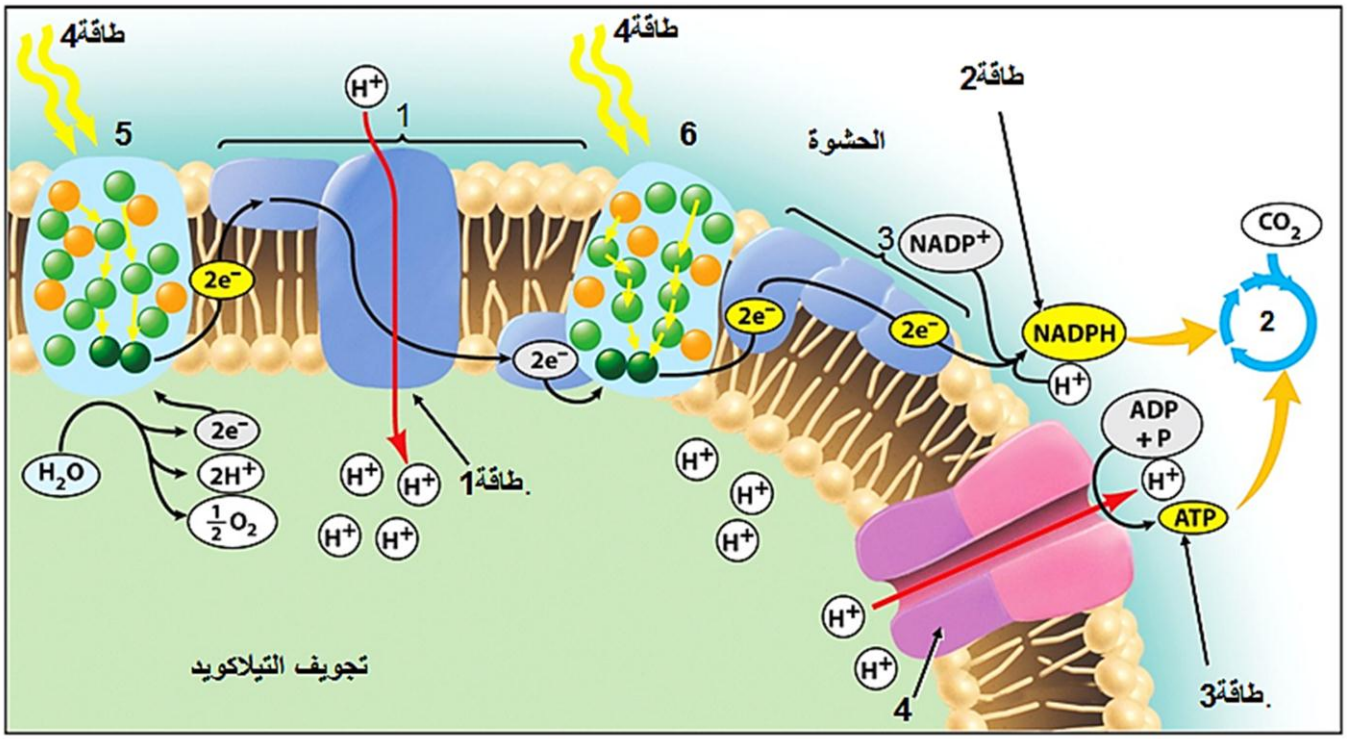
2 –**علق** على الشكل (أ) من الوثيقة3.

3 – **تعرف** على المركبات (م) للشكل (ب) , ثم اقترح ترتيبا حسب التسلسل الزمني لهذه المركبات المتشكلة .

الجزء3: بتوظيف المعلومات المستخرجة من خلال هذه الدراسة ومعارفك المكتسبة ومستعينا بالوثيقتان (2و3) , **بين** في نص علمي مختصر مسار تشكل المادة العضوية عند طحلب الكلوريلا معتمدا على معادلات كيميائية.

التمرين السابع :

يسمح التركيب الكيموحيوي لبعض أجزاء الصانعة الخضراء بتحويل مختلف أشكال الطاقة وفق آليات متسلسلة وفي شروط معينة .
تمثل الوثيقة التالية أهم التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء .



وثيقة تبين اهم التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء

1 – اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 6 ثم **حدد** طبيعة كل من الطاقة1 ,الطاقة2 , الطاقة3 والطاقة4 .
2- أكتب نصا علميا منظما توضح فيه دور المكونات الكيميائية للصانعة الخضراء في تحويل الطاقة بأشكالها المختلفة مع ابراز أهم التفاعلات الكيميائية.

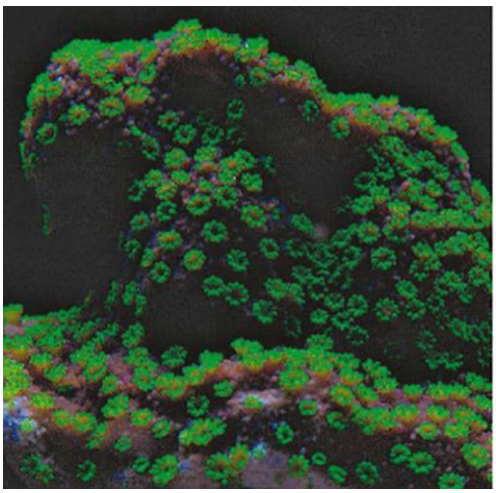
التمرين الثامن:

انتهز سائح الذي يقضي بضعة أيام في كاليدونيا الجديدة الفرصة للغوص في الشعاب المرجانية في المحيط الهادي الذي بلغت درجة حرارته 30م^0 . وخلال هذه الغطس ، وجد أن بعض الشعاب المرجانية فقدت ألوانها ، فهي بيضاء اللون وهذا يشير إلى موتها (الموت الأبيض) .
لفهم هذه الظاهرة , نقترح عليك الدراسة التالية :

الجزء1 :

المرجان هي حيوانات بحرية ثابتة تتكون من جزء لين يدعى البوليب =polype وهيكل كلسي صلب , حيث تشترك مجموعة من البوليبات في تكوين شعب مرجانية .
تعيش البوليبات في تكافل مع طحالب خضراء وحيدة الخلية (zooxanthelle) التي تعطي اللون الأخضر للبوليبات .
يمثل الشكل (1) من الوثيقة1 صورة فوتوغرافية التقطها السائح في كاليدونيا الجديدة , بينما يمثل الشكل (2) صورة فوتوغرافية لشعب مرجانية في الظروف الطبيعية (خضراء اللون) .

الشكل -أ



الشكل -ب

الوثيقة1

باستغلالك لمعطيات الوثيقة1 , **اقترح فرضيتين** تفسر بهما اللون الابيض للشعب المرجانية .

الجزء2 :

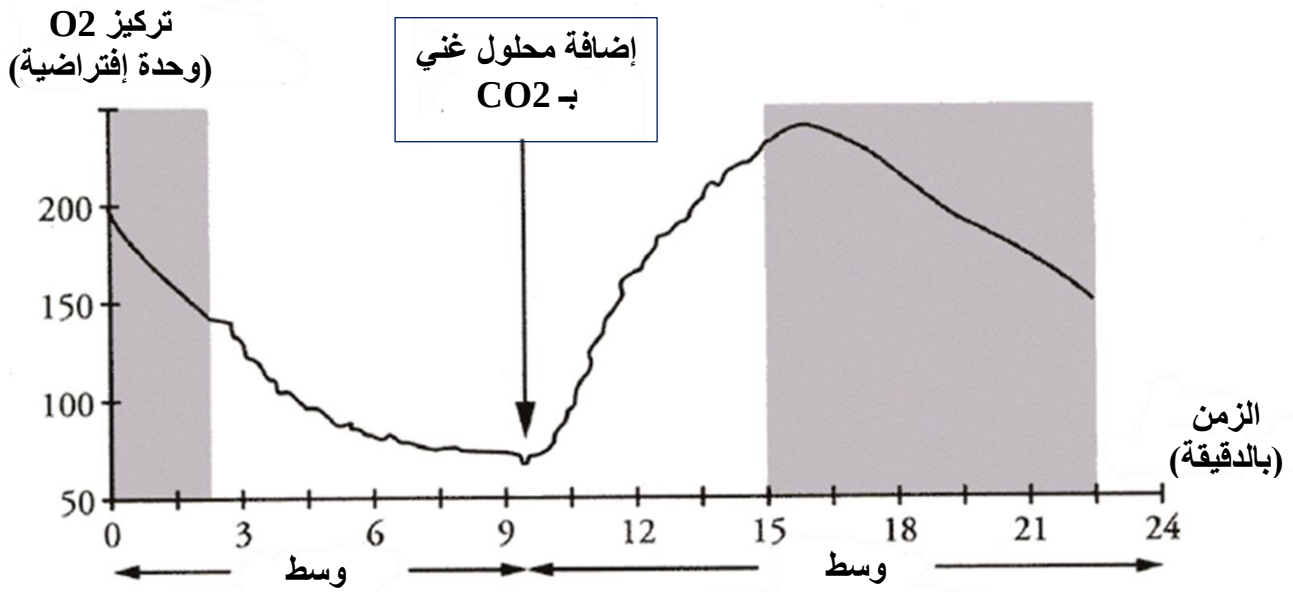
– ندرس تطور تركيز O2 في وسط يحتوي على الطحالب الخضراء وحيدة الخلية . توضع الطحالب إما في الظلام (المنطقة المظللة) أو في الضوء (المنطقة البيضاء) .
في بداية التجربة يكون وسط الزرع خال من CO2 ثم نضيف قطرة من محلول غني بـ CO2 إلى وسط الزرع.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة.2
1 – فسر نتائج الشكل (أ) ثم **حدد** نمط التغذية عند الطحالب الخضراء **مدعما** إجابتك بمعادلة كيميائية اجمالية .

- يمثل الشكل (ب) من الوثيقة2 تأثير مختلف أوساط الزرع على النشاط الإيضي للطحالب الخضراء (zooxanthelles) .

الوسط1 : الطحالب الخضراء معزولة في ماء البحر مرشح وغني بـ CO2 المشع ;
الوسط2 : البوليبات المرتبطة مع الطحالب الخضراء في ماء البحر مرشح وغني بـ CO2 المشع ;
الوسط3 : البوليبات دون الطحالب الخضراء في ماء البحر مرشح وغني بـ CO2 المشع ;
تم الكشف عن النشاط الإشعاعي في مختلف الجزيئات العضوية المتواجدة في الطحالب الخضراء وفي خلايا البوليب مع مرور الزمن , في الظلام وفي الضوء .

2 – قارن بين نتائج الشكل (ب) من الوثيقة (2) .
تمثل الوثيقة (ج) من الوثيقة2 عدد الطحالب الخضراء المطرودة من قبل البوليب بدلالة درجة الحرارة . كما يبين نتائج بعض الدراسات التي اجريت حول علاقة درجة الحرارة بالموت الابيض للشعب المرجانية.

3 – استدل بمعطيات الشكل (ج) للتأكد من صحة الفرضيتين المقترحتين سابقا.



الشكل -أ

		الوسط1	الوسط2	الوسط3
في الظلام		-	-	-
في الضوء الزمن (بالثانية)	5	+	-	-
	30	+	-	-
	360	+	+	-

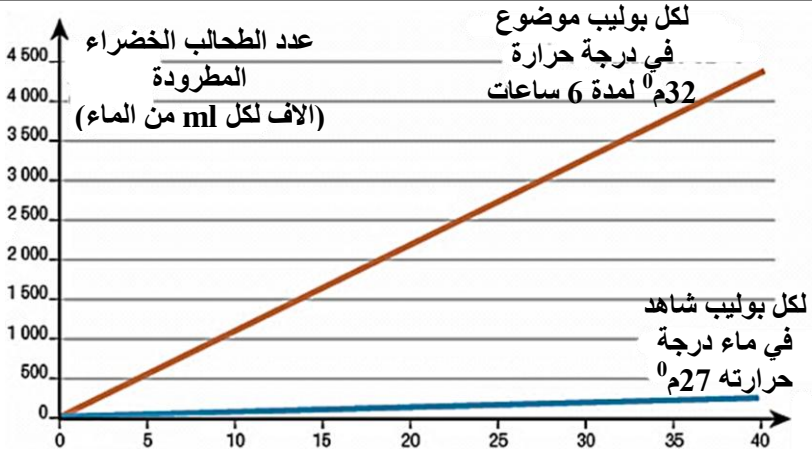
\+ : وجود النشاط الاشعاعي في الجزيئات العضوية
\- : غياب النشاط الاشعاعي في الجزيئات العضوية

الشكل -ب

نتائج دراسات أخرى :

النتيجة1 :
عدد الطحالب الخضراء ينخفض عندما تتجاوز درجة الحرارة 27 م^0 , ويكون عددها في درجة حرارة 32 م^0 اقل بـ 2.5 مرة مقارنة بعددها في درجة حرارة 27م^0.

النتيجة2 :
تركيز اليخضور في الطحالب الخضراء لا يتغير عندما ترتفع درجة الحرارة من 27 إلى 32 درجة مئوية.



الشكل -ج

الوثيقة2

الجزء3 :
اعتماد على ما توصلت إليه , **اشرح** لهذا السائح العلاقة بين أيض الطحالب الخضراء والموت الابيض للمرجان . **دعم** إجابتك برسم تخطيطي **يبين** التفاعلات الإيضية المعنية .

التمرين التاسع:

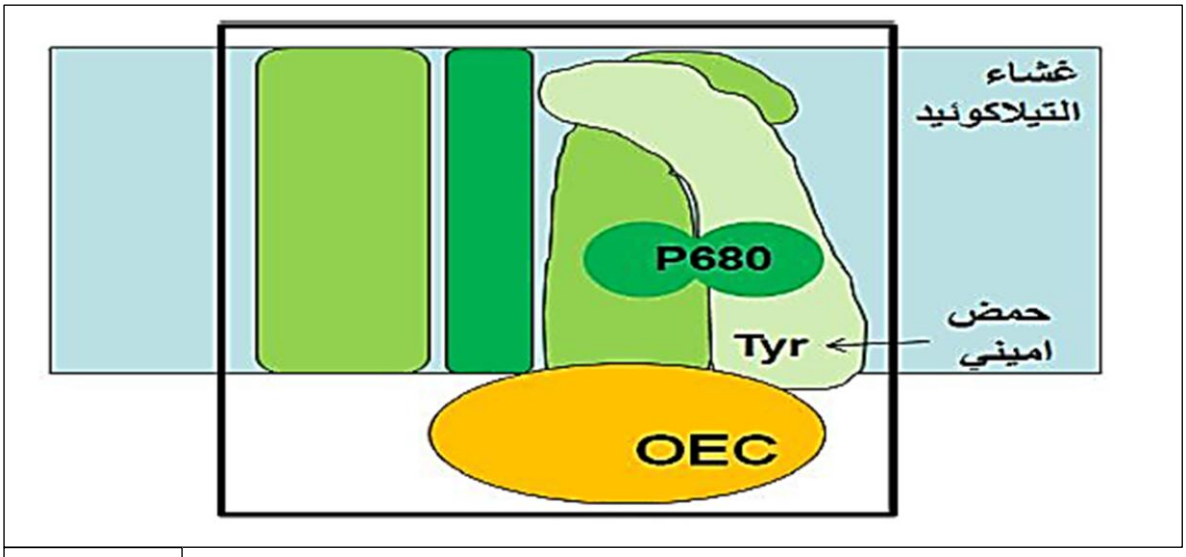
يتكون النظام الضوئي الثاني من لواقط (اصبغة هوائية – مركز تفاعلي (2 جزيئات يخضور ا) – معقد انزيمي لتوليد الأكسجين ("oxygen evolving complexe "OEC") او نظام أكسدة الماء. لفهم آلية عملها نجري الدراسة التالية:

الجزء1 :

إن تحرر جزيئة واحدة من الـ O2 تتطلب اكسدة **جزيئتين** من الـ H2O بوجود الضوء حسب المعادلة التالية :

$2\ H_2O \dashrightarrow O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^-$, اذن هناك 4 الكترونات محررة إلا أن جزيئة اليخضوراً (P680) في المركز التفاعلي للنظام الضوئي لا تحرر الا الكترونا واحدا فقط اثر تهيجها بالفوتون الضوئي (كمية من الطاقة) .

تمثل الوثيقة1 رسم تخطيطي يوضح بنية النظام الضوئي الثاني PSII .



الوثيقة1

1 - **وضح** العلاقة بين عمل المركز التفاعلي للنظام الضوئي الثاني و انطلاق الـ O2 .
2 - **ما هي** المشكلة العلمية المطروحة من اجل انتاج جزيئة O2 ؟
3 - اعتمادا على معطيات الوثيقة 1 , **اقترح فرضية تفسيرية**.

الجزء2:

في عام 1969العالم جوليو **"Joliot "** ومساعدوه **(Barbieri et Chabaud) تمكنوا من انجاز** تجربة على معلق من طحلب اخضر حيث :

- تم تعريض المعلق الى ومضات ضوئية متقطعة بشدة عالة و لمدة قصيرة جدا من فئة ms100 حيث تمكن الشدة من اضاءة كل الانظمة الضوئية (حالة تشبع) . **اما المدة فهي قصيرة جدا لذلك فكل نظام ضوئي لا يحفز الا مرة واحدة و بفوتون ضوئي واحد.**
- قياس كمية O2 **المتحررة بعد كل ومضة انطلاقا من فترة ظلام بواسطة الكترود سريع الإلتقاط** (الوثيقة 2-أ) .

1 – **حلل** منحنى الوثيقة (2-أ) .

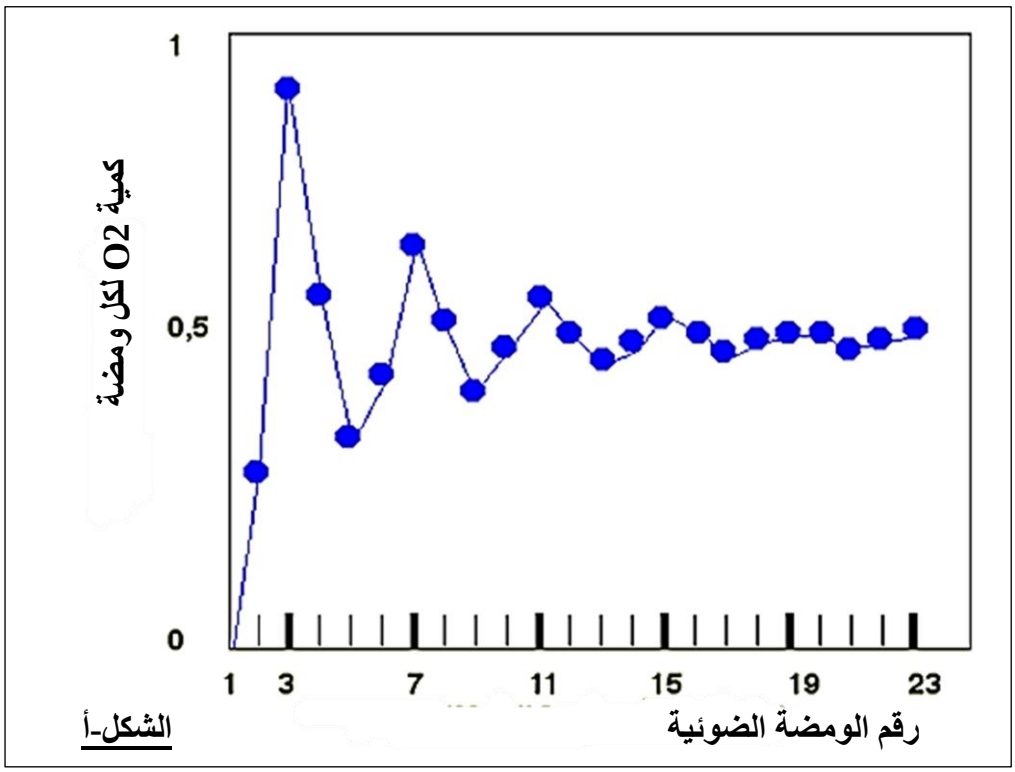
تجربة العالم العالم جوليو **"Joliot "** ومساعدوه حفزت العالم Bassel Kok ومساعدوه في عام 1970 على البحث من اجل تفسير نتائج Joliot و بالتالي طوروا نموذج يدعى ب" نموذج كوك "أو بعبارة أخرى" حلقة أكسدة الماء " التي يتدخل فيها المعقد المحفز لإنتاج ا لـ O2 (OEC) الموجودة على مستوى PSII علما ان:

- المعقد (OEC) يمر بـ 5 مراحل سميت بالحالات S و يرمز لها بـ Sn , حيث n = 0 ⟵ 4 هي الحالات S الغير مستقرة .

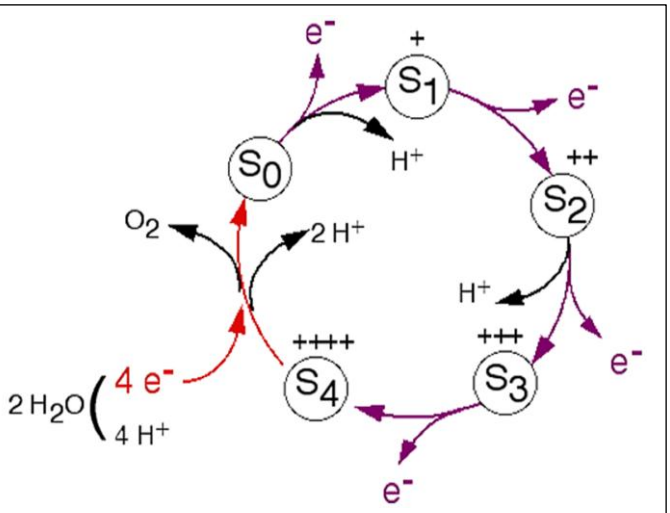
- في الظلام يكون هذا المعقد في حالة S0 أو S1 حيث الحالة أكثر استقرارا هي S1 باعتبارها أكثر أكسدة من S0 بمعنى أن S1 فقد إلكترون واحد مقارنة بـ S0 .

2 – باستغلالك لمعطيات الشكلين (ب و ج) و المعلومات السابقة , **فسر** نتائج تجربة جوليو و مساعدوه و **تأكد** من صحة فرضيتك **مبرزا** كم يحتاج الـ PSII من فوتون ضوئي من اجل طرح جزيئة من الـ O2 . (**دعم** إجابتك برسم حلقة كوك) .

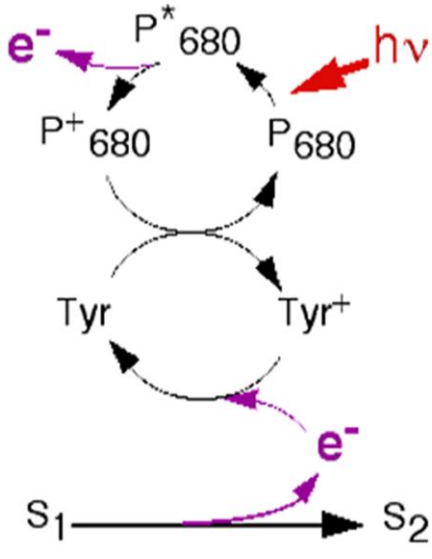
3 – **مثل** برسم تخطيطي بسيط مستعينا بالوثيقة 1 آلية عمل PSII بوجود الضوء.



الشكل-أ



الشكل-ب



الشكل-ج

الوثيقة1

الجزء3 : بناء على ما جاء في الموضوع و معلوماتك **مثل** جميع تفاعلات الأكسدة الإرجاعية التي تحدث على مستوى غشاء التيلاكوئيد. **مبرزا** الحالة المؤكسدة و المرجعة لكل مركب.

التمرين العاشر (Q.C.M) أختبر معلوماتي:

الجزء1 :عليك باختيار الاجابة الصحيحة

س1 :المرحلة الكيموضوئية للتركيب الضوئي:
أ – تستهلك اكسجين الكربون
ب- تستهلك ثنائي الأكسجين
ج – هي جزء من المرحلة الكيموحيوية
د – تحدث في حشوة الصانعة الخضراء

س2 :المرحلة الكيموحيوية للتركيب الضوئي:
أ – مسؤولة عن إرجاع CO_2
ب – تنتج مركبات مرجعة RH_2
ج – مقر حدوثها التيلاكويد
د – تنتج الـ ATP

س3 – اليخضور أ :
أ – الصبغة الوحيد المتواجد في النباتات الخضراء
ب- تسمح بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية
ج – تتدخل مباشرة في ارجاع CO_2 في الجزيئات العضوية
د – هي صبغة مكملة

س4 – خلال عملية التركيب الضوئي , الاكسجين المنتج :
أ – مصدره جزيء CO_2
ب – مصدره جزيء الماء
ج – مصدره جزيئة عضوية
د – مصدره اليخضور

س5 – في الصانعة الخضراء , الاكسجين :
ا- يحرر خلال المرحلة الكيموحيوية
ب – يحرر في الظلام
ج – يحرر خلال المرحلة الكيموضوئية
د – يستعمل في تفاعلات التركيب في الصانعة الخضراء

س6 – خلال عملية التركيب الضوئي , الضوء :
ا – ينزع الكترونات اليخضورو التي يتم التقاطها بواسطة ناقل .
ب - ينزع الكترونات من الماء و التي يتم التقاطها بواسطة ناقل .
ج - ينزع الكترونات من ناقل و التي تلتقط بواسطة اليخضور.
د – نزع الالكترونات من اليخضور والتي تلتقط بواسطة الماء .

س7 – أصبغة التركيب الضوئي , تتواجد :
أ – في الغشاء الداخلي للصانعة الخضراء
ب – في الغشاء الخارجي للصانعة الخضراء
ج – في الغشاء الداخلي للتيلاكويدات

س8 – اليخضور أ :
أ – يثار بواسطة فوتونات الاشعاعات الخضراء , التي يؤدي يسبب تحرير الكترونات .

ب - يثار بواسطة فوتونات الاشعاعات الزرقاء والحمراء , التي يسبب اكتساب الكترونات .
ج - يثار بواسطة فوتونات الاشعاعات الزرقاء والحمراء , التي يسبب تحرير الكترونات .

س9 - يتكون مركز التفاعل من :
أ – اليخضور أ .
ب – اليخضور ب .
ج – الكاروتينات .
د – الكزانتوفيلات .

س10 – يسمح اكسدة اليخضور أ بـ :
أ – اكسدة الماء .
ب- اكسدة اوكسجين CO_2 .
ج – ارجاع الماء .
د – إرجاع اوكسجين CO_2 .

س11 – تركيب الـ ATP على مستوى ATP سنتاز ممكن لأن :
أ – هناك تدرج في تركيز البروتونات بين السيتوبلازم والحشوة .
ب - هناك تدرج في تركيز البروتونات بين السيتوبلازم وتجويف التيلاكويد .
ج - هناك تدرج في تركيز البروتونات بين الحشوة و تجويف التيلاكويد.

س12 – توفر تفاعلات المرحلة الكيموضوئية لحلقة كالفن :
أ – الطاقة الضوئية .
ب - CO_2 و ATP.
ج - H_2O و $NADPH + H^+$.
د - ATP و $NADPH + H^+$.
هـ - السكريات و O_2.

س13 – في أي ترتيب تنقل الالكترونات خلال عملية التركيب الضوئي ؟ :
أ - $NADPH + H^+ \rightarrow O_2 \rightarrow CO_2$.
ب – حلقة كالفن $\rightarrow NADPH + H^+ \rightarrow H_2O$
ج - يخضور ⟵ حلقة كالفن ⟵ $NADPH + H+$.
د- PSI ⟵ H_2O ⟵ PSII .
هـ - سلسلة نقل الإلكترونات ⟵ $NADPH + H^+$ ⟵ O_2

س14 – ماهي العملية التي لا تحدث أثناء حلقة كالفن :
أ – تثبيت الكربون .
ب – أكسدة NADPH .
ج – تحرير الاوكسجين .
د – تجديد مستقبل CO_2.
هـ - استهلاك الـ ATP.

س15 – ماهي العملية التي لا تحدث خلال حلقة كالفن :
أ - تثبيت الكربون.
ب - أكسدة NADPH.
ج - إطلاق الأكسجين.
د - تجديد مستقبل CO_2.
هـ - استهلاك ATP.

س16 – أي من هذه العمليات يتم انطلاقها مباشرة بواسطة الطاقة الضوئية :
أ – توليد درج في PH عن طريق نقل البروتونات عبر اغشية التيلاكويدات.
ب – تثبيت الكربون في الحشوة .
ج – إرجاع جزيئات $NADP^+$.
د - فقدان الإلكترونات من جزيئات اليخضور المرتبطة الغشاء.

س17 – الموقع الذي تمتص فيه الطاقة الضوئية في الصانعة الخضراء هو :
أ – غشاء التيلاكويد.
ب- الغشاء الخارجي.
ج – الحشوة.
د – أ و ج.

س18 – الوصف الذي يبين طبيعة النظام الضوئي هو أنه مجموعة من :
أ – جزيئات الصبغة.
ب – الصبغات التي تنقل طاقة الضوء الممتص إلى مركز التفاعل .
ج – أغشية التيلاكويد تكون تركيبا يسمة الجرانا .
د – جزيئات اليخضور التي تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى ATP .

س19 – تختلف الصبغة التي تعمل في مركز التفاعل عن الصبغة التي تعمل في المعقد الهوائي الذي يجمع الطاقة الضوئية من حيث :
أ – صبغة مركز التفاعل هي جزيئة من اليخضور.
ب- صبغات المعقد الذي يجمع الطاقة يؤدي إلى انعكاس الضوء فقط .
ج – تفقد الصبغة في مركز التفاعل إلكترونا كلما امتصت الطاقة الضوئية .
د – لا ترتبط الاصبغة المكونة للمعقد الذي يجمع الطاقة الضوئية بالبروتينات.

س20 – خلال عملية التركيب الضوئي يقوم PSI بـ..... في حين يعمل PSII على.....
أ – تكوين ATP . إنتاج O2.
ب- إرجاع +NADP , أكسدة الماء.
ج – إرجاع CO2 , أكسدة NADPH.
د – إعادة إلكترون إلى مركز تفاعله , اكتساب إلكترون من الماء.

س21 – في الصانعة الخضراء , توجد أعلى نسبة من البروتينات في :
أ – الحشوة.
ب- تجويف التيلاكويد.
ج – الفراغ بين الغشائين.
د – الاصبغة الهوائية أو المعقد المجمع للطاقة.

س22 – التركيب الذي لا يرتبط بغشاء التيلاكويد هو :
أ – النظام الضوئي II .
ب- ATP سنتاز.
ج – روبيسكو.

س23 – يتم تثبيت الكربون عند تفاعل كل جزيء من CO2 مع جزيء :
أ – ريبولوز 1,5 ثنائي الفوسفات .
ب – غليسير الدهيد -3فوسفات.
ج – تثبيت الكربون.
د – تحويل الجلوكوز إلى CO2 وإنتاج الطاقة .

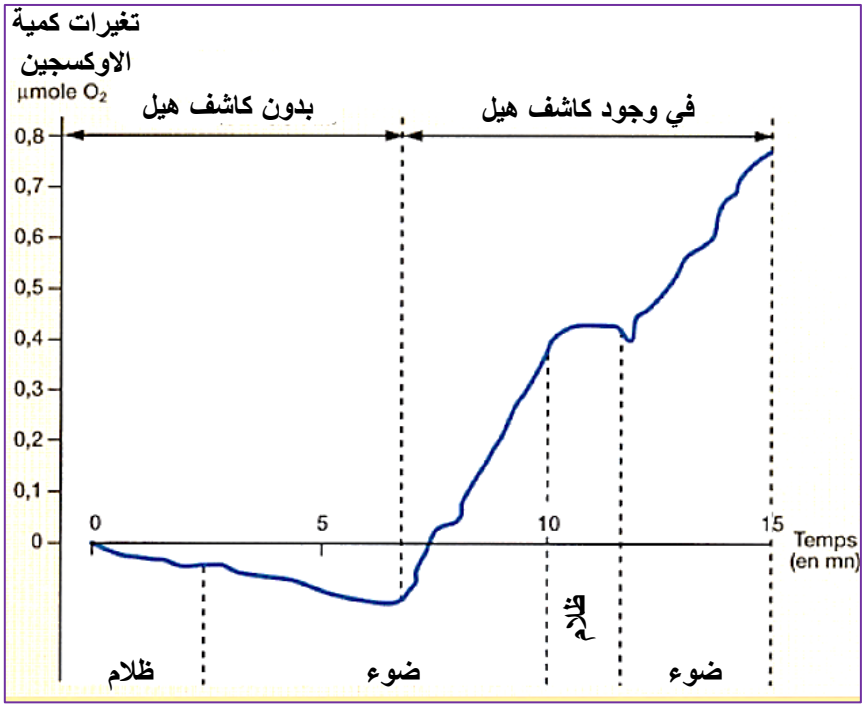
س24 – وظيفة حلقة كالفن :
أ – إمتصاص الطاقة الضوئية.
ب – بناء الريبولوز ثنائي الفوسفات .
ج – تثبيت الكربون.
د – تحويل الجلوكوز إلى CO2 , مما يعطي طاقة .

س25 – التنفس الضوئي هو :
أ – إنتاج الطاقة الكيميائية ATP باستخدام الطاقة الضوئية.
ب – تثبيت الكربون باستخدام الطاقة التي تم الحصول عليها من تفاعلات الضوء في عملية التركيب الضوئي.
ج – استخدام الاوكسجين من قبل النباتات بوصفه مستقبلا نهائيا للإلكترونات في التركيب الضوئي.
د – إضافة الاوكسجين إلى ريبولوز ثنائي الفوسفات ما يؤدي إلى خسارة CO2 و ATP .

س26 – هل تحتاج خلايا النباتات إلى الميتوكندري ؟ وضح إجابتك .

الجزء2: (اختر الإجابة " أو الاجوبة" الصحيحة)

س1 – توضع صانعات خضراء معزولة في وجود الضوء , في وسط خال من CO2 ; للتأكد من حدوث أكسدة للماء . اناه تفاعلات هيل . النتائج المحصل عليها ممثلة في المنحنى التالي :



أ - في الدقيقة الخامسة تتنفس البلاستيدات الخضراء.
ب - في الدقيقة الخامسة الميتوكوندريا هي التي تتنفس.
ج - في الدقيقة الخامسة لا يوجد تنفس أو عملية تركيب ضوئي.
د - في الدقيقة الخامسة تحدث المرحلة الكيموحيوية فقط لعملية التركيب الضوئي.

س2 – على المنحنى البياني السابق :
ا - في الدقيقة التاسعة ، تتنفس الصانعات الخضراء.
ب - في الدقيقة التاسعة ، الميتوكوندريا هي التي تتنفس.
ج - في الدقيقة التاسعة ، تتم فقط المرحلة الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.
د - في الدقيقة التاسعة ، البلاستيدات الخضراء تقوم بعملية التركيب الضوئي.

س3 – المعادلة التالية تلخص عملية التركيب الضوئي :

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

الاوكسجين المحرر :

أ – مصدره المادة العضوية .

ب – مصدره جزيئات CO2 .

ج – مصدره جزيئات الماء

د – مصدره جزء من جزيئات الماء وجزء من جزيئات CO2.

س4 – في الصانعة الخضراء , الاوكسجين :

أ - يتم تحريره خلال المرحلة الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.

ب - يتم تحريرها في الظلام.

ج - يتم تحريره خلال المرحلة الكيموضوئية .

د - يستخدم في تفاعلات التركيب في الصانعة الخضراء.

س5 – في الصانعة الخضراء , الـ ATP :

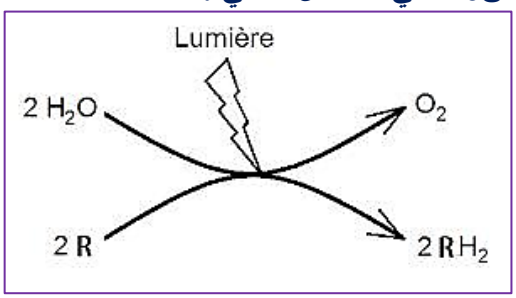
أ – يتم تركيبه على مستوى ATP سنتاز المتواجد في الحشوة.

ب - يتم تركيبه على مستوى ATP سنتاز المتواجد في أغشية التيلاكويد.

ج – يتم تركيبه على مستوى سلسلة الاكسدة وإرجاع للغشاء الداخلي .

د – يتم تركيبه على مستوى اليخضور.

س6 – في التفاعل التالي :



أ - RH2 هو مركب مؤكسد.

ب - التحول من R إلى RH2 هو تفاعل إرجاع .

ج - H2O هو مركب مؤكسد.

د - تحويل H2O إلى 02 هوتفاعل إرجاع

س7 – في المعادلة السابقة :

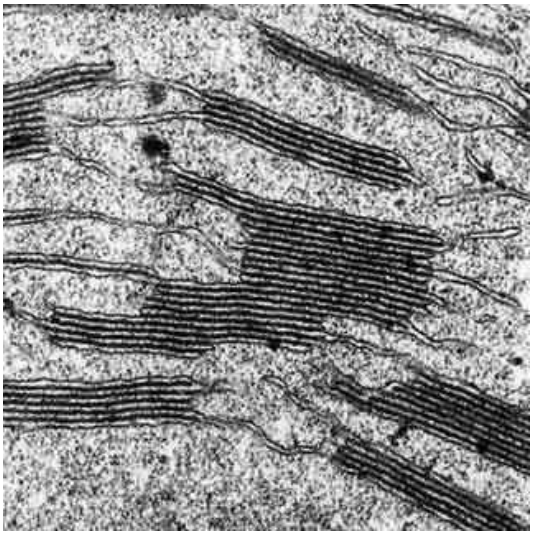
أ - R هو مركب موجود في الحشوة.

ب - R هو مركب موجود في غشاء التيلاكويد.

ج – R يتواجد في اليخضور.

د – R مركب يتواجد في تجويف التيلاكويد .

س8 – الصورة التالية تمثل :



أ - الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.
ب - جزيئات الكلوروفيل.
ج - الشبكية الهيولية.
د - االتيلاكويد.

التصحيح

التمرين الأول :

I -1 التعرف على البيانات :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
غشاء خارجي	فراغ بين غشائين	تيلاكويد	الحشوة	غرانا (بذيرة)	صفيحة المادة الاساسية	غشاء التيلاكويد	تجويف التيلاكويد	ATP سنتاز	نواقل الكترونات

التعرف على العنصرين (س) و(ص) :

- العنصر(س) : النظام الضوئي الاول PSI
- العنصر(ص) : النظام الضوئي الثاني PSII

---

2 – المعلومات المستخرجة من الشكل(ب) فيما يخص العلاقة بين بنية العنصر(3) والظاهرة الحيوية التي تحدث على مستوى عضية الشكل (أ) :

- ينفرد غشاء التلاكوئيد بوجود أصبغة (PSII و PSI) و إنزيم مركب للطاقة (ATPsynthétase) ونواقل للالكترونات
- التركيب الكيميائي لغشاء التيلاكويد يسمح للتيلاكويد بأداء وظيفة نوعية (المرحلة الكيموضوئية) في سيرورة عملية التركيب الضوئي.

II -1-أ – تحليل وتفسير النتائج التجريبية :

- في وجود المادة R أو محلول اليخضور الخام وكذلك الضوء ، فالصبغة P تصبح عديمة اللون.
- عند غياب احدة هذه المكونات ، لا يحدث تغير في لون الصبغة.
- المادة المرجعة تتأكسد محررة الكترونات ، تنقل الالكترونات للصبغة P التي ترجع وتصبح عديمة اللون

خلال التجربة1 :

- عدم زوال لون الصبغة P (لونها أحمر) لانعدام انتقال الالكترونات ، يعود ذلك لغياب المادة المرجعة R.

خلال التجربتين 2و3 : في وجود الضوء او في غيابه ، زوال لون المحلول يرجع إلى اكسدة المادة المرجعة وانتقال الالكترونات التي تقوم بارجاع الصبغة P .

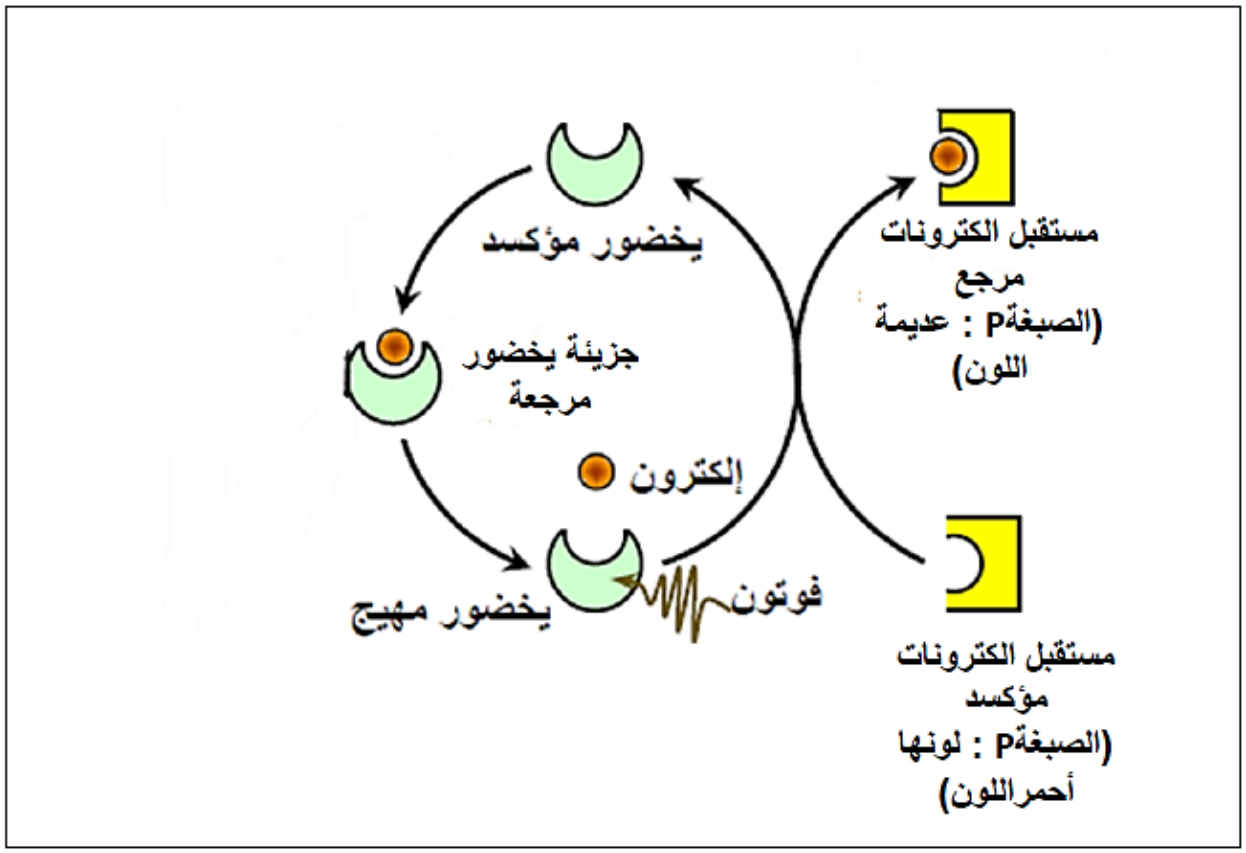
خلال التجربة4:

- في غياب المادة المرجعة والتي استبدلت بمحلول اليخضور الخام وفي غياب الضوء ، نحصل على لون بني للمحلول (من اللون الاحمر للصبغة P واللون الاخضرلليخضور الخام) .
- عدم زوال اللون الاحمر للصبغة P يفسر بانها لم ترجع لغياب انتقال الالكترونات بسبب عدم اكسدة جزيئات اليخضور في غياب الضوء .

خلال التجربة5 :

- في غياب المادة المرجعة واستبدالها بمحلول اليخضور الخام وفي وجود الضوء نلاحظ تلون المحلول باللون الاخضر (اللون الطبيعي لليخضور) يفسر ذلك بزوال لون الصبغة P (عديم اللون) نتيجة ارجاعها بواسطة الالكترونات المحررة من قبل جزيئات اليخضور المنبهة بالضوء .
فجزيئات اليخضور الخام في هذه الحالة عوضت المادة المرجعة P .

ب – مخطط يبين النتائج المحصل عليها في التجربة5 :



2 – أ – تفسير النتائج المحصل عليها في الانبوبين (1) و(2) :

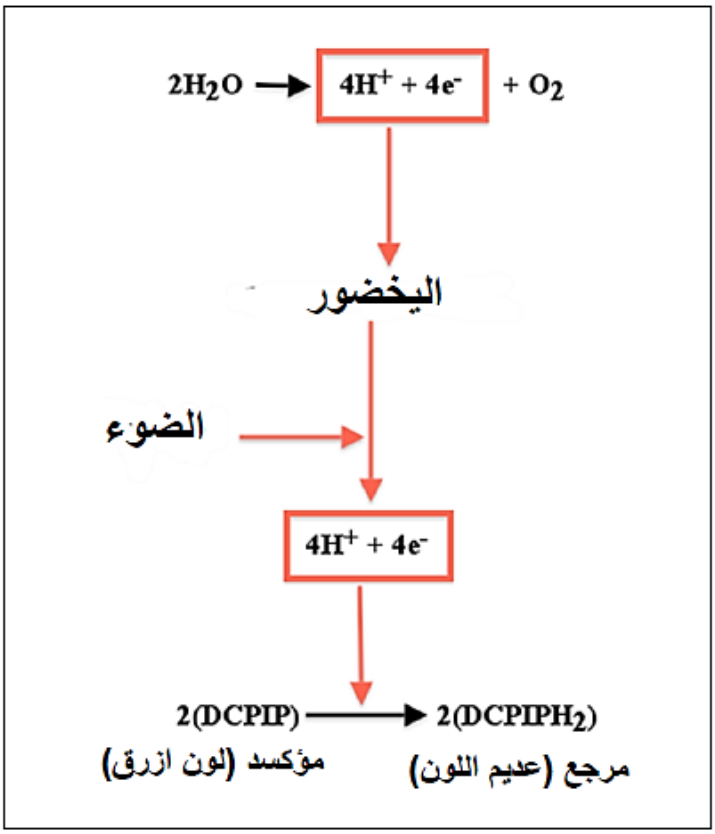
الانبوب1 :

- نفسر زوال لون DCPIP ، بأكسدة جزيئات اليخضور نتيجة امتصاصها لفوتونات ضوئية محررة الكترونات تنتقل عبر سلسلة نقل الالكترونات (السلسلة التركيبية الضوئية) لتصل في الاخير إلى DCPIP الازرق اللون (مؤكسد) ليرجع ويصبح عديم اللون.

الانبوب2 :

- في غياب الضوء لا تتأكسد جزيئات اليخضور فلا تتحرر الكترونات (غياب نقل الالكترونات) فلا يتم ارجاع DCPIP (بقاء اللون الازرق) .

التفاعلات الكيميائية :



ب – النتيجة المتوقعة في الانبوب3 :

- عدم زوال لون DCPIP (لون ازرق)

التعليل :

- لان انزيمات الصانعة الخضراء تتخرب بالحرارة (طبيعة بروتينية) ، يؤدي ذلك إلى غياب نقل الالكترونات ، عدم ارجاع DCPIP (يبقى في حالة مؤكسدة ذو لون ازرق).

ج – كتابة التفاعل في حالة الظروف الطبيعية :

أكسدة $2\ H_2O \rightarrow 4\ H^+ + 4\ e^- + O_2\uparrow$

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

$2\ H_2O + 2\ NADP^+ \rightarrow 2\ NADPH.H^+ + O_2\uparrow$

3 – أ – العلاقة بين انتاج ATP و PH محلول الـ ADP :

- تزداد كمية الـ ATP المنتجة بزيادة درجة **PH محلول الـ ADP** .
- كلما زاد الفرق بين PH الوسط و PH التيلاكويد (التجويف) ، ازدادت كمية الـ ATP المنتجة.

ب – شرح كيفية تأثير PH محلول الـ ADP على انتاج ATP

- تشير قيمة الـ PH لعدد البروتونات H^+ داخل التيلاكويد .يتدفق سيل من البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATP سنتاز) محررة طاقة تستعمل في تركيب ATP .
- ارتفاع الفارق في PH بين الوسط الداخلي والخارجي ، يؤدي إلى ارتفاع القوة الاسموزية وبالتالي انتاج كمية أكبر من الـ ATP .

ج - شرح تأثير PHلوسط على انتاج ATP عند المجموعات الثلاثة :

المجموعة1 :

- نلاحظ زيادة معتبرة في كمية ATP المتشكلة بزيادة PH الوسط . وتصل الى قيمة قدرها 5(و.إ) عند فارق بين PH الوسط و PH التيلاكويد يساوي 4.7 .

المجموعة2 :

- نلاحظ زيادة طفيفة في كمية ATP المتشكلة بزيادة PH الوسط . وتصل الى قيمة قدرها 2(و.إ) عند فارق بين PH الوسط و PH التيلاكويد يساوي 3.7 .

المجموعة3 :

- نلاحظ زيادة ضعيفة في كمية ATP المتشكلة بزيادة PH الوسط . وتصل الى قيمة قدرها 1(و.إ) عند فارق بين PH الوسط و PH التيلاكويد يساوي 3.3 .

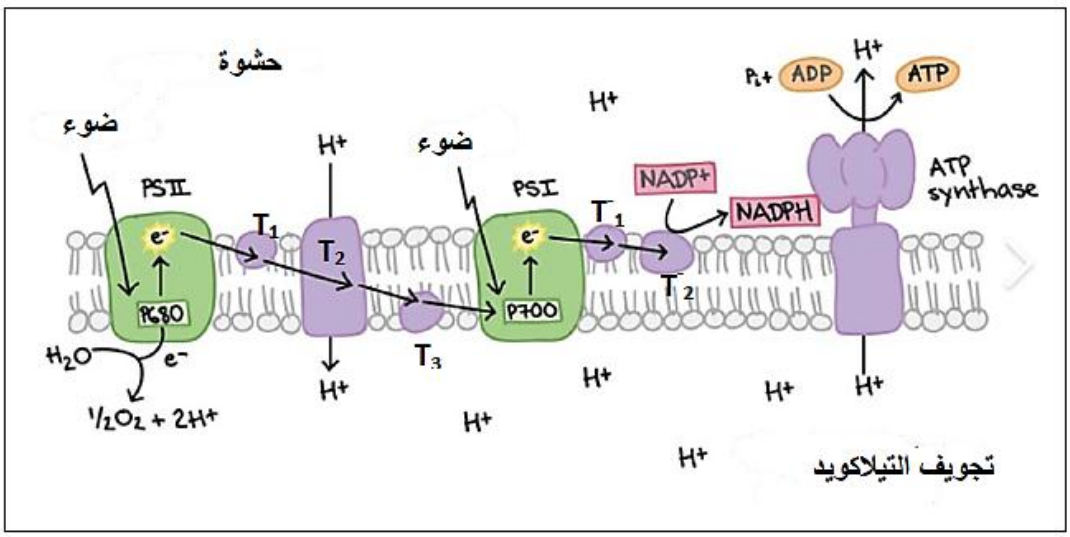
د – تفسير انتاج الـ ATP لفترة وجيزة :

- يتناقص تركيز H^+ داخل تجويف التيلاكويد بسرعة نتيجة تدفقها عبر الكريات المذنبة الى غاية ان يتساوى تركيزها بين الوسط الداخلي والخارجي (انعدام القوة الاسموزية) فيتوقف تركيب الـ ATP (التجربة اجريت في الظلام).

هـ - تعليل اجراء التجربة في الظلام :

- في الظروف الطبيعية وفي وجود الضوء يتأكسد الماء محررا بروتونات H^+ ، يؤدي ذلك الى احداث تدرج في التركيز، مما يسمح بتدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة وتركيب الـ ATP
- في الظلام (لا تحرر البروتونات لعدم اكسدة الماء)، ورغم ذلك يتم تركيب الـ ATP مادام هناك تدرج في تركيز البروتونات على جانبي غشاء التيلاكويد والذي يسمح بتدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة.
- وعليه اجراء التجربة في الظلام بغرض تأكيد ان تركيب الـ ATP ليس متعلق بتوفر الضوء بل متعلق بالتدرج في تركيز H^+ على جانبي الغشاء اي وجود فرق الـ PH.

III – رسم تخطيطي وظيفي للمرحلة التي تحدث على مستوى غشاء التيلاكويد (المرحلة الكيموضوئية)

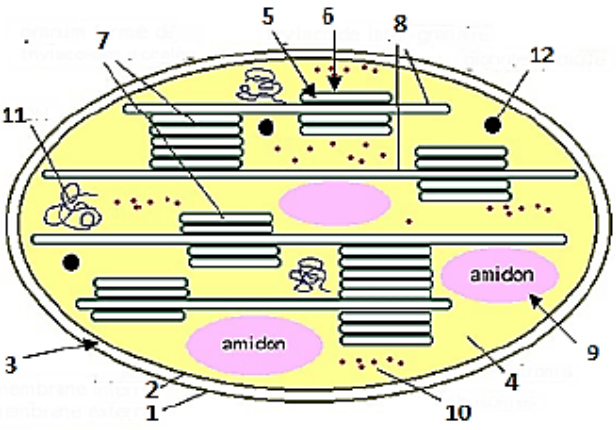


المعادلة الاجمالية للمرحلة الكيموضوئية :

$$12H_2O + 12NADP^+ + 18ADP + 18Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 6O_2 + 12NADPH^+.H^+ + 18ATP + 18H_20$$

التمرين الثاني:

I -1- رسم تخطيطي للصانعة الخضراء



1 – غشاء خارجي 2 – غشاء داخلي 3- فراغ بين غشائين
4- حشوة (ستروما 5 – تجويف التيلاكويد 6 - تيلاكويد (كيس)
7 – بذيرة (granum) 8 – صفيحة حشوية (تيلاكويد)
9 – حبيبة نشاء 10- ريبوزومات 11 - ADN الصانعة الخضراء
12 - دسم

2 - تحديد من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي :

- ارجاع ذرات "C" و "O" لـ CO2 و أكسدة ذرات "O" لـ H_2O
- اذن ظاهرة التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وارجاع .

II -1- أ - شرح غياب انتاج الأكسجين بين T1 وT2 وإنتاج الاوكسجين بين T2 وT3:

غياب انتاج الأكسجين بين T1 وT2:

- بين T1 وT2 في وجود الضوء ، لكن غياب مستقبل الالكترونات (كاشف هيل) ، نلاحظ غياب انتاج الاكسجين لعدم اكسدة الماء ضوئيا (تناقص تركيز O2 راجع لاستهلاكه خلال عملية التنفس من قبل الميتوكوندريات) .

إنتاج الاوكسجين بين T2 وT3 :

- بالمقابل في وجود الضوء وتوفر مستقبل الالكترونات نسجل ارتفاع في تركيز O2 اي انتاجه ، نتيجة الاكسدة الضوئية للماء وفق التفاعلات التالية :

$2\,H_2O \rightarrow O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^-$ = أكسدة الماء

$Fe^{3+} + 1\,e^- \rightarrow Fe^{2+}$ = ارجاع مستقبل الالكترونات المؤكسد (كاشف هيل)

حصيلة تفاعل الاكسدة والارجاع :

إرجاع

$2H_2O + 4Fe^{3+} \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4Fe^{2+}$

أكسدة

ب – فرضية مقترحة حول مقر التفاعلات الكيميائية المسؤولة على انتاج الأكسجين :

- اكسدة الماء تتم على مستوى التيلاكويدات لان خلال هذه التجربة (تجربة هيل) تم استعمال تيلاكويدات معزولة وسليمة .

2 – أ – المعلومات المستخرجة :

من مقارنة التجربة1مع2 :

- مصدر الاكسجين المنطلق هو اكسدة الماء في وجود الضوء.

من مقارنة التجربة4مع5 :

- في وجود الضوء ، كربون CO_2 المشع متواجد في جزيئات النشاء ، اما في غياب الضوء ، فلا يتم تركيب النشاء.
- ارجاع CO_2 الى مواد عضوية يتطلب تعرض الاشنة للإضاءة

ب – تفسير نتائج التجربة5 :

- عند تعريض اشنة خضراء مسبقا للاضاءة ثم توضع في الظلام وفي وجود CO_2 ذو كربون مشع ، نلاحظ أن النشاء يحتوي على الكربون المشع يفسر ذلك بدمج CO_2 المشع في المادة العضوية المتشكلة لتوفر نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP و $NADPH.H^+$) التي تشكلت خلال تعريض الاشنة سابقا للاضاة.

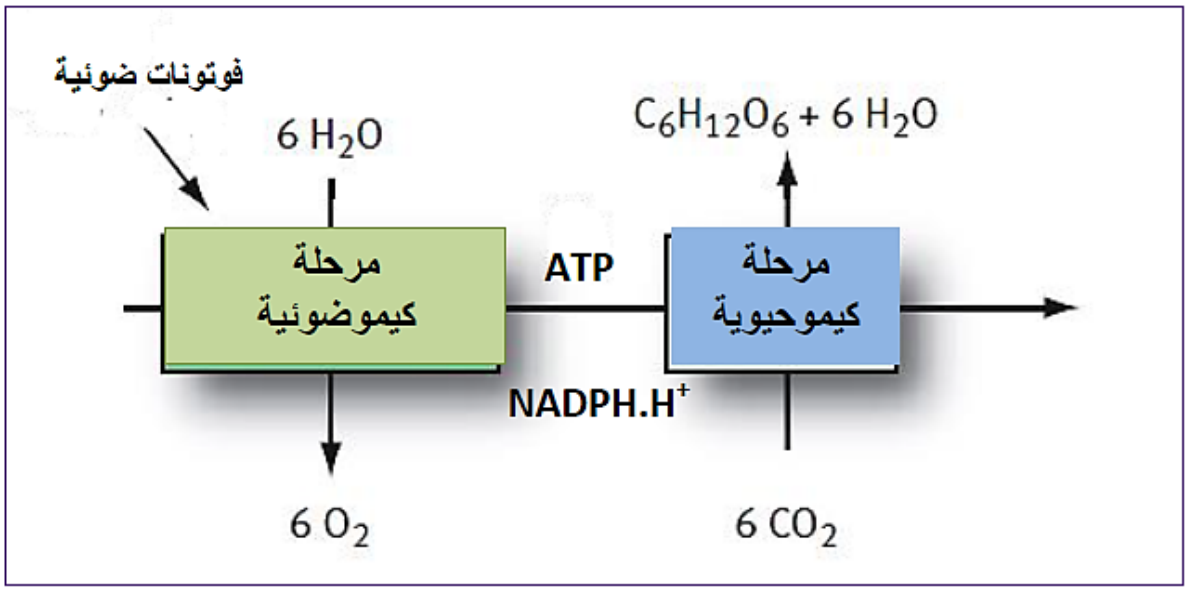
ج – استخلاص مرحلتي التركيب الضوئي :

- تتم في مرحلتين هما : مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيموحيوية

خصائص المرحلتين :

	المرحلة الكيموضوئية	المرحلة الكيموحيوية
النواتج المتشكلة	ATP ، $NADPH.H^+$ و O_2	غلوكوز ، ADP ، Pi، $NADP^+$
مقر حدوثها	التيلاكويدات	الحشوة
الشروط الضرورية لحدوثها	طاقة ضوئية ، نواقل مؤكسدة ($NADP^+$) و H_2O	CO_2 ونواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP و $NADPH.H^+$)

3 – أ – تكملة المخطط :



ب – كتابة التفاعل :

$$2\,H_2O \rightarrow 4\,e + 4\,H^+ + O_2$$
$$2\,R + 4\,e + 4\,H^+ \rightarrow 2\,RH_2$$
$$2\,H_2O + 2\,R \rightarrow 2\,RH_2 + O_2$$

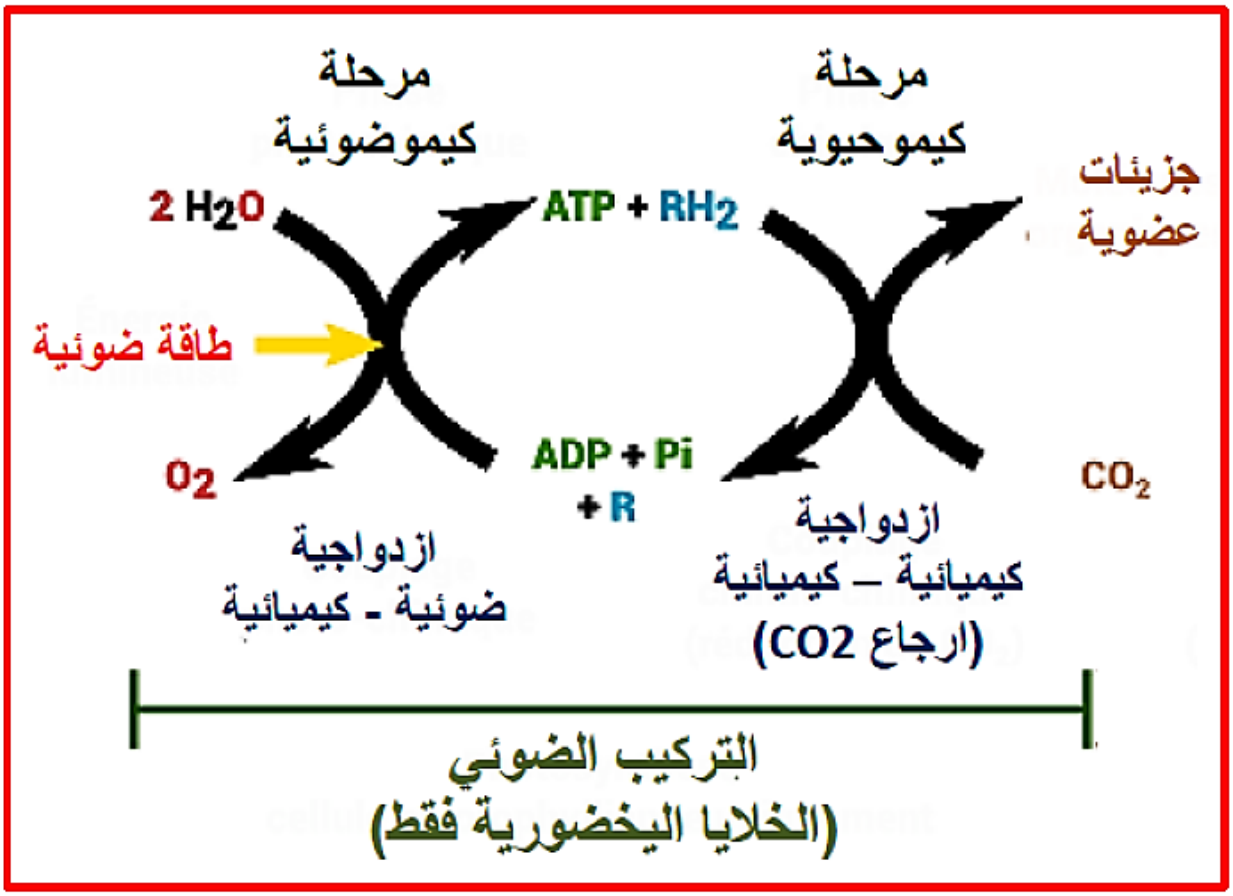
ج – المشكلة العلمية المطروحة :

- في النظام البيولوجي تنتقل الإلكترونات بصورة تلقائية من الأزواج ذات الكمونات المنخفضة إلى المرتفعة.
- فكيف يمكن للإلكترونات أن تنتقل عكس الاتجاه التلقائي ؟

اقتراح فرضية تفسيرية :

- ان انتقال الإلكترونات لايكون مباشرة من الماء إلى النواقل المؤكسدة R: حيث تنقل الالكترونات الناتجة عن اكسدة الماء إلى PSII من كمون اكسدة وارجاع منخفض نحو كمون اكسدة وارجاع مرتفع ، تم تنتقل عبر سلسلة من نواقل الالكترونات (السلسلة التركيبية الضوئية) متزايدة الكمون إلى غاية آخر مستقبل للالكترونات المتواجد في الحشوة R ($NADP^+$)

III - مخطط أهم التحولات الطاقوية للظاهرة التركيب الضوئي التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء، مبرزا من خلاله أنواع الازدواجية الطاقوية.



التمرين الثالث:

I- 1

أ – التعرف على العضية :

- صانعة خضراء

ب – البيانات :

1 – تيلاكويدات 2 – المادة الأساسية (الحشوة) 3 – غلاف الصانعة الخضراء

4- حبيبة نشاء

2 –أ – نمط التحويل الطاقوي الذي يحدث على مستوى الصانعة الخضراء :

- تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في روابط عناصر المادة العضوية.

ب – الظاهرة البيولوجية المعنية :

- التركيب الضوئي

المعادلة الاجمالية :

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

II – 1

أ – التعرف على جزيئة الشكل (أ)

- كرية مذنبة (ATP سنتاز)

طبيعتها الكيميائية

- بروتينية

ب – تسمية المرحلة المعنية :

- المرحلة الكيموضوئية

معادلتها الكيميائية :

$$12H_2O + 12NADP^+ + 18ADP + 18Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 6O_2 + 12NADPH^+.H^+ + 18ATP + 18H_20$$

2 –أ – تعليل سبب إجراء التجربة في الظلام :

- في غياب الضوء لا تتأكسد جزيئات مركز التفاعل للنظمان الضوئيان الأول والثاني ، ينجم عنه عدم اكسدة الماء فلا تتحرر البروتونات مما يسمح بالتحكم تجريبيا في درجة الحموضة داخل التيلاكويد والوسط الخارجي.

ب – المعلومات المستخلصة من هذه التجارب :

المرحلة1 : (الشاهد) :

<u>من مقارنة المرحلة(2) بـ المرحلة (1)</u>

- تدفق البروتونات H^+ وتركيب الـ ATP يتطلب تدرج في تركيز البروتونات بين الوسط الداخلي والوسط الخارجي (تركيز البروتونات في الوسط الداخلي أكبر من الوسط الخارجي).

<u>من مقارنة المرحلة (3) بـ (1) :</u>

- تدفق البروتونات يتم على مستوى الغشاء الداخلي للتلاكويد (الجزء ع).
- تركيب الـ ATP يتطلب وجود العنصر (س) الذي يلعب دور انزيم ATP سنتاز.

من مقارنة المرحلة (4) بـ (1) :
- تركيب الـ ATP يتطلب تثبيت مادة التفاعل ADP على مستوى الموقع الفعال لانزيم ATP سنتاز.

من مقارنة المرحلة (5) بـ (1) :
- تدفق البروتونات يتم عبر قناة متواجدة على مستوى الجزء (ع)
- تركيب الـ ATP يتطلب طاقة تتحرر نتيجة تدفق البروتونات عبر الجزء (ع).

3 – أ – التعرف على الانزيم E :
- الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز Rubisco

تحديد مادة التفاعل (الركيزة S):
- الريبيلوز 5.1ثنائي الفويفات(RuDiP)

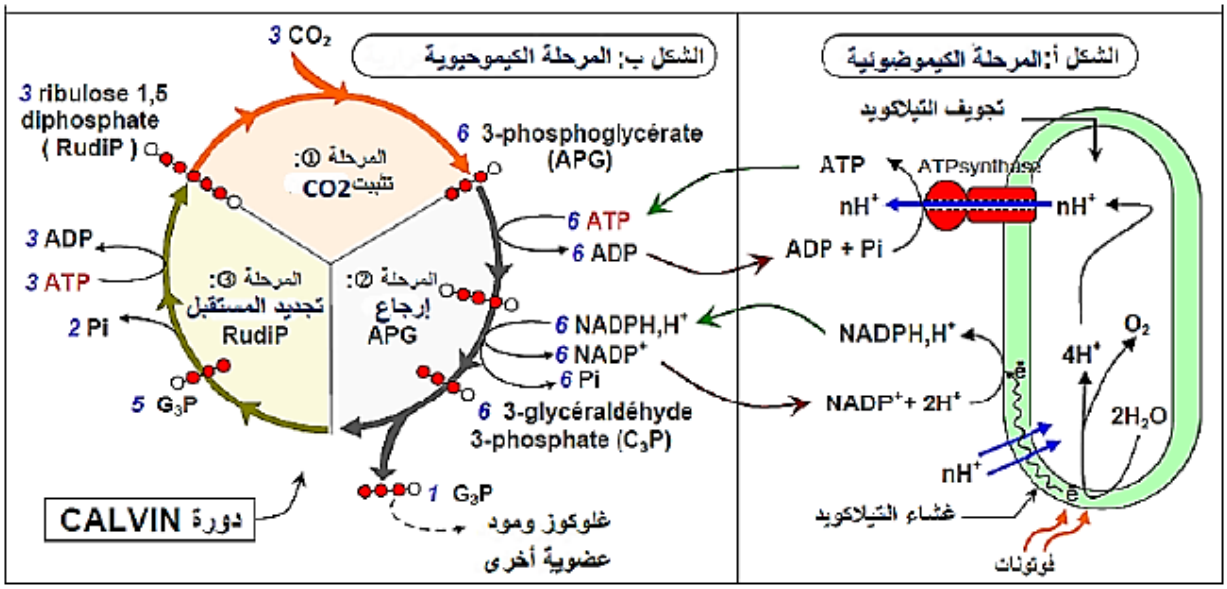
ناتج التفاعل هو:
2 APG (حمض فوسفوغليسيريك)

ب – المرحلة التي يتدخل فيها انزيم Rubisco:
- المرحلة الكيموحيوية

جـ - تبيان ارتباط استمرار عمل انزيم Rubisco بنشاط الكرية المذنبة مع تحديد دور انزيم Rubisco:
- خلال المرحلة الكيموضوئية يتم تركيب جزيئات الـ ATP على مستوى الكريات المذنبة ، والتي تستهلك خلال المرحلة الكيموحيوية خلال مرحلة ارجاع APG إلى PGal وخلال مرحلة تجديد المستقبلRuDiP (مادة التفاعل لانزيم Rubisco).
- فدور انزيم Rubisco خلال المرحلة الكيموحيوية هو تثبيت ودمج CO2 على المستقبل RuDiP وتشكيل APG ولاستمرارية عمل الانزيم فانه يتطلب ارجاع APG الى PGal باستعمال جزيئات الـ ATP المتشكلة على مستوى الكريات المذنبة ، يستعمل جزء من السكريات الثلاثية PGal في تجديد المستقبل RuDiP الذي يمثل في نفس الوقت مادة التفاعل لانزيم Rubisco وهذا ما يحقق استمرار عمل هذا الانزيم.

III – رسم تخطيطي يوضح آلية تحويل الطاقة خلال الظاهرة البيولوجية المدروسة (التركيب الضوئي)

نموذج مقترح :



التمرين الرابع :

I -1 – التعرف على البيانات المرقمة :

1	2	3	4	5	6
حبيبة نشاء	غشاء خارجي	غشاء داخلي	الحشوة (الستروما)	غرانا (بذيرة)	كييس (تيلاكويد)

2 – التوضيح : الصانعة الخضراء عضية مميزة :

- تحاط الصانعة الخضراء بغلاف مكون من غشائين , داخلي وخارجي .
- تحتوي الحشوة على العديد من الكييسات (التيلاكويدات) ; تكدس بعض الكييسات , مشكلة الغرانا .
- الصانعة الخضراء عضية مجزأة إلى حجيرات مفصولة بأغشية وهي : الفراغ بين غشائين , الحشوة وتجويف التلاكويد (غشاء التيلاكويد يفصل بين الحشوة والتجويف الداخلي للتيلاكويد).

II – 1 – تحليل التجربة :

- تمثل الوثيقة2 تطور كمية CO_2 المدمجة بدلالة مدة الفترات المظلمة ودرجة الحرارة وذلك عند شدة إضاءة ثابتة.
- عند درجة حرارة 25م^0 : كمية CO_2 المدمجة (شدة التركيب الضوئي) تزداد بسرع إلى غاية وصولها إلى قيمة قصوى عندما تصل الفترة المظلمة إلى ms20 من بداية التجربة , بعد هذا الزمن تبقى كمية CO2 المدمجة ثابتة عند القمية القصوى .
- عند درجة حرارة 5م^0 : مدة الفترة المظلمة تزدادا لكن كمية CO_2 المدمجة تصل إلى نفس القيمة القصوى (عندما تكون مدة الفترة المظلمة كبيرة في حدود ms40) .

الاستنتاج :

- في ظل هذه الشروط التجريبية (مدة الإضاءة وشدتها ثابتة وكافية) , الوصول إلى شدة تركيب ضوئي قصوى يتطلب فترة مظلمة معتبرة مرتبطة بدرجة الحرارة .

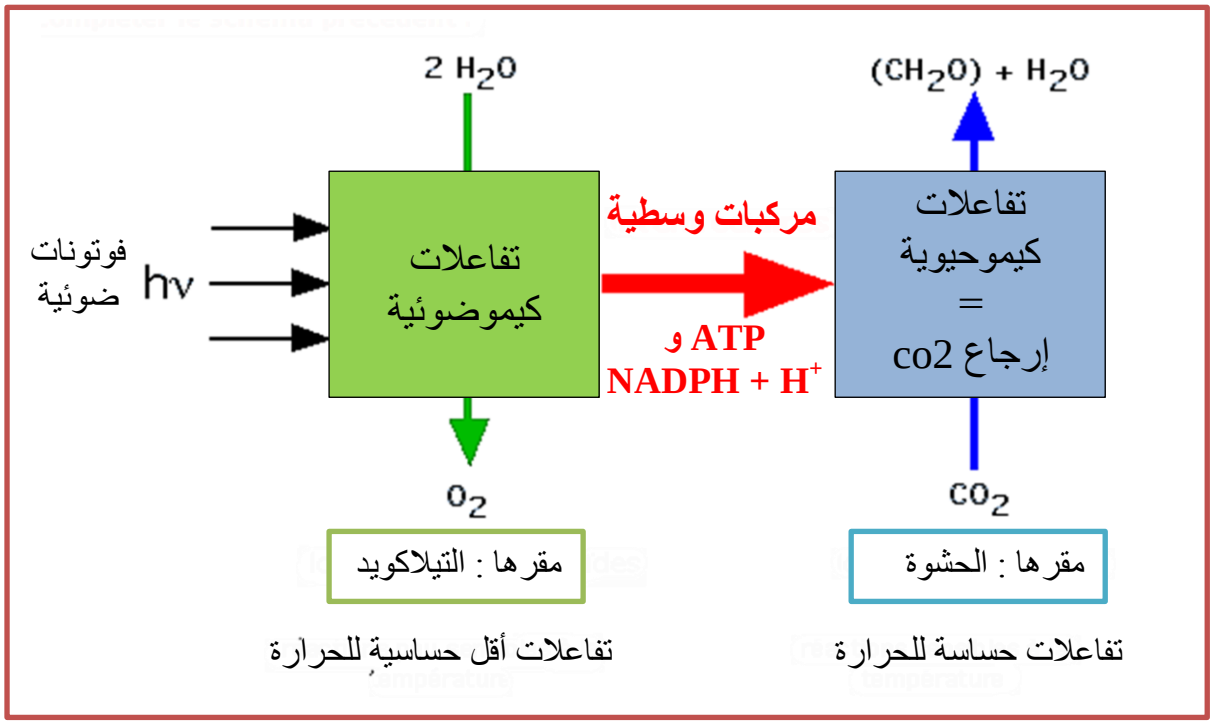
2 – فرضية مقترحة لتفسير النتائج المحصل عليها خلال هذه التجربة :

- تتشكل مركبات وسطية في الضوء بسرعة خلال تفاعلات كيميائية (غير حساسة لدرجة الحرارة تقريبا) : تفاعلات كيموضوئية وتم على مستوى التيلاكويدات .
- تستعمل هذه المركبات الوسطية ببطئ في دمج CO_2 خلال تفاعلات كيميائية (حساسة لدرجة الحرارة) : تفاعلات كيموحيوية (تتطلب نشاط انزيمي كبير) وتحدث على مستوى الحشوة.

3- استنتاج دور التيلاكويدات وتحقق من صحة الفرضية المقترحة سابقا من خلال استدلال علمي دقيق:

- التجربة1 : تبين ان الحشوة وحدها لا يسمح بانتاج الجزيئات العضوية عن طريق دمج CO_2.
- من ناحية أخرى فان المقارنة بين التجربتين 1 و2 تبين بان التيلاكويدات المعرضة للضوء مسبقا تسمح بتركيب الجزيئات العضوية . لذلك فان تعرض التيلاكويدات للضوء ضروري لتركيب السكريات في حشوة الصانعة الخضراء .
- تبين التجربة3 ان تعويض التيلاكويدات المعرضة للضوء بـ ATP و RH_2 ادى إلى دمج CO_2 في الجزيئات العضوية .
- اذن يمكن استنتاج من خلال هذه التجربة ان التيلاكويدات المعرضة للضوء مسؤولة عن انتاج مركبات وسطية ATP و RH_2 (خلال المرحلة الكيموضوئية الغير حساسة تقريبا لدرجة الحرارة) . هذه المركبات الوسطية ضرورية لدمج CO_2 خلال حلقة كالفن (المرحلة الكيموحيوية الحساسة لدرجة الحرارة) التي لا تحتاج توفر الضوء .

المخطط التفسيري :



III – التعرف على البيانات :

عنوان الوثيقة :

- رسم تخطيطي يوضح التكامل بين المرحلتين الكيموضوئية و الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي

6	5	4	3	2	1
$4e^-$	السلسلة التركيبية الضوئية	الطاقة الضوئية	O_2	$4H^+$	$2H_2O$
12	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**
2PGal	2APG	$2R^+$	$2RH_2$	ADP + Pi	ATP
18	**17**	**16**	**15**	**14**	**13**
سكر سداسي الكربون	ATP	CO_2	ADP	انزيم RUBISCO	RuDP
المرحلة2	**المرحلة1**	**d**	**c**	**b**	**a**
كيموحيوية	كيموضوئية	غشاء التيلاكويد	تجويف التيلاكويد	الحشوة	تيلاكويد

تبيان وجود ازدواجية طاقوية بين مرحلتي التركيب الضوئي :

تحدث عملية التركيب الضوئي في مرحلتين :

- مرحلة كيموضوئية :

تتم هذه المرحلة على مستوى غشاء التيلاكويد ; بفضل الاصبغة اليخضورية المنبهة بالضوء والسلسلة التركيبية الضوئية (سلسلة اكسدة-ارجاع) التي تسمح بـ :

✓ اكسدة الماء (التحلل الضوئي للماء) و إنتاج O2 .

$$2\,H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

✓ تركيب مركبات وسطية مرجعة RH_2 $(NADPH + H^+)$

$$2R^+ \text{ (شكل مؤكسد)} + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2RH_2 \text{ (شكل مرجع)}$$

✓ تركيب الـ ATP

- **مرحلة كيموحيوية :**

تتم هذه المرحلة على مستوى الحشوة ; تسمح بدمج وإلاجاع CO_2 لتركيب المادة العضوية . تتطلب :

- ✓ مستقبل لـ CO_2 (الريبلوز 5,1 ثنائي الفوسفات RUDP) , الـ ATP ومركبات مرجعة RH_2 .
- ✓ هذه المرحلة لا تتطلب مباشرة توفر الضوء ولكنها تستعمل النواتج المتشكلة خلال المرحلة الكيموضوئية ATP و RH_2 .

اذن :

- هناك تكامل أو ازدواجية بين المرحلة الكيموضوئية والكيموحيوية بواسطة وسائط تتمثل في ATP ومركبات مرجعة $NADPH.H^+$.
- خلال المرحلة الكيموضوئية يتم انتاج مركبات مرجعة $NADPH.H^+$ (تحمل الكترونين ذات طاقة عالية) و الـ ATP (طاقة كيميائية) .اذن **تفاعلات المرحلة الكيموضوئية منتجة (محررة) للطاقة.**
- خلال المرحلة الكيموحيوية : يتم استهلاك الطاقة ATP والمركبات المرجعة $NADPH.H^+$ الضرورية لتركيب الجلوكوز انطلاقا من CO_2 المدمج . اذن **تفاعلات المرحلة الكيموحيوية مستهلكة (ماصة) للطاقة**.
- تسمح المرحلة الكيموضوئية بتجديدATP ومركبات مرجعة $NADPH.H^+$.

التمرين الخامس :

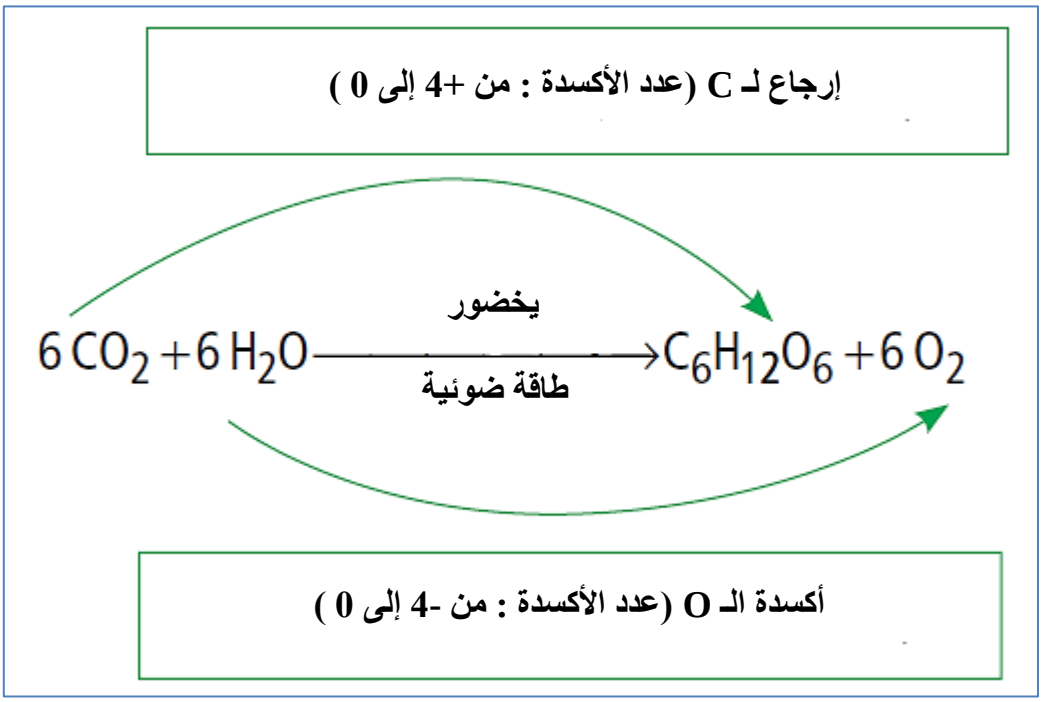
I -1 – تعريف المصطلحات

المصطلح	تعريفه
الاكسدة	هو كل تفاعل يتم فيه فقد الكترونات
الارجاع	هو كل تفاعل يتم فيه اكتساب الكترونات
مؤكسد	هو فرد (نوع) كيميائي قادر على اكتساب الكترون او اكثر خلال تفاعل كيميائي (المؤكسد = يكتسب)
مرجع	هو كل فرد كيميائي قادر على فقد الكترون او اكثر خلال تفاعل كيميائي (المرجع = يفقد)
زوج الاكسدة والارجاع	المؤكسد والمرجع يشكلان ثنائية (مرجع/مؤكسد) , المؤكسد يتحول الى مرجع والعكس صحيح .
تفاعلات الاكسدة والارجاع	هو تفاعل كيميائي يحدث خلاله تبادل الالكترونات بين اثنين من ازواج الاكسدة والارجاع

2 - تبيان بأن عملية التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وارجاع والتي يحددها النوع الكيميائي المؤكسد والنوع الكيميائي المرجع :

- من معطيات الوثيقة1 : كربون C لثاني اوكسيد الكربون CO_2 انتقل من عدد الاكسدة +4 إلى 0 في جزيئة الجلوكوز . اذن الكربون تم ارجاعه.
- اوكسجين الماء انتقل من عدد الأكسدة -2 إلى 0 في ثنائي الاكسجين O_2 . اذن الاكسجين تم أكسدته .
- اذن علية التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة (اكسدة اكسجين الماء) وارجاع (ارجاع كربون الجلوكوز).

التوضيح على مستوى المعادلة الاجمالية لعملية التركيب الضوئي :



II -1 – تحليل الوثيقة2 :

- تكتسب الاصبغة الهوائية طاقة ضوئية , تنتقل الطاقة المكتسبة إلى أصبغة أخرى مجاورة إلى ان تصل إلى جزيئة الكلوروفيل أ (1).
- عند تهيج اصبغة مركز التفاعل (كلوروفيل أ) نتيجة لوصول الطاقة إليها من الاصبغة الهوائية يتم فقد الإكترون ذو الطاقة العالية من جزيئة الصبغة (أكسدة) (2 ← 3) .

- ينتقل الالكترون المحرر إلى جزيء مستقبل والذي يصبح في حالة مرجعة . جزيئة الكلوروفيل أ (اليخضور أ) تم أكسدته بعد ان فقدت الكترون (4) .
- تعود جزيئة اليخضور إلى حالتها الأصلية وهي في حالة مرجعة نتيجة انتقال الكترونات اليها من معطي الكترونات (5) . تسمح العودة إلى الحالة الأصلية بإعادة الدورة من جديد .

المعلومات المستخرجة :

- تشكل الاصبغة الهوائية مع مركز التفاعل (جزيئتان من كلوروفيل أ) النظام ضوئي .
- على مستوى النظام الضوئي يحدث تجميع للطاقة الضوئية وتفاعلات اكسدة وارجاع.

2 – تحليل النتائج التجريبية للوثيقة3 :

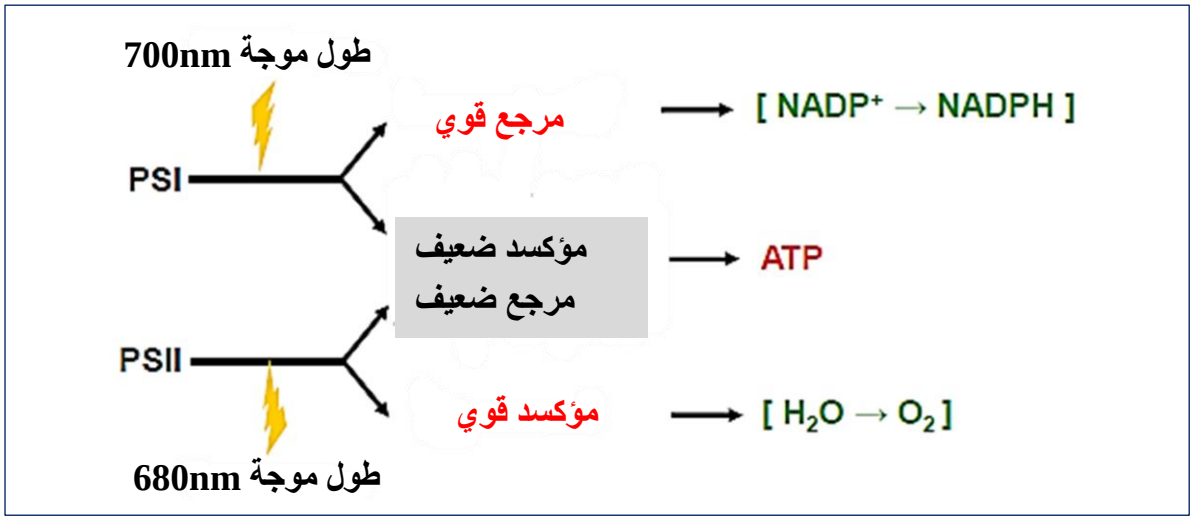
- تمثل الوثيقة3 تغير شدة التركيب الضوئي بدلالة الزمن وطبيعة الاشعة الضوئية المسلطة على اليخضور .
- عند إضاءة اليخضور بحزمة من الاشعة تحث الحمراء فقط , يؤدي هذا إلى انتاج كمية قليلة من O2 (معدل التركيب الضوئي ضعيفة) .
- عند إضاءة اليخضور بحزمة من الاشعة الحمراء فقط , يؤدي هذا إلى انتاج نفس الكمية من O2 (معدل التركيب الضوئي ضعيفة) .
- عند الإضاءة باستعمال الحزمتين في وقت واحد (680nm + 700nm) , كمية O2 المنتجة (معدل التركيب الضوئي) تكون أكبر من مجموع الكميات المنتجة بواسطة كل حزمة بشكل منفرد 680nm أو700nm .

الاستنتاج :

- وجود نظامان يستقبلان الاشعة الضوئية (الامواج الضوئية) وانهما يعملان بشكل أمثل عندما يستخدم كلاهما معا.
- تتم عملية التركيب الضوئي بكفاءة نتيجة عمل نظامين ضوئيين كيمائيين معا: احدهما يمتص الاشعة تحث الحمراء (PSII) والآخر يمتص الاشعة الحمراء (PSI) .

3 – تفسير نتائج الوثيقة3 :

- عند الإضاءة بحزمة من الاشعة تحث الحمراء (طول الموجة 680nm) يمتصها النظام الضوئي الثاني PSII ويكون معدل التركيب الضوئي ضعيف يفسر بعمل PSII دون PSI , هذا من جهة ومن جهة أخرى فالـ PSII مؤكسد قوي وبالمقابل فهو مرجع ضعيف .
- عند الإضاءة بحزمة من الاشعة الحمراء (طول الموجة 700nm) يمتصها النظام الضوئي الثاني PSI ويكون معدل التركيب الضوئي ضعيف يفسر بعمل PSI دون PSII , هذا من جهة ومن جهة أخرى فالـ PSI مؤكسد ضعيف وبالمقابل فهو مرجع قوي.
- اما عند استعمال الحزمتين معا (680nm + 700nm) , فكلا النظمان يعملان معا تكامليا اي مكملة لبعضها البعض مما يعطي معدل تركيب ضوئي أكبر , ويمكن توضيح ذلك بالمخطط التكميلي التالي (غير معني بالإجابة) :



III - شرح دور الانظمة الضوئية في عملية التركيب الضوئي :

يعمل النظامان الضوئيان PSII و PSI بشكل متسلسل , ولكل منهما دور مختلف عن الآخر وذلك خلال المرحلة الكيموضوئية.

- يتأكسد زوج من يخضور مركز التفاعل للنظام الضوئي II تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخليا عن إلكترونين. ينقل هذان الالكترونان ذوا الطاقة العالية إلى الناقل T1 , يؤدي هذا إلى إيجاد قدرة عالية للتأكسد تمكن النظام الضوئي II من أكسدة الماء , مما يعوض الإلكترونات التي فقدت فتسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع ،وبالتالي قابلية التنبه.
- تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإجاع , ينتج عن ذلك طاقة تستخدم في ضخ البروتونات نحو تجويف التيلاكويد , ينتج عن هذا تدرج في تركيز البروتونات يستخدمه انزيم ATPsynthase لتكوين ATP عن طريق الأسموزية الكيميائية.
- في الوقت نفسه , يتأكسد زوج من يخضور مركز التفاعل للنظام الضوئي I تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخليا عن إلكترونين. ينقل هذان الإلكترونان إلى $NADP^+$ حيث يرجع إلى $NADPH + H^+$ بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز. يعوض نقل الإلكترونات من PSII عن الإلكترونات التي فقدت من PSI .
- تستعمل نواتج المرحلة الكيموضوئية ATP و $NADPH + H^+$ خلال المرحلة الكيموحيوي التي تحدث على مستوى الحشوة في تركيب المادة العضوية (السكريات...) .

خلاصة :

PSII : يسمح بأكسدة الماء (إنتاج O2) : $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

PSI : دوره يتمثل في إرجاع $NADP^+$ إلى $NADPH,H^+$: $2\ NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2\ NADPH,H^+$

وتكون محصلة عملهما :

$2\ H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ $\quad E°'=0,82V$

$2\ NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2\ NADPH,H^+$ $\quad E°'=-0,32V$

$2\ H_2O + 2\ NADP^+ \rightarrow O_2 + 2\ NADPH,H^+$

معلومات إضافية ومفيدة :

1 – سمي النظامان الضوئيان I و II على الترتيب بحسب ترتيب اكتشافهما وليس بحسب طريقة عملهما في التفاعل المعتمد على الضوء.

2 – تستخدم النباتات النظامين الضوئيين بشكل متسلسل , يستخدم النظام الضوئي الأول PSI أولا ومن تم النظام الضوئي الثاني PSII لإنتاج كل من الـ ATP و $NADPH,H^+$.

3 – النظام الضوئي الثاني الذي له قدرة عالية على أكسدة الماء للتعويض عن الإلكترونات التي فقدت من النظام الضوئي I , لذا فإن هناك عملية انتقال إجمالية للإلكترونات من الماء إلى $NADPH,H^+$

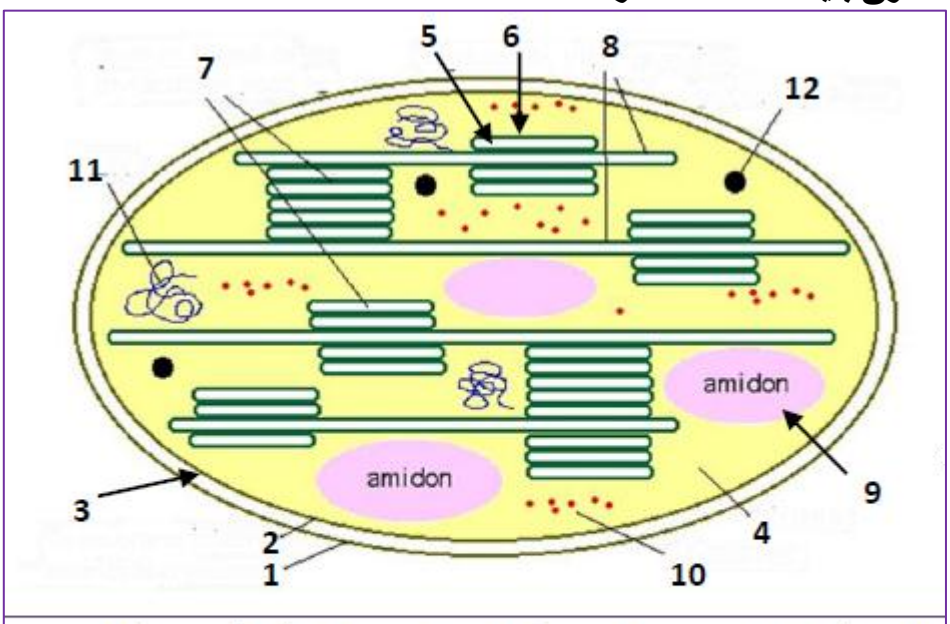
التمرين السادس :

الجزء1 :

1 – التعرف على البيانات المرقمة :

1	2	3	4	5	6
نشاء	ميتوكندري	نواة	سيتوبلازم	صانعة خضراء	جدار خلوي

2 – رسم تخطيطي لمافوق بنية الصانعة الخضراء



1 –غشاء خارجي 2 – غشاء داخلي 3- فراغ بين غشائين
4- حشوة (ستروما 5 – تجويف التيلاكويد 6 - تيلاكويد (كييس)
7 – بذيرة (granum) 8 – صفيحة حشوية (تيلاكويد)
9 – حبيبة نشاء 10- ريبوزومات 11 - ADN الصانعة
الخضراء 12 - دسم

الجزء2 :

1 – تحليل النتائج :

- تمثل الوثيقة تغير المردود الكمي للاكسجين بدلالة طول موجة لإضاءة أحادية اللون .
- عند عرض طحلب الكلوريلا في المرحلة الاولى لطول موجة متغير (من 660 إلى 700 nm) : نلاحظ ان المردود الكمي للأكسجين يكون كبير في حدود 008 عند طول موجة من 650 إلى nm680 ويكون اعظمي عند طول موجة nm680 .
عند طول موجة بين 680 و700 nm , ينخفض المردود الكمي إلى ان ينعدم عند طول موجة 700nm.
- عند عرض طحلب الكلوريلا في المرحلة الاولى لطول موجة متغير (من 660 إلى 700 nm) + اشعاع احادي وثابت عند 650 nm : نلاحظ زيادة في المردود الكمي للأكسجين عند طول موجة أقل من nm700 تحث تأثير اشعاع ثاني ثابت يقدر بـ nm650 . يتناقص المردود الكمي للأكسجين عند طول موجة أكبر من 700 nm.

الاستنتاج :

- تبين هذه التجربة وجود نظامان ضوئيان (مجموعتين من الاصبغة) :
- نظام ضوئي (PSII) لا يمتص الضوء بطول موجة أكبر nm680 ومرتبط بتحرير O_2 .
- نظام ضوئي آخر(PSI) يمتص الضوء بطول موجة تفوق nm680 والذي لا يحررO_2.

- هذان النظامان الضوئيان يتعاونان في الظروف الطبيعية (في الضوء الابيض) أي كل واحد يكمل عمل الآخر لتحقيق تفاعلات أكسدة-ارجاع تؤدي إلى انطلاق O_2 .

ملاحظة هامة جدا :
مدلول الفعل الأدائي : حلل
يحلل:
1 - يعرف بالوثيقة المدروسة؛
2 - يفكك جملة، وضعية، ظاهرة، معطيات وثيقة...إلى مختلف أجزائها (يبرز العناصر الأساسية منها)؛
3 - البحث عن العلاقات والتفاعلات القائمة بين العناصر؛
4 - تقديم **استنتاج** يتضمن الأسس والبنيات والمبادئ المنظمة، الأسباب، العواقب، التطورات (بالتزايد أو بالنقصان).

2 – التعليق على الشكل –أ :

- عملية التركيب الضوئي تتم في مرحلتين متكاملتين :
- مرحلة كيموضوئية (المرحلة1): يتم خلال تفاعل أكسدة الماء مع تحرير الكترونات و O2 بالإضافة إلى بروتونات : $2H_20 \rightarrow 2\ O_2 + 4H^+ + 4e^-$
- مرحلة كيموحيوية (المرحلة2) : يتم خلالها إرجاع CO2 بواسطة الالكترونات والبروتونات الناتجة عن أكسدة الماء وتركيب المادة العضوية .
- نلاحظ ان كمون الاكسدة/الإرجاعية للزوج $H_20/0_2$ = +0.81mv وتقدر بـ -0.42mv في حالة الزوج CO_2 / (CH_20) . في النظام البيولوجي تنتقل الالكترونات بصورة تلقائية من الأزواج ذات الكمون المنخفض إلى المرتفع ,وعليه لا يمكن ان تنتقل الالكترونات بشكل تلقائي كما هو موضح في الشكل (أ) (من الكمون المرتفع إلى المنخفض) .
- بين تفاعلات أكسدة الماء وتفاعلات إرجاع CO2 , هناك العديد من الوسائط (نواقل الالكترونات والبروتونات متزايدة الكمون) تمثل السلسلة التركيبية الضوئية التي تسمح بنقل الكترونات وبروتونات الماء إلى غاية CO2 عبر سلسلة من تفاعلات الاكسدة والإرجاع .
- اذن هناك ازدواجية بين اكسدة الماء (المرحلة الكيموضوئية) وإرجاع CO2 (المرحلة الكيموحيوية) , وتتم هذه الازدواجية بتدخل نواقل الالكترونات (e^-) والبروتونات (H^+).

ملاحظة هامة جدا :
مدلول الفعل الأدائي : علق
يعلق:
يدلي بملاحظات من أجل الشرح مستعينا بعناصر أخرى غير تلك المقدمة في الموضوع. ويستند التعليق دائما على التحليل، بل يتجاوز التحليل: يمكن إعطاء وجهة نظر. يشرح يفسر أو يقدر الجوانب البارزة في الظواهر في الحقائق أو النصوص المقدمة.
عندما يعلق، يركز أكثر على جوانب معينة من الموضوع.

2 – التعرف على المركبات (م) :

م1	م2	م3	م4	م5
فوسفوغليسريك الدهيد (PGal)	مركب سداسي الكربون مؤقت	2 حمض الفوسفوغليسريك (APG)	حمض ثنائي فوسفوغليسريك (ADPG)	ريبيلوز 5,1 ثنائي الفوسفات (RuDP)

3 – ترتيبها حسب التسلسل الزمني :

م2 ← م3 ← م4 ← م1 ← م5 (تجديد)

الجزء3 :

تبيان مسار تشكل المادة العضوية عند طحلب الكلوريلا .

يركب الطحلب المادة العضوية (النشاء) بظاهرة التركيب الضوئي التي تتم في مرحلتين الكيموضوئية والكيموحيوية :

المرحلة الكيموضوئية :

تحدث على مستوى التيلاكويدات وفيها تؤمن السلسلة التركيبية الضوئية انتقال الإلكترونات المفقودة من النظامين الضوئيين كمايلي :

أكسدة الماء وإرجاع $NADP^+$:

يتنبه كل من النظامين الضوئيين PSI و PSII بالفوتونات الضوئية فيفقدان إلكترونات :

النظام الضوئي PSII :

- أكسدة صبغتين من اليخضور (أ) في مركز التفاعل PSII يؤدي إلى تحرر إلكترونين من النظام الضوئي PSII .

$$2Chla_{II} \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية (فتونات)}} 2Chla^*_{II} \longrightarrow 2Chla^+_{II} + 2e^-$$

- يتم تعويض الإلكترونات التي فقدتها جزيئتي اليخضور (أ) في مركز التفاعل PSII من أكسدة الماء :

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4e^- + 4H^+$$

O_2: يطرح على شكل غاز

$4e^-$: يسترجعهما PSII

$4H^+$: تبقى في تجويف التيلاكويد

النظام الضوئي PSI :

- أكسدة صبغتين من اليخضور (أ) في مركز التفاعل PSI يؤدي إلى تحرر إلكترونين من النظام الضوئي PSI .

$$2Chla_I \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية (فتونات)}} 2Chla^*_I \longrightarrow 2Chla^+_I + 2e^-$$

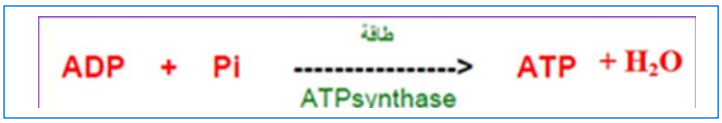
- مصير الإلكترونات المتحررة من PSII تعوض الإلكترونات المتحررة من PSI.
- الإلكترونات الناتجة من PSI تنتقل عبر في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع لتستقبل في النهاية من طرف مستقبل إلكترونات ($NADP^+$)

$$2(NADP^+) + 2H_2O \longrightarrow 2NADPH,H^+ + O_2$$

الفسفرة الضوئية (فسفرة ADP)

- يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء 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 ATP سينتاز .

- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلىATP في وجود الفوسفات اللاعضوي(Pi)

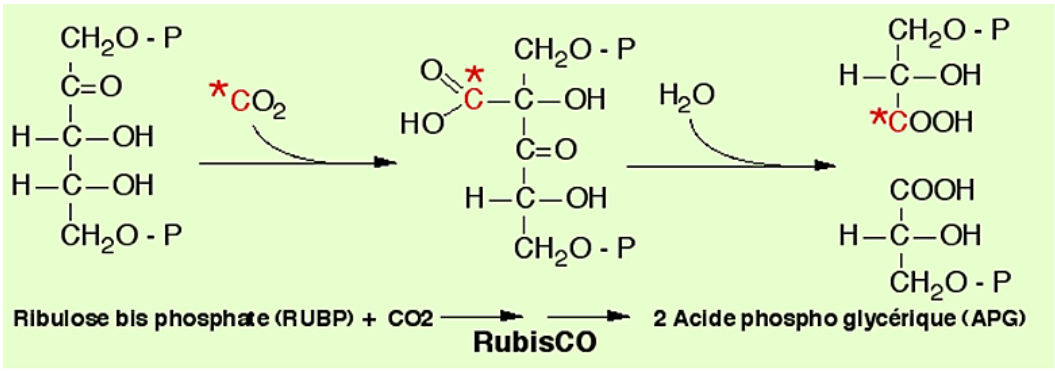


- **نواتج المرحلة الكيموضوئية :**
  - ❖ ATP : جزيئات عالية الطاقة نتيجة لعمل النظام الضوئي PSII .
  - ❖ NADPH,H+ وهي مرافقات انزيمية تحمل الكترونين ذات طاقة عالية نتيجة لعمل النظام الضوئي PSI .

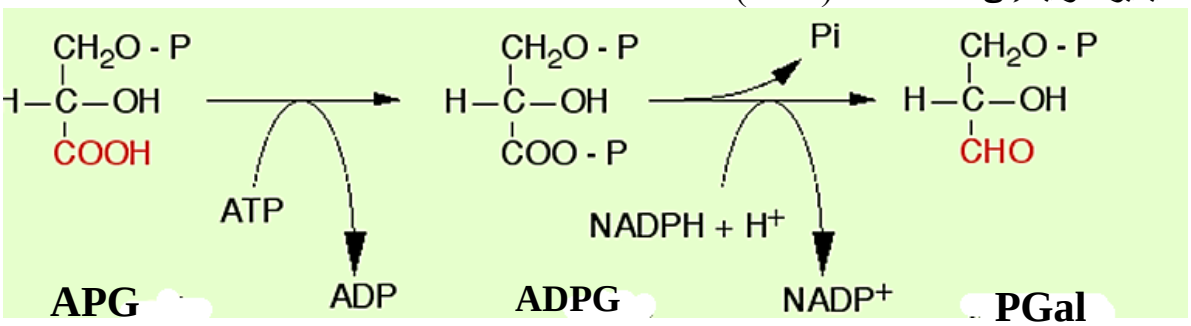
المرحلة الكيموحيوية:

تحدث هذه المرحلة على مستوى الحشوة (الستروما) و تمر بالخطوات التالية :

- يُثبت الـCO2 على جزيئة خماسية الكربون : الريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) مشكلا مركب سداسي الكربون الذي ينشطرسريعا إلى جزيئتين بثلاث ذرات كربون هو حمض الفوسفو غليسريك (APG). يراقب دمج الـ CO2 بأنزيم الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز RUBISCO.



- ينشط حمض الفوسفوغليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة ال ATPو $NADPH,H^+$ الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية إلى trioses-P (PGal) .



- يستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تجديد الـ Rudip خلال تفاعلات حلقة كالفن وبنسون.
- يستخدم الجزء الآخر من السكريات المرجعة في تركيب السكريات سداسية الكربون ، الأحماض الأمينية ،والدسم

ملاحظة هامة جدا :

مدلول الفعل الأدائي : بين

يبين ، يظهر

يسلط الضوء على ظاهرة أو عملية

يكشف عن ظاهرة أو سيرورة باستخدام الوصف في المقام الأول. يستخدم الوصف، ولكن هو يفعل أكثر من وصف:

يشير إلى تفاصيل أو جوانب معينة من شيء ما.

التوجه التفسيري.

التمرين السابع :

1 – كتابة البيانات :

1	2	3	4	5	6
السلسلة التركيبية الضوئية الأولى	حلقة كالفن	السلسلة التركيبية الضوئية الثانية	كرية مذنبة (ATP سنتاز)	النظام الضوئي الثاني(PSII)	النظام الضوئي الأول (PSI)

طبيعة (أشكال) الطاقة :

- الطاقة1 : اسموزية كيميائية (تدرج في تركيز H^+)
- الطاقة2 : طاقة كيميائية (زوج من الالكترونات الغنية بالطاقة في NADPH)
- الطاقة3 : كيميائية مخزنة في رابطتين استر فسفاتية في جزيئة الـ ATP .
- الطاقة4 : طاقة ضوئية

2 – نص علمي : توضيح دورالمكونات الكيميائية للصانعة الخضراء في تحول الطاقة باشكالها المختلفة :

المقدمة (طرح المشكل العلمي) :

تعتبر الصانعة الخضراء مقر لعملية التركيب الضوئي التي يتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كميائية كامنة في جزيئات المادة العضوية . كما ان الصانعة الخضراء مقسمة إلى حجرات مفصولة بأغشية هي الفراغ بين الغشائين ، الحشوة وتجويف التيلاكويد (التجويف الداخلي). دور الصانعة الخضراء في تحويل الطاقة يعود إلى خصوصية التركيب الكيموحيوي لكل من الحشوة وغشاء التيلاكويد.

فكيف تتدخل المكونات الكيميائية لكل من الحشوة وغشاء التيلاكويد في تحويل الطاقة باشكالها المختلفة خلال عملية التركيب الضوئي ؟

العرض :

يتكون غشاء التيلاكويد من ثلاث مكونات رئيسية وهي :

الأنظمة الضوئية (PSII وPSI) : معقدات بروتينية كبيرة تحتوي على عد كبير من الصبغات موزعة بطريقة منتظمة داخل المعقد البروتيني , نواقل الإلكترونات مشكلة السلسلة التركيبية الضوئية ، إنزيم ATP Synthase (الكريات المذنبة).

بينما تحوي الحشوة مواد الأيض الوسيطة لتركيب المواد العضوية كنواقل البروتونات($NADPH - H^+$) ، الـ ADP و Pi, والـATP وكذلك عدد من الأنزيمات كالريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز Rubisco.

التحولات الطاقوية على مستوى التيلاكويد : تعتبر التيلاكويد مقر حدوث المرحلة الكيموضوئية , يتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية (ATP و $NADPH.H^+$) وفق الخطوات التالية :

- تتأكسد جزيئي اليخضور لمركز التفاعل للنظام الضوئي PSII تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخلية عن الكترونين غنية بالطاقة , يؤدي ذلك إلى أكسدة الماء وتحرر البروتونات في تجويف التيلاكويد , بينما تنتقل الإلكترونات في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع (السلسلة التركيبية الضوئية الأولى) , ينتج عن هذا النقل تحرير طاقة تستعمل في ضخ البروتونات من الحشوة إلى تجويف التيلاكويد .

اذن خلال هذه الخطوة تم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة اسموزية كيميائية .

إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ، ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر ATP سينتاز .تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلىATP في وجود الفوسفات اللاعضوي(Pi) :إنها الفسفرة الضوئية .

$$ADP + Pi \xrightarrow[ATPsynthase]{\text{طاقة}} ATP + H_2O$$

إذن خلال هذه الخطوة تم تحويل طاقة الاسموزية الكيميائية إلى طاقة كيميائية مخزنة في جزيئات الـ ATP .

- تتأكسد جزيئي اليخضور لمركز التفاعل للنظام الضوئي PSI تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخلية عن الكترونين غنية بالطاقة , تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون

الأكسدة والإجاع (السلسلة التركيبية الضوئية الثانية) إلى ان تصل إلى المستقبل الأخير للإلكترونات يدعى النيكوتين أميد ثنائي نكليوتيد فوسفات $NADP^+$ الذي يُرجع إلى $NADPH,H^+$ (مركب غني بالطاقة) بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل العام :

$$2(NADP^+) + 2H_20 \longrightarrow 2NADPH,H^+ + 0_2$$

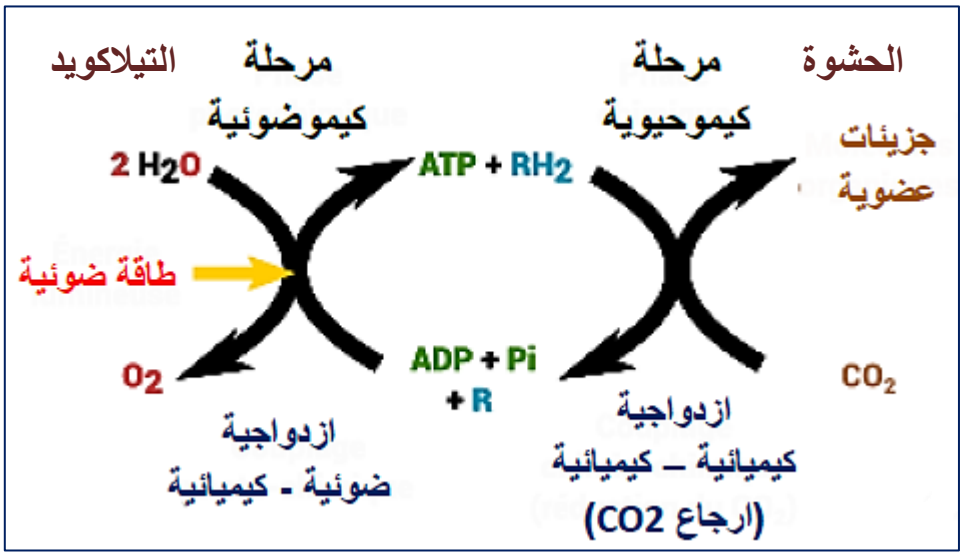
التحولات الطاقوية على مستوى الحشوة :

تعبرالحشوة مقر للمرحلة الكيموحيوية , يتم خلالها تثبيت CO2 (بتدخل انزيم RUBISCO) وارجاعه إلى مركبات عضوية مخزنة للطاقة باستعمال الطاقة الكيميائية (ATPو$NADPH,H^+$) الناتجة من المرحلة الكيموضوئية .
اذن خلال هذه المرحلة تم تحويل الطاقة الكيميائية (ATPو$NADPH,H^+$) إلى طاقة كيميائية مخزنة في الجزيئات العضوية :

$6\ CO_2 + 18\ ATP + 12\ NADPH,H^+$	$\longrightarrow$	$Glucose + 18\ ADP + 18\ Pi + 12\ NADP^+$

الخاتمة (الخلاصة) :

ان نوع التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى التيلاكويد والحشوة خلال عملية التركيب الضوئي مرتبط بالتركيب الكميوحيوي لكل منهما , على مستوى التيلاكويد يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة في (ATPو$NADPH,H^+$) , اما على مستوى الحشوة فيتم تحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في (ATPو$NADPH,H^+$) إلى طاقة مخزنة في الجزيئات العضوية .
تشير كذلك إلى وجود تكامل (ازدواجية) بين التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى غشاء التياكويد وتلك التي تحدث على مستوى الحشوة .



التمرين الثامن:

الجزء1 :

الفرضيتنان المقترحتان :

- يبدو المرجان في الشكل (ب) ملون بالاخضر الذي يعود إلى الاصبغة اليخضورية التي تمتلكها الطحالب المتعايشة مع المرجان.
- اما الشكل (أ) يبدو المرجان باللون الابيض. وعليه فسبب اللون الابيض للمرجان يعود إلى :

الفرضية1 :

- اللون الابيض للمرجان قد يعود إلى ان خلايا المرجان تفتقرإلى الطحالب الخضراء

الفرضية2 :

- الطحالب الخضراء المتعايشة مع المرجان اصبحت عاجزة على تركيب اليخضور نتيجة لطفرة وراثية .

الجزء2 :

1 – تفسير نتائج الشكل (أ) :

- يمثل الشكل (أ) تطور تركيز O_2 بدلالة الزمن في اوساط تحتوي على طحالب خضراء وفي شروط تجريبية مختلفة , في الضوء او في الظلام , في وجود او غياب CO_2.
- من 0 – 9دقائق , في غياب CO_2 وفي الظلام أو الضوء : نلاحظ تناقص في تركيز O_2 في الوسط من القيمة 200 إلى 70 (و.إ) ; يفسر ذلك باستهلاك O_2 في اكسدة مادة الايض الخلوي خلال ظاهرة التنفس الخلوي .
- من 9 – 15 دقائق , توفر CO_2 و الضوء : ارتفاع تركيز O_2 في الوسط من 70 إلى 230 (و.إ) ; يفسر ذلك بإنتاج O_2 من قبل الطحالب الخضراء خلال عملية التركيب الضوئي (الاكسدة الضوئية للماء) , كما ان شدة التركيب الضوئي اكبر باضعاف من الشدة التنفسية .
- من 15 – إلى 23د , توفر CO_2 وفي الظلام : نلاحظ تناقص في تركيز O_2 في الوسط من القيمة 230 إلى 150 (و.إ) ; يفسر ذلك باستهلاكه في اكسدة مادة الايض الخلوي خلال ظاهرة التنفس الخلوي وعدم قدرة الطحالب الخضراء على القيام بعملية التركيب الضوئي .

تحديد نمط تغذية الطحالب الخضراء :

- تمتلك الطحالب الخضراء اليخضور فهي قادرة على تركيب مادتها العضوية بفضل عملية التركيب الضوئي , هذه الاخيرة تتطلب توفر الضوء و CO_2 .

وعليه نمط تغذية الطحالب الخضراء : ذاتية التغذية

المعادلة الكيميائية الإجمالية لعملية التركيب الضوئي :

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

2 – مقارنة نتائج الشكل (ب) من الوثيقة2 :

- في الوسط1 : بعد 5 ثواني , نلاحظ وجود للمواد العضوية المشعة (الأحماض الأمينية ، الجلوكوز ...) في طحالب zooxanthelles . وبما ان المادة المشعة الوحيدة في الوسط هي ثاني أكسيد الكربون ، فهذا يعني أن هذه المواد العضوية قد تم تركيبها باستخدام هذا CO_2 المشع. هذا التركيب لا يحدث في الظلام. يؤكد هذا بان الطحالب الخضراء هي كائنات ذاتية التغذية.
- في الوسط3 , خلايا المرجان (البوليب) التي تفتقر إلى الطحالب الخضراء غير قادرة رغم توفر الضوء على تركيب الجزيئات العضوية المشعة طوال مدة التجربة , فهي غير قادرة على القيام بمعملية التركيب الضوئي (كائنات غير ذاتية التغذية) .

- المقارنة بين الوسطين 2 و3 : على عكس من تلك الموجودة في الوسط 3 , خلايا البوليب للوسط2 المرتبطة مع الطحالب الخضراء zooxanthelles تحتوي على مواد عضوية مشعة بعد 360 ثانية من بداية التجربة (مصدرها الطحالب الخضراء)

الاستنتاج :

- تغذية خلايا البوليب يتم تأمينه على الأقل جزئيا , من خلال المادة العضوية المركبة بواسطة الطحالب الخضراء المرتبطة بها .

3 – التأكد من صحة الفرضيتين من خلال الاستدلال بمعطيات الشكل (ج).

- من خلال نتائج الدراسات (1و2) : فاللون الابيض للمرجان يعود للإنخفاض في كثافة الطحالب الخضراء zooxanthelles في خلايا البوليب (المرجان) , وليس إلى غياب اليخضور لهذه الطحالب .
- الشكل (ج) من الوثيقة2 يؤكد هذه المعلومة المستخرجة , فالبوليب يطرد هذه الطحالب الخضراء , تكون هذه الظاهرة ضعيفة عند درجة حرارة 27م^0 وتصبح مهمة جدا (معتبرة) عند درجة حرارة 32م^0 .
- انخفاض عدد الطحالب الخضراء في خلايا البوليب عندما تنتقل درجة الحرارة من 27م^0 إلى 32 م^0 هي السبب في طرد الطحالب الخضراء من قبل خلايا البوليب , اذن طرد الطحالب راجع لارتفاع درجة الحرارة.
- **وهذا ما يؤكد صحة الفرضية 1 :** اللون الابيض للمرجان يعود إلى ان خلايا المرجان تفتقر إلى الطحالب الخضراء .

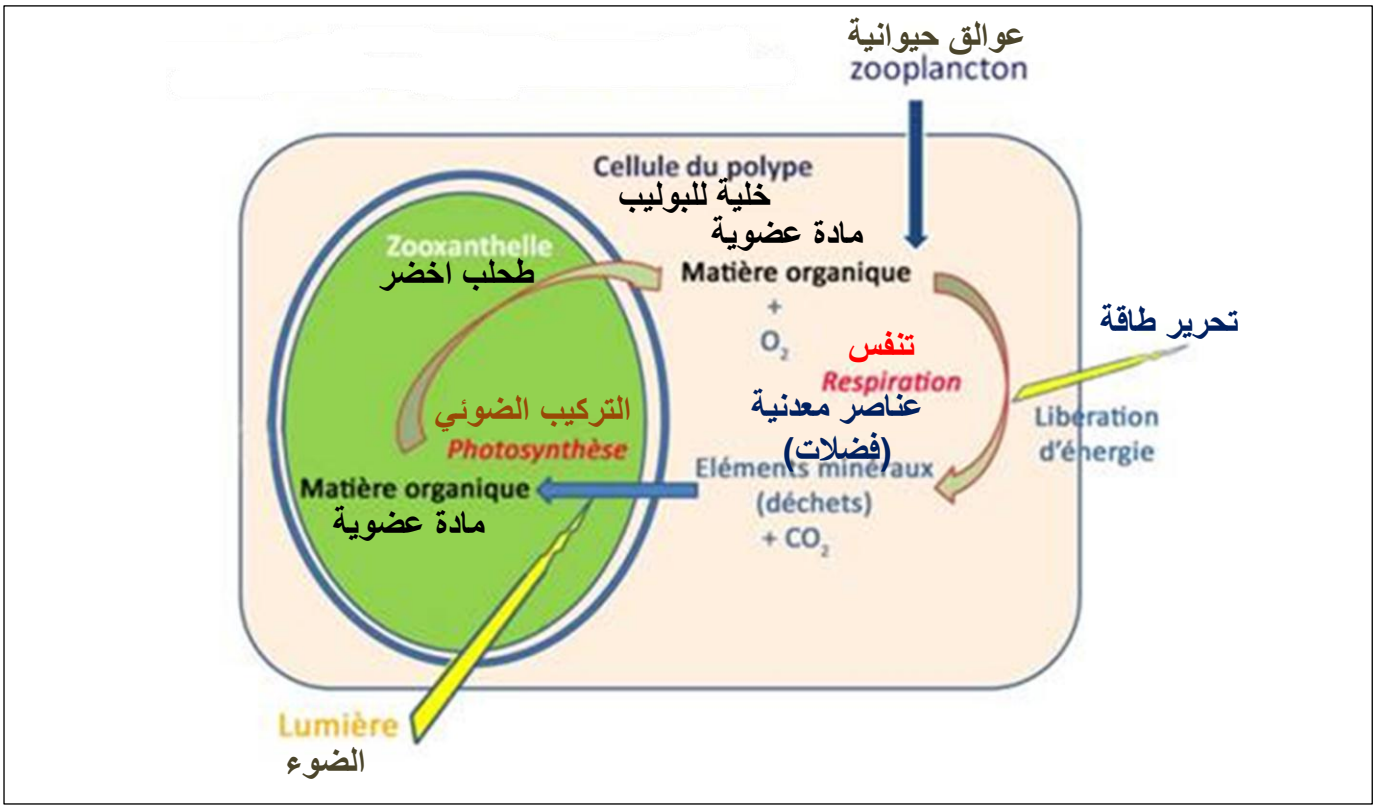
الجزء3 :

شرح سبب الموت الابيض للمرجان :

- تظهر الشعب المرجانية ارتباطا دائما بين البوليب (غير ذاتية التغذية) وطحالب خضراء (ذاتية التغذية) . البوليبات تستفيد من المواد العضوية التي تركبها الطحالب الخضراء .

تؤدي ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط (بسبب الاحتباس الحراري) إلى طرد جزء من الطحالب , يسبب ذلك ابيضاض البوليبات وبالتالي الشعب المرجانية ككل . بالإضافة لذلك , انخفاض في امداد البوليب بالمواد العضوية المركبة من قبل الطحالب الخضراء , يؤدي ذلك الى موت الشعب المرجانية (الموت الابيض .

رسم تخطيطي يبين التفاعلات الايضية المعنية (العلاقة بين البوليبات والطحالب الخضراء):



التمرين التاسع:

الجزء1:

1 - العلاقة بين عمل المركز التفاعلي و تحلل الماء :

- عند وصول طاقة الفوتون الضوئي الى صبغة المركز التفاعلي P680 تتهيج فتفقد الكترونا محملا بالطاقة مما يحفّز اكسدة الماء من اجل استراجاع اللإلكترون المفقود و يرافق ذلك انطلاق الـ O2.

2 - المشكلة العلمية المطروحة :

- كيف يتم انتاج جزيئة O2 رغم انه يرافقها تحرير اربعة الكترونات و المركز التفاعلي لا يحرر الا الكترونا و احدا اثر تهيج P680 لكل فوتون ضوئي ؟

3 - الفرضية التفسيرية : المعقد OEC يستقبل الإلكترونات الأربعة الناتجة عن تحلل جزيئتين من الماء ثم يمررها تدريجيا الى المركز التفاعلي اثر اكسدته حيث يتطلب ذلك 4 فوتونات ضوئية .

الجزء 2 :

1 - تحليل منحنى الوثيقة (2 - أ) :

- بعد الظلام و عند الومضة رقم 1 لا يتم تحرير الـ O2 .
- يتم انتاج كمية قليلة من الـ O2 عند الومضة الثانية ثم تبلغ الكمة ذروتها (الشوكة) عند الومضة الثالثة .
- يتم انتاج الـ O2 دوريا و تتكرر الذروات بعد كل 4 ومضات مع تناقص الظاهرة بمرور الوقت .

الإستنتاج : تحرير الـ O2 يتطلب 4 ومضات . اي كل نظام ضوئي يطلق جزيئة O2 مقابل 4 فوتونات ضوئية

- **استغلال الشكل (ب) :** شرح الحالات الي يمر بها المعقد OEC الذي يرمز له بـ S : توجد 5 حالات للمعقد S :
- الحالة S4 يكون اكثر اكسدة يحمل 4 شحن موجبة فيكتسب دفعة واحدة 4 الكترونات ناتجة عن اكسدة جزيئتين من الماء.كما يكتسب $2\ H^+$ فقط .ليتحول الى الحالة S0 .و يرافق ذلك انتاج جزيئة من الـ O2
- يتحول من الحالة S0 الى الحالة S1 بتحرير الكترون واحد و بروتون . ثم يتحول من الحالة S1 الى الحالة S2 بتحرير الكترون واحد فقط ،
- يتحول من الحالة S2 الى الحالة S3 بتحرير الكترون واحد و بروتون . ثم يتحول من الحالة S3 الى الحالة S4 بتحرير الكترون واحد فقط ، و بذبك يسترجع حالته الأكثر اكسدة ليعيد الكرة من جديد .
- باستغلال الشكل (ج) : عند التقاط P680 لطاقة الفوتون الضوئي يتهيج فيتاكسد فاقدا الكترونا محملا بالطاقة .
- يرجع $P680^+$ باكتسابه الكترون من اكسدة Tyr .
- التيروزين يرجع بالكترون الناتج عن اكسدة S1 الذي ينتقل الى الحالة S2 .

2 - تفسير نتائج تجربة جوليو :

- حسب المعلومات المقدمة : في الظلام يكون هذا المعقد في حالة S0 أو S1 حيث الحالة أكثر استقرارا هي S1 باعتبارها أكثر أكسدة من S0 بمعنى أن S1 فقد 1 إلكترون مقارنة ب S0 .
- بعد ومضة ضوئية ، 80 P6يتحول إلى +P680 حسب كوك عودة +P680 إلى P680 ينتج عنه انتقال المعقد من S1 إلى S2 .
- بعد الومضة الثانية يؤدي إلى انتقال المعقد من S2 إلى S3 و ذلك بزيادة تأين P680 .
- بعد الومضة الثالثة يتحول المعقد من S3 إلى S4 .

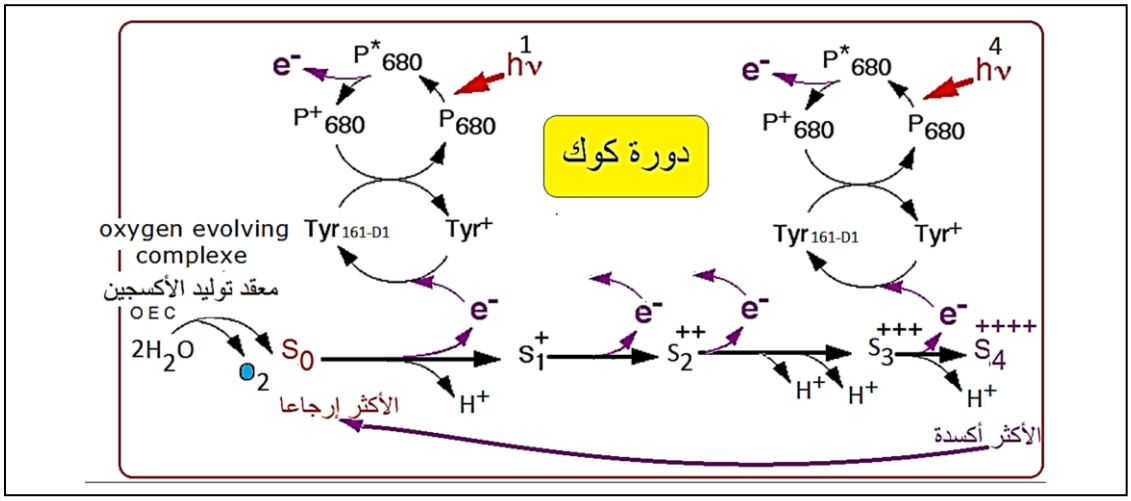
- عندما يكون المعقد في الحالة (S4) يكون قد حرر 4 إلكترون . و باستطاعته تفكيك جزيئات الماء (2 جزيئة) باقتناص 4 é من 2H2O ، يمكن إن يحرر جزيئة O2 و يعود إلى حالته S0 غير المستقرة.
- لذلك تتكرر الذروة بعد كل 4 ومضات حيث يتمكن المعقد S من استرجاع الحالة الأكثر اكسدة .

$S4^{++++}$ + 4e- --------> S0

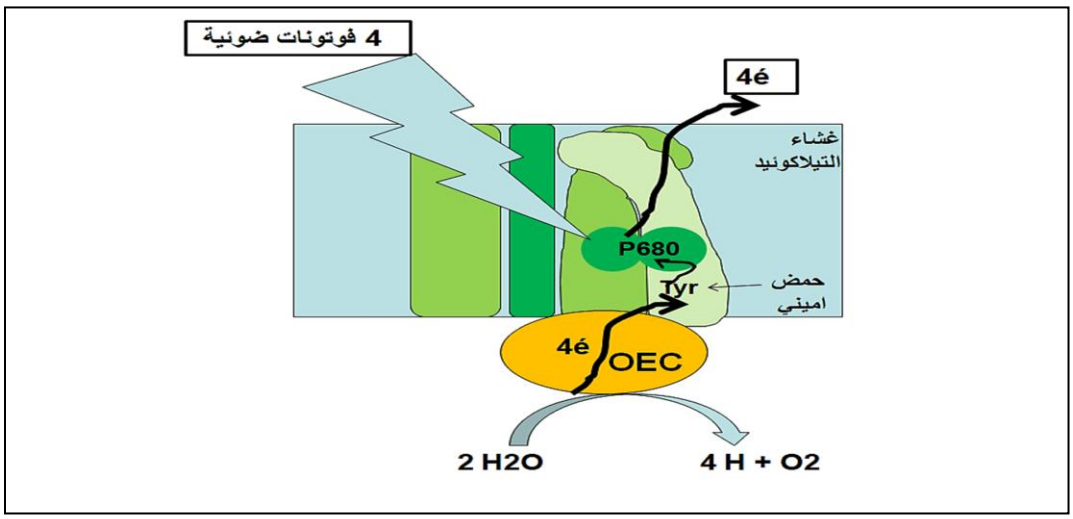
- **التأكد من صحة الفرضية :**

- بينت تجارب جوليو و كوك ان انتاج جزيئة O2 تتطلب تدخل المعقد OEC "oxygen evolving complexe" الذي يكتسب الألكترونات دفعة واحدة و يمررها تدريجيا الى المركز التفاعلي بتحوله من حالة اقل اكسدة الى اخرى اكثر اكسدة و يتطلب ذلك تهيج و اكسدة 4 جزيئات من P680 بفضل 4 فوتونات ضوئية . و منه الفرضية المقترحة صحيحة .

حلقة كوك :



آلية عمل النظام الضوئي الثاني



الجزء 3: