سلسلة التحضير الجيد للبكالوريا

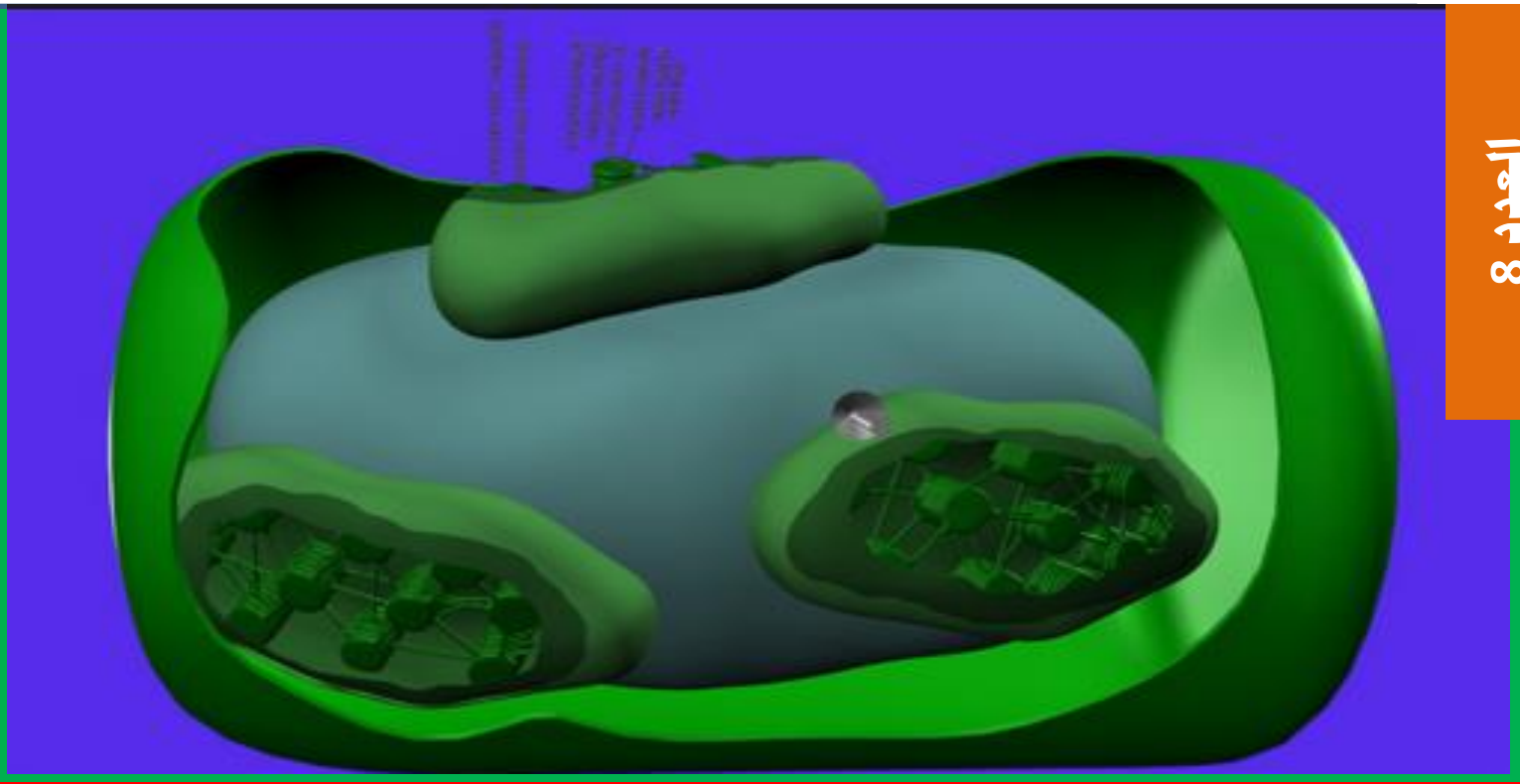
BAC 2017

مادة علوم الطبيعة والحياة

المجال2 : التحولات الطاقوية

الوحدة1 : تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية الكامنة

{أقرأ.....أفكر....و....أتساءل}



العدد 8

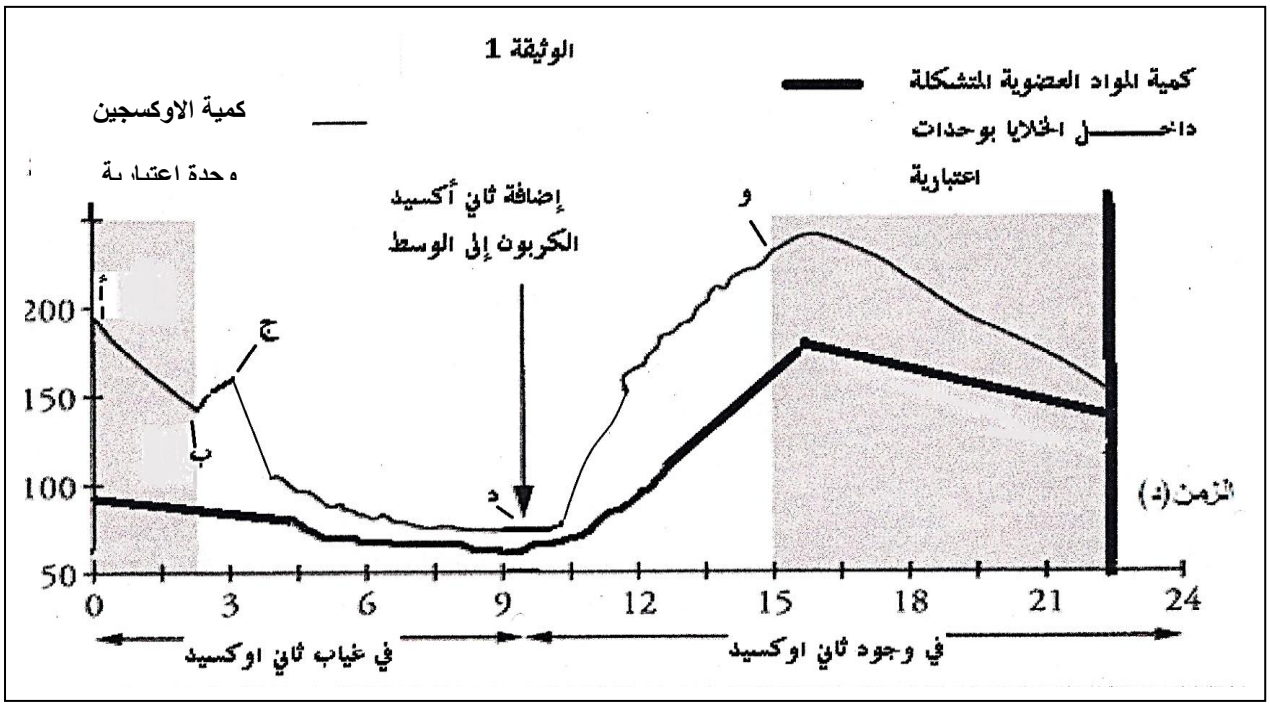
27 تمرين نموذجي مرفق بالتصحيح

تغطي كل أفكار الوحدة ومتوافقة مع المنهاج الرسمي



التمرين الأول

I - قصد التعرف على النشاط الذي تقوم به أشنه الكلوريلا ، نضع معلقا منها في وسط ملائم ، ثم نجري تجارب في غياب ثاني أكسيد الكربون ثم في وجوده خلال فترات متعاقبة من الظلام و الإضاءة ، ثم نتتبع كمية الأكسجين في الوسط و كمية المركبات العضوية المتشكلة . النتائج المحصل عليها ملخصة في الوثيقة 1 .



ملاحظة : يدل الشريطان الملونان على فترات الظلام بينما يدل الشريط غير الملون على فترة إضاءة

1 - **حلل** الجزء (أ ب) من الوثيقة 1 **مبرزا** سبب تناقص كمية الأكسجين في الوسط ملخصا الظاهرة المسؤولة عن ذلك بمعادلة كيميائية إجمالية .

2 - **حلل** الجزء (ب.ج) ثم(ج.د) **مبرزا** سبب الارتفاع ثم الانخفاض الحاصل في كمية الأكسجين في الوسط .

3 - **هل** توفر الـ CO_2 شرط ضروري لانطلاق الأكسجين؟**علل**.

4 - انطلاقا من تحليلك للجزء (د . و) ماذا تستنتج فيما يخص دور الـ CO_2 في انطلاق الأكسجين؟

5 - بماذا **تعلل** تقدم تشكل المواد العضوية عن بداية انطلاق الأكسجين؟

II - لتحديد مصدر الأكسجين المطروح في الوسط نجري التجربة التالية:
نضع طحالب خضراء في الماء مضاف إليه CO_2 ، ثم يوضع المعلق في وعاءين مختلفين من حيث نسبة الإشعاع في الماء و في CO_2 (إشعاع الأكسجين) ، و نعرضهما للضوء ، و عند انطلاق ال O_2 يجمع و تقاس نسبة الإشعاع فيه النتائج ممثلة في الوثيقة 2

1. **حلل** هذه النتائج ؟
2. . **ما هي المعلومة** التي يمكن استخلاصها .

الوثيقة 2	نسبة الجزيئات الحاوية O_2 المشع		
	الماء	CO_2	O_2 المنطلق
المعلق 1	0.85	0.20	0.85

التمرين الثاني

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

I – نضع مسحوق أوراق نبات السبانخ في وسط مناسب ثم نخضعها لعملية الطرد المركزي فنحصل على مستخلص خلوي به صانعات خضراء و ميتوكوندريات، ينقل هذا المستخلص إلى مسبار حيث يكون الوسط خال من غاز ثاني أكسيد الكربون ، يضاف لهذا الوسط خلال فترات معينة (1 و 2 و 3) كاشف هيل المتمثل في (DCPIP)

- يأخذ (DCPIP) لون أزرق عندما يكون مؤكسد و عديم اللون عندما يكون مرجع .

النتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة 1 :

حالة (DCPIP): يأخذ اللون الأزرق في (1) و (2) و(3) و (هـ) ويكون عديم اللون في (جـ) و(د) و(و) .

1 - بين انطلاقا من النتائج المحصل عليها و الممثلة بالوثيقة:

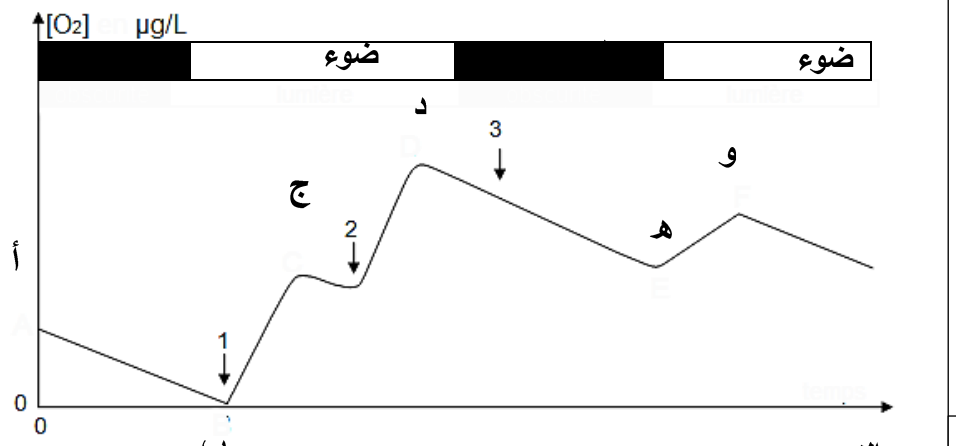
أ - أن الصانعات الخضراء المعزولة يمكن أن تطرح غاز الـ O2 في غياب غاز الـ CO2 .

ب- أن طرح الـ O2 يتطلب وجود مؤكسد في الوسط .

ج - أن كاشف هيل يتم إرجاعه في وجود الضوء (مستعينا بمعادلات كيميائية).

د - أن طرح الـ O2 مرتبط بإرجاع كاشف هيل .

2 – من خلال النتائج المتوصل إليها **استخلص** شروط انطلاق الأكسجين ؟



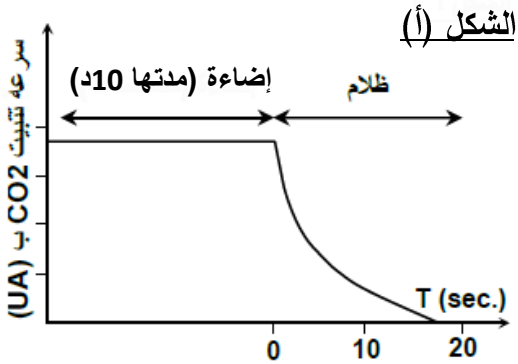
الوثيقة1

II – من اجل تحديد مصدر المركبات الضرورية لتثبيت غاز CO_2 من طرف الصانعة الخضراء ، نجري التجربتين التاليتين :

التجربة1 : تم تتبع تثبيت CO2 عند طحالب Scenedesmus خلال فترة ظلام سبقتها فترة إضـــــاءة مدتها 10 دقائق و يبين الشكل (أ) من الوثيقة 2 النتائج المحصـــــل عليهـــــا:

الشكل (ب)		كمية الإشعاع في المواد العضوية (دقة/د)
	ظـــــــــروف التجـــــــــربـــة	
1	مكونات الحشوة في الظلام مع CO_2 المشع	0
2	مكونات الحشوة في الظلام مع تيلاكويدات قضت فترة في الضوء و وضع الكل في الظلام معCO_2 المشع	96000
3	مكونات الحشوة مع تيلاكويدات و CO_2 مشع	0
4	مكونات الحشوة في الظلام معATP و $NADPH.H^+$و CO_2 المشع	97000

الشكل (أ)



الوثيقة2

1 – حلل منحنى الشكل (أ) .**ماذا تستنتج ؟**

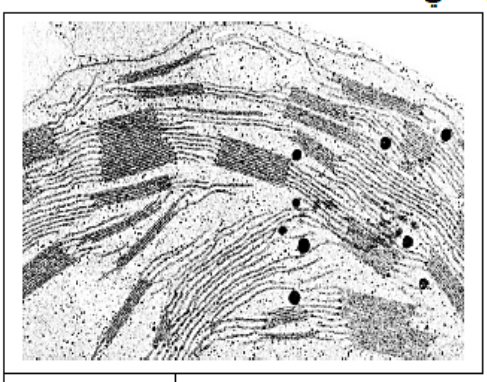
التجربة2 : قصد الكشف عن دور كل عنصر من عناصر الصانعات الخضراء في عملية التركيب الضوئي تم إجراء مجموعة من التجارب على أجزاء معزولة من الصانعات الخضراء. الظروف التجريبية ونتائجها موضحة في الشكل (ب) من الوثيقة2 .

2 – من **استغلالك** للشكل (ب) من الوثيقة2 ، **اشرح** تحث أي شروط يتم تثبيت غاز CO_2 .

III – نميز مرحلتين خلال عملية التركيب الضوئي ،من خلال المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة ومعارفك المكتسبة ، **استخرج** اهم الفوارق بين المرحلتين من حيث : النواتج المتشكلة ،مقر حدوثهما والشروط الضرورية لحدوثهما.

التمرين الثالث

تتميز النباتات الخضراء بقدرتها على تحويل الطاقة الضوئية وتخزينها في المركبات العضوية لتستعملها وكذا توفرها لباقي الأحياء. وبذلك تعتبر البوابة التي تدخل منها الطاقة الضوئية إلى العالم الحي.



الوثيقة (1)

I - تمثل الوثيقة (1) صورة بالمجهر الإلكتروني للصانعة الخضراء.

1- قدم رسما تخطيطيا للصانعة الخضراء يحمل كافة البيانات.

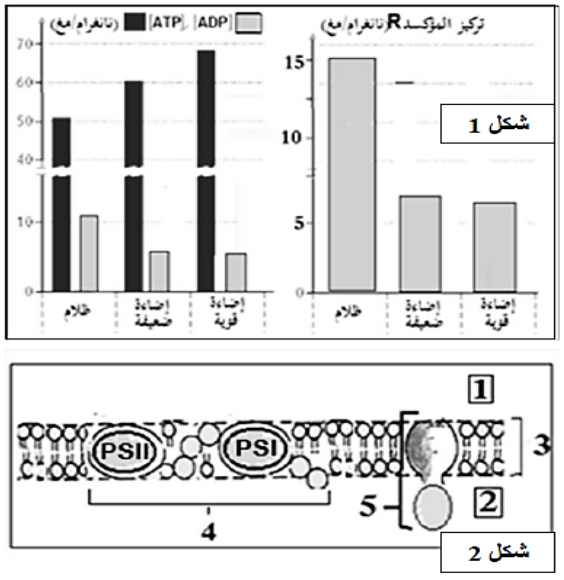
2- استخرج الميزة الأساسية لبنية هذه العضية التي تسمح بهذا التحول.

II- لدراسة بعض مظاهر هذا التحويل نستثمر المعطيات والتجارب التالية:

1- حضن أوراق نبات الشوفان في درجة حرارة 20 م° تحت شروط إضاءة مختلفة (ظلام، ضوء). بعد 3د تجمد ويقدر تركيز كل من ADP وATP و المؤكسد (R) (مستقبل الالكترونات) .

نعتبر أن التغيرات الملاحظة و الممثلة في الشكل (1) من الوثيقة (2) تترجم الظواهر التي تتم على مستوى الصانعة الخضراء.

– كيف تبين هذه النتائج التجريبية أن ATP وRH نواتج للمرحلة الأولى من التركيب الضوئي؟ وضح ذلك.



الوثيقة (2)

2 – تتحقق التفاعلات السابقة بفضل الدعامة الجزيئية الغشائية للصانعة الخضراء التي تعتبر مقرا لها والمبينة في الشكل(2) من الوثيقة (2).

أ- لخص بمعادلات كيميائية مختلف التفاعلات التي تسمح بتشكيل الـ ATP و RH ثم أنسبها إلى العناصر البنيوية الموافقة لها في الشكل (2) من الوثيقة (2)

ب - ماهي انعكاسات تأثير مادة DCMU التي تمنع انتقال الإلكترونات بين مكونات العنصر- 4 - على هذه التفاعلات ؟

- ماذا تستنتج إذن فيما يخص العلاقة بين 4 و5؟

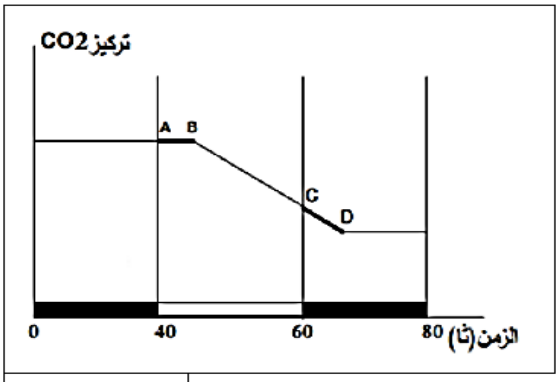
3 – قصد التعرف على العلاقة بين إنتاج الـ ATP وبناء الجزيئات العضوية،توضع الصانعات الخضراء في وسط زرع

يزود بـ CO_2* ،حيث يعرض بالتناوب للظلام والضوء لفترات زمنية متعاقبة. ثم نتابع تطور تركيز CO_2 المنحل في الوسط فنتحصل على النتائج المبينة في الوثيقة (3).

أ- حلل منحنى الوثيقة (3).

ب- ماهي المعلومة التي يقدمها الجزءCD،AB من المنحنى؟

ج- فسّر احتواء الجزيئات العضوية المتشكلة على الكربون المشع C*؟



الوثيقة (3)

III- مما سبق بيّن كيف تتحقق الازدواجية الطاقوية داخل الصانعة الخضراء في إطار التحويل الطاقوي المدروس.

التمرين الرابع

تسمح لنا الدراسات التجريبية في الوثائق أسفله من دراسة بعض المظاهر المرافقة لعملية التركيب الضوئي والتي تحدث على مستوى الصانعات الخضراء.

1 – نضع معلقا من الطحالب الخضراء في ماء أضيف إليه غاز CO_2 .ثم نحضر انطلاقا من معلقين (س) و (ع) يختلفان عن بعضهما من حيث نسبة جزيئات الماء المحتوية على ثنائي الاوكسجين المشع O^{18} من جهة ومن حيث نسبة جزيئات CO_2 التي تحتوي O^{18} من جهة أخرى. نعرض المعلقين (س) و (ع) إلى الضوء فنحصل بعد مدة على النتائج المدونة في جدول الوثيقة (1).

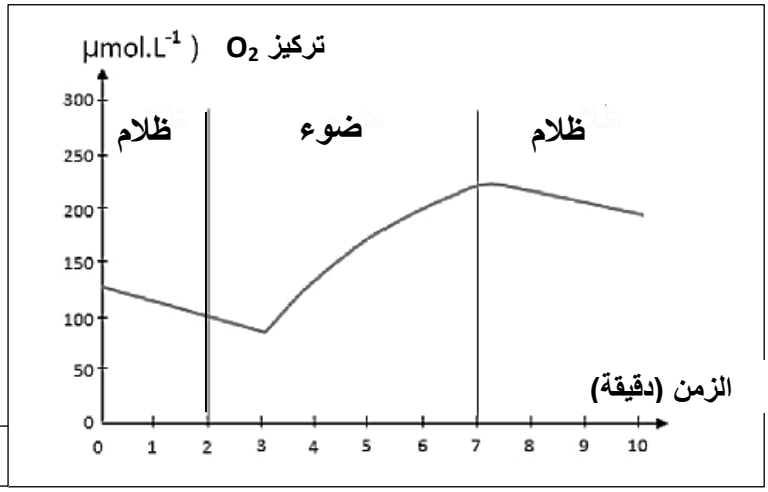
الوثيقة1	نسبة الجزيئات المحتوية على O^{18} (%)		
	H_2O	CO_2	O_2
معلق (س)	0.85	0.40	0.85
معلق (ع)	0.20	057	0.20

أ – ماهي الاشكالية المراد معالجتها من خلال هذه التجربة ؟

ب - حلل معطيات جدول الوثيقة (1) .

جـ - ماذا تستنتج؟

2 – نحضر رشاحة من مسحوق أوراق السبانخ بها صانعات خضراء معزولة تكون أغلفتها مخربة ثم نسكبها في حوض زجاجي شفاف خال من غاز CO_2 ، نضع هذا الحوض لمدة 10 دقائق وبالتناوب في الظلام وفي الضوء ، ثم نضيف أليه 0.5ml من فيروسيانور البوتاسيوم (كاشف تكون جزيئة الحديد فيه في حالة مؤكسدة) في الزمن ز= 3 دقائق . نقيس تركيز غاز O_2 في الرشاحة فنحصل على نتيجة القياسات المترجمة بالمنحنى الممثل في الوثيقة (2). كما يظهر التحليل الكيميائي للرشاحة في نهاية التجربة انها تحتوي على فيروسيانور البوتاسيوم تكون فيه جزيئة الحديد في حالة مرجعة.



الوثيقة2

أ – ما هو دور فيروسيانور البوتاسيوم ؟ وما علاقته بالاكسجين المطروح ؟ **وضح ذلك بمعادلات كيميائية.**
بـ - قدم تفسير لمنحنى الوثيقة (2) .
جـ - استخرج شروط انطلاق الاكسجين في هذه التجربة.
3 – نحضر خمسة أوساط تختلف فيها الشروط التجريبية من حيث التركيب والاضاءة .نضع في الاربعة الاولى صانعات خضراء سليمة استخلصت من خلايا يخضورية ، ونترك الوسط الخامس خال منها. نبحث بعد دقائق على تشكل جزيئات الـ ATP.المراحل والشروط التجريبية ممثلة في الوثيقة (3).

الأوساط	الشروط التجريبية				تركيب الـ ATP
	H_2O	ADP	Pi	ضوء	
1	+	+	+	+	.....
2	+	+	+	-	.....
3	+	+	-	+	.....
4	+	-	+	+	.....
5	+	+	+	+	.....

الوثيقة3

أ – ما النتائج التي تتوقع الحصول عليها فيما يخص تركيب الـ ATP ؟ **علل** إجابتك .
بـ - استنتج المرحلة التي يتم فيها انطلاق الـ O_2 , ومصدره , ثم **اقترح** المعادلات الكيميائية التي ترافق تشكله.

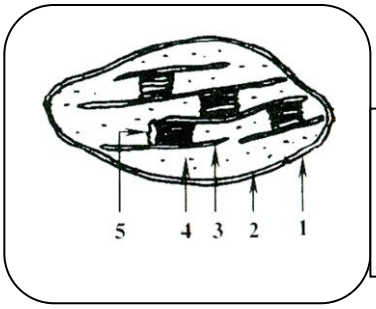
التمرين الخامس

لدراسة إحدى النشاطات الحيوية التي تتم على مستوى بعض العضيات الخلوية نقوم بالدراسات التالية :

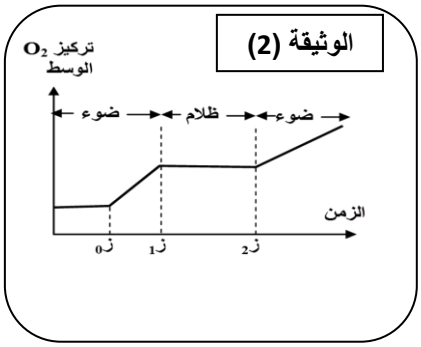
I / تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لما فوق البنية الخلوية لهذه العضيات .

1- تعرف على العضية المعنية مع تسمية العناصر المرقمة.

2- تزرع مجموعة من عضيات الوثيقة (1) في وسط فيزيولوجي مناسب وخال من CO_2 في وجود الضوء أو في غيابه ، في اللحظة ز0 يضاف للوسط مستقبل الإلكترونات الإصطناعي أكسالات البوتاسيوم الحديدي الثلاثي (Fe+++) وبتقنية خاصة نقيس تغيرات تركيز غاز O2 في الوسط النتائج مثلت في الوثيقة (2) .

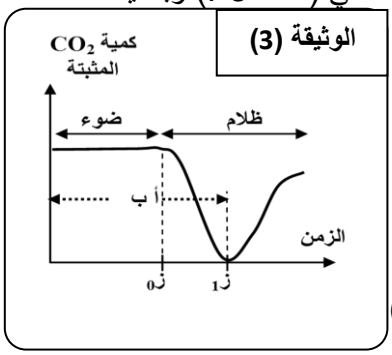


الوثيقة (1)



فسر هذه النتائج دعم إجابتك بمعادة كيميائية .

II / عرض معلق من عضيات الوثيقة (1) للضوء لمدة زمنية كافية وفي وسط غني بثاني أكسيد الكربون المشع $^{14}CO_2$ ثمتم قطع الإضاءة في اللحظة الزمنية ز0 ، قياس كمية $^{14}CO_2$ المثبتة من طرف هذه العضيات مكن من تسجيل الجزء (أ ب) من الوثيقة (3)



1) فسر الجزء (أ ب) ، واستنتج مراحل الظاهرة المدروسة .

2) في الزمن ز1 تم تزويد الوسط بكميات محدودة من NADPH.H+ وATP ، تتبع تغيرات كمية $^{14}CO_2$ المثبتة من طرف هذه العضيات مكن من تسجيل الجزء ما بعد ز1 من الوثيقة (3) .

ماهي المعلومة الإضافية الممكن الوصول إليها ؟

3) لخص الظاهرة المدروسة في معادلة إجمالية.

التمرين السادس

قام قافرون و زملاؤه عام 1951 بالتجربة التالية على مراحل

المرحلة الأولى :

عرض معلق أشنة خضراء" الكلوريلا" للضوء لمدة زمنية معينة مع تزويد الوسط ب CO2 مشع ، ثم نقل إلى الظلام ،النتائج موضحة في منحنى الشكل (1) من الوثيقة (1)

المرحلة الثانية :

أعيدت التجربة السابقة ، لكن بداية التجربة تمت بغياب CO2 مدة 1 سا ، ثم وضعت الأشنة في وسط يحوي ال CO2 مشع و في الظلام . نتائج التجربة موضحة في الشكل (2) من الوثيقة 12

المرحلة الثالثة :

أعيدت التجربة الثانية ، لكن بداية التجربة تمت بغياب الضوء مدة 1 سا ، ثم وضعت الاشنة في وسط يحوي ال CO2 المشع و في الظلام . نتائج التجربة موضحة في الشكل 3 من الوثيقة 1

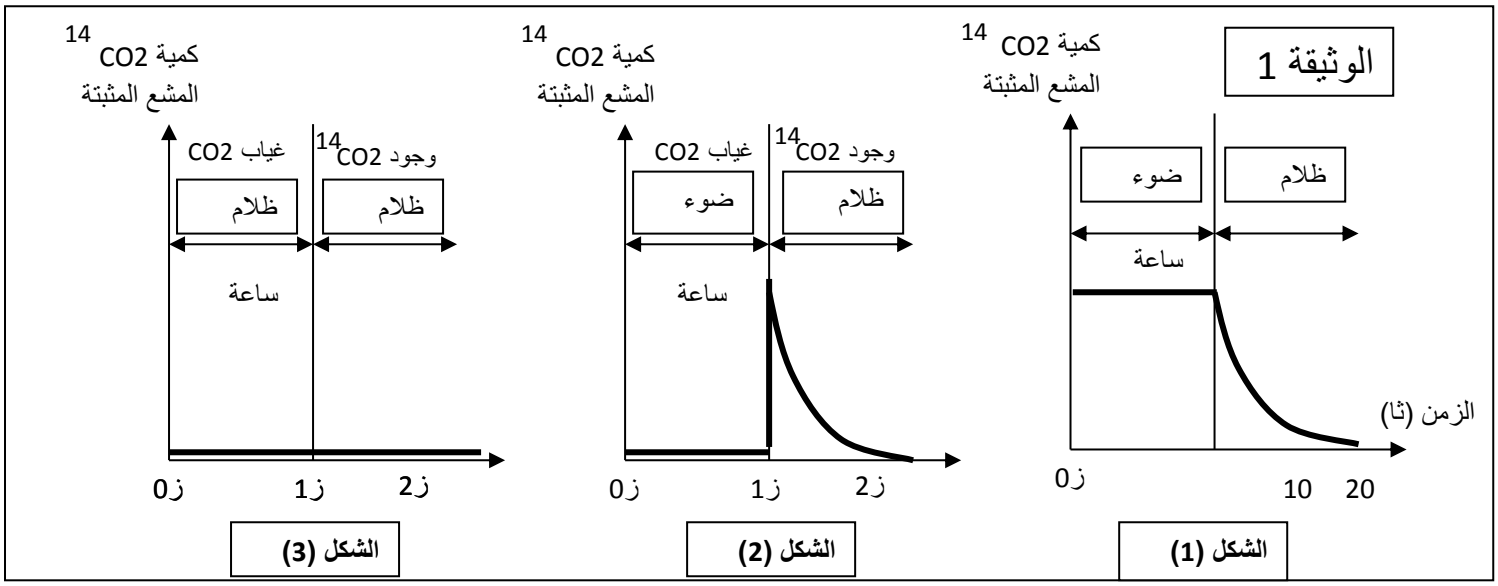
1- حلل منحنى الشكل 1.

2- ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء و غياب CO2 ؟

3- ماذا يحدث خلال ز1- ز2 بوجود CO2 و غياب الضوء ؟

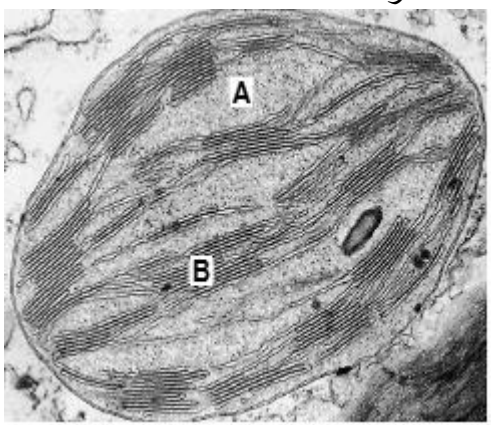
4- قارن بين نتائج المرحلتين الأخيرتين

5- ماذا تستخلص من هذه الدراسة ؟



التمرين السابع

لتعرف دور الصانعات الخضراء في عملية تحويل الطاقة الشمسية وانتاج المادة العضوية، نقترح المعطيات الموالية:
تمثل الوثيقة 1 صورة بالمجهر الالكتروني لصانعةخضراء



الوثيقة 1

1 ـ تعرف البنيتين A و B .

تم عزل التيلاكويدات واخضاعها للظروف التجريبية الممثلة في الوثيقة 2

الشروط التجريبية	**التجربة1:** بعد تثبيت Ph نجويف التيلاكويد في القيمة 7 توضع التيلاكويدات في وسط مظلم له نفس Ph=7 ويحتوي على ADP و Pi	**التجربة2:** بعد تثبيت Ph تجويف التيلاكويد في القيمة 4 توضع التيلاكويدات في وسط مظلم له Ph=8,5 ويحتوي على ADP و Pi	**التجربة3:** أعيدت التجربة2 في نفس الظروف التجريبية لكن باستعمال تيلاكويدات مجردة من الكريات المذنبة
النتيجة	عدم تركيب ATP	تركيب ATP	عدم تركيب ATP

2 ـ اعتمادا على تحليل نتائج التجارب استخلص شروط تركيب ATP .

3 ـ اكتب التفاعل الإجمالي المؤدي إلى تركيب ATP .

تم توزيع تيلاكويدات سليمة على أوساط مختلفة وأخضعت لظروف تجريبية مختلفة تمثل الوثيقة3 الظروف والنتائج التجريبية:

الوثيقة3

الوسط	العناصر المضافة للوسط					النتيجة
	الماء	ADP	Pi	NADP	الضوء	
1	+	+	+	+	+	ظهور O2 و ATP و $NADPH,H^+$
2	+	+	+	+	-	غياب O2 و ATP و $NADPH,H^+$
3	+	+	+	-	+	غياب O2 و ATP و $NADPH,H^+$

+ موجود - غير موجود

4 ـ اعتمادا على مقارنة نتائج الوسطين 1 و2، استخلص العلاقة بين الضوء وإنتاج O2 مبرزا التفاعل المؤدي إلى هذا الإنتاج.

5 ـ اعط تفسيرا لغياب إنتاج O2 في الوسط 3.

6 ـ اعتمادا على المعطيات السابقة وعلى معلوماتك، أنجز مخطط تبرز العلاقة بين الضوء، طرح O2، ATP و NADPH,H+ .

التمرين الثامن

تسمح الصانعات الخضراء باقتناص الطاقة الضوئية وتحويلها لتركيب الجزيئات العضوية.

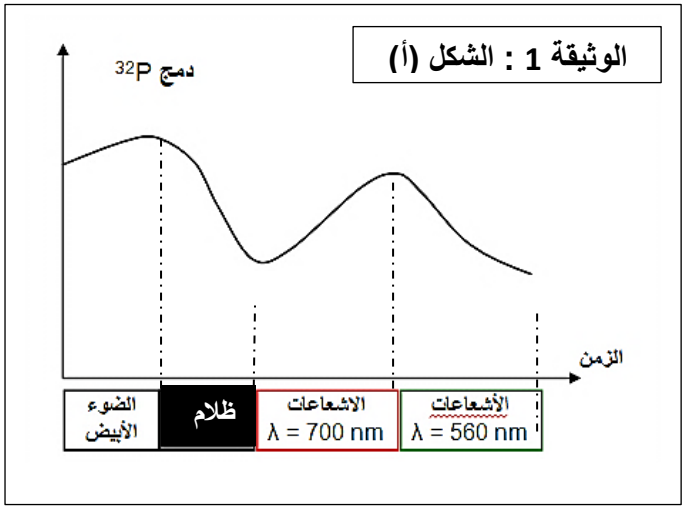
I- لغرض التعرف على العلاقة بين الضوء ، والـ ATP والمادة العضوية ننجز التجارب التالية :

التجربة 1 :

توضع الصانعة الخضراء المعزولة في وسط مغذي يحتوي على Pi مشع و ADP في شروط إضاءة مختلفة .

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الشكل (أ) من الوثيقة (1) .

الوثيقة 1 : الشكل (أ)



1 – ماهي المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليلك للمنحنى ؟

2 – ماهي العلاقة بين الطاقة الضوئية ودمج الفوسفور في الصانعة الخضراء ؟

التجربة 2 :

يوضع معلق الكلوريلا (طحلب أخضر وحيد الخلية) في ماء به CO2 ، الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في الجدول التالي:

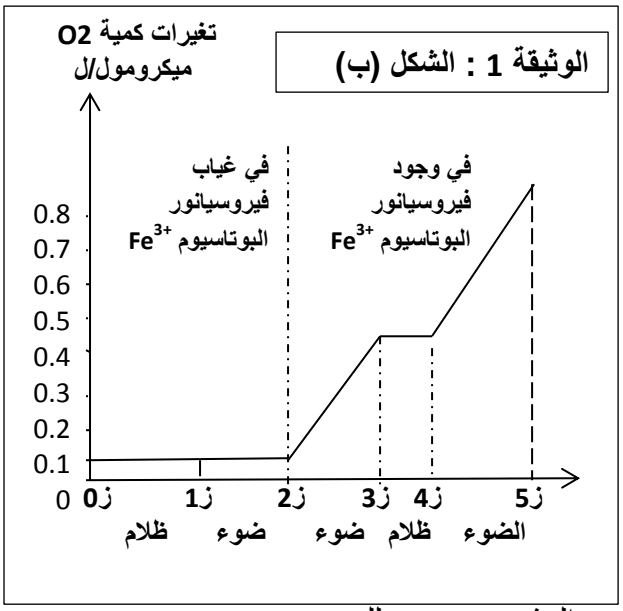
المعلق (أ)	H_2O مشع	CO_2 عادي	O_2 المنطلق مشع
المعلق (ب)	H_2O عادي	CO_2 مشع	O_2 المنطلق عادي

3 – حلل نتائج الجدول ؟ ماذا تستنتج.

التجربة 3 :

يوضع معلق الصانعة الخضراء في وسط خالي من الـ CO_2 في غياب و وجود مستقبل الفيروسيانور البوتاسيوم ، ثم نقيس كمية الـ O_2 المذاب في المعلق فنتحصل على النتائج الممثلة في منحنى الشكل(ب) من الوثيقة (1)، كما نجد أن فيروسيانور قد تحول من الحديد الثلاثي إلى الحديد الثنائي.

الوثيقة 1 : الشكل (ب)



4 – فسر المنحنى مدعما إجابتك بمعادلات كيميائية.

5 – استخلص شروط تحرير الأكسجين محددا الفاصلة الزمنية من المنحنى التي تؤكد ذلك.

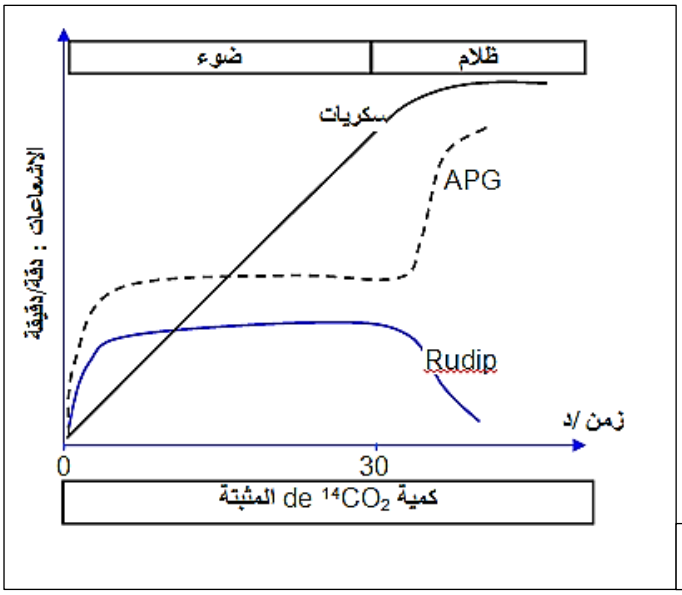
6 – انطلاقا من نتائج التجارب الثلاثة ومعلوماتك ، **وضح برسم تخطيطي متقن عليه كافة البيانات التفاعلات التي تمت على مستوى الصانعة الخضراء.**

II – لمتابعة مصير الـ CO_2 المثبت أثناء مراحل تحويل الطاقة ، وضع معلق الصانعة الخضراء في وسط غني بالـ CO_2 المشع ومعرض للضوء.

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (2).

1 - حلل وفسر المنحنى وماذا تستنتج ؟

2 – حدد العلاقة الموجودة بين الظاهرة الممثلة في الوثيقة 2 (في وجود الضوء) وتلك الممثلة في الشكل(ب) من الوثيقة 1 .



الوثيقة 2

التمرين التاسع

تؤدي النباتات اليخضورية وظيفة حيوية هامة تعتبر أهم ضمان لاستمرار الحياة.

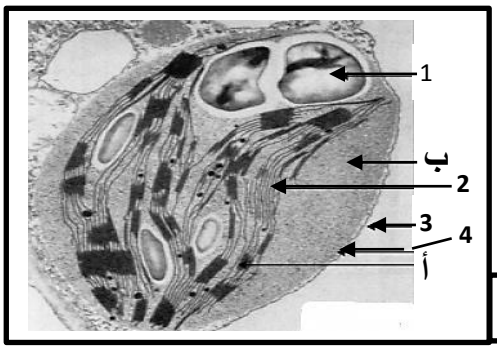
1 – تمثل الوثيقة (1) صانعة خضراء كما تبدو بالمجهر الالكتروني.

أ – تعرف على البيانات المرقمة (من 1 إلى 4) والمنطقتين (أ ، ب).

ب – استخرج الميزة الأساسية لبنية هذه العضية .

جـ - للصانعة الخضراء دور في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى .

- **حدد هذه التحويل ؟**



الوثيقة 1

2 – لدراسة الآليات المؤدية إلى تركيب الـ ATP في مستوى الصانعة الخضراء نجري التجارب التالية :

التجربة 1 : نضيف إلى معلق الصانعات الخضراء ماء به أكسجين مشع (O_2^{18}) ، نجدد خلال التجربة مستقبل الإلكترونات (الناقل المؤكسد) مع العلم أن المادة الأساسية للصانعة الخضراء تحتوي طبيعيا على ADP و Pi.

النتائج التجريبية ممثلة بمنحنى الوثيقة (2)

أ- فسر المنحنيين.

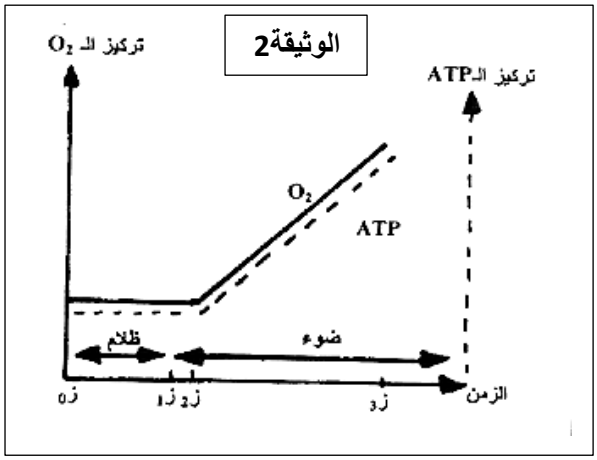
نعيد التجربة السابقة ، ولكن في غياب مستقبل الالكترونات، وعرض المعلق للإضاءة . نحصل على نفس النتائج الممثلة في الفترة المحصورة بين z_0 وz_1 .

ب – ماهي المعلومات المستخرجة من هذه النتائج ؟

جـ – إن النشاط الموضح في التجربة هو في الحقيقة عبارة عن مرحلة من مراحل آلية معقدة تحدث على مستوى الصانعة الخضراء.

- **كيف تدعى هذه المرحلة؟ ثم لخص آلية حدوثها؟**

التجربة 2 : عزلت الصانعات الخضراء ثم عرضت لضوء شديد



لمدة كافية في وجود CO_2 ، ثم تمت تجزئتها ، وزودت المنطقة (ب) من الوثيقة1 بـ C^{14} في وجود أوعدم وجود مكونات أخرى. النتائج يوضحها الجدول التالي :

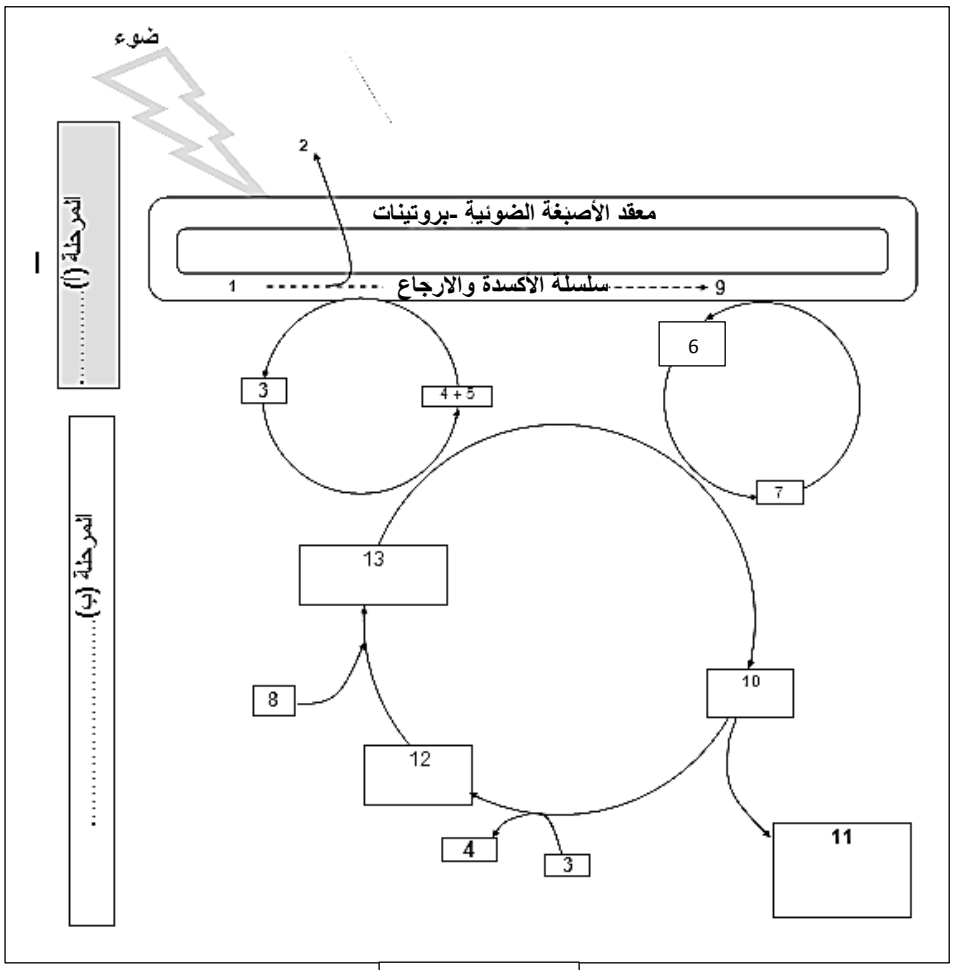
المراحل	الشروط التجريبية	$^{14}CO_2$ المثبت في المنطقة (ب) بوحدات إفتراضية
1	منطقة (ب) في الظلام	04000
2	منطقة (ب) في الضلام ، المنطقة (أ) من الوثيقة1 في الضوء	96000
3	المنطقة (ب) في الضلام +ATP	43000
4	المنطقة (ب) في الضلام + ناقل مرجع + ATP	97000

أ – ماهي المعلومات التي تستخلصها من توافق نتائج المرحلتين 2 و4 .

ب – إن تثبيت CO2 في المنطقة (ب) ينتج العنصر (1) المشار إليه في الوثيقة1 . كيف تفسر ذلك ؟

3 – بالاعتماد على المعلومات المستخلصة من الموضوع ، وبالاستعانة بمعلوماتك . ضع البيانات مكان الأرقام المؤطرة في الوثيقة (3)بعد إعادة رسمها بكل عناية.

أشرح في نص علمي وجيز التكامل بين المرحلتين المدروستين واللتان تحدثان على مستوى المنطقتين (أ و ب) .



الوثيقة3

التمرين العاشر

I – لخلايا النبات القدرة على استعمال الطاقة الضوئية و الاستفادة منها و ادخارها في مركبات عضوية تستعملها النباتات ثم باقي الأحياء ، فتكون بذلك النافذة التي منها تدخل الطاقة الضوئية إلى العالم الحي. نريد فهم آليات هذا التحويل الطاقوي من أجل ذلك أنجزت الدراسة التالية :

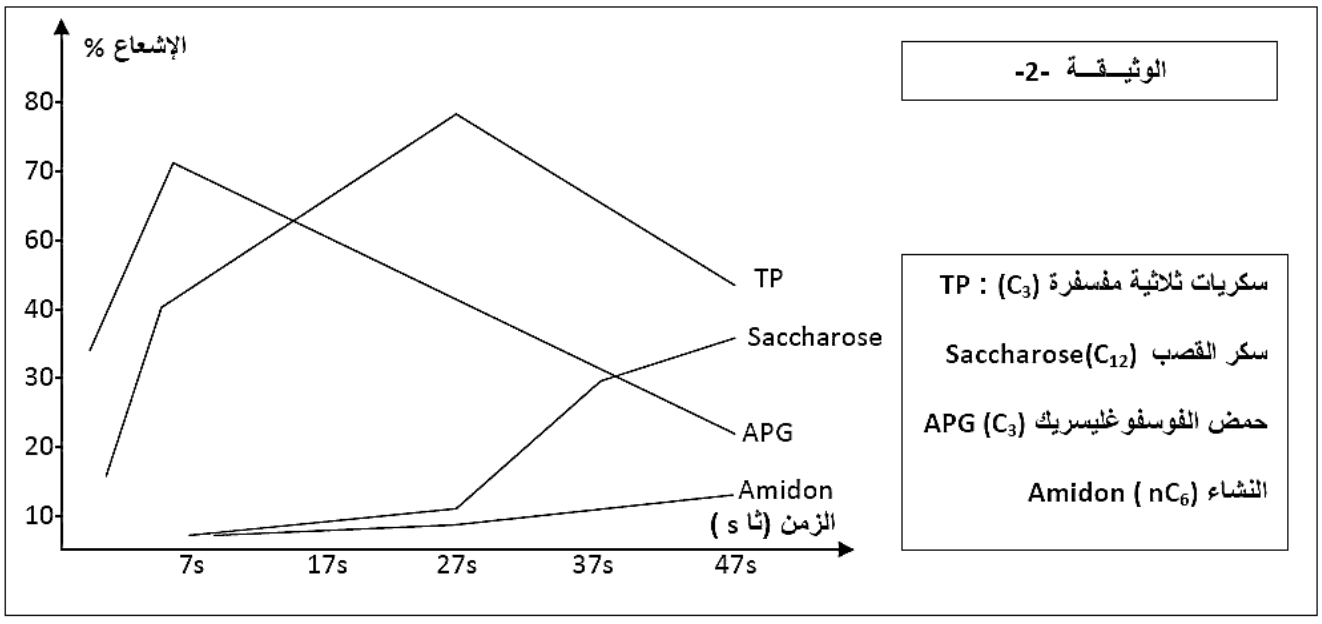
أ- يتضمن جدول الوثيقة 1 شروط و نتائج تجريبية أجريت على مكونات مختلفة للصانعات الخضراء

التجارب	الشروط التجريبية	النتائج
1	تيلاكويد + (ADP+Pi)، في وجود الضوء + HO_2 يحتوي على O_2 مشع	تشكل ATP في الوسط ، انطلاق O_2 مشع
2	مادة أساسية (ستروما أو حشوة) + (ADP+Pi) في وجود الضوء + HO_2 يحتوي على O_2 مشع	عدم تشكل ATP ، عدم انطلاق O_2
3	تيلاكويد + CO_2 يحتوي على C مشع ، في وجود الضوء	عدم استعمال CO_2
4	مادة أساسية + CO_2 يحتوي على C مشع ، في وجود الضوء	إشعاع المواد العضوية في الوسط = 2000 دقة/دقيقة
5	مادة أساسية + تيلاكويد +CO_2 يحتوي على C مشع ، في وجود الضوء	إشعاع المواد العضوية في الوسط = 96000 دقة/دقيقة

ما هي المعلومات التي تستخرجها من مقارنتك لمختلف التجارب حول آلية هذا التحويل الطاقوي ؟

ب-بحثا عن تفاصيل إحدى مراحل التحويل الطاقوي المعني بالدراسة أنجز Benson et Calvin (1950) التجربتين التاليتين :

التجربة 1 :تنمية خلايا طحلب أخضر في وسط غني بـ CO2 لمدة ساعة من الوقت تحت ضوء قوي ، تعرض خلايا الطحلب لغاز الفحم المشع لفترات زمنية قصيرة ثم تقتل بإسقاطها في الكحول المغلي لوقف كل التفاعلات الحيوية ، بعد فصل مكونات الخلايا يقاس على مستوى كل بقعة كمية الإشعاع ، نتائج التجارب توضحها الوثيقة2 :



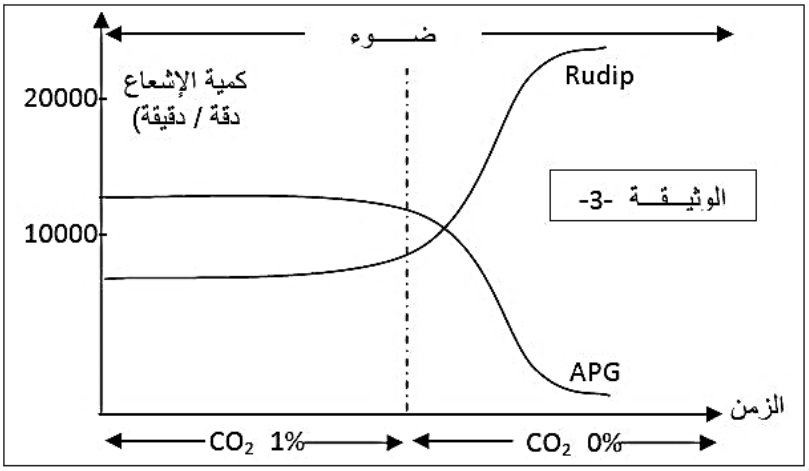
1- حدد تتابع ظهور الإشعاع في المركبات المختلفة

2- فسر تناقص الإشعاع في APG ابتداء من الزمن 7S ، وانخفاض كمية TP ابتداء من الزمن 27S .

3- ماذا تقترح فيما يخص مصدر APG ؟

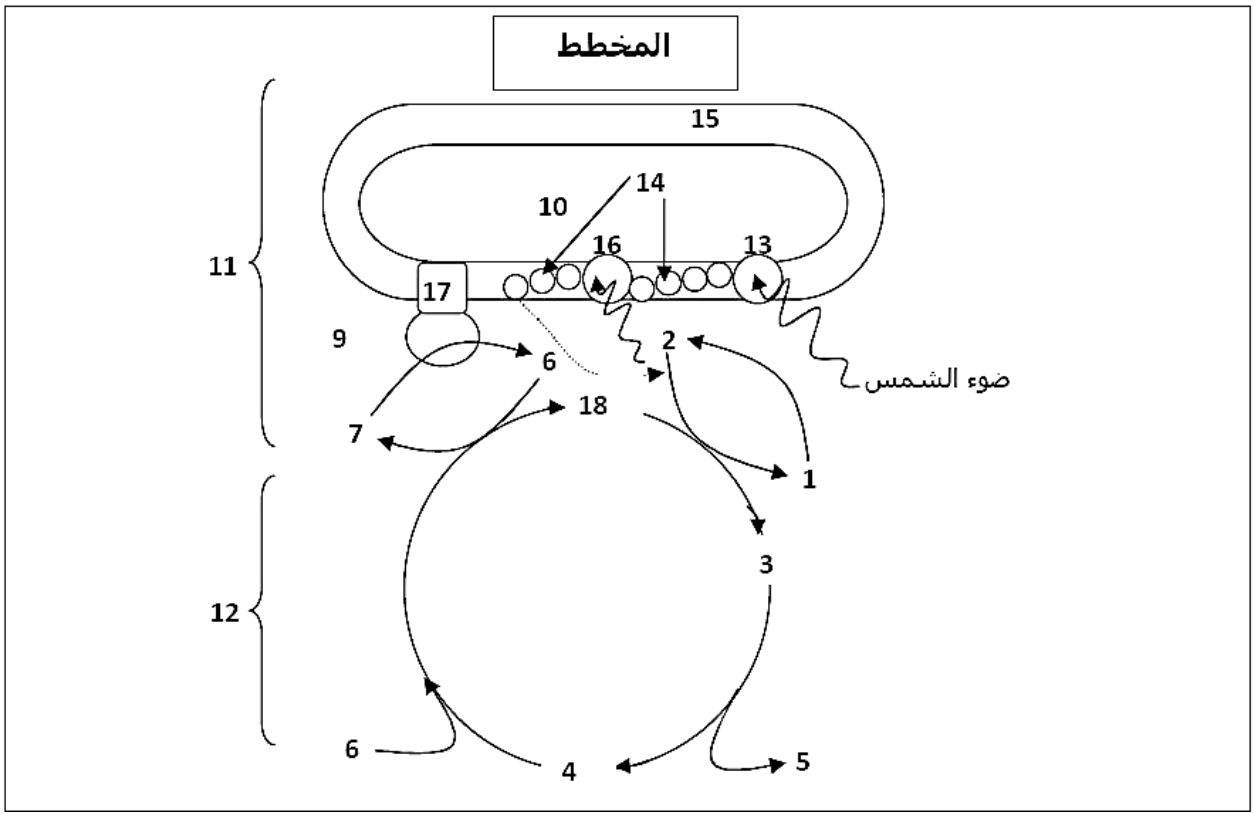
التجربة 2 :في شروط مماثلة للتجربة 1 ، يزود الطحلب بـ CO_2 المشع مند بداية التجربة و بعد فصل مكونات خلايا الطحلب تقاس كمية الإشعاع ضمن مركبين APG و Rudip في شروط مختلفة من الضوء و CO_2

تبين الوثيقة 3 النتائج المتحصل عليها من التجربة 2



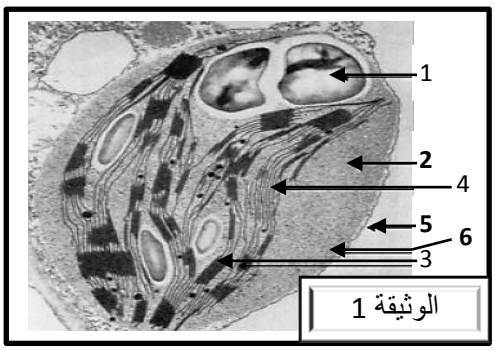
1-حلل منحنيات الوثيقة 3 ثم فسر تطور المركبين في الوسطين مبرزا العلاقة بينهما .
2-هل تسمح لك المعلومات التي توصلت إليها من تأكيد اقتراحاتك السابقة ؟

II - باستعمال المعلومات التي توصلت إليها من هذه الدراسة و معلوماتك أكمل المخطط بالمعلومات المناسبة بعد إعادة نقله على ورقة الإجابة .



التمرين الحادي عشر

تؤدي النباتات اليخضورية وظيفة حيوية هامة تعتبر أهم ضمان لاستمرار الحياة.



الوثيقة 1

1 – تمثل الوثيقة (1) صانعة خضراء كما تبدو بالمجهر الالكتروني.

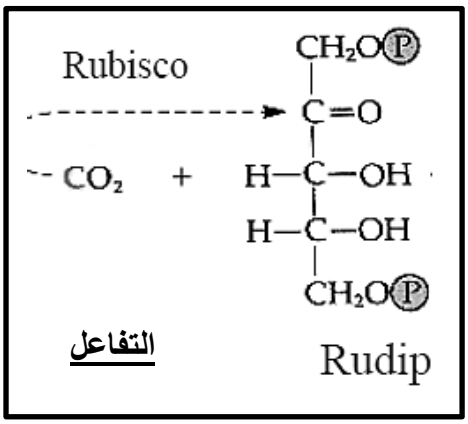
أ – تعرف على البيانات المرقمة (من 1 إلى 6) .

ب – استخرج الميزة الأساسية لبنية هذه العضية .

جـ - للصانعة الخضراء دور في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى .

- **حدد هذه التحويل ؟**

2 – تتطلب بعض التفاعلات التي تحدث على مستوى الصانعات الخضراء تدخل أنزيمات وأهمها أنزيم الريبلوز1-5 ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز أكسيجيناز(Rubisco) الذي يحفز تثبيت CO_2 على المستقبل Rudip (مركب خماسي الكربون) حسب التفاعل التالي :



التفاعل

يتكون Rubisco من تحت وحدتين : تحث وحدة كبيرة (54Kda) وتحث وحدة صغيرة (14.5Kda).لتحديد مقر تواجد الإنزيم أنجزت التجربة التالية :

❖ ***التجربة :***

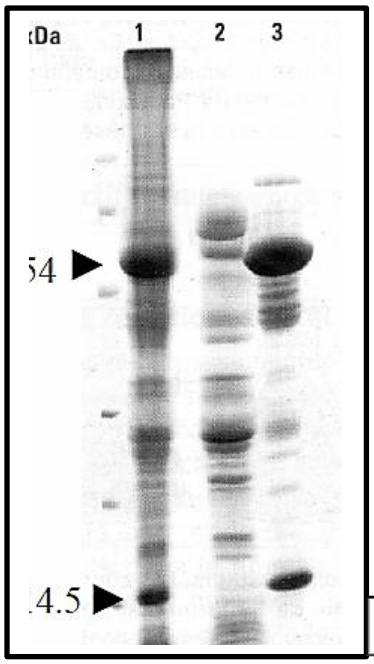
تستخلص من نبات السبانخ البروتينات ثم تخضع لتقنية الهجرة الكهربائية.

النتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (2) . حيث يمثل :

العمود رقم1 : بروتينات الصانعة الخضراء.

العمود رقم2 : بروتينات العنصر(3) من الوثيقة (1) .

العمود رقم3 : بروتينات العنصر (2) من الوثيقة (1) .



الوثيقة 2

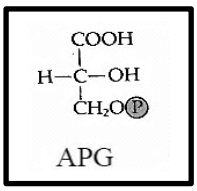
1 – حدد مقر تواجد أنزيم Rubisco في الصانعة الخضراء . علل إجابتك ؟

2 – ماذا تستخلص فيما يخص مقر تفاعلات إرجاع CO_2 ؟

3 - بينت الدراسات الكيميائية من الناحية الكمية أن لكل جزيئة CO_2 مدمجة يقابله الحصول على جزيئتين من APG (مركب كيميائي ثلاثي الكربون).

- **وضح ذلك بمعادلة كيميائية مبرزا فيها دور أنزيم Rubisco**

إذا علمت أن الصيغة المفصلة لـ APG هي :



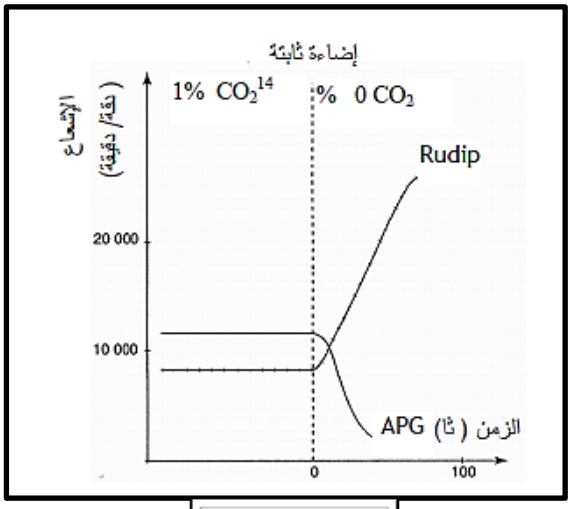
II – نجري سلسلة من التجارب على أشنة خضراء (كلوريلا)

❖ ***التجربة الأولى :***

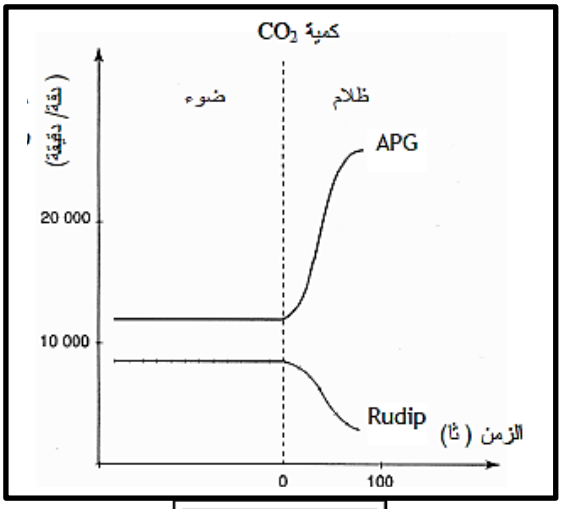
توضع أشنة خضراء (كلوريلا) في وسط مناسب يحتوي $^{14}CO_2$ (كربون مشع) وتعرض للضوء لمدة زمنية معينة وفي الزمن z_0 تنقل إلى وسط مناسب وخال من CO_2 .تقدر كمية كل من الـ Rudip والـ APG خلال فترة التجربة (الوثيقة 3 .أ).

❖ ***التجربة الثانية :***

توضع أشنة خضراء (كلوريلا) في وسط مناسب يحتوي $^{14}CO_2$ (كربون مشع) وتعرض للضوء لمدة زمنية معينة ثم تنقل في الزمن z_0 إلى الضلام وفي وجود $^{14}CO_2$ بكميات كافية وثابتة ، تقدر كمية كل من الـ Rudip والـ APG خلال فترة التجربة (الوثيقة 3 .ب).



الوثيقة 3 .أ



الوثيقة 3 .ب

1 – حلل التسجيلين لكل من الوثيقتين (الوثيقة 3 .أ) و(الوثيقة 3 .ب) المحصل عليهما في وجود كل من الضوء وغاز CO_2 .

2 – ماهي الفرضية أو الفرضيات التي تقترحها لتفسير هذه التسجيلات ؟

3 – أ - حلل النتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .أ) في غياب CO_2.

ب - ماذا تستنتج من تحليلك لمنحني (الوثيقة 3 .ب) المحصل عليها في الضلام ؟

4 – ماهي شروط إرجاع CO_2 التي تظهرها (الوثيقة 3 .ب) ؟

5 – كيف تفسر إذن النتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .ب) في الضلام ؟

6 – قدم تفسيرللنتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .أ) .

III – انجز مخطط بسيط تبين فيه الظواهر البيوكيميائية التي تحدث على مستوى العنصر(2) من الوثيقة (1) .

التمرين الثاني عشر

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

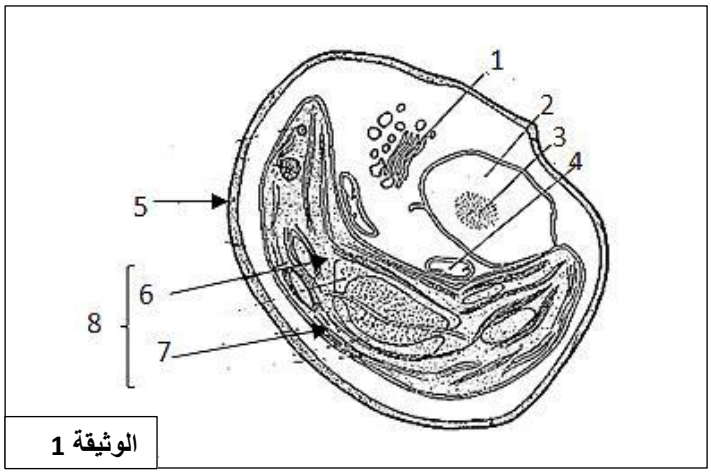
تمثل الوثيقة (1) أشنة الكلوريلا وهي كائن وحيد الخلية.

1 – تعرف على البيانات المرقمة من 1إلى8 .-

2 – ما نمط التغذية عند هذا الكائن؟علل إجابتك.

3 – اعد رسم العنصر (8) مع كتابة البيانات اللازمة .

II – لفهم دور العنصر (8) نحقق التجارب التالية :



الوثيقة 1

التجربة1 :

نضع معلق من العنصر (8) في وسط حيوي خالي من CO_2 في وجود كاشف ملون للأكسدة الإرجاعية هو : 2 -6 D (dichlorophénol-indophénol) الذي يأخذ اللون الأزرق في الحالة المؤكسدة وشفاف عند إرجاعه.

مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (2).

الأنابيب	محتوى الأنابيب	شروط التجربة	النتائج بعد 10 دقائق
المجموعة1	معلق العنصر (8)+ 2-6D في غياب الـ CO_2	معرضة للضوء	زوال اللون الازرق لـ 2-6D
المجموعة2	معلق العنصر (8)+ 2-6D في غياب الـ CO_2	موضوعة في الضلام	بقاء اللون الازرق
المجموعة3	معلق العنصر (8) في درجة حرارة 100م^{o}+ 2-6D في غياب الـ CO_2	معرضة للضوء	بقاء اللون الازرق

الوثيقة 2

1 – فسر هذه النتائج مستعينا بمعادلات كيميائية .

التجربة 2 :

نضع في كل من 5 أنابيب اختبار : 0.5Ml من محلول معلق العنصر (8) - 1Ml من محلول ADP ذو PH=6 -120 µg من فوسفات غير عضوي Pi

الشروط والنتائج التجريبية موضحة في الجدول التالي :

رقم الانابيب		1	2	3	4	5
الشروط التجريبية		ضوء ADP+ +TCA	ظلام ADP+	ضوء +ADP + العنصر (8)مغلية	ضوء + ADP	ضوء بدون ADP
نتيجة معايرة Pi في المحلول بـ (µg)	بداية التجربة ز=0 ملي ثانية	120	120	120	120	120
	نهاية التجربة ز=01 ملي ثانية	120	120	120	60	100

ملاحظة : **TCA** : مادة تثبط التفاعلات الانزيمية.

أ – حلل ثم فسر النتائج المحصل عليها في الانابيب الخمسة.

ب – استنتج شروط استعمال Pi من طرف العنصر (8)؟

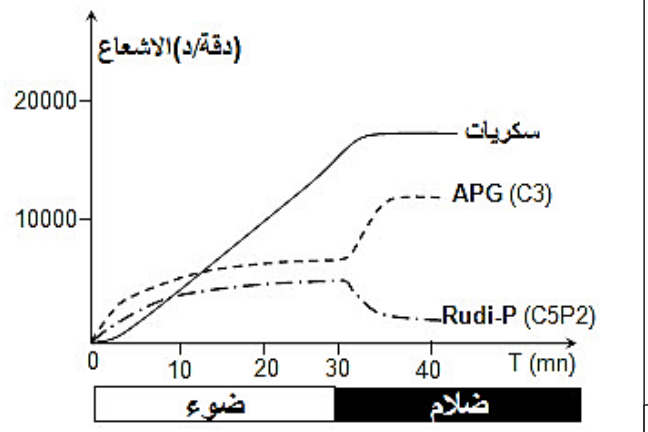
التجربة3 :

نضع معلق العنصر (8) في وسط حيوي يحتوي على CO_2 مشع معرض للضوء ثم للضلام ، ونتبع تطور الإشعاع خلال مدة زمنية ، النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).

1 – فسر المنحنى.

2 – هل تسمح هذه النتائج بتحديد الجزيئة العضوية المستقبلة لـ CO_2 ؟ علل إجابتك.

3 – بين بدقة العلاقة بين المركبين Rudip و APG بمخطط بسيط.



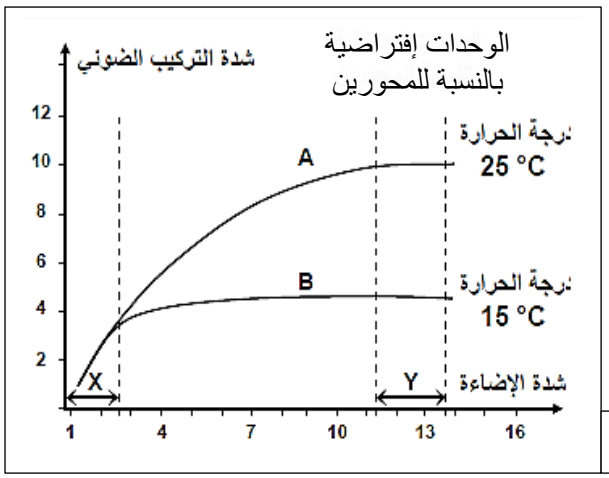
الوثيقة 3

التمرين الثالث عشر

لمعرفة كيفية تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية نقترح عليك الدراسة التالية:

I- أهتم Blackman بدراسة تأثير درجة الحرارة وشدة الإضاءة على شدة التركيب الضوئي، فحصل على النتائج الممثلة في الوثيقة(1).

افترض Blackman وجود نوعين من التفاعلات في ظاهرة التركيب الضوئي :تفاعلات كيموضوئية وأخرى كيميائية حرارية (Thermochimiques).



الوثيقة1

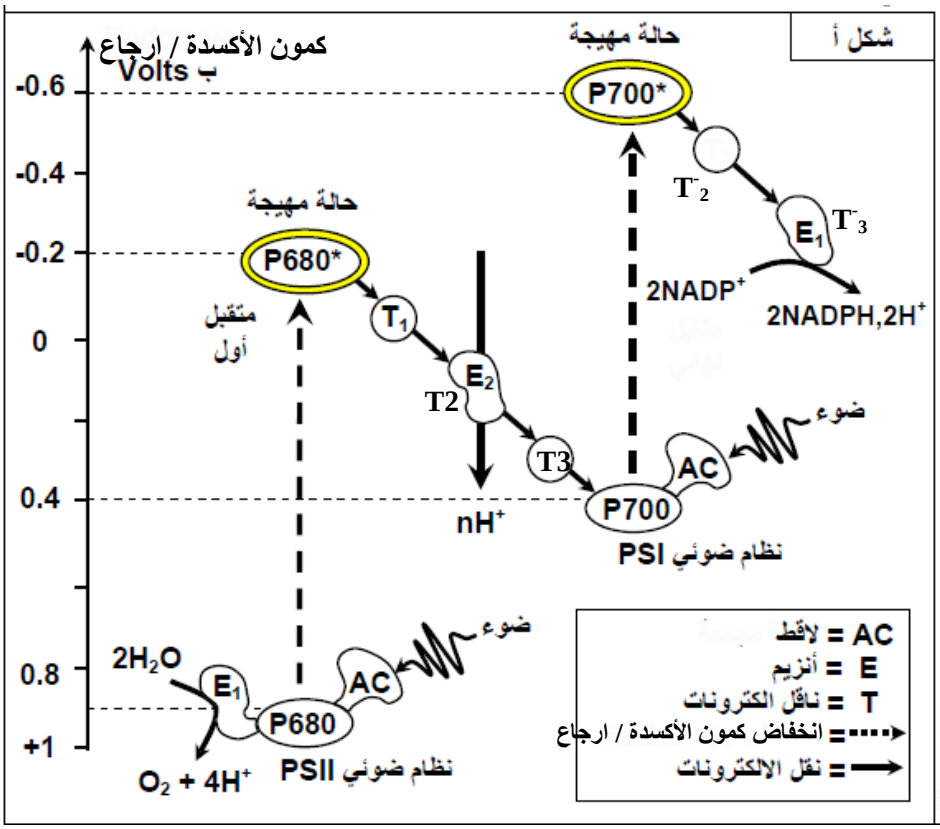
1 – علل هذا الافتراض انطلاقا من تحليل معطيات هذه الوثيقة.

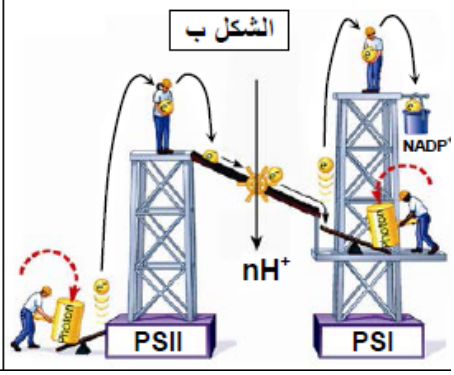
2 - يبين الشكل أ من الوثيقة (2) قيم كمون الأكسدة / ارجاع لنواقل الالكترونات .ونعلم أن الالكترونات تنتقل تلقائيا في اتجاه كمون الأكسدة / ارجاع متزايد مع تحرير الطاقة، ولا تنتقل في اتجاه كمون الأكسدة / ارجاع متناقص إلا إذا توفرت الطاقة.

أ – بالاستعانة بالشكل (أ) من الوثيقة1 ، **بين معللا** إجابتك كيف تنتقل الالكترونات عبر السلسلة من النواقل المبينة في الشكل (أ) .

ب - حدد المستقبل النهائي للالكترونات مستعينا بمعادلة كيميائية

جـ – بالاعتماد على معطيات الشكل (ج) من الوثيقة2 ، **حدد** ماهو مصدر H^+ ؟ **وماهو** مصيرها.





الوثيقة2

د – فسر تركيب جزيئة الـ ATP على مستوى الكريات المذنبة.

3 - ماهو الفرق في التركيز البروتونات H^+ بين تجويف التيلاكويد والحشوة؟

لوافترضنا ان :

- ضخ $2H^+$ عبر الناقل T2 بالإضافة إلى $2H^+$ الناتجة من تحلل الماء.
- التركيز كان متساويا بينهما ويساوي $10H^+$.

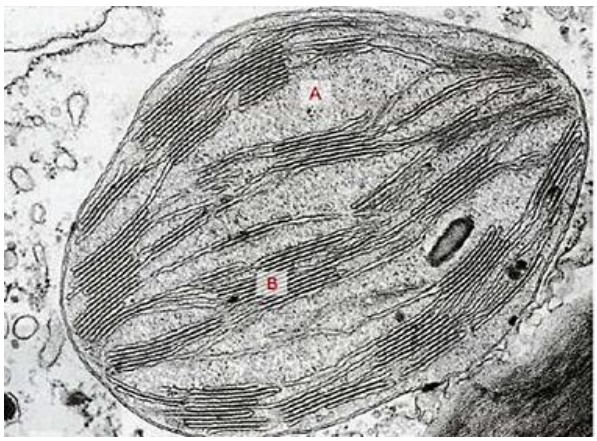
التمرين الرابع عشر

نرغب في هذا الموضوع دراسة آليات تحويل الطاقة من طرف العضية الممثلة في الوثيقة (1).

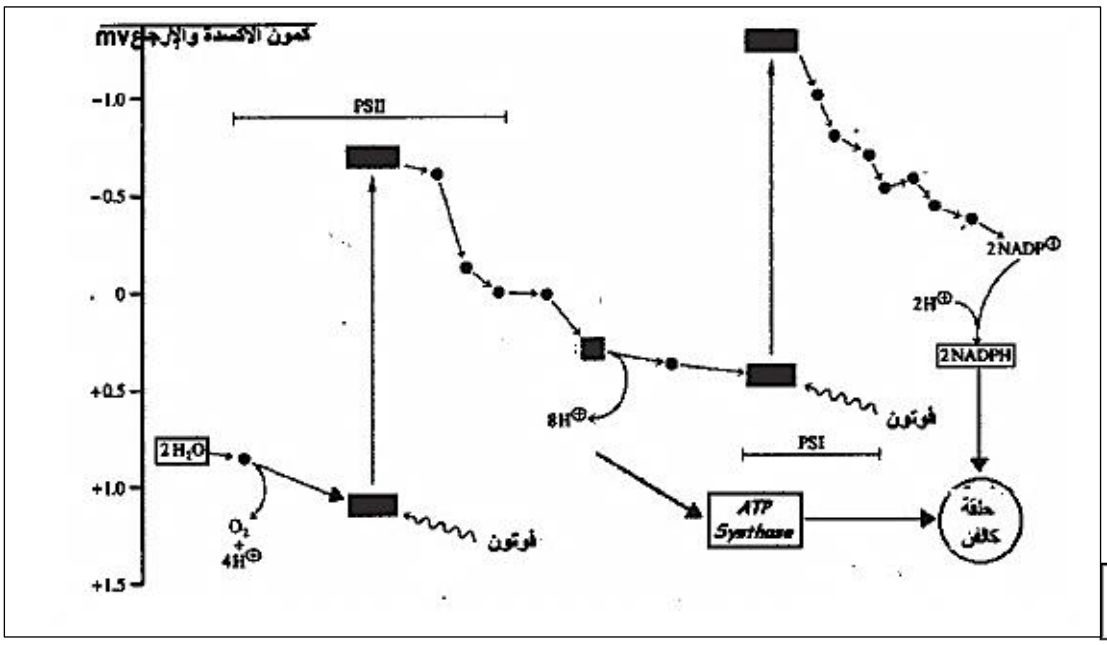
1 – تعرف على العضية، ماهي الظاهرة الطاقوية التي تحدث على مستواها ؟

2 – أعد رسم العضية مع كتابة جميع البيانات اللازمة.

3- لفهم بعض الآليات البيوكميائية التي تتم على مستوى هذه العضية نقوم بالدراسة التي أجريت على الأنظمة الضوئية ، نتائج الدراسة ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة 1



الوثيقة 2

أ – **حلل** الوثيقة ، وماذا تستخلص حول الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية ؟

ب – ماذا تستنتج حول آلية عمل الأنظمة الضوئية ؟

ج – ماهو مصير الالكترونات المتحررة ، **مدعما** اجابتك بمعادلات .

د – ماذا توفر التفاعلات الكيموضوئية لحلقة كالفن ؟

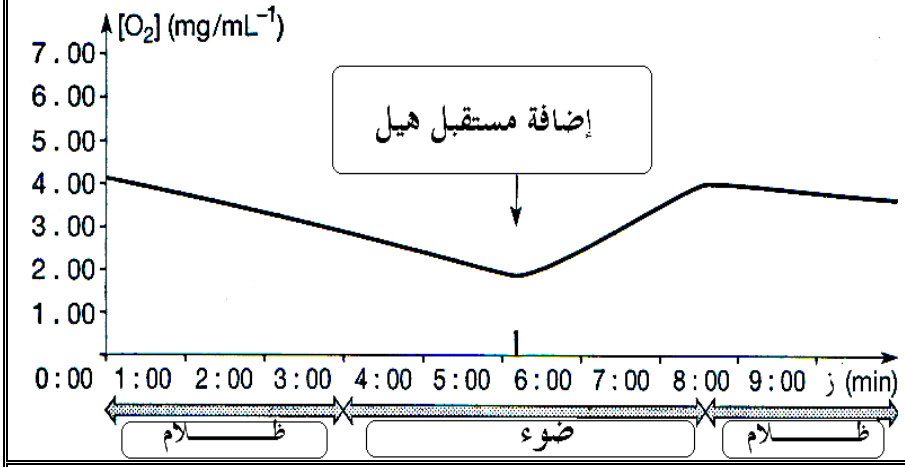
هـ بالاستعانة بما تقدم من هذه الدراسة ومعلوماتك ، **انجز** رسم تخطيطي وظيفي متقن تبين فيه العلاقة بين آليتي الظاهرة المدروسة .

التمرين الخامس عشر

لغرض تحديد شروط ودور التفاعلات المرحلة الكيموضوئية لعملية التركيب الضوئي أجريت التجربتان التالية:
التجربة الأولى: المرحلة(أ): نعزل معلق عضيات لخلايا نسيج أوراق نبات السبانخ يوضع المعلق في وسط به ماء يحتوي الأكسجين المشع (O18) بدلا من الأكسجين العادي (O16) ، و يعرض هذا المحضر للضوء النتائج المعادلة الكميائية التالية تلخص النتائجا لمحصل عليها :

$$6CO2 + 12H2O18 \longrightarrow C6H12O6 + 618O2 + 6H2O$$

المرحلة (ب) :
نعزل المعلق السابق في درجة PH=6.5 وبفضل تجارب مدعمة بالحاسوب (EXAO) نقيس تطور تركيز(O2) الأكسجين في هذا المعلق مع الزمن بوجود أو غياب الضوء مع إضافة مؤكسد في الوسط (مستقبل هيل)في اللحظة ز=6دقائق. و النتائج مدونة في منحى الوثيقة (1).



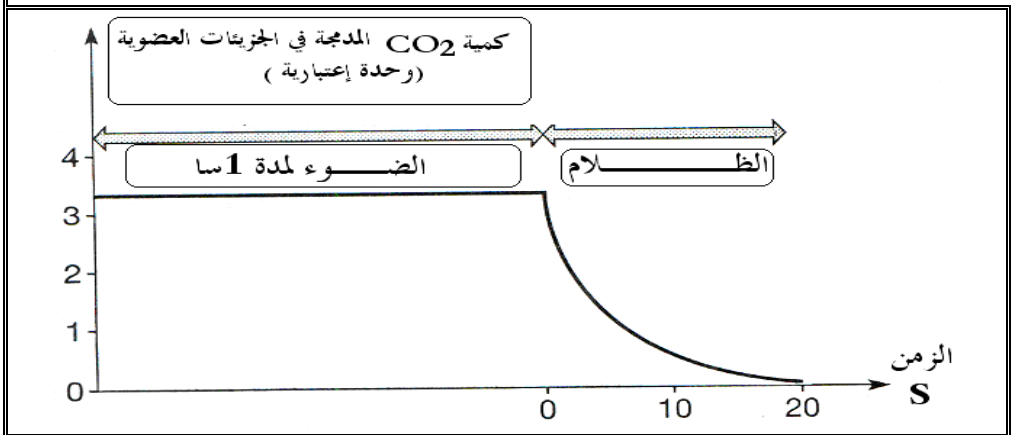
الوثيقة **(1)**

التجربة الثانية:

المرحلة (1): أجريت على معلق كييسات عزلت من صانعات خضراء. الخطوات والنتائج مدونة في الجدول التالي:

الخطوات	مكونات الوسط المحتوي على كييسات معزولة	الشروط	النتائج
1	محلول به مؤكسد ولكن خالي من ADP + Pi	الضوء	عدم تكوين الATP
2	محلول به مؤكسد و ADP + Pi	الضوء	تكوين الATP
3	محلول به مؤكسد و ADP + Pi	الظلام	عدم تكوين الATP
4	محلول به ADP + Pi و خالي من المؤكسد	الضوء	عدم تكوين الATP

المرحلة (2):
وضعت طحالب خضراء وحيدة الخلية في وسط غني بCO2به الكربون المشع(C14)عرضت لمدة 1سا لحزمة ضوء قوية ثم نقلت إلى الظلام وتم قياس كمية 14CO2 في المادة العضوية للطحلب الأخضر و النتائج مدونة في منح الوثيقة(2)التالية:



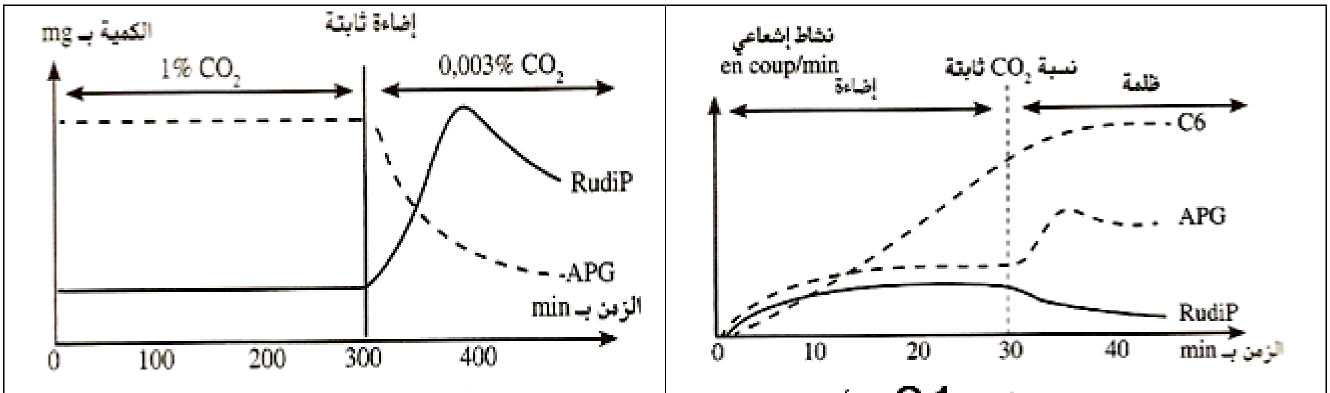
الوثيقة **(2)**

1- حلل وفسر نتائج مراحل كل تجربة .

2- استخلص بمخطط بسيط شروط تركيب ودور الجزيئات المركبة في المرحلة الكيموضوئية لعملية التركيب الضوئي.

التمرين السادس عشر

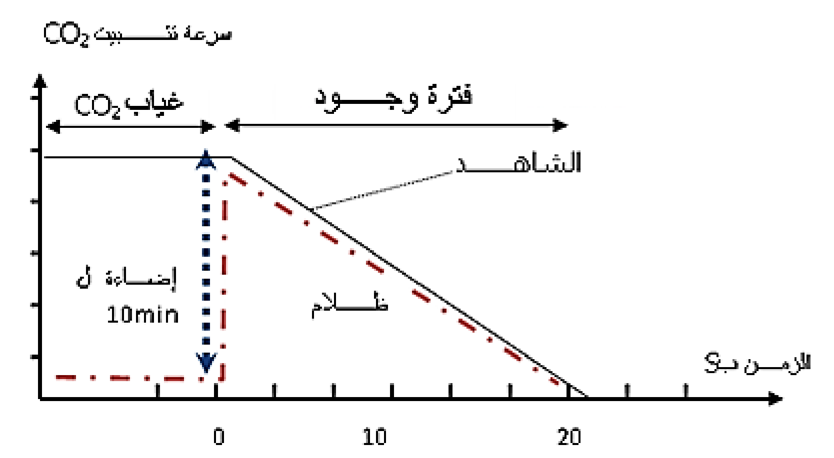
أ/ قارن الباحثان تركيز APG و Rudip خلال كل من فترة الإضاءة و الظلمة من جـــــهة (الوثيقة01 – أ-) و في حالة توفر CO_2 (1%) و الافتقار إليه (0.003%) من جهة أخرى (الوثيقة 01 – ب-)



الوثيقة 01 – أ –

الوثيقة 01 – ب –

1 - حلل الوثيقة (01 – أ-) و (01 – ب -) ، كيف يمكن تفسير هذه النتائج ؟
2- ماذا يمكن اســــــــتنتاجه من هذه التجارب ؟
3- لمـــــــــاذا يتـــــــــراكم APG في الظلام (غياب الإضاءة) ؟
ب / تم تتبع تثبيت CO_2 عند طحالب Scenedesmus خلال فترة ظلام سبقتها فترة إضــــــاءة مدتها 10min و تبين الوثيقة 02 جانبه النتائج المحصــــــــل عليهـــــــا:



الوثيقـــة 02

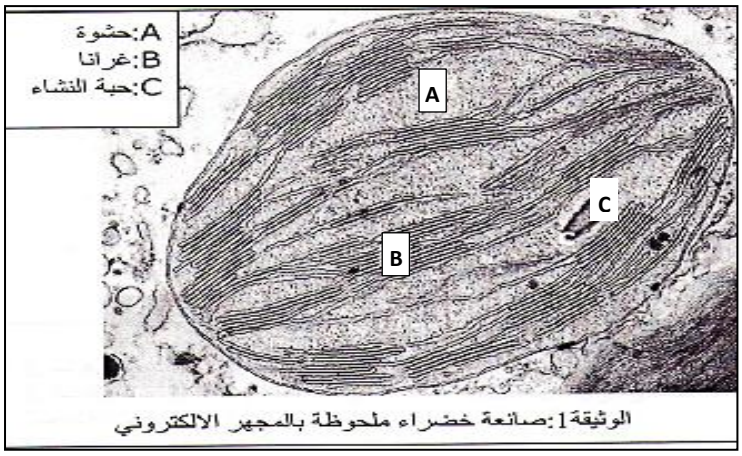
1 - ماذا يمكن استنتاجه من هـذه التجربة ؟
2- قصد الكشف عن دور كل عنصر من عناصر الصانعات الخضراء في عملية التركيب الضوئي تم إجراء مجموعة من التجارب على أجزاء معزولة من الصانعات الخضراء .

	ظـــــــــــــــــــــــــــــروف التجـــــــــــــــــــــــــــربـــــة	*كمية الإشعاع في المواد العضوية بـ Coups / min*
1	مكونات الحشوة في الظلام مع CO_2 المشع	*0*
2	مكونات الحشوة في الظلام مع تيلاكويدات قضت فترة في الضوء و وضع الكل في الظلام معCO_2 المشع	*96000*
3	مكونات الحشوة مع تيلاكويدات و CO_2 مشع	*0*
4	مكونات الحشوة في الظلام معATP و$NADPH_2$ و CO_2 المشع	*97000*

ـ **ماذا** يمكن **استنتاجــه** من هـذه المعطيات ؟

التمرين السابع عشر

- تتم عملية التركيب الضوئي في الصانعات الخضراء التي تتواجد في هيولى خلايا الانسجة اليخضورية اذ تاخذ اشكالا مختلفة حسب صنف النبات وتشترك في احتواءها على بنيات يتم على مستواها تفاعلات كميائية دقيقة .



الوثيقة1:صانعة خضراء ملحوظة بالمجهر الالكتروني

1) تمثل الوثيقة – 1 – صورة بالمجهر الالكتروني لصانعة خضراء .

أ – من خلال الصورة المجهرية قدم وصفا للصانعة .

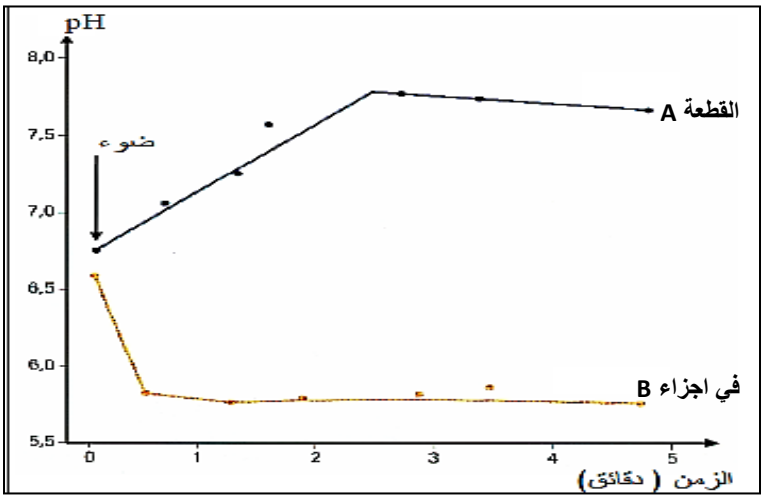
ب – جسد وصفك على رسم تخطيطي عليه جميع البيانات للصانعة الخضراء .

ج – من خلال ماسبق علل البنية الحجيرية للصانعة ؟ .

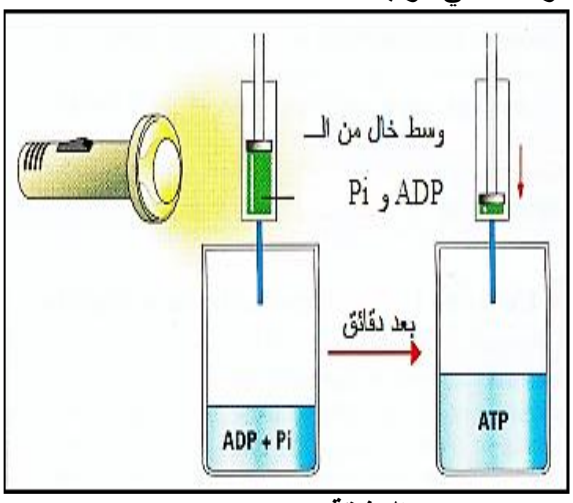
2) نركز في الدراسة التالية على القطعة B من الصانعة الخضراء (الوثيقة – 1 -) بحيث نعزل أجزاءها ونجري عليها عدة تجارب

التجربة 1 : سمح تتبع تغيرات تركيز ال H وذلك بقياس الPH في القطعة A (الوثيقة – 1 -) وفي الأجزاء المعزولة السابقة و المضاءة بشدة خلال عدة دقائق من الحصول عل النتائج الممثلة في الوثيقة – 2 - .

التجربة 2 : توضع الأجزاء المعزولة السابقة داخل محقنة معرضة للضوء لعدة دقائق و تحتوي على محلول معدل يسمح بتفاعلات الاكسدة و الارجاع و خال من (ال ADP و ال Pi) ، نضخ بعد ذلك محتوى المحقنة داخل وعاء موضوع في الظلام به محلول يحتوي على (ال ADP و ال Pi) ، الشروط و النتائج موضحة في الوثيقة – 3 - .



الوثيقة – 2 -



الوثيقة – 3 -

أ – **فيما** تتمثل الأجزاء المعزولة من القطعة B ؟ .

ب – ماهو الهدف من هذه الدراسة ؟ قدم ادلة من النصوص التجريبية المطروحة .

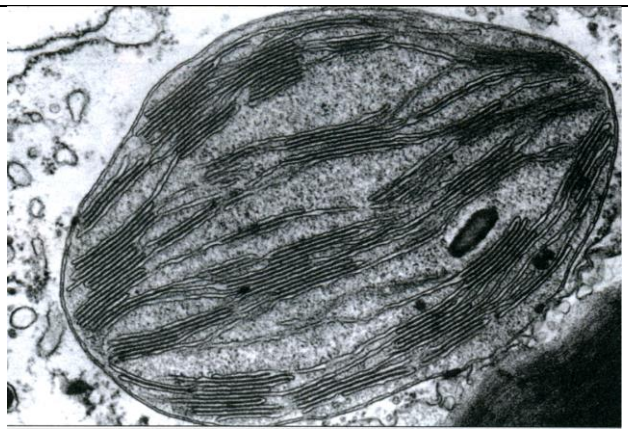
د – فسر نتائج الوثيقة – 2 - .

ج – بالاستعانة بمعلوماتك و بالوثيقة – 3 – **بين** الازدواجية بين تفاعلات الاكسدة و الارجاع في وجود الضوء و تركيب ال ATP

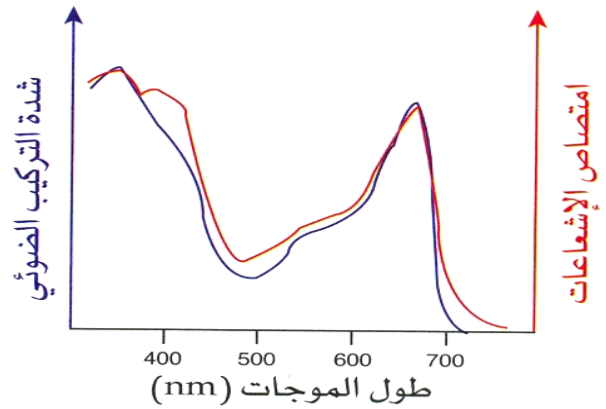
3) تكفيك معلومات التمرين الى حد بعيد بوضع رسم تخطيطي يلخص جانب من سلسلة التفاعلات الكيميائية الخاصة بعملية التركيب الضوئي ، **انجز** هذا الرسم .

التمرين الثامن عشر

لدرسة بعض مظاهر التركيب الضوئي نقترح المعطيات التالية ، تمثل الوثيقة (01) طيف الامتصاص و طيف النشاط عند طحلب اخضر ، وصورة لملاحظة مجهرية لعضية هامة .



ملاحظة المجهرية



الوثيقة (01)

1- **ماذا** تمثل الملاحظة المجهرية؟ قدم وصفا لبنيتها .

2- **قارن** منحنيي الوثيقة (01) . ماذا تستنتج؟

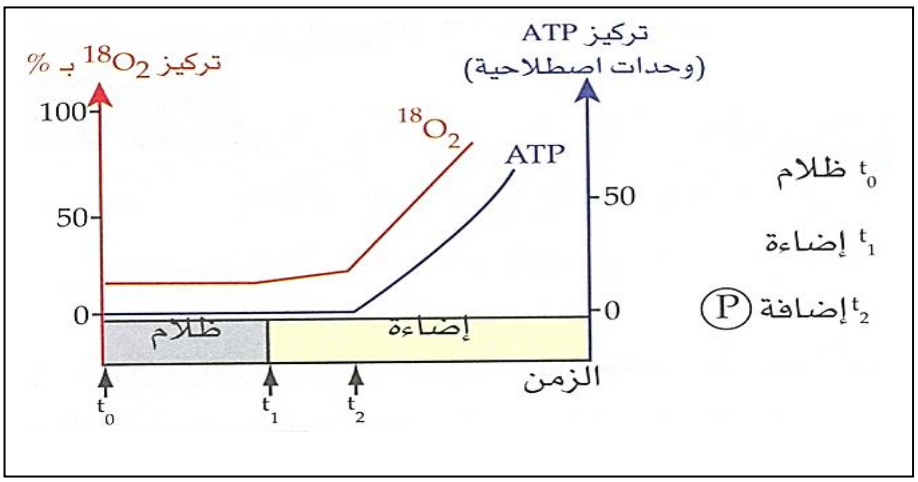
- يبين جدول الوثيقة (02) ظروف ونتائج تجربتين أنجزتا على صانعات خضراء (تحتوي على ADP) وضعت في وسط مقيت غني بالفسفور اللا عضوي المشع P^{32}.

الوثيقة (02)	الظروف التجريبية	النتيجة
التجربة (أ)	نعرض عضيات الملاحظة المجهرية السابقة للضوء الأبيض أو للإشعاعات القريبة من λ=670nm أو λ=450nm	ظهور نشاط إشعاعي على مستوى العضيات
التجربة (ب)	نعرض عضيات الملاحظة المجهرية السابقة للظلام أو للإشعاعات القريبة من λ=560nm	نشاط إشعاعي ضعيف أو منعدم على مستوى العضيات

1- **على ماذا** يدل ظهور النشاط الإشعاعي على مستوى العضيات في التجربة(أ)؟

2- اعتمادا على معطيات الوثيقة (02)، **فسر** نتائج التجربتين أ و ب؟

- نضع محلولا عالقا من العضيات السابقة (تحتوي على ADP) في وسط مائي موسوم بـ: الاوكسجين المشع H_2O و مزود باستمرار ة بمستقبل للالكترونات و البروتونات . بواسطة أجهزة تجريبية ملائمة نقوم بقياس تركيز ATP و O_2 ^{18} المطروح في الوسط و تبين الوثيقة (03) ظروف و نتائج هذه التجربة .



الوثيقة (03)

أ- **اعط** التفاعل الذي أدى الى طرح O_2 ^{18} في الوسط .

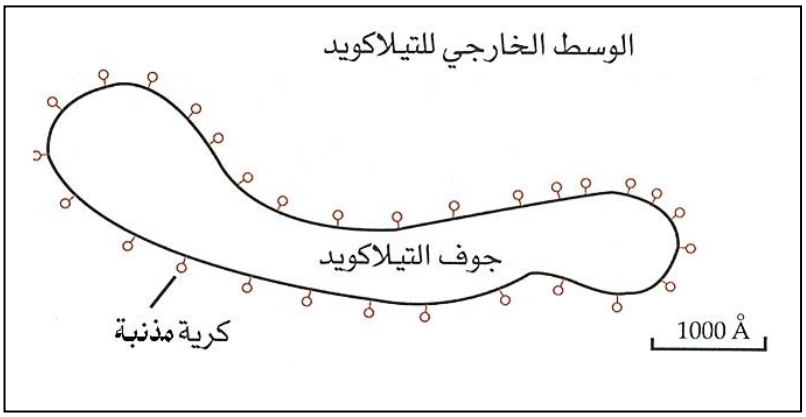
ب- حلل الوثيقة (03)؟

- نلاحظ ظهور نواقل مختزلة ابتداء من الزمن t_1 و تكون كمية هده النواقل ضعيفة بين t_1 و t_2 و تزداد بنسبة كبيرة بعد t_2.

جـ- اكتب التفاعل الذي أدى الى ظهور النواقل مختزلة .

د- اعتمادا على المعطيات السابقة ، **استخرج** ظروف إنتاج ATP من طرف العضيات السابقة؟

B/لفهم كيفية تركيب ATP على مستوى الثيلاكويدات نقوم بعزل هذه الأخيرة انطلاقا من أوراق السبانخ الوثيقة (04) .ثم نضعها في وسط ملائم يحتوي ADP و Pi و $NADP^+$.



الوثيقة (04)

1- عند تعريض هذا الوسط للإضاءة ، نلاحظ ظهور ATP في الوسط ، **اعط** التفاعل الكيميائي لتركيب ATP.

2- نعيد نفس التجربة السابقة باستعمال تيلاكوئيدات بدون كرات مذنبة ، فنلاحظ عدم تركيب ATP ، **كيف تفسر** نتيجة هده التجربة ؟

3- عند نضيف للوسط الذي توجد فيه تيلاكوئيدات مادة تجعل غشاء التيلاكويد نفوذا للبروتونات H^+ ، نلاحظ أن كمية ATP المركبة جد ضئيلة . **ماذا تستنتج** من هده التجربة ؟

4- اعتمادا على المعطيات السابقة **بين** كيف يتم تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة فيATP ؟

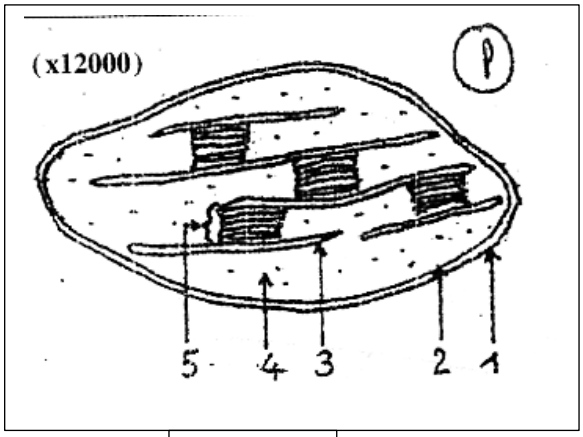
التمرين التاسع عشر

لإظهار الطرق الأيضية التي تسمح للخلية بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في الجزيئات العضوية , أنجزت الدراسة التالية:

I – تمثل الوثيقة (1) رسم تخطيطي لما فوق البنية الخلوية لعضية هامة في حياة الخلية النباتية.

1 – تعرف على هذه العضية , ثم ضع لها إسما مناسبا.

2 – أكتب البيانات المرقمة من (1إلى5).



الوثيقة 1

II – للتعرف على دور هذه العضية , أنجزت سلسلة من التحارب.

التجربة 1 :

وضعت العضية في وسط به ماء مشع H_2O , يحتوي على (^{18}O) فيلاحظ ظهور الاشعاع في العنصر (5) من الوثيقة (1) , وعند إضافة CO_2 به كربون مشع (^{14}C) لوحظ ظهور الإشعاع في العنصر (4) من نفس الوثيقة .

1 – ماذا تستنتج من هذه التجربة ؟

2 – إن مصير الـ (H_2O) والـ (CO_2) في الخلية النباتية مرتبط بعامل أساسي هام .

- **ماهو هذا العامل ؟**

التجربة 2 :

للتعرف على مصير (H_2O) والـ (CO_2) المشع ، تم الحصول بتقنية عالية على معلق من هذه العضيات وأجريت عليه سلسلة من التجارب ، شروطها ونتائجها موضحة بالوثيقة (2) .

التجربة	النتائج
1 – معلق من العضيات + مادة تمنع إنتقال الالكترونات e^- من PSII إلى PSI	- عدم انطلاق (O_2) - عدم تثبيت (CO_2)
2 - معلق من العضيات + مادة تمنع إنتقال الالكترونات e^- من PSII إلى PSI + مادة مستقبلة لـ e^-	- انطلاق (O_2) - عدم تثبيت (CO_2)
3 - معلق من العضيات + مادة تمنع إنتقال الالكترونات e^- من PSII إلى PSI + مادة معطية لـ e^-	- عدم انطلاق (O_2) - تثبيت (CO_2)

الوثيقة 2

3 – فسر النتائج المحصل عليها ؟

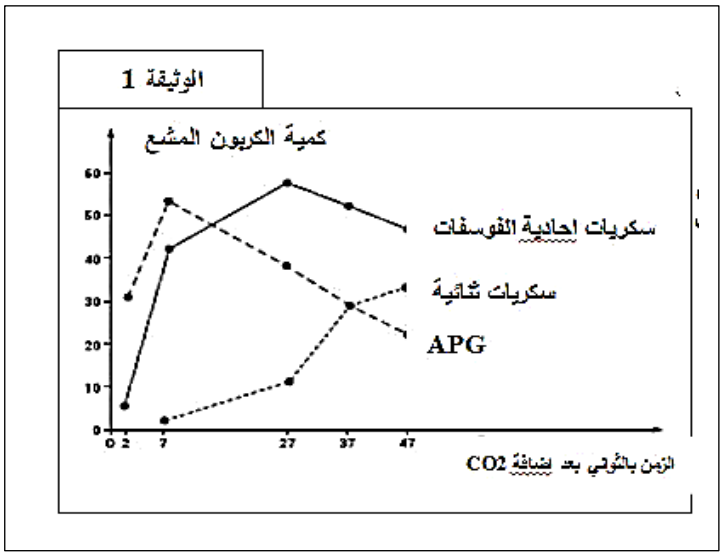
4 – إن تثبيت (CO_2) مرتبط بانطلاق O_2 ، وهذا في الحالة الطبيعية ، كيف تفسر ذلك ؟

5 – هناك مرحلة هامة في حياة هذه العضية ، مقصودة في هذه التجارب ، ماهي؟

III – باستعمال المعطيات الواردة في الجدول ومعلوماتك ، انجز رسم تفسيري مدعم بكافة البيانات توضح في المرحلة المدروسة في السؤال (3) .

التمرين العشرون

من أجل دراسة بعض المواد المركبة أثناء التركيب الضوئي ، نضع نبتة خضراء في وسط يحتوي على CO_2 ، ثم نضيف إلى الوسط لمدة 3ثواني فقط CO_2 المشع (يحتوي على ^{14}C) .



1 - تمثل الوثيقة (1) كمية الكربون المشع في بعض المواد خلال ثواني التي تلت حقن CO_2 المشع

– قارن تطور كمية APG بتطور كمية السكريات الاحادية الفوسفات مابين ز1 و ز2 من جهة وبين تطور كمية السكريات الأحادية الفوسفات بكمية السكريات الثنائية والنشاء ابتداء من ز2 من جهة أخرى .

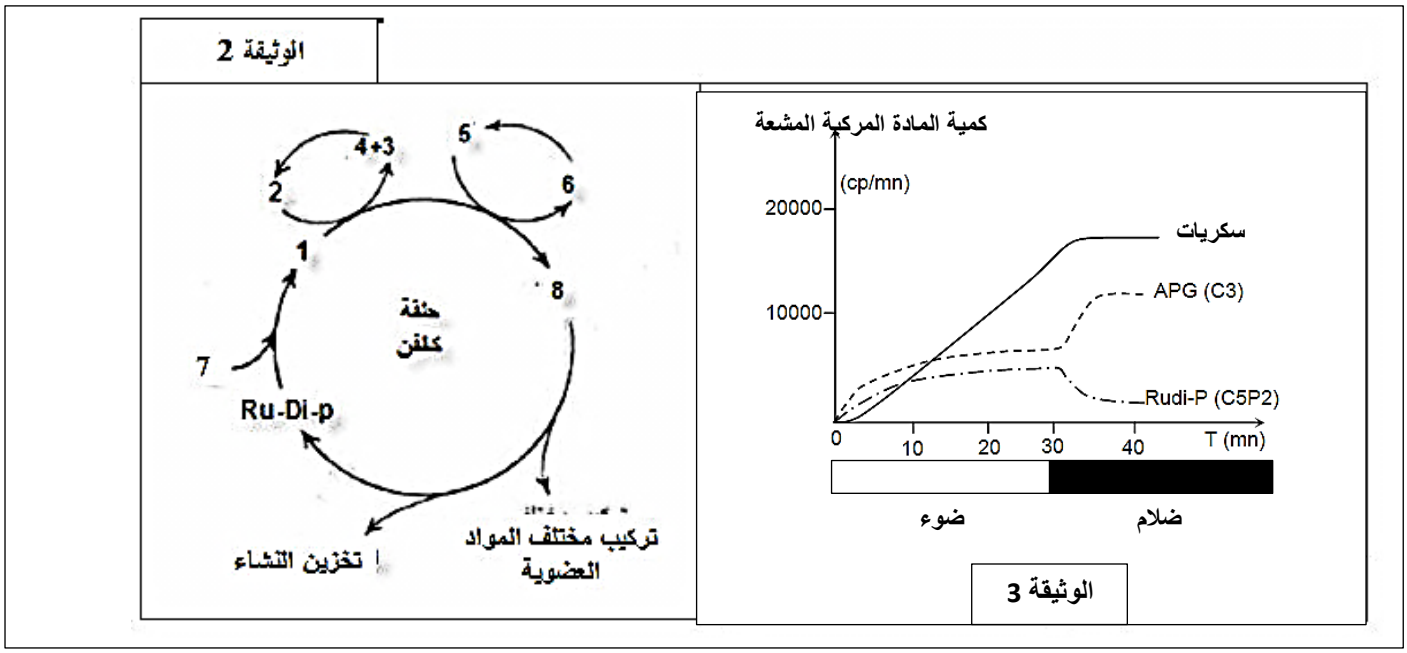
ملاحظة : (ز1 = 7ثواني ، ز2 = 27 ثانية)

2 – تمثل الوثيقة 2 دورة كالفن المبينة للمراحل الاساسية لتركيب المادة العضوية من طرف النباتات اليخضورية.

أ – أكتب البيانات المرقمة من 1 الى 8 .

ب – أذكر المكونات الكيميائية الواردة في الوثيقة 2 التي :

ب1 – يتطلب تركيبها توفر الضوء. ب2 – لا يتطلب تركيبها وجود الضوء مباشرة .



3 – نضع عينة من طحالب الكلوريلا الخضراء في وسط مضاء يحتوي على نسبة ثابتة من CO_2 المشع ونعاير بشكل منتظم النشاط الاشعاعي خلال 30 دقيقة في كل من APG و Ru-DIP والنشاء ونتابع بعد ذلك التجربة في الظلام ، النتائج ممثلة في الوثيقة 3.

أ – حلل منحنيي تطور قيمة كل من APG و Ru-Dip .

ب – اعتمادا على معطيات حلقة كالفن ، كيف تفسر تطور قيمة كل من APG و Ru-Dip خلال:

*** الفترة المضاءة * الفترة المظلمة**

التمرين الواحد والعشرون

لإظهار نشاط الصانعات الخضراء في التحولات الطاقوية، ننجز التجارب التالية.

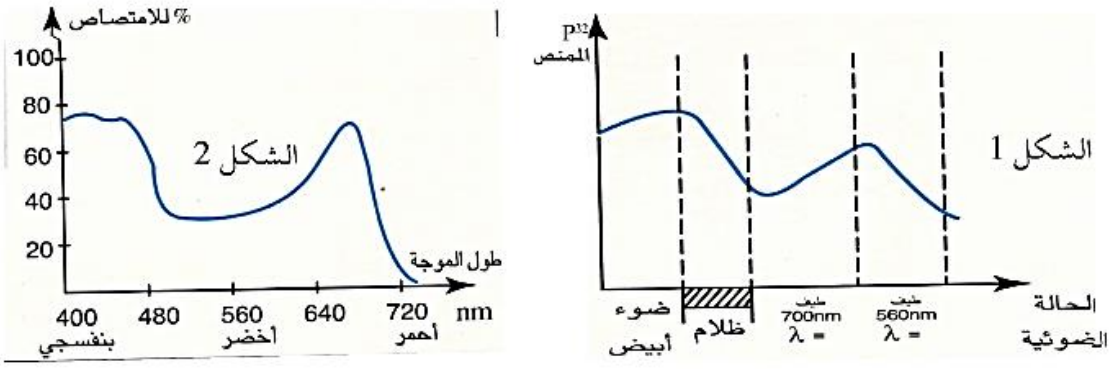
- **التجربة الأولى** : نضع صانعات خضراء معزولة في وسط يحتوي على ماء موسوم بـ O_2^{18} ; $Pi\ (H_2O^{18})$; ADP وناقل للإلكترونات والبروتونات يدعى R وفي درجة حرارية ثابتة .

أ – إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق $^{18}O_2$ مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة (RH_2) وتشكل ATP. مع العلم أنه إذا تمت التجربة في الظلام لا نسجل أي تغير في الوسط .

ب – نعيد التجربة بوجود الضوء و في وسط يكون فقيرا من حيث جزيئات R، فنلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين.

1. فسر النتائج المحصل عليها في المرحلة أ في وجود الضوء.
2. لماذا تناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة ب ؟

- **التجربة الثانية** : بهدف دراسة إنتاج الـATP في الصانعات الخضراء، قمنا بعزلها ووضعها في وسط مغذي يحوي P^{32} المشع ثم عرضناها للإضاءة المتقطعة فحصلنا على الشكل «1» من الوثيقة (1)، أما الشكل «2» منها فيمثل طيف امتصاص الضوء من قبل اليخضور.



الوثيقة (1)

1 ـ حلل الشكلين .

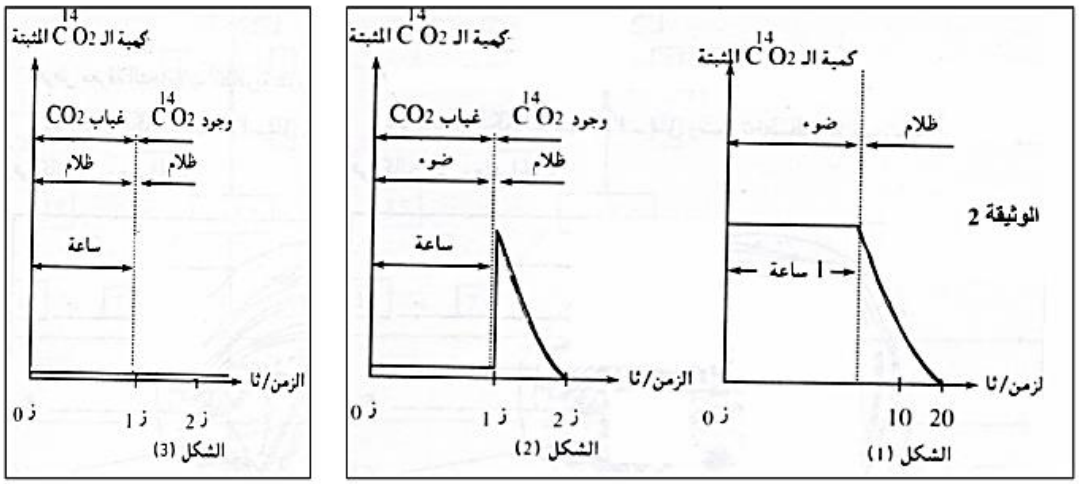
2 ـ اعتمادا على معلوماتك فسر المنحنى 1 مبرزا آلية إنتاج الـATP في الصانعات الخضراء.

3 ـ بين برسم تخطيطي آلية إنتاج الـATP في الصانعات الخضراء.

- قام « قافرون » وزملاؤه عام 1951 بالتجربة التالية على مراحل :

- **المرحلة الأولى** : عرض معلق أشنة الكلوريلا للضوء لمدة زمنية معينة مع تزويد الوسط بـ CO_2 مشع، ثم نقل إلى الظلام. نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل (1) من الوثيقة (2).

- **المرحلة الثانية** : أعيدت التجربة السابقة، لكن بداية التجربة تمت بغياب CO_2 مدة 1سا، ثم وضعت الأشنة في وسط يحوي CO_2 مشع وفي الظلام . نتائج التجربة موضحة في الشكل «2» من الوثيقة 2.



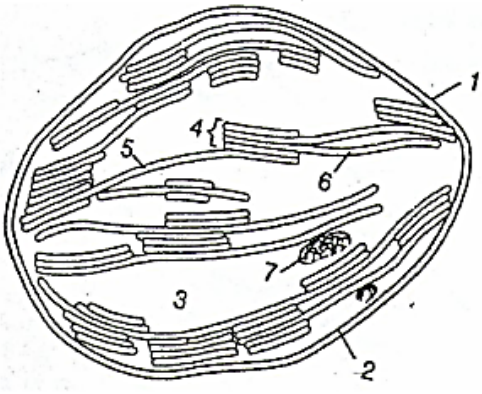
- **المرحلة الثالثة** : أعيدت التجربة الثانية، لكن بداية التجربة تمت بغياب الضوء مدة 1سا، ثم وضعت الأشنة في وسط يحوي CO_2 مشع وفي الظلام. نتائج التجربة موضحة في الشكل «3» من الوثيقة 2

1. حلل المنحنى «1» .
2. ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب CO_2؟
3. ماذا يحدث خلال ز1 – ز2 بوجود CO_2 وغياب الضوء؟
4. قارن بين نتائج المرحلتين الأخيرتين.
5. لماذا اختلفت نتائج المرحلتين الأخيرتين ؟
6. ماذا تستخلص من هذه الدراسة ؟

التمرين الثاني والعشرون

تتميز النباتات اليخضورية بقدرتها على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية، وتتطلب هذه العملية تدخل عناصر خلوية متخصصة.

نهتم في هذا الموضوع بدراسة هذه العناصر وطريقة تدخلها في تحويل الطاقة .



الوثيقة -1-

I- تمثل الوثيقة -1- رسما تخطيطيا لعضية تم الحصول عليها من كائنات يخضورية، بينما تمثل الوثيقة -2- نتائج التحليل الكيميائي لبعض أجزاء هذه العضية.

البنيات	المكونات الأساسية
البنية أ	دسم فوسفورية ، بروتينات بنائية وبروتينات ناقلة
البنية ب	هلامة غنية بالبروتينات مثل **Rubisco**، نشاء، دسم **ADN , ARN**
البنية ج	أصبغة يخضورية أشباه الجزرين بروتينات ناقلة للالكترونات **ATP Synthase**

الوثيقة -2-

1- ضع عنوانا للوثيقة -1- مع كتابة بيانات العناصر المرقمة من 1 إلى 7.
2- سم البنيات أ ، ب ، ج، ثم حدد التخصص الوظيفي لكل منها .

II- أ – توضع العضيات الممثلة في الوثيقة 1 في محلول معدني صرف يحتوي على فوسفات مشع Pi ثم تعرض لظروف ضوئية مختلفة و نقوم بتسجيل النتائج بعد تركها لفترة فاصلة مظلمة حيث :

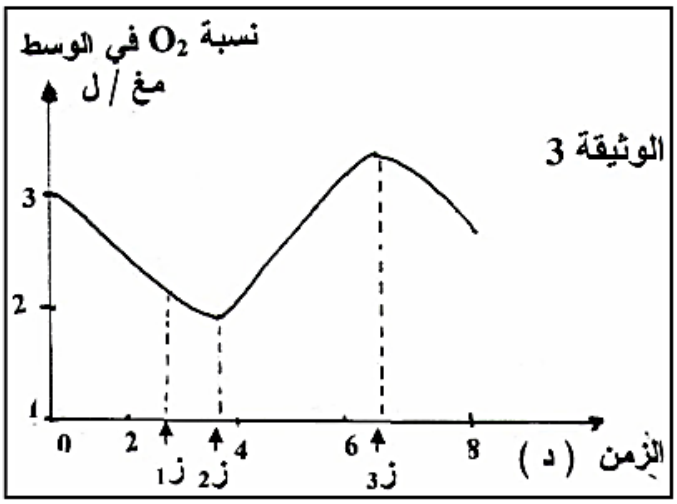
- **الحالة الأولى** : في الضوء الأبيض و مختلف الإشعاعات ذات الموجات القريبة من 700mn و 450mn تظهر العضيات مشعة بشدة
- **الحالة الثانية** : في الظلام و مختلف الإشعاعات ذات الموجات القريبة من 560mn، تظهر العضيات بإشعاع ضعيف جدا

1. فسر سبب ظهور الإشعاع
2. كيف تعلل اختلاف ظهور الإشعاع في الحالة الأولى والحالة الثانية ؟

ب – من جهة ثانية وضع مستخلص خلوي من خلايا الكلوريلا Chlorelles في وسط مناسب و في شروط تجريبية مختلفة :

– في ز1 : نعرض المحضر للضوء الأبيض
– في ز2 : نضيف للوسط مستقبلا للالكترونات ممثلا في أوكسالات البوتاسيوم الحديدي Fe^{+3}
– في ز3 : نوقف الإضاءة

نتتبع خلال مراحل التجربة تطور نسبة O_2 في الوسط فنحصل على النتائج الممثلة في الوثيقة 3.



الوثيقة 3

1- حلل المنحنى، ماذا تستنتج ؟
2- وضح العلاقة الموجودة بين انطلاق O_2 والضوء و مستقبل الالكترونات، مدعما إجابتك بمعادلة كيميائية .
3- لخص التفاعل الذي يحدث في الظروف الطبيعية علما أن مستقبل الالكترونات في هذه الحالة هو $NADP^+$.

III- إن تركيب العنصر 7 من الوثيقة 1 مرتبط بالظواهر المدروسة في الفقرتين أ و ب

1- فيما يتمثل هذا الارتباط؟
2- سم المرحلة المسؤولة عن هذا التركيب و عبر عنها بتفاعل كيميائي إجمالي.
3- مثل بتفاعل كيميائي إجمالي الظاهرة المدروسة في هذا الموضوع.

التمرين الثالث والعشرون (بكالوريا 2013)

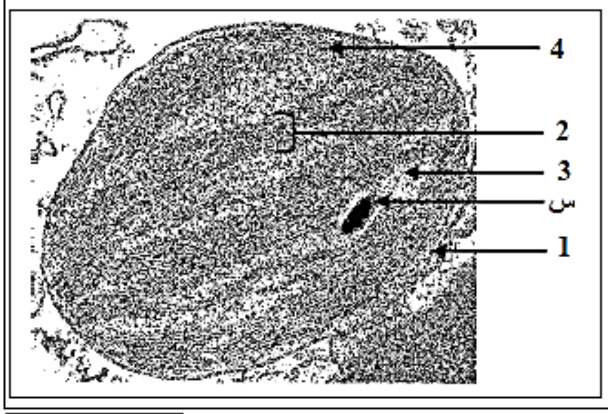
تتميز الكائنات الحية ذاتية التغذية بقدرتها على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية. ولمعرفة آليات ومراحل هذا التحويل، نقترح الدراسة التالية:

I- أجريت تجربة على معلق من الصانعات الخضراء المعزولة والموضوعة في وسط فيزيولوجي ملائم.

يوضّح الشكل "أ" من الوثيقة (1) مراحل التجربة وشروطها ونتائجها.

المراحل	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
الشروط التجريبية	- وجود الضوء - غياب CO_2	- ينقل إلى الظلام - وجود CO_2	- ينقل إلى الضوء - وجود CO_2
النتائج التجريبية	انطلاق O_2 لفترة قصيرة ثمّ يتوقف	- تثبيت CO_2 لفترة قصيرة	- انطلاق O_2 وتثبيت CO_2

الشكل " أ "



الشكل " ب "

الوثيقة (1)

1 - فسّر نتائج الجدول.

2- استخرج من الجدول شروط استمرار انطلاق الـ O_2.

3- ماذا يمكنك استخلاصه فيما يخص مراحل هذا التحويل؟

4- يمثّل الشكل"ب" من الوثيقة (1) صانعة خضراء بالمجهر الإلكتروني.

أ- ضع البيانات للعناصر المرقمة من1 إلى4.

ب- إذا علمت أنّ العنصر(س) يعطي لونا أزرقا بنفسجيا عند المعالجة بماء اليود. حدّد الطبيعة الكيميائية لهذا العنصر.

ج- هل العضية الممثلة في الشكل "ب" مأخوذة من نبات معرض للضوء أم من نبات موضوع في الظلام ؟ علّل إجابتك.

II- بغرض معرفة مصدر الإلكترونات وآلية انتقالها في السلسلة التركيبية الضوئية، نقترح الدراسة التالية:

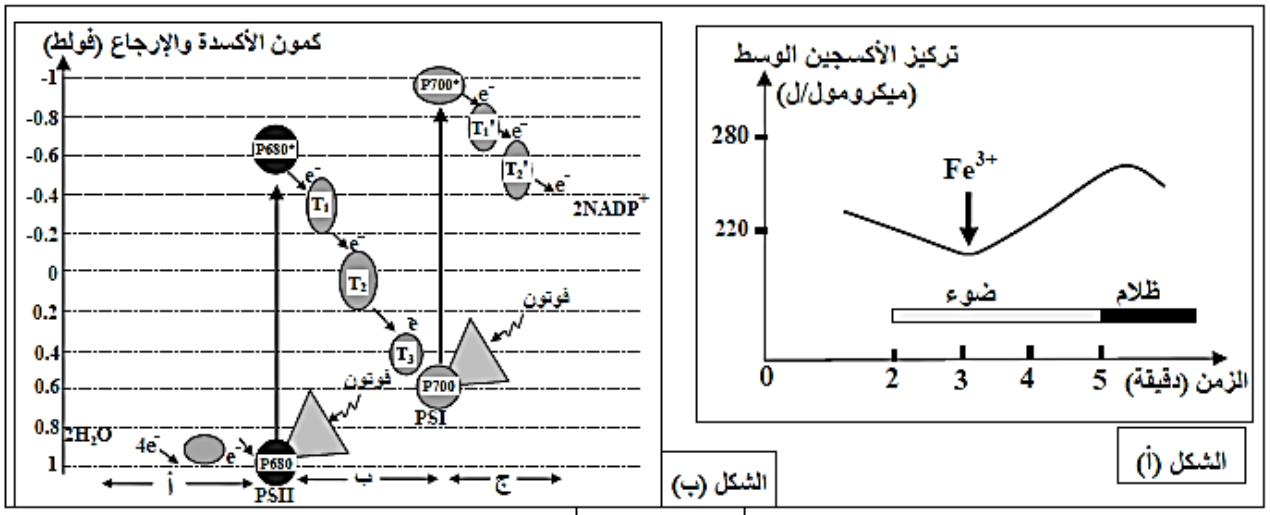
تجربة: وضع معلق من الصانعات الخضراء المعزولة في وسط سائل خلوي خال من الـ CO_2 ومعرض للضوء.

في الزمن 3 دقائق، أضيف للوسط مستقبل للإلكترونات Fe^{3+} (كاشف هيل) الذي يأخذ لونا بنيا محمرا في الحالة المؤكسدة، ولونا أخضرا في الحالة المرجعة حسب المعادلة التالية: $Fe^{3+}+e^- \rightarrow Fe^{2+}$.

وفي الزمن 5 دقائق، نقل الوسط إلى الظلام.

نتائج قياس تغيرات تركيز الـ O_2 في الوسط ممثلة بمنحنى الشكل "أ" من الوثيقة (2).

* يمثل مخطط الشكل "ب" من الوثيقة (2) مسار انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية.



الوثيقة (2)

1- حلّل منحنى الشكل "أ" من الوثيقة (2). ماذا تستنتج ؟

2- اشرح آلية انتقال الالكترونات في الأجزاء أ، ب، ج من الشكل (ب).

3- مما توصلت إليه ومعارفك. مثّل برسم وظيفي المرحلة المعنية من التركيب الضوئي على مستوى غشاء التيلاكوئيد.

التمرين الرابع والعشرون (بكالوريا 2014)

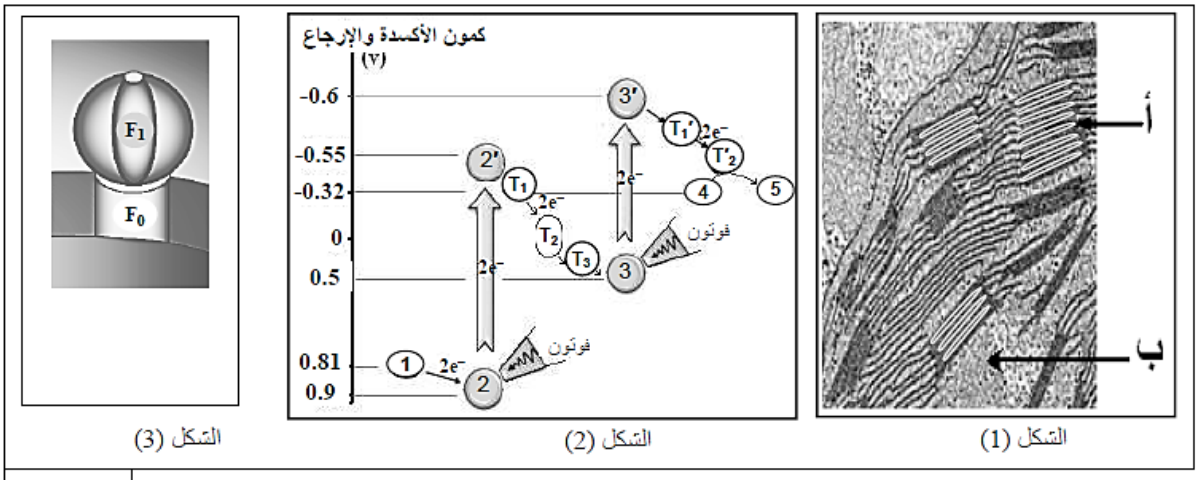
تتميز الخلايا اليخضورية بقدرتها على اقتناص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية كامنة في مركبات عضوية ، ولإظهار آليات ذلك تقترح عليك الدراسة التالية:

I - تمثل أشكال الوثيقة (1) ما يلي:

الشكل (1): صورة مجهرية لما فوق بنية جزء من عضية (س) أخذت من خلية يخضورية.

الشكل (2): مخطط بسيط لآلية انتقال الالكترونات عند تعريض العضية (س) للضوء.

الشكل (3): تمثيل تخطيطي لجزء من غشاء (أ).



الوثيقة 1

باستغلالك لأشكال الوثيقة (1):

1- سمِّ العضية (س) و العناصر المشار إليها بالأحرف و الأرقام.

2- لخِّص، بمعادلة، التفاعلات التي تتم في كل من الشكلين (2) و (3).

3- في غياب الضوء لا يمكن للإلكترونات أن تنتقل تلقائيا بين بعض العناصر من الشكل (2).

ـــ حدِّد هذه العناصر مبيّنا سبب عدم انتقال الالكترونات في هذه الحالة.

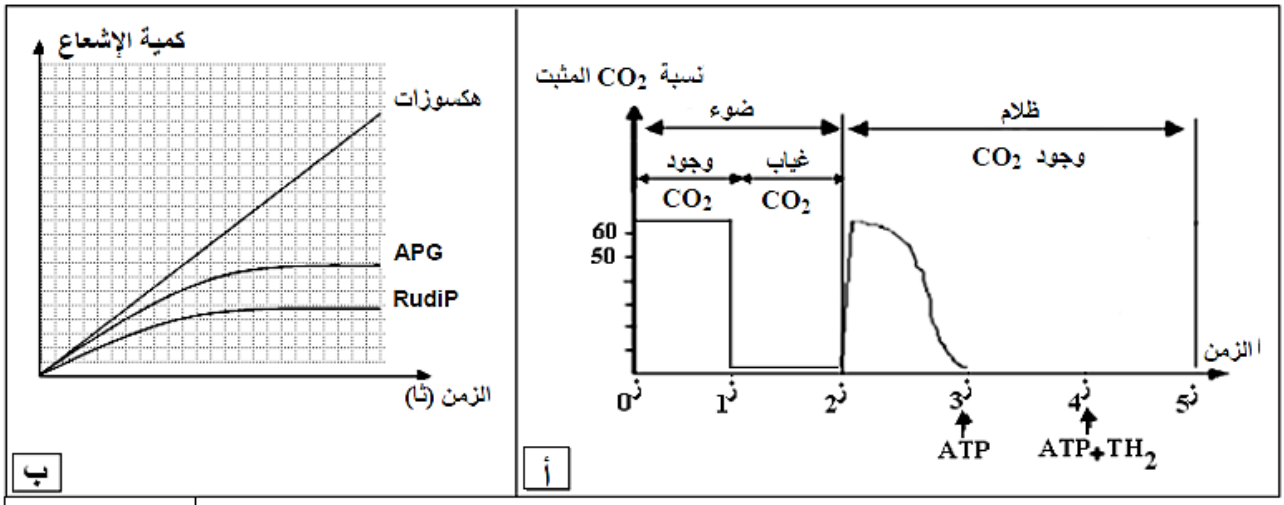
4- في وجود الضوء يصبح انتقال الالكترونات بين هذه العناصر ممكنا.

أ- وضِّح ذلك معتمدا على معطيات الشكل (2).

ب- إن نشاط العنصر الممثل في الشكل (3) مرتبط بالتفاعلات التي تتم في الشكل (2) في وجود الضوء.

ـــ وضِّح العلاقة الوظيفية بينهما.

II - 1- لإظهار دور الستروما من الصانعة الخضراء، أخذ معلق صانعات خضراء ووضع في وسط فيزيولوجي به CO_2 المشع ، ثم تم تسجيل تغير تثبيته مع مرور الزمن وفق الشروط والنتائج الموضحة في الوثيقة 2 (أ).



الوثيقة (2)

أ- حلِّل منحنى الشكل (أ) من $ز_0$ إلى $ز_3$. ماذا تستنتج ؟

ب- أكمل منحني الشكل (أ) وهذا عند:

ـــ حقن كمية محدودة من ATP في $ز_3$.

ـــ حقن كمية كافية من ATP و TH_2 في $ز_4$.

2- من جهة أخرى أمكن قياس كمية الإشعاع الخاصة بالـــ APG و RudiP والهكسوزات الناتجة، في شروط توفر الضوء و CO_2 المشع. نتائج القياس موضّحة على الوثيقة 2 (ب).

ـــ انطلاقا من معطيات الوثيقة 2 (ب)، وضِّح مصير CO_2 الممتص.

III- مثِّل في رسم تخطيطي وظيفي العلاقة بين الآليات المدروسة في الجزأين I و II.

التمرين الخامس والعشرون

تؤدي النباتات الخضراء وظيفة حيوية هامة ، تعتبر أهم ضمان لاستمرار الحياة . لمعرفة بعض مراحل وآليات هذه الوظيفة التي تحدث على مستوى الصانعات الخضراء، نجري الدراسة التالية :

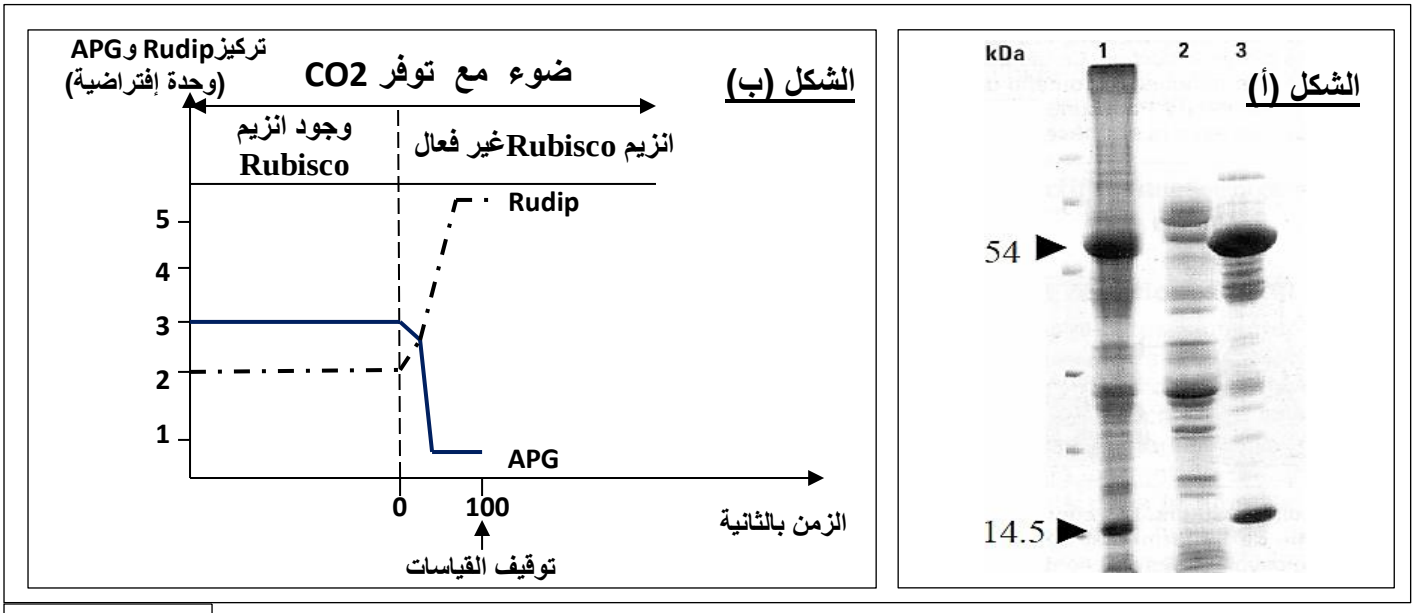
I – انزيم RubisCO (ريبولوز1.5 ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز أكسيجيناز) معقد بروتيني موجود في الصانعات الخضراء فقط وهو يتشكل من تجمع تحث وحدتين ، احداهما كبيرة 54 KDa (KDa = كيلودالتون) ، والاخرى صغيرة 14.5 KDa.لتحديد مقر تواجد هذا الانزيم ، نجري التجربة التالية :

تستخلص بروتينات الصانعات الخضراء لورقة السبانخ ، تم يتم فصلها بالطريقة الكروماتوغرافية . النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة1 ، حيث يمثل :

العمود رقم 1 : بروتينات الصانعات الخضراء.

العمود رقم2 : بروتينات التلاكوئيدات .

العمود رقم3 : بروتينات الستروما (الحشوة) .



الوثيقة1

1 – حدد مقر تواجد أنزيم Rubisco في الصانعة الخضراء . علل إجابتك؟

2 – لتحديد دور انزيم Rubisco نجري التجربة التالية :

توضع أشنة خضراء (كلوريلا) في وسط مناسب يحتوي $^{14}CO_2$ (كربون مشع).نقيس خلال مدة التجربة تراكيز الـ APG (حمض فوسفو غليسيريك) وRudip (ريبلوز ثنائي الفوسفات) حيث التراكيز يعبر عنها بالاشعاع المقاس كما ان انزيم Rubisco يحفز بعض التفاعلات الكيميائية النوعية. وسط الزرع معرض للاضاءة مع توفير CO_2.

الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة1.

أ – **حلل** النتائج المحصل عليها في الشكل (ب) من الوثيقة1.

ب - **ما هي** الفرضية او الفرضيات التي تقترحها لتفسير التسجيل المحصل عليه في وجود كل من الضوء وCO_2 وانزيم Rubisco.

جـ - حدد علاقة المركبين APG و Rudip بانزيم Rubisco.

د – قدم تفسير للنتائج المحصل عليها في الشكل (ب) من الوثيقة1 وذلك في وجود أنزيم Rubisco الغير فعال.

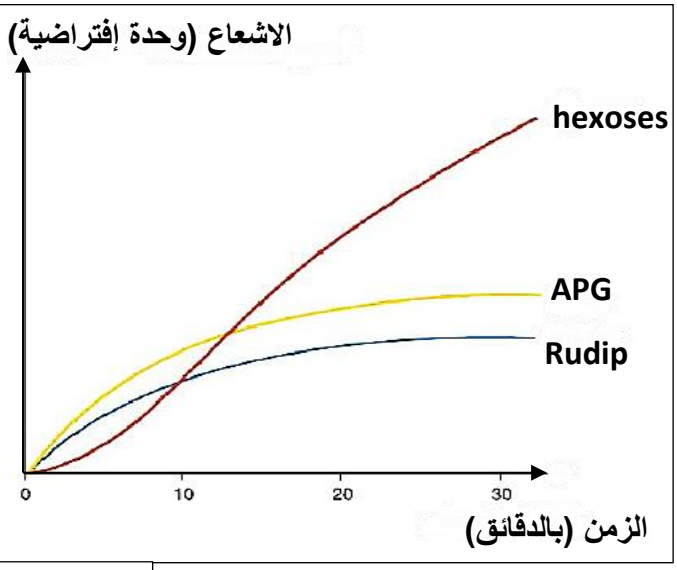
هـ - من خلال المعلومات التي توصلت اليها ومعلوماتك المكتسبة ، **ماهي المرحلة** التي تتطلب تدخل انزيم Rubisco ، **وضح** ذلك بمعادلة كيميائية بسيطة.

3 – للتعرف على تسلسل تفاعلات المرحلة المدروسة نجري التجربة التالية:

نضع معلق الاشنة الخضراء في الضوء ونزوده بغاز $^{14}CO_2$ المشع .نجري تحليل مقارن للمركبات التي يظهر فيها الاشعاع والتي تعبر عن دمج CO_2 المشع مثل APG و Rudip وhexoses (السكريات السداسية).

- **بالاعتماد** على معطيات الوثيقة2 ومعارفك ، **اشرح** تغيرات تراكيز الجزيئات العضوية المترجمة بمنحنيات الوثيقة2.

II – انجز مخطط تبين فيه الظواهر الكيميائية التي تحدث خلال المرحلة المدروسة ، مبرزا عليه الخطوة التي يتدخل فيها انزيم Rubisco .



الوثيقة2

التمرين السادس والعشرون (بكالوريا 2016)

تقتنص النباتات اليخضورية الطاقة الضوئية وتُحوّلها بفضل سلسلة من التفاعلات البيوكيميائية، تهدف هذه الدراسة إلى توضيح بعض جوانب تحويل الطاقة المقتنصة.

I - تمثّل الوثيقة (1) صورة لما فوق بنية عضية خلوية مقتنصة للطاقة الضوئية.

1- سمّ هذه العضية والعنصرين (س، ع).

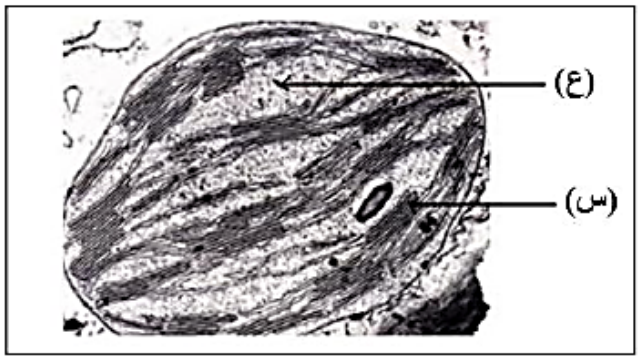
2- بالإعتماد على الوثيقة (1) ومعلوماتك

علّل العبارات التالية:

أ- لهذه العضية بنية حجيرية.

ب- التركيب الكيموحيوي لكل من العنصرين (س) و(ع) نوعي.

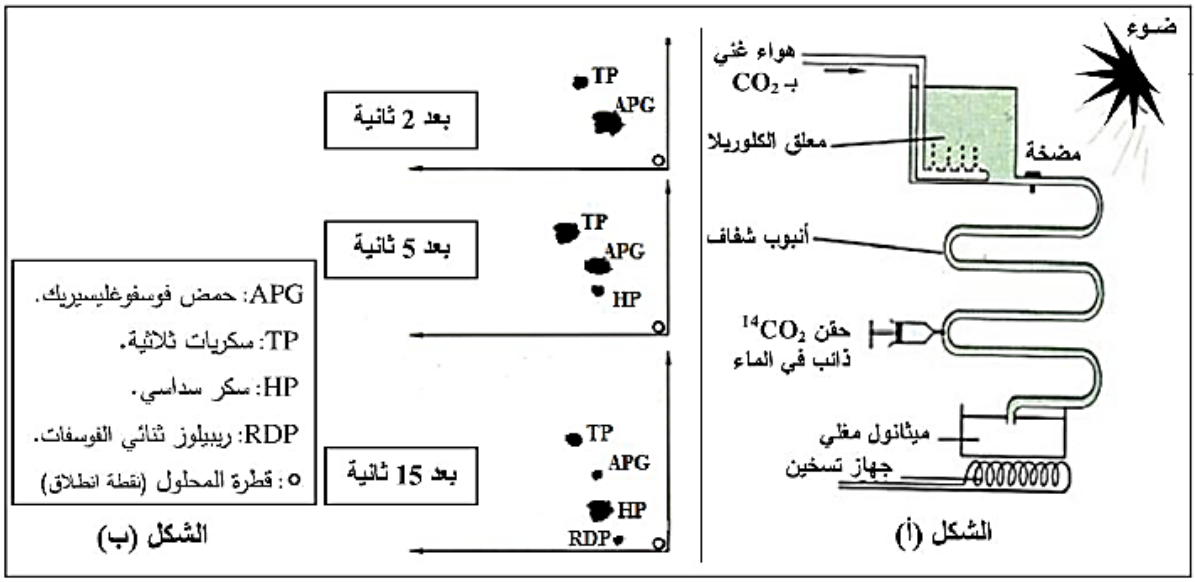
جـ- حموضة تجويف العنصر (س) عالية في وجود الضوء.



الوثيقة (1)

II - لدراسة أهم التفاعلات التي تحدث على مستوى العنصر (ع) للوثيقة (1)، أجريت التجربة التالية:

وضع طحلب أخضر وحيد الخلية (الكلوريلا) في وعاء شفاف ضمن محلول معدني غني بـ CO_2 في شروط ثابتة من الحرارة والإضاءة كما هو موضّح في الشكل (أ) من الوثيقة (2)، يحقن المعلَّق بـ $^{14}CO_2$ المشع على فترات زمنية متتالية ثم ينجز الفصل الكروماتوغرافي ذو البعدين متبوعا بالتصوير الإشعاعي الذاتي لمستخلص الطحلب، النتائج المحصّل عليها ممثَّلة في الشكل (ب) من الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1 – حلّل النتائج المحصّل عليها في الشكل (ب)، واستنتج التسلسل الزمني لتشكل مختلف المركبات العضوية.

2 – اقترح فرضيات لتفسير مصدر الـ APG.

3 – للتحقُّق من إحدى الفرضيات المقترحة أنجزت سلسلة من التجارب تم فيها استعمال معلَّق من عضيات الوثيقة (1)، الشروط والنتائج التجريبية يبيّنها الجدول التالي:

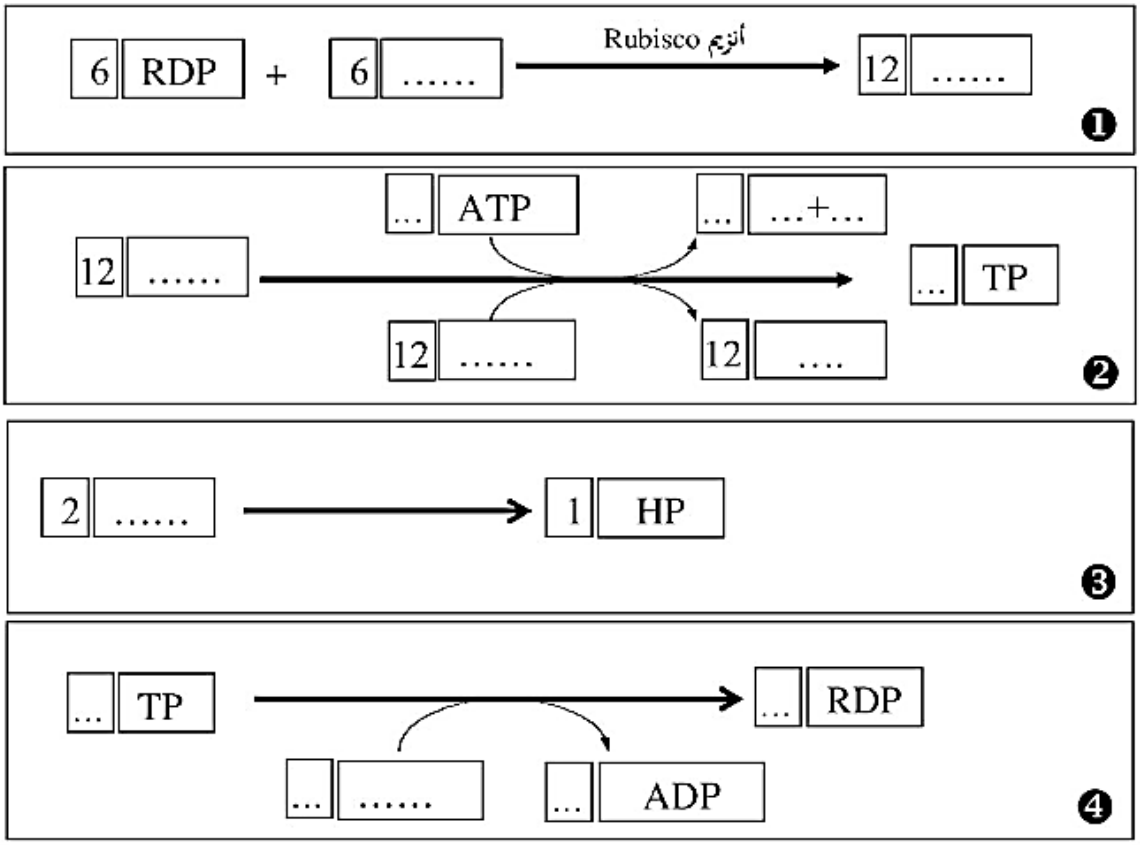
التجربة	الشروط التجريبية	النتائج المسجلة بخصوص كميّة المركبات المشعة
1	وجود الضوء و الـ $^{14}CO_2$ معا	ثبات كمية كل من الـ APG و RDP
2	وجود الضوء وغياب الـ CO_2	تناقص كمية الـ APG وتراكم الـ RDP
3	وجود الـ $^{14}CO_2$ وغياب الضوء	تناقص كمية الـ RDP وتراكم الـ APG

أ- فسّر نتائج التجربة الأولى من الجدول.

ب- هل تسمح لك نتائج التجربتين (2 و 3) بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة؟ وضّح ذلك.

جـ- للعناصر (س) الممثَّلة في الوثيقة (1) دورا أساسيا في ظهور نتائج التجربة (2)، بيّن ذلك.

III - تحدث على مستوى العنصر (ع) من عضية الوثيقة (1) سلسلة من التفاعلات تسمح بدمج الـ CO_2 وتركيب جزيئات عضوية؛ تم تلخيصها فيما يلي:



- أكمل التفاعلات وذلك بوضع البيانات المناسبة في كل إطار.

التمرين السابع والعشرون (بكالوريا 2015)

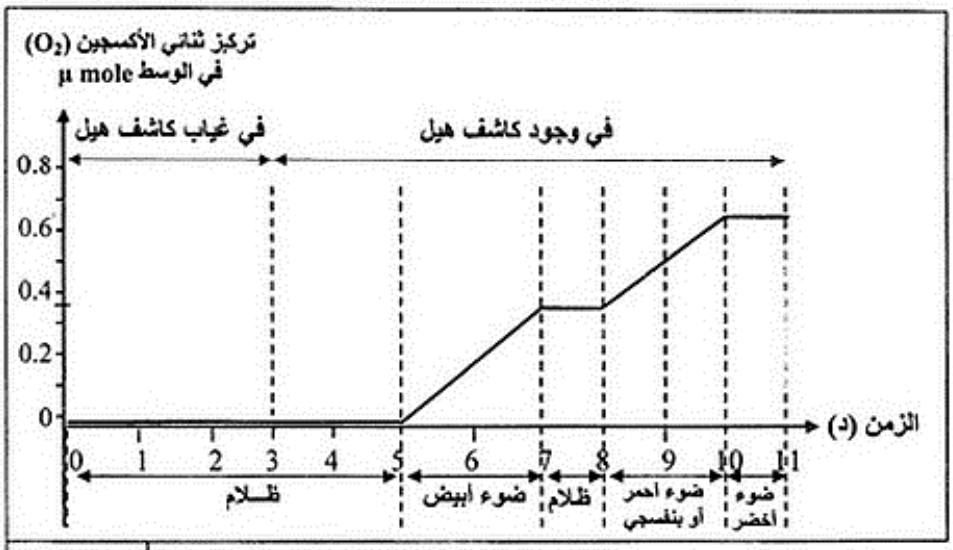
الخلايا اليخضورية، بتَعَضِّيها الخاص كائنات ذاتية التغذية وقادرة على تحويل الطاقة.

I- الصانعات الخضراء عضيات سيتوبلازمية متخصصة تُحَوِّلُ الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة.

- بيّن برسم عليه البيانات تبرز من خلاله أن الصانعة الخضراء عضية ذات بنية ونشاط بيوكيميائي حجيري.

II- قصد التعرف على بعض آليات التركيب الضوئي أُنجِزَتْ خطوات تجريبية باستعمال التجريب المدعم بالحاسوب (ExAO) على معلق صانعات خضراء مفتوحة الغلاف موضوعة ضمن مفاعل حيوي خال من CO_2 ومصدر إشعاعات ضوئية مختلفة وكاشف هيل (Hill) وهو محلول مُؤكْسِد يحتوي على شوارد الحديد Fe^{3+}.

الشروط والنتائج التجريبية مبينة في الوثيقة (1):



الوثيقة(1)

1- أ- حلّل النتائج الممثّلة في الوثيقة (1).

ب- استنتج الشروط التجريبية اللازمة لحدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية في الكيس (التيلاكويد).

جـ- وضّح تسلسل آليات هذه المرحلة في الحالة الطبيعية.

2- اكتب المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية في الحالة الطبيعية.

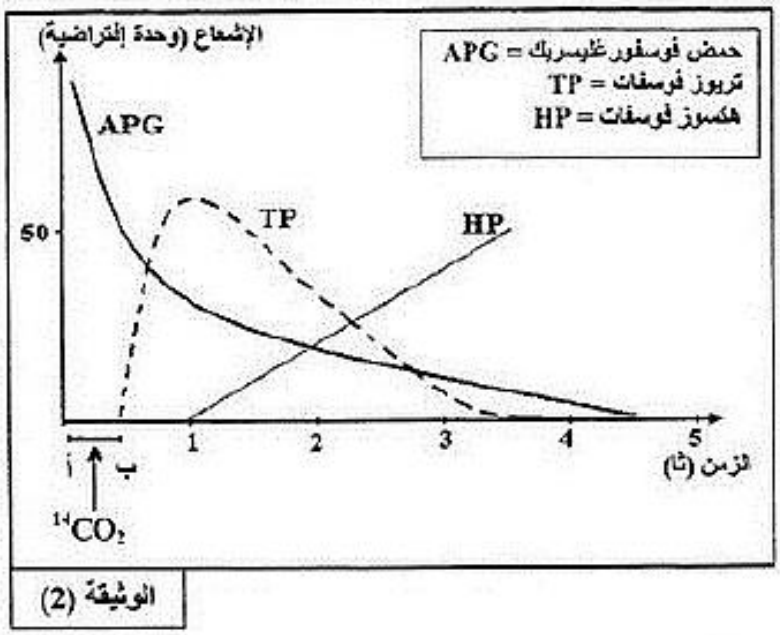
3- ما أهمية هذه التجربة بخصوص إظهار ما يلي:

أ- علاقة أكسدة الماء بتثبيت CO_2.

ب- مصدر الأكسجين المنطلق أثناء عملية التركيب الضوئي.

جـ- مراحل التركيب الضوئي.

III- يُزود معلق أشنات خضراء بـ $^{14}CO_2$ (المشع) خلال الفترة الزمنية [أ – ب] الموضحة في الوثيقة (2)، ويُقاس تغير نسبة الإشعاع بدلالة الزمن لثلاث أنواع من المركبات العضوية هي: TP,HP,APG.
النتائج ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1- ما هي المعلومات الأساسية المستخرجة من نتائج الوثيقة (2)؟ ماذا تستخلص؟
2- مما سبق ومن معلوماتك المكتسبة في القسم، بيّن بمخطط التفاعلات الأساسية للمرحلة الكيموحيوية.

التصحيح

التمرين الأول

I- 1 . الجزء(أ.ب) في الظلام وفي غياب CO2نلاحظ:
تناقص كمية الأكسجين في الوسط وتناقص واستهلاك المواد العضوية لحدوث عملية التنفس.

المعادلة: التنفس

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\,H_2O \rightarrow 6\,CO_2 + 12\,H_2O + E\ (\text{طاقة})$$

2. تحليل الجزء (ب.ج) .
مع تعريض الوسط للضوء نلاحظ زيادة طرح الأكسجين في الوسط.
لحدوث التحليل الضوئي للماء (حدوث المرحلة الكيموضوئية).
تحليل الجزء(ج.د): تناقص كمية الأكسجين في الوسط يدل على توقف المرحلة الكيموضوئية وحدوث عملية التنفس التي تتضح من خلال تناقص كمية المادة العضوية .

3 . لا، ال CO2 ليس شرطا ضروريا لانطلاق O2.
التعليل: فمن خلال الجزء(ب.ج) رغم عدم وجود CO2 ثم طرح الأكسجين .....

4 عند توفير CO2 و وجود الضوء يبدأ انطلاق الأكسجين بعد تأخر طفيف و يستمر في التزايد مع مرور الزمن بينما يبدأ تشكل المواد العضوية بشكل مباشر و يستمر في .التزايد ...
.....
نستنتج في ما يخص دور ثاني أكسيد الكربون في انطلاق الأكسجين :
أن CO2ليس شرطا لتحلل الماء غير أن تحلل الماء يتطلب مستقبلات في حالة المؤكسد تستقبل الـ e و H الناتجة عن تحلل الماء فتتحول إلى الصور المرجعة ، في غياب الـCO2 تتوقف أكسدة النواقل فيتوقف تحلل الماء لأن النواقل تحولت كلها إلى الصورة المرجعة و لم تتأكسد إذن : CO2 لا يؤثر في عمل التلاكيوتيد ولكن يؤثر على استمرار عمله وتزويد المرحلة الضوئية بمستقبلات في صورة مؤكسدة.

5 . يعود تقدم تشكل المواد العضوية على انطلاق الأكسجين على غير العادة إلى: في المجال (ب ج) تم تحويل جميع المستقبلات إلى الصورة المرجعة بوجود الضوء ولم تتأكسد لغياب CO2 . عند إضافة CO2 في (د) لن يتحلل الماء لغياب مستقبلات في الصورة المؤكسدة ، لذا فالمستقبلات التي توجد في الصورة المرجعة يجب أن تتأكسد أولا ، ويتم ذلك خلال تحول الـ APG إلى PGAL و تتشكل بذلك مواد عضوية و مستقبلات في الصورة المؤكسدة تكون قادرة على استقبل e و البروتونات الناتجة من تحلل الماء ، فيتحلل بذلك الماء و يتحرر الأكسجين

II . تحليل النتائج:
1/ في الوعاء الأول عندما كان إشعاع الO2 في الماء 0.85% و نسبةإشعاع الأكسجين في ثاني أكسيد الكربون يقدر بـ: 0.20% حصلنا على أكسجين مطروح بنسبة 0.85%.
أما في الوعاء الثاني: نسبة ال O2 المشع في الماء تقدر بـ 0.20% و نسبة الإشعاع في ثاني أكسيد الكربون تقدر 0.68% حصلنا على O2 منطلق مشع بتركيز 0.20%.
2/ الاستنتاج : مصدر الO2 المطروح هو تحلل الماء.

التمرين الثاني

I – 1 التبيان :

أ - الصانعات الخضراء المعزولة يمكن أن تطرح غاز الـ O2 في غياب غاز الـ CO2 :

- رغم غياب الـ CO2 و في وجود كل من الضوء و مستقبل الإلكترونات (DCPIP) نسجل زيادة في تركيز الـ O2 في الوسط (من ب إلى جـ أو من هـ إلى و كما في المنحنى) نتيجة أكسدة الماء، مما يدل على طرحه من طرف الصانعات الخضراء المعزولة .

ب- طرح الـ O2 يتطلب وجود مؤكسد في الوسط :

- قبل **إضافة مستقبل** الإلكترونات (DCPIP) و بوجود الضوء نسجل تناقص في الـ O2 (الجزء أ ـ ب من المنحنى) دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندري (بعملية التنفس) و على إثر إضافة DCPIP (الجزء ب ـ جـ من المنحنى) نسجل زيادة في تركيز الـ O2 في الوسط مما يدل على أن طرح الـ O2 (اكسدة الماء) يتطلب وجود مستقبل للإلكترونات .

ج - كاشف هيل يتم إرجاعه في وجود الضوء (مستعينا بمعادلات كيميائية):

- رغم وجود كاشف هيل (DCPIP) و في غياب الضوء (النقطة 3 من المنحنى) نلاحظ تناقص في الـ O_2 و بتوفر الضوء (النقطة هـ) يستأنف طرح الـ O_2 مما يدل على أن طرح الـ O_2 (أكسدة الماء) يتطلب وجود الضوء .
- **المعادلات الكيميائية :**

تحلل ضوئي للماء	$H_2O \longrightarrow 1/2O_2 + 2e^- + 2H^+$	
إرجاع المستقبل	$DCPIP + 2e^- + 2H \longrightarrow DCPIP\ H_2$	
	(حالة مؤكسدة)	(حالة مرجعة)

د - طرح الـ O_2 مرتبط بإرجاع كاشف هيل :

- في حالة نفاذ DCPIP من الوسط (النقطة جـ أو د من المنحنى) أي في حالة إرجاعه نلاحظ تناقص في تركيز الـ O_2 (نتيجة استهلاكه من طرف الميتوكندري) فطرح الـ O_2 مرهون باستهلاك DCPIP أي إرجاعه .

2 – استخلاص شروط انطلاق الأكسجين :

- توفر الضوء (تنبيه جزيئات اليخضور (أ) لمركز التفاعل)
- توفر مستقبل للالكترونات والبروتونات في حالة مؤكسدة.
-

II – التجربة1 :

1 – تحليل منحنى الشكل (أ) :

- خلال 10 دقائق الأولى وفي وجود الضوء تكون سرعة تثبيت CO_2 من قبل الطحالب المعرضة للضوء عند قيمة أعظمية.
- من 0 إلى 20د ، في الظلام تتناقص سرعة تثبيت CO_2 من قبل الطحلب حتى تنعدم عند الدقيقة 20

الاستنتاج :

- الضوء شرط غير أساسي لتثبيت ودمج CO_2 لأن هذا التثبيت يتم خلال الفترة المظلمة شريطة أن تسبقه فترة إضافة لا تقل مدتها عن 10 دقائق.

2 – شرح تحث أي شروط يتم تثبيت غاز CO_2 :

التجربة1 : عدم تثبيت CO_2 لغياب الضوء والتيلاكويد (عدم حدوث المرحلة الكيموضوئية)
التجربة2 : تثبيت غاز CO_2 لتوفر جميع الشروط حيث التيلاكويدات التي تعرضت للضوء تم على مستواها حدوث المرحلة الكيموضوئية ، تستعمل نواتج هذه الأخيرة في تثبيت غاز CO_2.
التجربة3 : عدم تثبيت غاز CO_2 لعدم حدوث المرحلة الكيموضوئية بسبب عدم تعرض التيلاكويدات للضوء.
التجربة4 : توفر نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATPو $NADPH.H^+$) ، رغم غياب الضوء والتيلاكويدات ،يتم تثبيت غاز CO_2 .
شروط تثبيت غاز CO_2

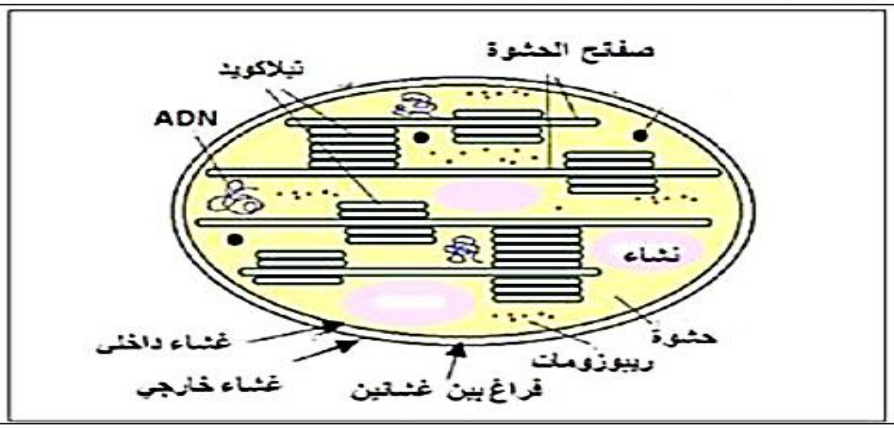
- ✓ يتم تثبيت (إدماج) CO_2 على مستوى الحشوة (توفر انزيمات) بوجود ATP و $NADPH_2$ (نواتج المرحلة الكيموضوئية والضوء شرط أساسي لحدوثها).
- ✓ يتم إنتاج ATP و$NADPH_2$ على مستوى الثيلاكويدات بوجود الضوء .

III – اهم الفوارق بين المرحلة الكيموضوئية والمرحلة الكيموحيوية :

المرحلة / الفوارق	المرحلة الكيموضوئية	المرحلة الكيموحيوية
النواتج المتشكلة	- الأكسجين O_2 - نواقل مرجعة $NADPH.H^+$ - ATP	- غلوكوز $C_6H_{12}O_6$
مقر حدوثها	- التيلاكويدات	- حشوة الصانعة الخضراء
الشروط الضرورية لحدوثها	- طاقة ضوئية - نواقل مؤكسدة $NADP^+$ - الماء H_2O	- غاز CO_2 - نواتج المرحلة الكيموضوئية : ATP و $NADPH.H^+$

التمرين الثالث

I - 1 - الرسم التخطيطي للصانعة الخضراء:



2 - الميزة الأساسية لبنية الصانعة التي تسمح بتحويل الطاقة:

للصانعة الخضراء بنية حجيرية تحددها الأغشية الثلاثة (غشاء خارجي ، الداخلي ، و غشاء الثيلاكوئيد)

II ـ 1 ـ الكيفية (الشكل 1 ، الوثيقة 2):

ـ من خلال النتائج الممثلة في الشكل (1) الوثيقة (2) فإن تركيز ATP يزداد في الاضاءة الضعيفة و القوية مقارنة بتركيزه في الظلام.

ـ كما ينخفض تركيز الـ ADP و المؤكسد R في الاضاءة القوية و الضعيفة مقارنة بتركيزه في الظلام.

ـ و عليه فإن كل من الـ ATP و RH مركبين ينتجان بوجود الضوء أي خلال المرحلة الكيموضوئية نتيجة فسفرة الـ ADP و إرجاع المستقبل المؤكسد R .

---

2 ـ أ ـ المعادلات الكيميائية المُلخصة لتشكيل ATP و RH :



ـ إنساب التفاعلات إلى العناصر المسؤولة من الشكل (2) الوثيقة (2):

ـ تفاعل الأكسدة و الارجاع يتم على مستوى السلسلة التركيبية الضوئية (4)(سلسلة أكسدة–إرجاع)

ـ تفاعل الفسفرة على مستوى الكرية المذنبة (5).

ب ـ انعكاسات تأثير مادة DCMU على هذه التفاعلات:

مادة DCMU توقف انتقال الإلكترونات بين النظامين وبالتالي تثبط اكسدة الماء (التحلل الضوئي للماء) وعدم إرجاع المستقبل (R) و بالتالي عدم توليد تدرج في تركيز البروتونات (توقف الضخ) بين التجويف والحشوة مما ينتج عنه عدم تنشيط الكرية المذنبة المحفزة للفسفرة و تركيب الـ ATP.

ـ استنتاج العلاقة بين 4 و 5 :

نشاط السلسلة التركيبية الضوئية يوفر الطاقة الضرورية الفورية لحدوث الفسفرة والمتمثلة في تدرج تركيز البروتونات.

---

3 ـ أ ـ تحليل منحنى الوثيقة (3) :

يمثل المنحنى تطور تركيز CO_2 المنحل في الوسط بدلالة الزمن في شروط تجريبية محددة.

ـ من 0– 40 فترة الظلام: نسجل ثبات في تركيز الـ CO_2 في الوسط عند قيمة إبتدائية.

ـ 40– 60 فترة الإضاءة: يستمر الثبات لمدة زمنة توافق (AB) ثم ينخفض (تثبيت).

ـ 60–80 فترة الظلام: يستمر الإنخفاض في تركيز الـ CO_2 في الوسط لمدة زمنية توافق (CD)ثم يثبت من جديد عند التركيز الذي بلغه.

ب- المعلومة: إن تثبيت الـCO_2 يعتمد على الضوء بشكل غير مباشر أي على نواتج تفاعلات التي تتم في الضوء (تفاعلات كيموضوئية).يظهر ذلك من استمرارها في الظلام بشرط تسبق بفترة إضاءة وتمثل الزمن اللازم لتركيب نواتج المرحلة كيموضوئية.

ج - تفسير احتواء الجزيئات العضوية المتشكلة على الكربون المشع :

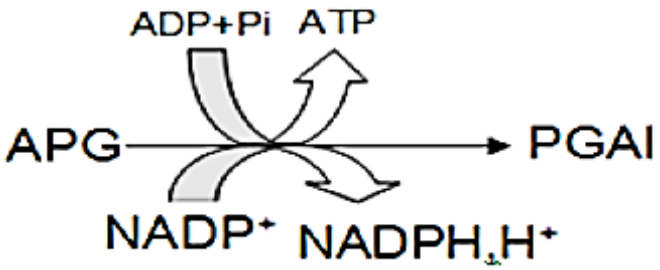
(يمكن التفسير بانجاز دورة كالفن)

*- يتثبت الـ CO_2 على الـ Rudip .

*- يتكون مركب سداسي الكربون غير ثابت يتفكك الى جزيئتين من الـ APG.

$$CO_2 + \text{Rudip} \longrightarrow (C_6) \longrightarrow 2APG$$

*- يتم إرجاع الـ APG بواسطة $NADPH,H^+$ وباستعمال طاقة مصدرها الـ ATP إلى سكر ثلاثي PGAL.



*-جزء ضئيل من PGALيستعمل في تجديد الـ Rudip والجزء الأكبر يستعمل في تركيب السكر السداسي.

III- مفهوم الازدواجية الطاقوية خلال التركيب الضوئي:

خلال المرحلة كيموضوئية فإن الطاقة الناتجة عن الأكسدة الضوئية للماء وإرجاع المستقبل الحيوي تستغل في فسفرة الـ ADP في وجود Pi لتركيب ATP.

وخلال المرحلة كيموحيوية تستغل الطاقة المتشكلة في المرحلة كيموضوئية في تنشيط ارجاع الـ $CO2$ وتركيب المادة العضوية.

التمرين الرابع

1 - أ – ماهي الاشكالية المراد معالجتها من خلال هذه التجربة:
- ماهو مصدر الاكسجين المنطلق أثناء عملية التركيب الضوئي؟

ب - تحليل معطيات جدول الوثيقة (1):
- عند توفر لطحالب المعلق (س) ماء يحتوي على نسبة مرتفعة من O^{18} تقدر بـ 0.85% ،وغاز CO2 يحتوي على نسبة منخفضة من O^{18} تقدر بـ 0.40% :تكون نسبة O^{18} في الوسط مرتفعة وتقدر بـ 0.85%.
- عند توفر لطحالب المعلق (س) ماء يحتوي على نسبة منخفضة من O^{18} تقدر بـ 0.20% ،وغاز CO2 يحتوي على نسبة مرتفعة من O^{18} تقدر بـ 0.57% :تكون نسبة O^{18} في الوسط منخفضة وتقدر بـ 0.20%.

جـ - الاستنتاج :
- مصدر الاكسجين المنطلق أثناء عملية التركيب الضوئي هو الماء وليس غاز ثاني أكسيد الكربون.

2 – أ – دور فيروسيانور البوتاسيوم :
- يلعب دور مستقبل اصطناعي للالكترونات ، فهو يعوض المستقبل الطبيعي ($NADP^+$).

علاقته بالاكسجين O2 :
- علاقة غير مباشرة لأنه يستقبل الإلكترونات المحررة من الأكسدة الضوئية للماء

المعادلات الكيميائية :
- اكسدة الماء : $H_2O \longrightarrow 2H^+ + 2e^- + 1/2O_2$
- ارجاع المستقبل الاصطناعي : $2Fe^{+3} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{+2}$

ب – تفسير المنحنى البياني :
- من ز=0 إلى ز=2 دقائق وفي الظلام : نسجل تناقص في تركيز O_2 باستمرار لاستعماله من طرف الميتوكوندري المتواجدة في الرشاحة من جهة ومن جهة أخرى لعدم تعويضه في الوسط من جهة أخرى لعدم حدوث التحلل الضوئي للماء لغياب مستقبل للالكترونات.
- من ز=2د إلى ز=7د : في البداية وفي وجود الضوء فقط يستمر تناقص تركيز غاز O_2 في الوسط لاستمرار استهلاكه في التنفس وعدم اكسدة الماء ،عند اضافة المستقبل الاصطناعي للالكترونات في الزمن ز=3د وفي وجود الضوء نسجل ارتفاع في تركيز غاز O_2 في الوسط الى ان يصل تقريبا الى قيمة تقدر بـ 230 ميكرومول/ل بعد7 دقائق من بداية التجربة بسبب التحلل الضوئي للماء وفي نفس الوقت يتم ارجاع فيروسيانور البوتاسيوم بسبب استقباله للالكترونات الناتجة من التحلل الضوئي للماء.
- من ز=7د – ز=10د وفي الظلام : يتناقص تركيز O_2 من جديد ليصل إلى 200 ميكرمول/ل عند الدقيقة10 ، يفسر ذلك باستمرار عملية التنفس لتوفر الميتوكندري في الرشاحة ولعدم التحلل الضوئي للماء لغياب الضوء.

جـ : شروط انطلاقة O2 :
- توفر الضوء
- توفر مستقبل للالكترونات
- اليخضور

3 – أ - النتائج التي تتوقع الحصول عليها فيما يخص تركيب الـ ATP :
- تركيب الـ ATP في الوسط1 وعدم تركيبها في الاوساط الأخرى.

التعليل :
- **الوسط1(التجربة الشاهد) :** تركيب الـ ATP يعود لتوفر كل الشروط الضرورية لذلك.حيث يتم هذا التركيب على مستوى الصانعات الخضراء (غشاء التيلاكويد) المتوفرة في الوسط ، بفضل الضوء وانطلاقا من فسفرة الـ ADP باستعمل الطاقة الناتجة عن مرور البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATP سنتاز).
- غياب احدى الشروط المدرجة في الجدول يعيق حدوث الفسفرة الضوئية وبالتالي تركيب الـ ATP.
- **في الوسط2 :** عدم تركيب الـ ATP لغياب الضوء لأنه شرط اساسي لأكسدة الماء الذي توفر البروتونات H^+.
- **في الوسط3 :** عدم تركيب الـ ATP لغياب Pi لانه ضروري لفسفرة الـ ADP.
- **في الوسط4 :** عدم تركيب الـ ATP لغياب ADP الذي يتفاعل مع Pi في وجود ATP سنتاز.
- **في الوسط5 :** عدم تركيب الـ ATP لغياب الخلايا اليخضورية (غياب الصانعات الخضراء التي تعبر مقر عملية التركيب الضوئي).

بـ - المرحلة التي يتم فيها تشكيل O2 :

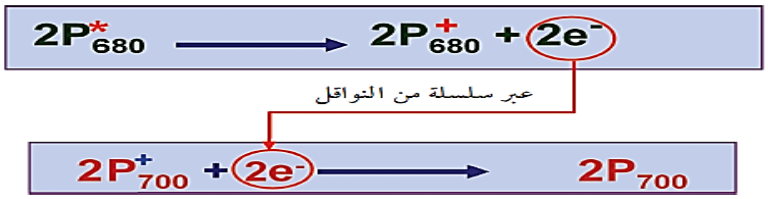
- هي المرحلة الكيموضوئية

مصدرO2 :

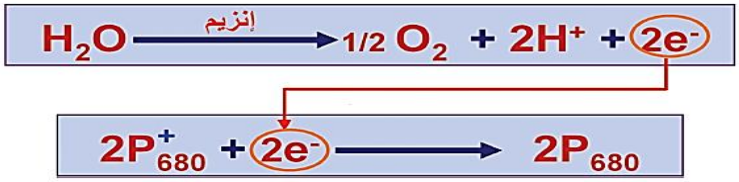
- التحلل الضوئي للماء (أكسدة الماء)

المعادلات الكيميائية التي ترافق تشكل الـ O2 :

- **مصير الالكترونات النظام الضوئي PSII :**



- **الالكترونات الناتجة عن تحلل الماء تعوض الالكترونات المتحررة من PSII**



- **مصير الالكترونات النظام الضوئي PSI :**



التمرين الخامس

I/ 1-

العضية المعنية هي البلاستيدة الخضراء

البيانات : 1* غشاء خارجي 2* غشاء داخلي 3* صفيحة حشوية 4* حشوة 5* بذيرة

2 – تفسير النتائج :

قبل z_0 : وفي وجود الضوء ثبات تركيز O_2 لعدم تحلل الماء لعدم وجود مستقبل الإلكترونات

من z_0 – z_1 وفي وجود الضوء تزايد تركيز O_2 لتحلل الماء لوجود مستقبل الإلكترونات

من z_1 – z_2 : ثبات تركيز O_2 لعدم تحلل الماء لغياب الضوء

بعد z_2 : تزايد تركيز O_2 لتحلل الماء لوجود الضوء و مستقبل الإلكترونات

$$2\,H_2O + 4\,Fe^{+3} \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4\,Fe^{+2} + O_2 + 4H^{+}$$

II-1تفسير الجزء(أ ب) :

قبل z_0 : ثبات كمية CO_2 المثبتة لتوفر كل متطلبات تثبيته بوجود الضوء

من z_0 – z_1 وبعد قطع الضوء استمرار تثبيت CO_2 لفترة زمنية قصيرة رغم تناقصه لتناقص مواد تم إنتاجها في الضوء

الإستنتاج : مرحلة كيميوضوئية تتطلب وجود الضوء ومرحلة كيميوحيوية لا تتطلب وجود الضوء

2 – المعلومة الإضافية : تثبيت CO_2 لايحتاج إلى الضوء وإنما يحتاج إلى $NADPH.H^{+}$ و ATP اللذان يتم إنتاجهما في وجودالضوء .

3 – المعادلة الاجمالية :

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

التمرين السادس

1 – تحليل الشكل (1) :

- بعد ز0 خلال ساعة من الزمن في وجود الضوء نلاحظ ان كمية CO_2 المشع المثبتة ثابتة
- من 0 حتى 20 ثانية : في الظلام نلاحظ تناقص كمية CO_2 المثبتة حتى تنعدم

2 – في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء و غياب ال CO_2 تحدث المرحلة الكيمو ضوئية بشكل محدود حيث تتشكل كميات قليلة من ATP و $NADPH.H^+$

3 – خلال المرحلة ز1- ز2 بوجود ال CO_2 وغياب الضوء تحدث مرحلة كيمو حيوية بشكل محدود حيث تستغل كميات ATP و $NADPH.H^+$ المتوفرة فيستغل ال CO_2 لصنع كمية قليلة من المادة العضوية

4 – **المقارنة :** خلال ز1 – ز2 في الشكل 1 يبدأ تثبيت CO2 ثم يتناقص أما في الشكل 2 فلا يبدأ تثبيت CO2 تماما لعدم توفر نواتج المرحلة الكيمو ضوئية

5 – **الاستخلاص :** يوجد تكامل بين المرحلة الكيمو ضوئية و المرحلة الكيمو حيوية حيث كل منهما تحتاج إلى الأخرى (نواتج المرحلتين) من أجل استمرار عملية التركيب الضوئي.

التمرين السابع

1 ــ A تمثل الستروما و B تمثل البديرة (التيلاكوئيد).

2 ــ لا يتم تركيب ATP في حالة غياب فرق PH بين تجويف التيلاكويد والوسط الخارجي أو في غياب الكرات المذنبة، و من تم يمكن استخلاص ان الشروط الاساسية لتركيب ATP بالاضافة الى وجود ADP و Pi

ــ تدرج في تركيز الـــ PH بين تجويف تيلاكويدات وخارجها.

ــ وجود وسلامة الكريات مذنبة.

3 ــ

ADP + Pi ---------- طاقة -------> ATP +H2O

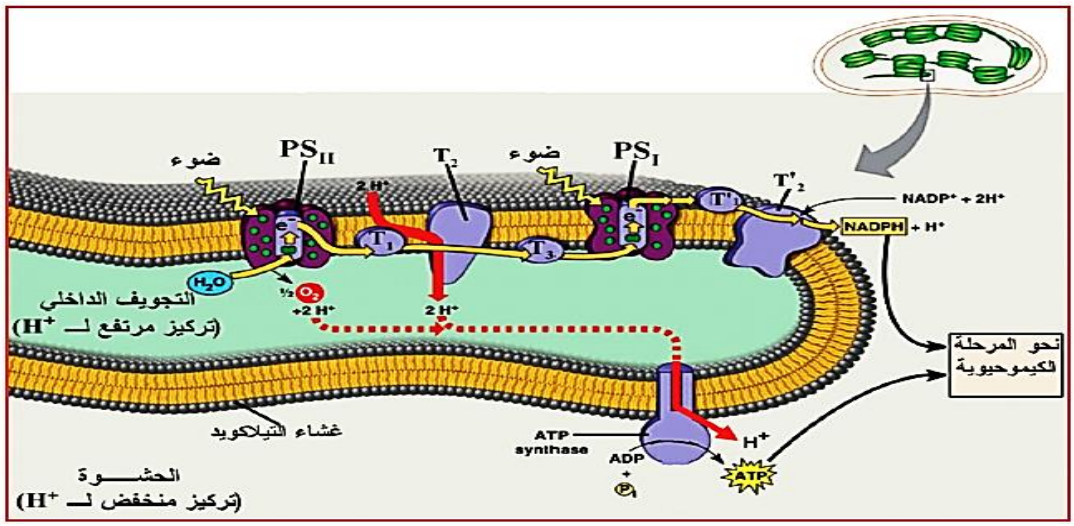
4 ــ عند غياب الضوء لا يتم انتاج O2 و ATP و $NADPH,H^+$ ويمكن تفسير بكون الطاقة الضوئية تعمل على تهييج اليخضور وبالتالي تحرر الكترونات (تنتقل الى المستقبل NADP+)مما يؤدي إلى أكسدة الماء ينتج عنه انطلاق O2 حسب التفاعل التالي:

2H2O ----------> O2 + 4 H+ + 4 e-

5 ــ في غياب المستقبل NADP لا يمكن للاكترونات الانتقال من اليخضور وبالتالي لا تتم أكسدة الماء ومن تم غياب إنتاج O_2.

6 ــ مخطط تبرز العلاقة بين الضوء، طرح O_2 ، ATP و $NADPH,H^+$

المرحلة الكيموضوئية



التمرين الثامن

I-1: – المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليل للمنحنى :

- ✓ في الضوء الأبيض أو الإشعاعات 700 نانومتر (الإشعاعات الحمراء) يتم دمج Pi وتركيب الـ ATP .
- ✓ في الضلام أو الإشعاعات 500 نانومتر (الإشعاعات الخضراء) لا يتم دمج Pi ولا تركيب الـ ATP.

2 –العلاقة بين الطاقة الضوئية ودمج الفوسفور في الصانعة الخضراء :

- ✓ يرجع إلى امتصاص اليخضور للطاقة الضوئية وتحويلها الى طاقة كميائية مخزنة في جزيئة الـ ATP انطلاقا من ADP+Pi بواسطة انزيم ATP سنتاز ، فهي إذن **علاقة طردية**

3 – تحليل نتائج الجدول :

- ✓ **في المعلق (أ) :**نلاحظ ان الأكسجين المنطلق مشع فمصدره هو الماء.
- ✓ **في المعلق (ب) :** نلاحظ أن الاكسجين المنطلق غير مشع فمصدره ليس CO_2 .

الاستنتاج :

- ✓ مصدر الاكسجين المنطلق هو أكسدة الماء

4 – تفسير المنحنى :

- **[ز0 –ز1]** في الضلام وفي غياب المستقبل $Fe3^+$: نلاحظ انعدام الاكسجين المنطلق في الوسط لعد حدوث أكسدة ضوئية للماء.
- **[ز1 –ز2]** في الضوء وفي غياب المستقبل $Fe3^+$: نلاحظ انعدام الاكسجين المنطلق في الوسط لعد حدوث أكسدة ضوئية للماء
- **[ز2 –ز3] و [ز4 –ز5]** في وجود الضوء ومستقبل الالكترونات : نلاحظ انطلاق O_2 فتترتفع كميته في الوسط ، دليل على حدوث أكسدة ضوئية للماء **وارجاع** مستقبل الالكترونات **وفق المعادلات التالية :**

اليخضور الضوء

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

ارجاع المستقبل $4Fe^{+3} + 4e^- \longrightarrow 4Fe^{+2}$

بجمع التفاعلين $2H_2O + 4Fe^{+3} \longrightarrow O_2 + 4Fe^{+2} + 4H^+$

- **[ز3 –ز4]** : في الظلام ورغم توفر المستقبل يتوقف انطلاق الاكسجين فتثبت كميته تقريبا في الوسط لتوقف الاكسدة الضوئية للماء.

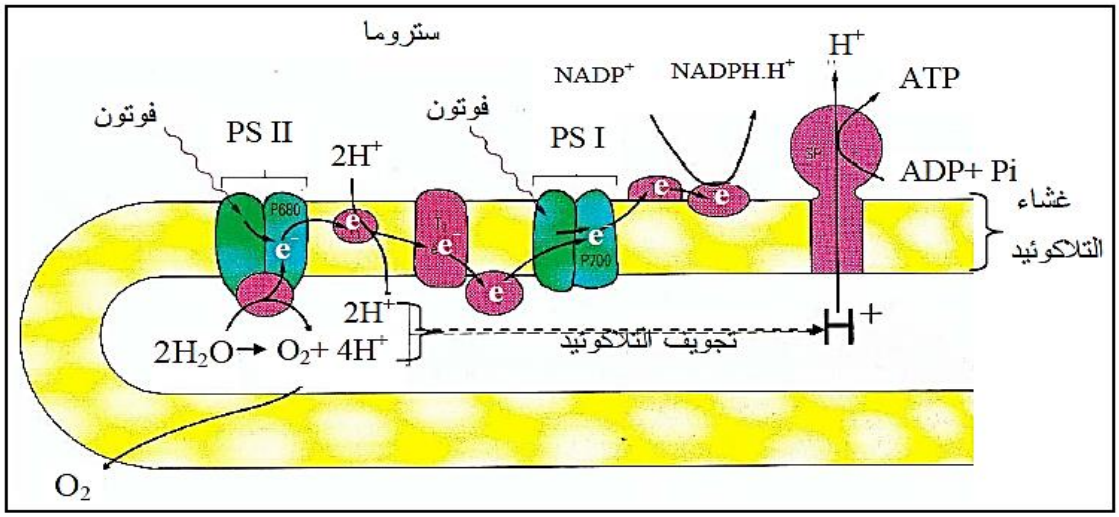
6- شروط تحرير الاكسجين هي :

- الضوء ومستقبل للالكترونات

الفاصلة الزمنية التي تؤكد هذه الشروط هي :

- [ز1 –ز2] : تؤكد ضرورة مستقبل للالكترونات.
- [ز3 –ز4] : تؤكد ضرورة الضوء.
- [ز0 –ز1] : تؤكد ضرورة الضوء والمستقبل لحدوث أكسدة الماء ضوئيا .

6 - رسم تخطيطي يوضح التفاعلات التي تمت على مستوى الصانعة الخضراء (المرحلة الكيموحيوية



II – 1 – تحليل وتفسير المنحنى :

في وجود الضوء :

- في بداية التجربة يلاحظ ارتفاع في كمية APG يتبعه ارتفاع في كمية الآ RUDip يتبعه تركيب مستمر للسكريات ، يفسر ذلك عندتثبيت CO2 يتركب الـ APG الذي بدوره يتحول الى RUDip وإلى سكر سداسي.
- بعد مدة يلاحظ ثبات كل من الـ APG والـ RUDip مع استمرار ارتفاع كمية السكر ، يفسر ذلك بأن كل من الـ APG والـ RUDip يستهلكان ويعاد تجديدهما باستمرار في وجود الضوء.

في الظلام :

- نلاحظ تناقص في RUDip وارتفاع كمية APG واستمرار تركيب السكر لفترة قصيرة ثم يتوقف تركيبه ، ويفسر ذلك بتوقف تحويل الـ APG إلى RUDip وإلى السكر ، بينما الـ RUDip يستمر تحوله الى APG دون إعادة تركيبه.

الاستنتاج :

- في وجود الضوء والـ CO2 تحدث سلسلة من التفاعلات تسمح بدمج الـ CO2 ينتج من خلالها الغلوكوز

2 – العلاقة الموجودة بين المرحلة الكيمو ضوئية والكيموحيوية :

- تتكامل مرحلتي التركيب الضوئي بصورة منظمة حيث :
- **توفر المرحلة الكيموضوئية** ATPو$NADPH,H^+$ الضروريتان لحدوث المرحلة الكيموحيوية.
- **توفر المرحلة الكيموحيوية** المواد الأولية ($NADP^+$,Pi ,ADP) لتركيب ATPو$NADPH,H^+$ باستقبال الإلكترونات الكيموضوئية.

لذلك تحدث المرحلتان معا لكي يتم انتاج الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (النشاء)

التمرين التاسع

1 - أ – تعرف على البيانات المرقمة :

- 1 - حبيبة نشاء 2- صفائح الحشوة 3 - سيتوبلازم 4 – غلاف الصانعة .
- أ – تيلاكويد (كيس) ب- الحشوة (الستروما)

ب - الميزة الأساسية لبنية هذه العضية :

للصانعة الخضراء بنية حجيرية منتظمة تتمثل في :

- التراكيب الغشائية الداخلية : التيلاكوئيد .
- التجويف الداخلي أي الحشوة المحدد بالغشاء الداخلي للصانعة .

جـ - للصانعة الخضراء دور في تحويل الطاقة:حيث على مستواها يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في روابط عناصر المادة العضوية المركبة .

التجربة 1 :

2 – أ تفسير المنحنيين :

- في الظلام :ثبات تركيز O_2 والـ ATP ،لعدم انطلاق O_2 وعدم تشكل الـ ATP ، بسبب توقف ظاهرة التركيب الضوئي وعدم تحلل الماء ضوئيا والي يعتبر مصدرا للـ O_2 والـ H^+ .
- في وجود الضوء : يلاحظ ارتفاع في تركيز O_2 وتركيز الـ ATP المتشكلة نتيجة لتحلل الماء فينطلق O_2 ، اما تراكم البروتونات H^+ في تجويف الكيس فيتسبب في تشكيل الـ ATP.
- ب – المعلومات المستخرجة :
- تحرير O2 وتشكل جزيئات الـ ATP يتطلب توفر الضوء وهو ضروي لتحلل الماء ، ومستقبل للألكترونات.

جـ - تدعى هذه المرحلة : المرحلة الكيموضوئية ، ومقرها التيلاكويد

- **تلخيص آلية المرحلة الكيموضوئية :**
- تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخلية عن الكترون
- تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع ،وبالتالي قابلية التنبه انطلاقا من الإلكترونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.

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

- إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة عبارة عن ناقل للبروتونات والإلكترونات هو NADP+ (متواجد في الحشوة) الذي يُرجع إلى NADPH ,H+ بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز:

$$\mathbf{2(\,NADP^+) + 2H_20 \rightarrow 2(\,NADPH,H^+) + 0_2}$$

- 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) :إنها الفسفرة الضوئية .

$$ADP + Pi + E \rightarrow ATP + H_2O$$

التجربة 2 :

أ – المعلومات التي تستخلصها من توافق نتائج المرحلتين 2 و4 :

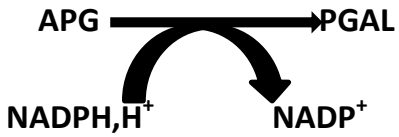
تعمل الكيبيسات في وجود الضوء على توفير النواقل المرجعة NADPH,H+ والـ ATP وهي ضرورية لحدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية التي تتمثل في تثبيت غاز CO2 وإنتاج الجزيئات العضوية.

ب – تفسير تثبيت CO2 لانتاج النشاء :

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

$$CO_2 + RUDIP \longrightarrow (C_6) \longrightarrow 2APG$$

- ينشط حمض الفوسفوغيليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة الATP و+NADPH,H الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية إلى سكر ثلاثي يدعى فوسفو غليسيرالدهيد (PGAL).



- قسم من PGAL يستعمل في تجديد الـ RUDIP والقسم الباقي يستعمل في تكوين سكر سداسي هو الغلوكوز الذي يتكاثف ويتحول إلى نشاء .

3 – يعاد الرسم مع كتابة البيانات مكان الأرقام المؤطرة :

1 –H_2O 2- O_2 3- ATP 4- ADP 5- Pi 6- $NADPH.H^+$ 7- $NADP^+$

8 – CO_2 9- $2H^+$ 10 – PGAL 11 - HEXOSE 12 – RUDiP 13 – APG

المرحلة (أ) : كيموضوئية المرحلة (ب) : كيموحيوية

- **النص العلمي :**

هناك تكامل بين مرحلتي التركيب الضوئي حيث توفر المرحلة الكيموضوئية $NADPH,H^+$ والـ ATP الضروريتان لحدوث المرحلة الكيموحيوية ، بينما تقوم المرحلة الكيموحيوية بتوفير المواد الأولية ($NADP^+$,Pi,ADP) لتركيب الـ $NADPH,H^+$ والـ ATP باستقبال الإلكترونات الكيموضوئية ، لذلك تحدث المرحلتان معا لكي يتم إنتاج الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (النشاء).

التمرين العاشر

I –أ)المعلومات المستخرجة حول آلية هذا التحويل الطاقوي :
من التجربة 1 و 2 فإن ATP و تحليل الماء (انطلاق O_2) يتم في التيلاكويد في مرحلة أولى
من 3 و 4 فإن تثبيت CO_2 و تركيب المادة العضوية يتم في المادة الأساسية في مرحلة ثانية
من 4 و 5 فإن التركيب الضوئي يتم على مرحلتين متكاملتين
ب)**التجربة 1**
1-تتابع ظهور الإشعاع في المركبات المختلفة :
يظهر أولا في الـ APG ثم في TP ثم Saccharose ثم أخيرا في النشاء Amidon .
2-يفسر تناقص الإشعاع في الـ APG ابتداء من الزمن 7S باستعماله بوتيرة أكبر من تشكله
و يفسر انخفاض كمية TP ابتداء من الزمن 27s باستعماله في بناء السكروز الذي بدأت كميته تزيد بشكل كبير في نفس الوقت
3-اقترح أن الـAPG ناتج عن اندماج و تثبيت CO_2 على Rudip ليتنتج جزيئين من الـ APG أو على مركب ثنائي الفحم لينتج APG ثلاثي الفحم (ثلاثي الفحم).

التجربة2
1- تحليل منحنيات الوثيقة 3 :
في الضوء و في وجود CO_2 1% تكون كمية الإشعاع (كمية المركبين APG و Rudip) ثابتة : كمية APG أكبر
في وجود الضوء و غياب CO_2 تزايدت كمية الـ Rudi و تناقصت كمية الـ APG
تفسير تطور المركبين في الوسطين :
يفسر ثبات كمية المركبين بتشكل كل منهما و استهلاكه بنفس الكمية (الوتيرة).
يفسر تزايد Rudip في الضوء و غياب CO_2 بتشكله و عدم تجدده ، و يفسر تناقص APG في نفس الشروط بعدم تجدده لغياب CO_2 الذي يثبت على Rudip و استهلاكه في تجديد الـ Rudip .

2- تسمح هذه المعلومات بتأكيد تشكل الـ APG من Rudip في وجود الضوء و غاز الفحم كما توضح بأن Rudip يتشكل من APG.

II - إكمال المخطط
ATP-8 ، ADP+Pi-7 ، CO_2-6 ، Hexose-5 ، Rudip-4 ، PGAl-3 ، $NADPH.H^+$-2 ، $NADP^+$-1
9-الحشوة ، 10-تجويف التيلاكويد ، 11-المرحلة الكيموضوئية ، 12-المرحلة الكيموحيوية ، 13-نظام ضوئي II
14-سلسلة نقل e^- ، 15-غشاء التيلاكويد ، 16-نظام ضوئي I ، ATPase-17 ، ADPG-18

التمرين الحادي عشر

1 - أ – تعرف على البيانات المرقمة :
- حبيبة نشاء 2- الحشوة 3 – تيلاكوئيد 4- صفائح الحشوة 5 - سيتوبلازم 6 – غلاف الصانعة .

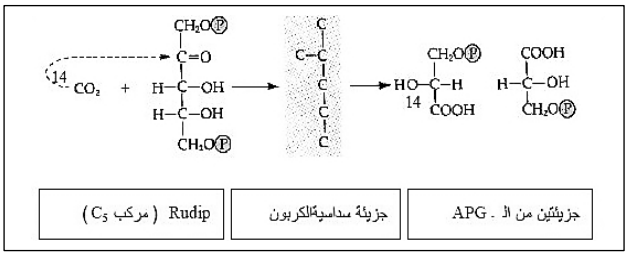
ب - الميزة الأساسية لبنية هذه العضية :
للصانعة الخضراء بنية حجيرية منتظمة تتمثل في :
- التراكيب الغشائية الداخلية : التيلاكوئيد .
- التجويف الداخلي أي الحشوة المحدد بالغشاء الداخلي للصانعة .

جـ - للصانعة الخضراء دور في تحويل الطاقة:حيث على مستواها يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في روابط عناصر المادة العضوية المركبة .
- **التجربة :**

1 - مقر تواجد أنزيم Rubisco في الصانعة الخضراء :
يتواجد أنزيم Rubisco على مستوى الحشوة فقط .
التعليل :
تبين نتائج الهجرة الكهربائية أن أنزيم Rubisco هو من أهم مكونات بروتينات الصانعة الخضراء كما تبين النتائج المحصل عليها أنه من المكونات البروتينية للحشوة ولا يوجد في التيلاكوئيدات .

2 – الأستخلاص فيما يخص مقر تفاعلات إرجاع CO2 :
تحدث تفاعلات إرجاع CO2 على مستوى الحشوة .

3 – المعادلة الكيميائية :



II – 1 – تحليل التسجيلين :

في وسط به كمية كافية من CO2 والإضاءة نسجل ثبات في كمية الـ APG والريبلوز ثنائي الفوسفات (Rudip) .

2 - الفرضيات المقترحة :

- إما أن Rudip والـ APG لايستعملان.
- وإما أنهما يتفككان ويعاد تجديدهما بصفة دورية .

3 – أ - تحليل النتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .أ) في غياب CO2 :

نسجل زيادة معتبرة في Rudip وتناقص ملحوظ في الـ APG .

ب- الاستنتاج :

الزيادة في كمية الـ APG تدل على تراكمه نتيجة عدم استعماله, تناقص كمية الـ Rudip تدل على استمرارية استهلاكه دون تجديده .

4 – شروط إرجاع CO2:

يتطلب تجديد الـ Rudip نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة في الـ ATP و $NADPH,H^+$.

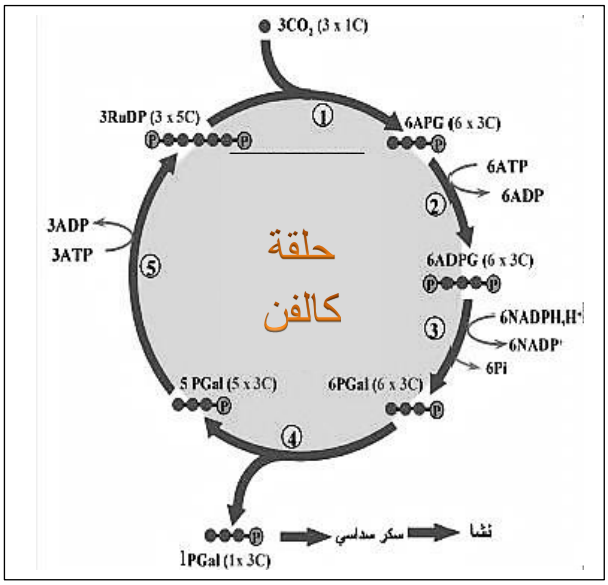
5 - تفسير النتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .ب) في الضلام:

في وجود CO2 يتشكل مركب الـ APG انطلاقا من Rudip, وبسبب غياب الضوء , لاتتشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP و $NADPH,H^+$) وبالتالي لا يتم تجديد Rudip.

6 – تفسيرالنتائج المحصل عليها في (الوثيقة 3 .أ) :

في وجود الضوء تحدث تفاعلات الأكسدة والارجاع في التلاكوئيد وينتج عنها تشكل مركبات وسطية تتمثل في الـ ATP و $NADPH,H^+$, تسمح هذه المركبات بتشكيل الريبلوز ثنائي الفوسفات إنطلاقا من الـ APG ونتيجة غياب CO2 لايتحول الريبلوز ثنائي الفوسفات إلى الـ APG , وبالتالي يتراكم الـ Rudip ويتناقص الـ APG

III –مخطط بسيط يبين فيه الظواهر البيوكيميائية التي تحدث على مستوى العنصر(2) من الوثيقة (1):



التمرين الثاني عشر

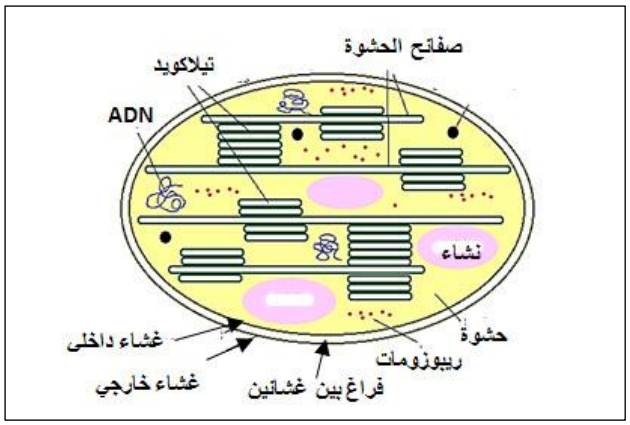
I -1 – التعرف على البيانات المرقمة :

1 – جهاز كولجي 2- نواة 3- صبغين 4- ميتوكوندري 5- جدار خلوي
6 – سترومـا (حشوة) 7- تيلاكويد 8 – صانعة خضراء

2– نمط التغذية : ذاتية التغذية

❖ **التعليل :** لاحتوائها على الصانعات الخضراء (تركيب مركباتها العضوية بفضل عملية التركيب الضوئي).

3 – رسم تخطيطي لما فوق بنية الصانعة الخضراء



II –

التجربة1 :

1 – تفسير النتائج مع معادلات كيميائية :

❖ **المجموعة الاولى :** زوال اللون الازرق دليل على إرجاع 2-6D بواسطة الكترونات والبروتونات الناتجة عن التحلل الضوئي (اكسدة) للماء . وفق المعادلات التالية:

تحلل ضوئي للماء	$H_2O \longrightarrow 1/2O_2 + 2e^- + 2H^+$
إرجاع المستقبل	$2\text{-}6D + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow 2\text{-}6DH_2$

❖ **المجموعة الثانية :** بقاء اللون الازرق لعدم إرجاع المستقبل نتيجة لعدم التحلل الضوئي للماء في الظلام (غياب الضوء)

❖ **المجموعة الثالثة :** بقاء اللون الازرق لعدم إرجاع المستقبل نتيجة لعدم اكسدة الماء لتخريب البروتين (الانزيم) المتواجد في النظام الضوئي الثاني المسؤول على اكسدة الماء.

التجربة2 :

أ – تحليل وتفسير النتائج المحصل عليها

❖ **الانبوب 1 :** في وجود الضوء و ADP و TCA يلاحظ تباث كمية Pi يفسر ذلك بعدم استعماله ويرجع ذلك لكون المادة TCA تثبط التفاعلات الانزيمية التي تؤدي الى فسفرة ADP..

❖ **الانبوب 2** :في الضلام وفي وجود ADP يلاحظ تباث كمية Pi : يفسر ذلك بغياب الضوء وبالتالي عدم تحلل الماء فلا يحدث تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف التيلاكويد والحشوة ولا انتقال للالكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية.

❖ **الانبوب 3** : في وجود الضوء و ADP وصانعات خضراء مغلية يلاحظ تباث كمية Pi.

يفسر ذلك بان الحرارة المرتفعة أدت الى تخريب مكوناتها حيوية (البروتينات) وبالتالي فقدان نشاطها الحيوي

❖ **الانبوب 4** : في وجود الضوء و ADP : يلاحظ انخفاض ي كمية Pi بحوالي µg60 دلالةعلى استعماله في فسفرة ADP

يفسر ذلك : في وجود الضوء يتحلل الماء ويحدث نقل الكترونات على طول السلسلة التركيبية فيحدث تدرج في تركيز البروتونات وهذا ما يساهم في فسفرة ADP نتيجة انتقال البروتونات عبر الكريات المذنبة وتتحرر طاقة تستعمل في فسفرة ADP الى ATP .

❖ **الانبوب 5 :** يلاحظ انخفاض ي كمية Pi بحوالي µg20 في وجود ضوء وغياب ADP يفسر ذلك بتفاعل هذه الكمية مع مخزون منADP كان موجود في الصانعة الخضراء وبكمية محدودة .

ب- شروط استعمال Pi من طرف الصانعات الخضراء :

❖ توفرADP وطاقة ضوئية وصانعات خضراء سليمة (نشيطة)

التجربة3 :

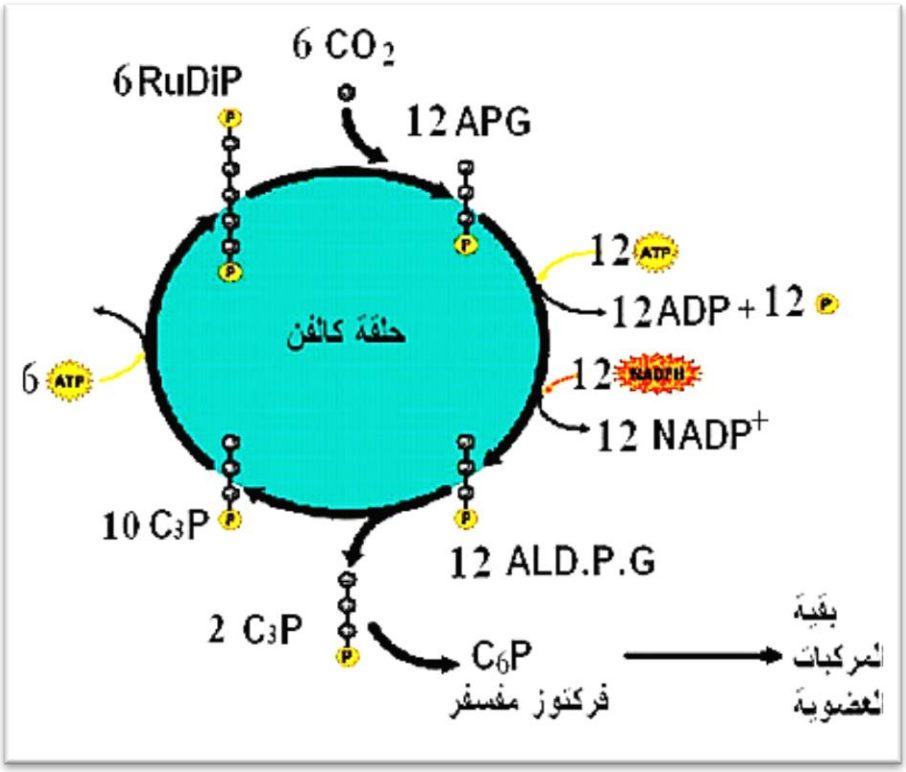
1 – تفسير المنحنى :

- **في الضوء :** نلاحظ ارتفاع APG يتبعه ارتفاع Rudip يتبعه تركيب مستمر للسكر السداسي ، ويرجع ذلك عند تثبيت الـ CO_2 يتركب APG الذي بدوره يتحول إلى Rudip وإلى سكر سداسي
- **في الظلام :**نلاحظ تناقص الـ .Rudip وارتفاع كمية الـ APG ، استمرار تركيب السكر لفترة قصيرة ثم يتوقف تركيبه ، يبين ذلك توقف تحويل الـ APG إلى Rudip وإلى السكر(لغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية $NADPH.H^+$ و ATP)بينما يستمر تحول Rudip الى APG.

2 – نعم الجزيئة العضوية المستقبلة لـ CO_2 هي Rudip

التعليل : استمرارتحول Rudip إلى APG يدل على انها الجزيئة التي يثبت عليها CO_2 لينتج مركب سداسي الكربون مؤقت ، حيث ينشطر الى جزيئتين من APG

3 – مخطط حلقة كالفن :



التمرين الثالث عشر

I - 1 – تعليل هذا الافتراض انطلاقا من تحليل معطيات الوثيقة :

التحليل :

- **في المرحلة X** عند شدة إضاءة ضعيفة نلاحظ أن شدة التركيب الضوئي تتأثر بشدة الإضاءة، ولا تتأثر بدرجة الحرارة،إذ ترتفع شدة التركيب الضوئي مع ارتفاع شدة الإضاءة .وبالتالي فالعامل المحدد لهذه الفترة هو شدة الإضاءة.
- **في المرحلة Y** عند شدة إضاءة مرتفعة نلاحظ أن شدة التركيب الضوئي لا تتأثر بشدة الإضاءة، وتتأثر بدرجة الحرارة،إذ ترتفع شدة التركيب الضوئي عند ارتفاع درجة الحرارة .وبالتالي فالعامل المحدد لهذه الفترة هو درجة الحرارة.
- انطلاقا من هذه المعطيات يمكن افتراض تدخل نوعين من التفاعلات خلال عملية التركيب الضوئي:
  - ✓ تفاعلات كيموضوئية Réactions photochimiques تستلزم الإضاءة ولا تتأثر بالحرارة.
  - ✓ تفاعلات كيميائية حرارية Thermochimiques لا تستلزم الإضاءة وتتأثر بالحرارة.

2 –أ - تعليل كيفية انتقال الالكترونات عبرالسلسلة من النواقل:

- يتطلب نقل الالكترونات إمدادا طاقوي خارجي .ويتم بفضل نظامين ضوئيين PSII وPSI عند التقاطهما للطاقة الضوئية، وبمساعدة مجموعة من البروتينات الموجودة في غشاء التيلاكويد والتي تلعب دورنواقل للالكترونات. وتشكل ما يسمى بالسلسلة التركيبية الضوئية.وتنتقل الإلكترونات عبر السلسلة على الشكل التالي:
  - ✓ من T_1 الى PSI ومن $T'1$ إلى $NADP^+$: انتقال الالكترونات من كمون اكسدة وارجاع منخفض إلى مرتفع، هو انتقال تلقائي للإلكترونات مع تحرير الطاقة.
  - ✓ من PSII (P_{680})إلى T_1 ومن PSI (P_{700}) إلى $T'1$: انتقال الالكترونات من كمون اكسدة وارجاع مرتفع إلى منخفض، مع استعمال الطاقة.

ب - تحديد المستقبل النهائي للالكترونات بمعادلة كيميائية :

- **المستقبل النهائي للالكترونات هو $NADP^+$ (نيكوتين أميد ثنائي نكليوتيد فوسفات)**

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

جـ - مصدر H^+ومصيرها:

- يتم نقل الإلكترونات المحررة من طرف اليخضور عند تهييجها عبر سلسلة تفاعلات **(أكسدة/ارجاع)** بواسطة نواقل الإلكترونات التي توجد على مستوى غشاء التيلاكويد.
- أثناء انتقال الإلكترونات عبر النواقل الغشائية (T2) تحرر طاقة تستعمل في ضخ البروتونات H^+ من الستروما نحو تجويف التيلاكويد عكس تدرج التركيز والتي تضاف إلى البروتونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء ($H_2O \longrightarrow 1/2O_2 + 2H^+ + 2e^-$)في تجويف التيلاكويد، فيرتفع بذلك تركيز أيونات H^+ داخل تجويف التيلاكويد وإحداث فرق في تركيز البروتونات (Gradient) على جانبي غشاء التيلاكويد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء (انخفاض PH تجويف التيلاكويد)

د – تفسير تركيب جزيئة الـ ATP على مستوى الكريات المذنبة :

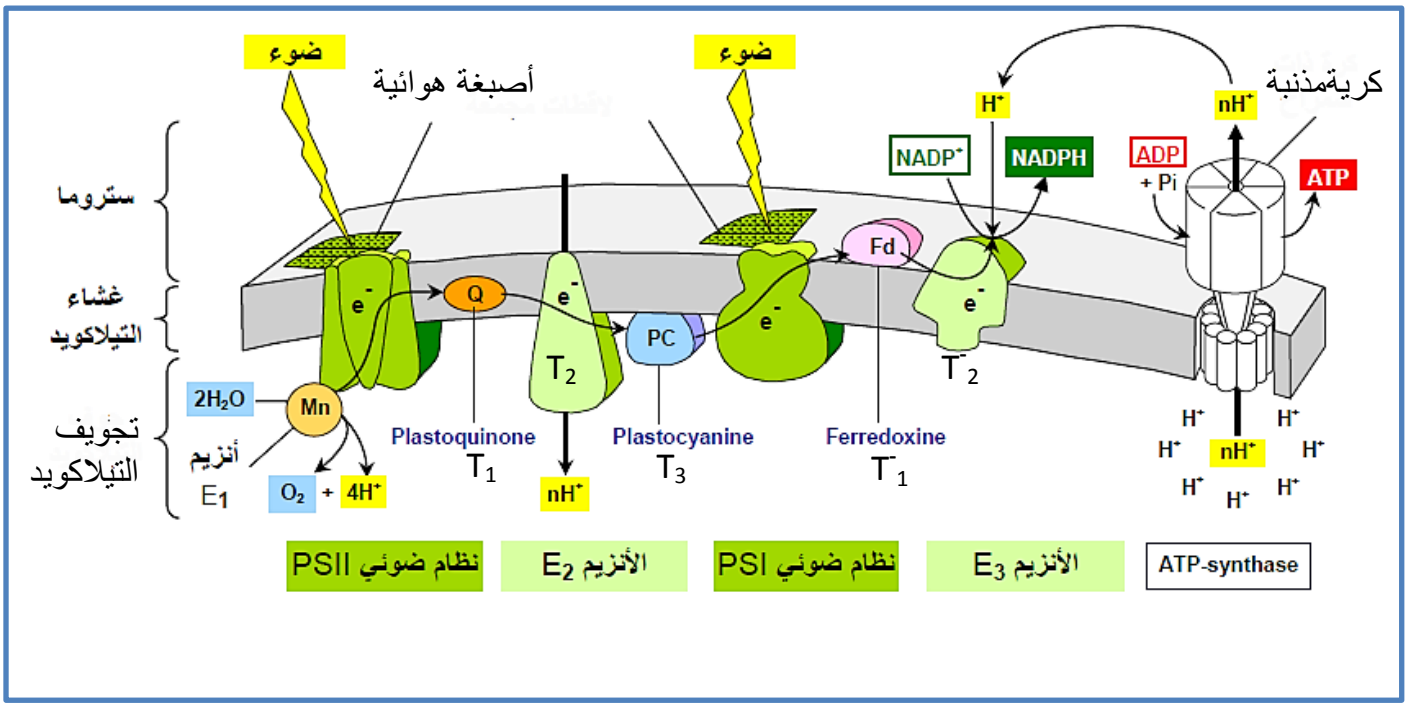
تتدفق البروتونات H^+ عبر الكريات المذنبة (حسب تدرج التركيز) إلى خارج التيلاكويد (الستروما) ، تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلىATP في وجود الفوسفات اللاعضوي(Pi) بتدخل أنز يم غشائي ATPsynthase :**إنها الفسفرة الضوئية .**

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

3 - الفرق في التركيز البروتونات +H بين تجويف التيلاكويد والحشوة :

- دخول بروتونين عبر الناقل T2 يصبح التركيز 12 و 8
- تحرير +H2 من تحلل الماء يصبح التركيز 14 و 8
- استعمال بروتونين في إنتاج +NADPH+H في الحشوة **يصبح التركيز 14 و 6**

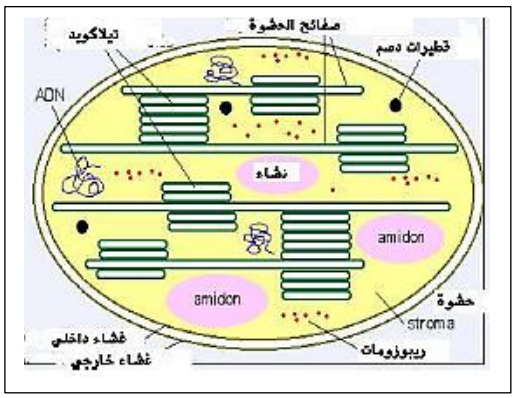
ملحق



رسم تخطيطي يوضح ألية المرحلة الكيموضوئية في عملية التركيب الضوئي

التمرين الرابع عشر

1-



- ***تعرف على العضية*** : هي الصانعة الخضراء
- **الظاهرة الطاقوية التي تحدث على مستواها هي :** التركيب الضوئي .

2 – رسم ما فوق بنية الصانعة الخضراء :

3 – أ تحليل الوثيقة :

- يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSII تهيج اصبغة مركز التفاعل P680 فيفقد إلكترونا غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة من النواقل للبروتونات.
- يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSI تهيج اصبغة مركز التفاعل P700 فيفقد إلكترونا غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة اخرى من النواقل الذي يستقبله في النهاية $NADP^+$.

الأستخلاص :

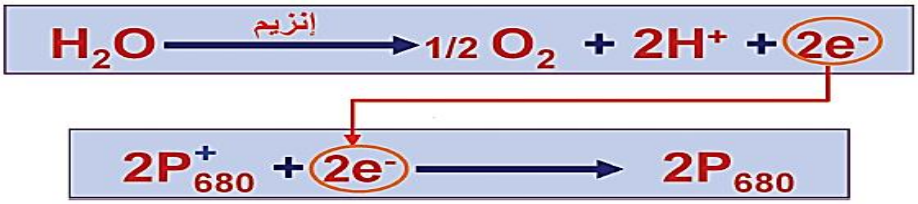
تنتقل الالكترونات من ناقل ذو كمون أكسدة/إرجاع منخفض إلى ناقل ذو كمون أكسدة/إرجاع مرتفع ويتحرر عن ذلك طاقة .

ب- الاستنتاج حول آلية عمل الأنظمة الضوئية :

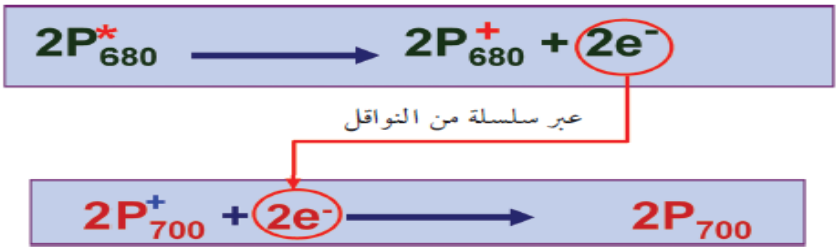
تكتسب الأنظمة الضوئية طاقة عند سقوط الفوتونات الضوئية مما يسمح بإنخفاض الكمون وامكانية انتقال الالكترزنات من الماء ذو كمون أكسدة/إرجاع مرتفع نحو $NADP^+$ ذو كمون أكسدة/إرجاع منخفض ، خلال هذا الانتقال تضخ البروتونات من الحشوة إلى داخل التجويف ويتشكل بذلك فرق في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء متسببا في تركيب الـ ATP .

ج – مصير الالكترونات المتحررة :

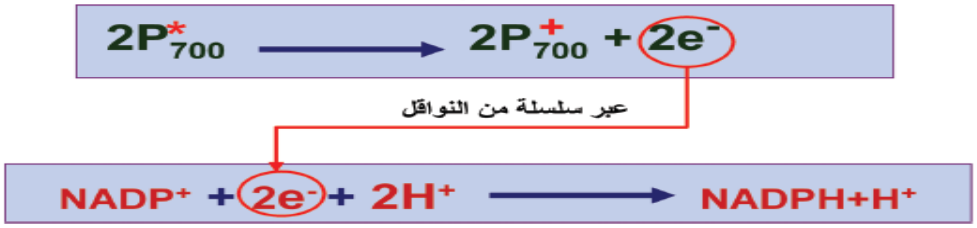
- *مصير الكترونات الماء :* تعوض الكترونات الماء الكترونات PSII المفقودة لكي يستعيد قدرتها على تحرير الكترونات من جديد وبالتالي استمرار عملية التركيب الضوئي



- *مصير الالكترونات المفقودة من PSII :* تنتقل عبر سلسلة من نواقل الالكترونات لتستقبل من طرف أصبغة مركز التفاعل لـ PSI حتى يتمكن هذا النظام الضوئي من تحرير الكترونات من جديد .

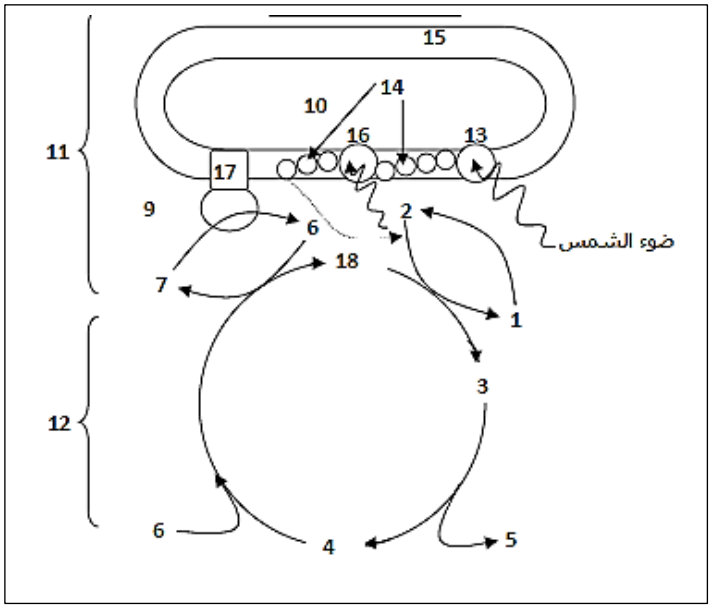


مصير الالكترونات المتحررة من PSI : ترجع الكترونات *PSI* ناقل طبيعي في الحشوة هو $NADP^+$



د - توفر التفاعلات الكيموضوئية لحلقة كالفن : $ATP.NADPH.H^{+}$

ه - رسم تخطيطي وظيفي متقن تبين فيه العلاقة بين آليتي التركيب الضوئي :



ATP-8 ، ADP+Pi-7 ، CO_2-6 ، Hexose-5 ، Rudip-4 ، PGAl-3 ، $NADPH.H^{+}$-2 ، $NADP^{+}$-1
9-الحشوة ، 10-تجويف التيلاكويد ، 11-المرحلة الكيموضوئية ، 12-المرحلة الكيموحيوية ، 13-نظام ضوئي II
14-سلسلة نقل e^{-} ، 15-غشاء التيلاكويد ، 16-نظام ضوئي I ، ATPase-17 ، ADPG-18

التمرين الخامس عشر

1- تفسير نتائج مراحل كل تجربة: التجربة الأولى : المرحلة الأولى: عند استعمال ماء ذو أكسجين مشع ينطلق أكسجين مشعا يثبت أن مصدر الأكسجين المنطلق هو الماء (H_2O)نتيجة أكسدته خلال المرحلة الكيمو ضوئية للتركيب الضوئي وليس مصدره (CO_2) الذي يدخل في بناء المادة العضوية الناتجة. $2\ H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^{+} + 4\ e^{-}$

المرحلة الثانية: من خلال التجربة السابقة: ماهو مصير الالكترونات والبروتونات الناتجة ؟و كيف تصل إلى المادة العضوية؟

التحليل و التفسير: خلال 6دقائق الأولى في الظلام أو في الضوء يبقى تركيز (O_2)في المعلق المحتوي على العضيات الخلوية في تناقص مستمر لغياب المستقبل ولأن المعلق يحتوي بالإضافة للصانعات الخضراء تتواجد الميتوكندري تستهلك أكسجين الوسط لأنها مقر الأكسدة الخلوية.

عند اللحظة (ز=6د)وبإضافة مستقبل هيل يتسبب في ارتفاع تركيز (O_2) نتيجة أكسدة الماء على مستوى الصانعات الخضراء بوجود الضوء ليرجع المستقبل (أكسدة إرجاعية)فيكون إنتاج (O_2)أكبر من استهلاكه من قبل الميتوكندري.

بعد اللحظة(ز=6د)يقل تركيز (O_2)بالرغم من وجود مستقبل هيل لأن المعلق في الظلام. – أي أن الضوء والمستقبل ضروريان لانطلاق الأكسجين بواسطة الصانعة الخضراء ومنه فالماء يتأكسد بوجود الضوء ومستقبل الالكترونات(R) الذي يرجع .وفقا للمعادلة التالية:

$2H_2O \longrightarrow 4H^{+} + 4\ é + O_2$

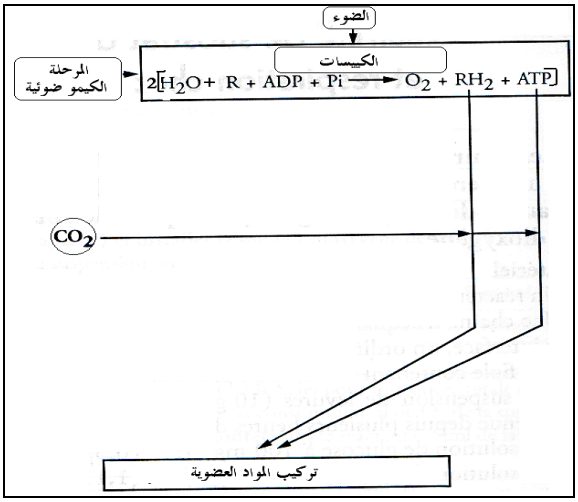
$2R + 4H^{+} + 4é \longrightarrow 2RH_2$

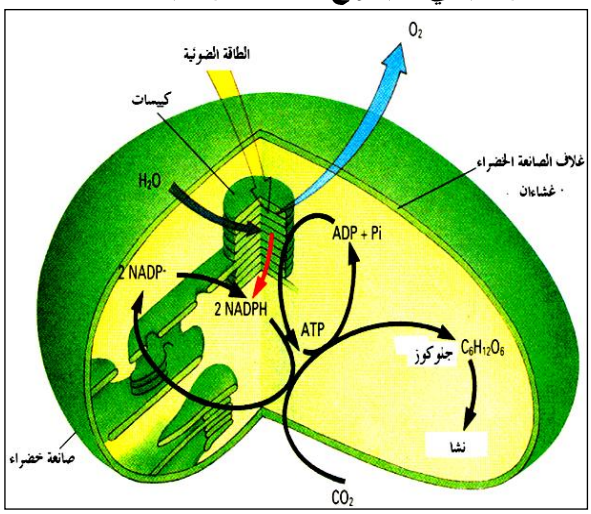
$2H_2O + 2R \longrightarrow 2RH_2 + O_2$ تصبح معادلة التجربة الأولى:

الثانية: المرحلة الأولى :التجربة1 : بوجود مؤكسد و الضوء لا يتشكل الــ ATP، و يرجع ذلك لغياب الــ ATP.

التجربة 2: بوجود مؤكسد و الضوء و الـــ ADP و الـــ Pi يتشكل الـــ ATP.و ذلك لتوفر شروط تركيب الـــ ATP
التجربة 3 : بوجود مؤكسد و الـــ ADP و الـــ Pi لا يتشكل الـــ ATP.و ذلك لغياب الضوء.
التجربة 4 : بوجود الضوء و الـــ ADP و الـــ Pi لا يتشكل الـــ ATP.و ذلك لغياب المؤكسد.
المرحلة الثانية:* –دمج CO_2في المواد العضوية الناتجة يستمر لمدة قصيرة (20ثانية)حتى بعد إيقاف الإضاءة ثم تتوقف تماما بعد ذلك.
أي يمكن استمرار تركيب المواد العضوية من CO_2 في الظلام لمدة قصيرة جدا إذا سبقت بإضاءة، وهذا يؤكد أن المواد المتكونة في المرحلة الكيموضوئية ($ATP+ RH_2$) تستعمل في بناء المواد العضوية . بوجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة الأنظمة الضوئية يتحقق توازن ديناميكي في تركيب ($ATP + RH_2$) حيث تركب و تستهلك في تركيب المادة العضوية بنفس السرعة..

2– المخطط التوضيحي : يقترح مخططا توضيحا مثل المخططين التاليين:





التمرين السادس عشر

أ/

1 - تحليل الوثيقة (01 – أ-) و (01 – ب -) :

- *التحليل*(01 – أ-) :يظهر تركيز APG و Rudip شبه ثابت في الفترة المضاءة لكن خلال الظلام الموالي يلاحظ نقصان تركيز Rudip و زيادة في تركيز APG. عند الرجوع إلى حالة الإضاءة يلاحظ عودة التركيزين الأصليين .
- *التحليل* (01 – ب -) :بوجود CO_2 تبقى نسبة APG و Rudip ثابتة.
عند غياب CO_2 يتناقص APG و يتراكم Rudip.

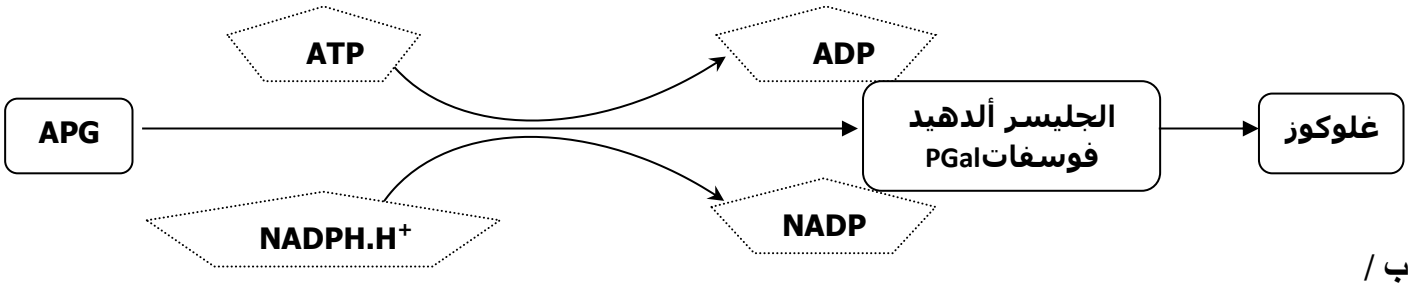
- **تفسير هذه النتائج :**

التفسير(01 – أ-) : يبدو أن Rudip الذي يتكون خلال الإضاءة يتناقص شيئا فشيئا خلال فترة الظلام لإعطاء APG و يتراكم هذا الأخير بسبب عدم إدماجه في تفاعلات كيميائية، Rudip يعطي أيضا APG أثناء الإضاءة لكن تجديده اللحظي و المستمر يجعل كميته ثابتة (APG يبقى في نفس التركيز لأنه يدخل في تفاعلات كمية و يتجدد).
التفسير (01 – ب -): Rudip يعتبر مستقبل لـCO_2 فهو يندمج مع جزيئة CO_2 ليعطي 2APG.

$$Rudip + CO_2 \longrightarrow 2APG$$
$$C_5 + C_1 \longrightarrow 2\,C_3$$

2- استنتاج : لا بد من تجديد هذا المستقبل(Rudip) لاستمرار عملية التركيب الضوئي.

3- يتراكم APG في الظلام (غياب الإضاءة) : بينت الدراسات أن APG لا يتحول إلى سكر ثلاثي الكربون (الجليسر ألدهيد فوسفات) إلا بعد حصوله على الطاقة بالتفاعل مع جزيئات ATP وعلى بروتونات H^+ و إلكترون بالتفاعل مع جزيئة $NADPH_2$:



ب /

1 - الاستنتاج من هذه التجربة :

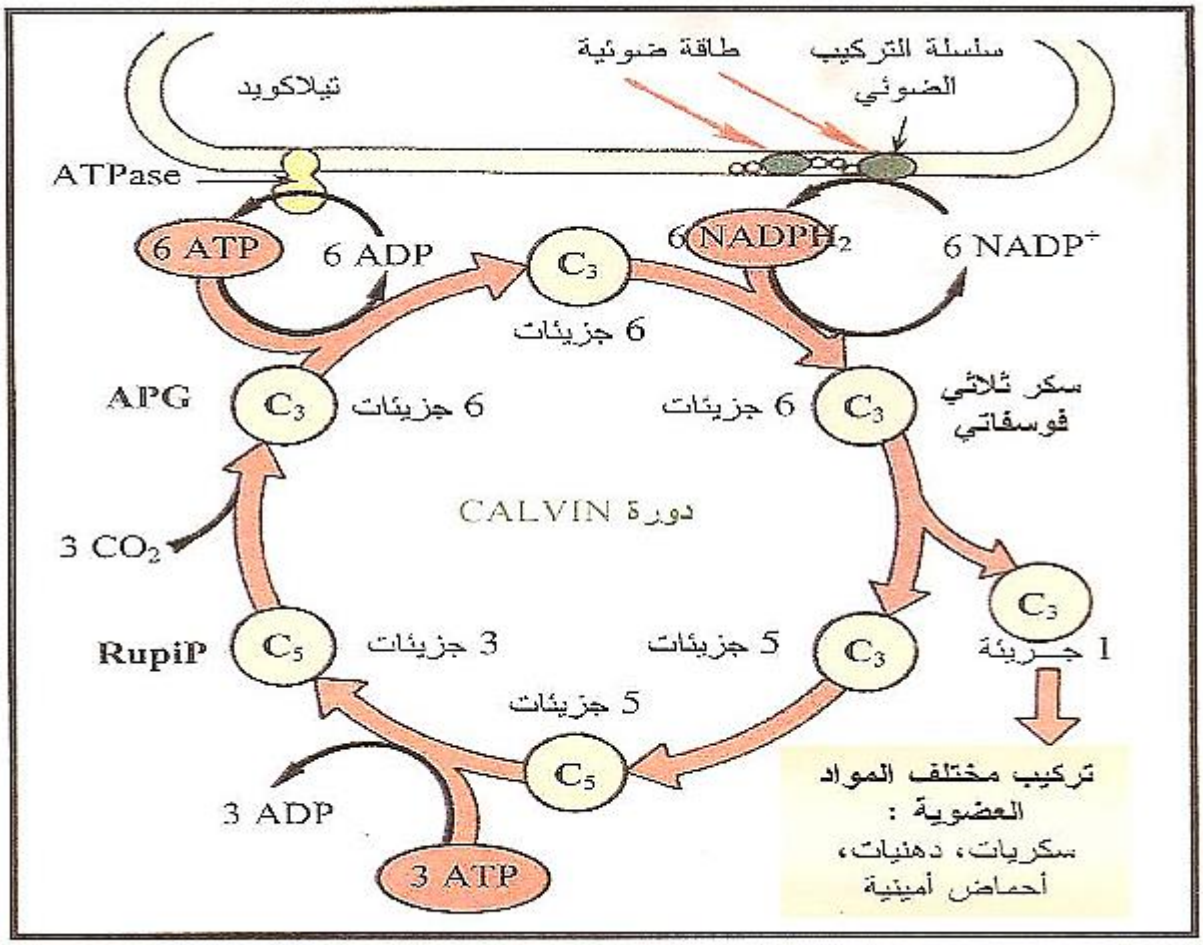
- تتناقص عملية اندماج CO_2 في الظلام بعد مرور 20s لأن الاندماج يتطلب عناصر تتكون في الضوء فقط .

أي لا يتطلب اندماج CO_2 إضاءة بصفة مباشرة لأن هذا الاندماج يتم خلال الفترة المظلمة في عشرات الثواني شريطة أن تسبقه فترة إضافة لا تقل مدتها عن 10 min لأن هذا الاندماج يتطلب وجود ATP كمصدر للطاقة و $NADPH_2$ كمصدر للهيدروجين .هذه المركبات الأخيرة كلها تتكون في فترة الإضاءة.

-2

- الاستنتاج من هذه المعطيات :

- يتم إدماج CO_2 على مستوى الحشوة بوجود ATP و $NADPH_2$
- يتم إنتاج ATP و$NADPH2$ على مستوى الثيلاكويدات بوجود الضوء .



مزاوجة بين مرحلتي التركيب الضوئي.

التمرين السابع عشر

1) أ –	**وصف الصانعة الخضراء :** تحاط الصانعة بغشاءين خارجي و داخلي بينهما فراغ ، يحيط الغشاء الداخلي بتجويف يسمى الحشوة (المادة الاساسية او الستروما) تحتوي على صفائح حشوية (بذيرية) متوازية مع المحور الطولي للصانعة ، تشكل الصفائح كييسات قرصية مسطحة تسمى التيلاكويدات يتوضع بعضها فوق بعض مشكلة حبيبات (غرانا) ، ينتشر في الحشوة حبيبات النشاء . (قد يتضمن الوصف مكونات الحشوة كال ADN و الريبوزومات . . . الخ .
ب –	**الرسم التخطيطي :** في المطبوعة المقدمة او في الكتاب المدرسي ص 177 .
ج –	**تعليل البنية الحجيرية** بوجود التراكيب الغشائية التيلاكويدات و الحشوة و الفراغ بين الغشاءين .
2) أ –	تتمثل الاجزاء المعزولة من القطعة B في التيلاكويدات .
ب –	الهدف هودراسة تشكل ال ATP اثناء التركيب الضوئي و الدليل من النصوص التجريبية (تتبع تغيرات تركيز بروتونات الهيدروجين H^+ ، محلول يسمح بتفاعلات الاكسدة و الارجاع و مركبات ال ADP و Pi) .
ج –	**تفسير نتائج الوثيقة - 2 - :** نلاحظ انه في وجود الضوء ارتفاع ال PH في الحشوة (A) يدل على انخفاض في تركيز H^+ وفي المقابل انخفاض ال PH في التيلكويدات (التجويف) يدل على ارتفاع في تركيز H^+ هذا يعني حتما دخول H^+ الى تجويف التيلاكويد مع ملاحظة انخفاض سريع في PH تجويف التيلاكويد في البداية سببه H^+ الناتجة عن التحلل الضوئي للماء .
د –	لايتم تركيب ال ATP في الوعاء (غياب الضوء) برغم وجود طلائعه ال ADP و ال Pi و بعد حقن التيلاكويدات التي كانت معرضة للضوء (حدوث تفاعلات الاكسدة و الارجاع) في الوعاء تم تركيب ال ATP هذا ما يؤكد الازدواجية بين تفاعلات الاكسدة والارجاع (اغشية التيلاكويدات) و تركيب ال ATP في وجود الضوء " الفسفرة الضوئية " .
3)	الرسم التخطيطي : يقتصر على تفاعلات المرحلة الكيموضوئية في التيلاكويد مثل الوثيقة 13 ص 191 من الكتاب المدرسي.

التمرين الثامن عشر

1 -تمثل الملاحظة المجهرية: صورة لما فوق البنية الخلوية لصانعة خضراء .

وصف بنيتها:

الصانعة الخضراء محاطة بغشاءين بلازميين، الأوّل خارجي أملس، والثاني داخلي يرسل أعرافا داخل الصانعة الخضراء تسمى صفائح الصانعة تتوضع عليها بذيرات، تتكوّن كلّ بذيرة من عناصر مطبقة فوق بعضها البعض على شكل أقراص تدعى بالكييسات (الثيلاكويد) تنغمس هذه الكييسات ضمن مادة أساسية تدعى الحشوة، تحتوي على الماء و الشوارد والدسم والسكريات والجسيمات الريبية وجزئ AD N والأنزيمات.

2 - مقارنة منحنيي الوثيقة (01):

- تحليل المنحنيين :

المنحنى الأول : طيف امتصاص اليخضور (لون أحمر)

يمثل هذا المنحنى، إختلاف شدة الامتصاص باختلاف طول الموجة، حيث يكون الامتصاص شديدًا في منطقتي الطيف البنفسجي والأحمر وضعيفا في منطقة الأخضر.

المنحنى الثاني : طيف النشاط (طيف العمل) أو منحنى الشدّة. (لون أزرق)
يمثل هذا المنحنى كمية الأوكسجين المنطلقة باختلاف طول موجة الضوء الممتص، حيث تكون كمية الأوكسجين المنطلقة كبيرة في منطقتي البنفسجي والأحمر وقليلة في منطقة الأخضر.

- الاستنتاج من المقارنة بين المنحنين :
نلاحظ تشابها في مظهر بين المنحنين، أي هناك توافق بين المنحنين، فحيث يوجد امتصاص كبير يقابله إنطلاق كبير للأوكسجين، فالأطياف الأكثر امتصاصا هي الأكثر فعالية.

الاستنتاج:

1- يدل ظهور النشاط الإشعاعي على مستوى العضيات في التجربة(أ) على حدوث ظاهرة التركيب الضوئي

2 - تفسير نتائج التجربتين أ و ب:

التجربة (أ) : تعريض الصانعات الخضراء للضوء الأبيض أو للإشعاعات القريبة من $\lambda=670nm$ أو $\lambda=450nm$ أدى الى ظهور نشاط إشعاعي على مستواها يفسر بتنبه اليخضور ومنه بدء تفاعلات المرحلة الضوئي التي يكون نتاجها تركيب الـ ATP الذي يستغل الفوسفور الأيوني المشع .

التجربة (ب):تعريض الصانعات الخضراء للظلام أو للإشعاعات القريبة من $\lambda=560nm$ يؤدي الى نشاط إشعاعي ضعيف أو منعدم على مستوى العضيات ويفسر هذا بعدم حدوث تنبه لليخضور ومنه لا يركب الـ ATP .

أ - إعطاء التفاعل الذي أدى الى طرح O_2^{18} في الوسط :

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

ب- تحليل الوثيقة (03):
يمثل المنحنى تغيرات تركيز ATP وO_2 بدلالة تغيرات الزمن في وجود أو غياب الإضاءة .

من t_0 الى t_1 : ثبات تركيز كل من ATP و O_2 في غياب الإضاءة .
من t_1 الى t_2 : رغم توفر الإضاءة يظهر ثبات تركيز المادتين .
بعد t_2 : بوجود الإضاءة و الفوسفور ألايوني يظهر تزايد كل من الأكسجين والـ ATP

جـ- كتابة التفاعل الذي أدى الى ظهور النواقل مختزلة :

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

د- ظروف إنتاج ATP من طرف العضيات السابقة:

تشكل ATP يتطلب فرقًا في تركيز البروتونات (H^+) بين الوسط خارج الثيلاكويد وداخله وعند خروج هذه البروتونات عبر الكرية المذنبة تحفز الإنزيم على تشكيل ATP ابتداء من ADP + Pi يطلق على هذه الظاهرة بالفسفرة ولحدوثها يجب أن تكون الكريات المذنبة سليمة .

/B

1 - إعطاء التفاعل الكيميائي لتركيب ATP.:

$$ADP + Pi + H^+ \xrightarrow{\text{أنزيم}} ATP + H_2O$$

2 **تفسير نتيجة التجربة :**
إعادة نفس التجربة باستعمال تيلاكوئيدات بدون كرات مذنبة ،فلم يتم تركيب ATP وهذا يفسر أن تركيب الـ ATP يتطلب الكرات المذنبة .
3 **الاستنتاج :** تركيب الـATP يشترط سلامة غشاء التيلاكويد .
4 كيفية تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة فيATP : المرور على المراحل :
- فقد -e من النظام الضوئي يكون نتيجة التهيج لاستقباله الطاقة من الأصبغة الهوائية.
- توضح أن الإلكترونات المفقودة من PSII يتم استقبالها من طرف الناقل T_1 الذي يقوم بنقل إلكترونين وبروتونين (ناقل لإلكترونات + بروتونات).
- وجود تراكم للبروتونات (زيادة في تركيز البروتونات) في التجويف الداخلي.
- تركيب ATP تم بواسطة إنزيم ATP Synthase انطلاقا من ADP و Pi حيث يقوم الإنزيم بتشكيل رابطة كيميائية بين ADP و Pi باستعمال طاقة تستمد من دخول البروتونات عبر هذه الإنزيم

التمرين التاسع عشر

I – 1 – التعرف على العضية : صانعة خضراء

2 – البيانات :

1 – غشاء خارجي , 2 – غشاء داخلي , 3 – تيلاكوئيد , 4 – المادة الاساسية (الحشوة) , 5 – البذيرة (الغرانا)

II- 1 – الأستنتاج :

- يستعمل الماء ويؤكسد في تجويف الكييس (داخل الكييس) أثناء المرحلة الكيموضوئية.
- يستعمل CO_2 في المادة الأساسية أثناء المرحلة الكيموحيوية (حلقة كالفن) .

2 – العامل الاساسي المحدد : هو الضوء

3 – تفسير النتائج التجريبية :

- **التجربة 1 :**

- إن منع انتقال الإلكترونات (e^-) بين النظامين الضوئيين PSII و PSI يؤدي إلى أن PSII لا يفقد الـ e^- عندما يتنبه بالضوء. وبالتالي فإن الماء (H_2O) لا يتأكسد , لذلك لا ينطلق الأكسجين (O_2).
- النظام PSI لا يفقد الـ e^- لعد تلقيه للإ e^- من النظام الضوئي PSII ، فلا ترجع النواقل ($NADP^+$) ولا يتركب الـ ATP وبالتالي لا يثبت CO_2 .

- **التجربة 2 :**

بالرغم من وجود مادة تمنع انتقال الإلكترونات بين النظامين الضوئيين PSII و PSI لكن النظام الضوئي PSII يفقد الإلكترونات مادام هناك مادة تستقبل الـ e^- .
ويسترجعها من أكسدة الماء ، مما يؤدي إلى انطلاق الـ O_2 ، لكن لا يثبت CO_2 لان الـ PSI لا يتأكسد ولا يفقد الـ e^- عندما يتنبه بالضوء ، وهذا لعدم وصول الـ e^- من الـ PSII ، إضافة إلى عدم إرجاع ($NADP^+$) وعد تركيب الـ ATP .

- **التجربة 3 :**

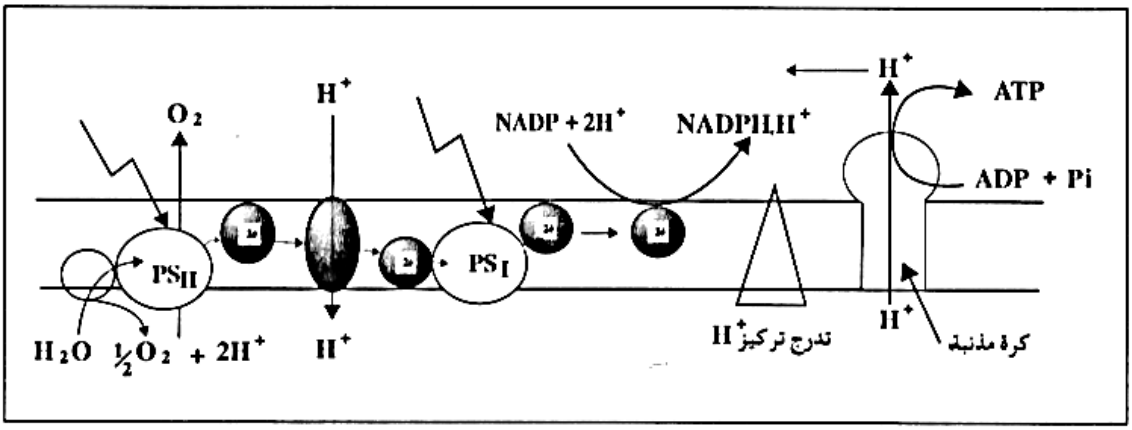
بوجود مادة مانعة لانتقال الإلكترونات بين PSII و PSI ، فإن الـ PSII لا يفقد الإلكترونات عند تنبيهه بالضوء ، لذلك لا يتأكسد الماء ولا ينطلق الـ O_2 ، وبالمقابل يثبت CO_2 ، لان الـ PSI يتأكسد ويفقد الإلكترونات عند تنبيهه بالضوء ، لانه يسترجع الكتروناته من المادة المعطية للـ e^- ولذلك ترجع النواقل ($NADP^+$) إلى $NADPH.H^+$ المعطية للإلكترونات والبروتونات في المادة الأساسية للصانعة الخضراء ويتركب الـ ATP ، وهذا ما يسمح بتثبيت CO_2 .

4 – التفسير :

- إن تثبيت CO_2 مرتبط بإنطلاق O_2 الذي ينتج عن أكسدة الماء ضوئيا لأن : الـ O_2 المنطلق ينتج عن أكسدة الماء.
- ان أكسدة الماء ينتج عنها تشكل النواقل المرجعة ($NADPH.H^+$) وتركيب الـ ATP ، وهي نواتج المرحلة الكيموضوئية التي تتطلبها عملية تثبيت CO_2.

5 – المرحلة المقصودة هي : المرحلة الكيموضوئية

III – الرسم التفسيري للمرحلة المدروسة .



التمرين العشرون

1 - مقارن تطوّر كمية APG :
* بين الزمنيين ز1وز2 : اخفاض كمية APG من54 إلى25 ، بينما ارتفعت كمية السكريات الاحادية الفوسفات من42 إلى58

2 – أ – البيانات : 1– APG 2 – ATP 3 – ADP 4 – Pi 5 – NADPH.H+
6 – NADP+ 7 – CO2 8 – PGal
ب – المكونات الكيميائية التي :
*ب1 - يتطلب تركيبها توفر الضوء هي : ATP و NADPH.H+
* ب2 - لا يتطلب تركيبها وجود الضوء مباشرة : APG ، Rudip ، PGal ، مواد عضوية ، نشاء
3 – أ – تحليل حلل منحنيي تطور قيمة كل من APG و Ru-Dip :
* في وجود الضوء : بين 15 و 30 دقيقة تبقى كمية كل من APG و Ru-Dip ثابتة
* في غياب الضوء (الضلام) : ترتفع كمية APG وتنخفض كمية Ru-Dip .
ب - تفسر تطور قيمة كل من APG و Ru-Dip خلال :
* الفترة المضاءة : حدوث المرحلة الكيموحيوية (حلقة كالفن) فيتم دمج CO2 مع Ru-Dip وانتاج APG وفي نفس الوقت يتم تجديد المستقبل Ru-Dip مما يفسر ارتفاع كميتهما مع الزمن إلى ان تصل اقصى قيمة وتثبت بعد ذلك .
- خلال الفترة المظلمة : يتوقف انتاج ATP و NADPH.H+ (غياب المرحلة الكيموضوئية)، فينتج عن ذلك توقف تحول APG الذي يتراكم مما يفسر ارتفاع كميته ، اما Ru-Dip فيرجع انخفاضه الى توقف تحول APG وعدم تجديده .

التمرين الواحد والعشرون

1 أ ـ التجربة الأولى

1. تفسير النتائج المحصل عليها في المرحلة أ في وجود الضوء.

إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق $^{18}O_2$ مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة (RH_2) وتشكل ATP دلالة على حدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية حيث :

- انطلاق $^{18}O_2$ مشع : تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل للنظام الضوئي الثاني تحت تأثير الفوتونات المقتنصة، متخلية عن الكترون. تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع، وبالتالي قابلية التنبه انطلاقا من الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء. وفق التفاعل التالي في وجود الضوء واليخضور

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

- إنتاج جزيئات R مرجعة (RH_2) : – تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع. إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة عبارة عن ناقل للبروتونات والإلكترونات R الذي يُرجع إلى (RH_2)

بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز . تشكل ATP : يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد (ضخ البروتونات) . 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 إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) إنها الفسفرة الضوئية .

2 ـ تعليل تناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة ب :

إذا عرض المحضر للضوء الأبيض لكن الوسط يكون فقيرا من حيث جزيئات R، نلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين . لعـدم استمرار تحفز الأنظمة الضوئية رغم وجود الضوء لأنها لاتجد مستقبلا لإلكتروناتها فتتناقص أكسدة الماء فيتناقص انطلاق الأكسجين نتيجة لذلك .

ب ـ التجربة الثانية :

1. تحليل الشكلين :

الشكل 1 :

- عند تعريض الصانعات الخضراء للضوء الأبيض تزداد كمية P^{32} الممتص .
- عند وضع الصانعات الخضراء في الظلام تتناقص كمية P^{32} الممتص .
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف 700 mn تتزايد كمية P^{32} الممتص من جديد .
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف 560 mn تتناقص كمية P^{32} الممتص بشكل هام من جديد .

الشكل 2 :

- عندما يتراوح طول موجة الضوء مابين 400 – 480 nm تكون % لامتصاص اليخضور للضوء عالية وفي أقصى قيمة لها حوالي % 78 .
- عندما يتراوح طول موجة الضوء مابين 480 – 560 nm تتناقص % لامتصاص اليخضور للضوء لتصل إلى قيمة دنيا .% 30
- عندما يتراوح طول موجة الضوء مابين 560 – 640nm تكون % لامتصاص اليخضور للضوء ثابتة وفي أدنى قيمة لها .
- عندما يتراوح طول موجة انلضوء مابي 640 - 700nm ترتفع % لامتصاص اليخضور للضوء لتبلغ قيمة قصوى حوالي % 78 .
- عندما يتراوح طول موجة الضوء مابين 700 – 720nm تتناقص % لامتصاص اليخضور للضوء حتى تنعدم .

إذن : تتناسب نسبة P^{32} طردا مع نسبة امتصاص اليخضور للأشعة .

2ـ تفسير المنحنى 1 مبرزا آلية إنتاج الـATP في الصانعات الخضراء :

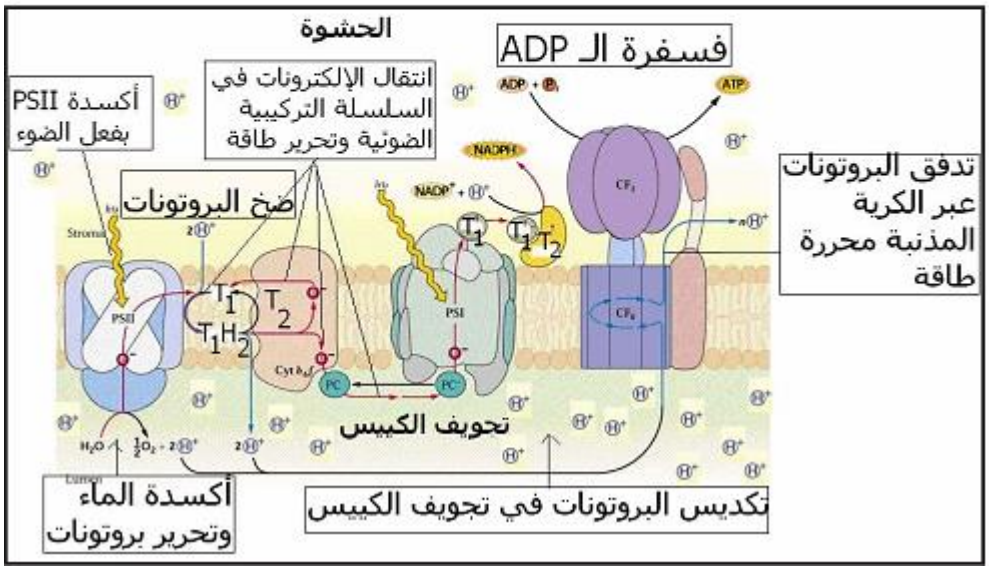
- في الضوء الأبيض والطيف 700 nm تزايد كمية P^{32} الممتص لاستعماله في الفسفرة الضوئية للـ ADP إلى ATP بواسطة الكرية المذنبة (أنزيم ATPsynthase) التي تنشطت نتيجة تدفق البروتونات عبرها من تجويف الكيييس نحو الحشوة في اتجاه تدرج التركيز نتيجة تكديس البروتونات في تجويف الكيييس بفعل أكسدة الماء في تجويف الكيييس وضخ البروتونات من الحشوة نحو التجويف باستهلاك الطاقة المتحررة عن انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية الأولى والمفقودة من قبل النظام الضوئي الثاني PSII إثر تأكسده بالضوء الممتص (الضوء الأبيض ، أو الطيف 700 nm الذي يمتصه اليخضور بشدة أكبر) ويعوض PSII الإلكترونات المفقودة بتنشيط أكسدة الماء بواسطة الإنزيم المرتبط به حسب التفاعل :

$$H_2O \rightarrow \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

- ولا تحدث هذه التفاعلات في الظلام ولا في الطيف 560 nm الذي لا يمتصه اليخضور فلا تتأكسد مراكز تفاعل الأنظمة

الضوئية .

3 ـ رسم تخطيطي لآلية إنتاج الـATP في الصانعات الخضراء :



ج - 1 ـ تحليل المنحنى "1" :

خلال الساعة الأولى في وجود الضوء تكون كمية CO_2 المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء المعرضة للضوء ثابتة عند قيمة أعظمية .

0 – 20 ثا ، في الظلام تتناقص كمية CO_2 المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء حتى تنعدم عند 20 ثا .

2- ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب CO_2 :

تتم تفاعلات المرحلة الكيموضوئية : إرجاع $NADP^+$ و فسفرة ADP لفترة محدودة .

3- ماذا يحدث خلال z1 – z2 بوجود CO2 و غياب الضوء:

يستمر تثبيت CO2 خلال 20 ثانية أي استمرار حدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية لوجود فائض من نواتج المرحلة الكيموضوئية .

4- مقارنة بين نتائج المرحلتين الأخيرتين :

- ز0 – ز1 : كمية CO_2 المثبتة منعدمة في الحالتين

ز1 – ز2 : في الشكل 2، ارتفاع كمية CO_2 المثبتة ثم تتناقص حتى تنعدم، أما في الشكل 3 فتبقى كمية CO_2 المثبتة منعدمة

5- تعليل اختلاف نتائج المرحلتين الأخيرتين :

- في الشكل2 : تشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية من ز0-ز1 في وجود الضوء وغياب CO_2 سمح بتثبيت CO_2 وحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية في وجود CO2 وغياب الضوء.
- في الشكل 3:عدم تشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية من ز0-ز1 في غياب الضوء و CO_2 لم يسمح بتثبيت CO_2 في الظلام لعدم تجديد RudiP بسبب عدم حدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

6- الاستخلاص من هذه الدراسة :

تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين :

- المرحلة الكيموضوئية تستلزم وجود الضوء ومستقبل الالكترونات.
- المرحلة الكيموحيوية تستلزم وجود CO_2 ونواتج المرحلة الكيموضوئية.

التمرين الثاني والعشرون

I- عنوان الوثيقة -1- : رسم تخطيطي لما فوق بنية صانعة خضراء

بيانات العناصر المرقمة :

1- غشاء خارجي 2- غشاء داخلي 3- حشوة 4- بذيرة (غرانوم)
5- غشاء الصفيحة 6- تجويف الصفيحة 7- نشاء

2- تسمية البنيات :

1- غلاف الصانعة الخضراء

التخصص الوظيفي : التحكم في المبادلات بين الهيولى والحشوة

ب – الحشوة :

التخصص الوظيفي : مقر حدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية

ج ـ غشاء التيلاكويد :

التخصص الوظيفي : مقر حدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية

II. أ :

1 : يرجع الاشعاع الى دخول الفوسفات المشع واستعماله في تركيب ATP مشع يكون منحلا في الحشوة

2 : تعليل ظهور الاشعاع :

- **الحالة الاولى** : في الضوء الأبيض و الأشعة الطرفية وهي الأحمر 700m والبنفسجي 450 nm يتحفز اليخضور بشدة و يؤدي ذلك الى أكسدة الماء و تراكم H^+ في تجويف الكييس فتندفع عبر الكرة المذنبة و تحفزها على تركيب ATP.
- **الحالة الثانية** : في الظلام و الأشعة 560 nm الخضراء يكون تحفيز اليخضور ضعيفا و منعدما في الظلام و بالتالي لا يتأكسد الماء ولا يتركب ال ATP المشع.

ب : 1 – تحليل المنحنى :

$z_0 \leftarrow z_1$ في الظلام و غياب المستقبل : يتناقص الأكسجين بانتظام في الوسط

$z_1 \leftarrow z_2$ في الضوء وغياب المستقبل : يستمر تناقص الأكسجين

$ز_2 \leftarrow ز_3$ في الضوء ووجود مستقبل الالكترونات تتزايد نسبة الأكسجين في الوسط لطرحه من طرف الصانعات الخضراء

ابتداء من $ز_3$ في الظلام ووجود مستقبل الالكترونات تتناقص نسبة الأكسجين في الوسط

الاستنتاج : يتطلب طرح الأكسجين من طرف الصانعات الخضراء وجود الضوء و مستقبل الالكترونات

2- العلاقة بين الضوء ومستقبل الالكترونات :

الضوء يعمل على تحفيز الأنظمة الضوئية ثم أكسدة الماء

المستقبل يستقبل الالكترونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء فتتأكسد السلسلة التركيبية الضوئية ، و يسمح هذا باستمرار التحلل الضوئي للماء و انطلاق الأكسجين

يخضور + ضوء

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

3- في الحالة الطبيعية يتم استقبال الالكترونات و البروتونات من طرف المستقبل الطبيعي $NADP^+$

يخضور + ضوء

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

III.1– يتمثل هذا الارتباط في استعمال ATP و $NADPH,H^+$ في تركيب الغلوكوز بعد دمج غاز CO_2 ثم تكاثف الغلوكوز إلى نشاء

2- المرحلة المسؤولة عن هذا التركيب هي المرحلة الكيموحيوية

التمرين الثالث والعشرون (بكالوريا 2013)

-I

-1

-المرحلة الأولى: انطلاق O_2 لفترة قصيرة يفسر بحدوث التحليل الضوئي للماء (حدوث مرحلة كيموضوئية). توقف انطلاق O_2 يرجع إلى عدم تجديد النواقل المؤكسدة $NADP^+$ لغياب CO_2.

- المرحلة الثانية: تثبيت CO_2 لفترة قصيرة بعد نقله إلى الظلام يفسر بوجود نواتج المرحلة السابقة ($ATP.NADP^+$) (عدم حدوث مرحلة كيموضوئية) .

- المرحلة الثالثة: يفسر عودة انطلاق O_2 بعودة التحليل الضوئي للماء (أكسدة الماء) وتثبيت CO_2 يرجع إلى استمرار تشكيل النواتج المرحلة الكيموضوئية ($NADP^+$ و ATP)

2- استخراج شروط استمرار انطلاق O_2 :

توفر الضوء و CO_2 .

3- الاستخلاص فيما يخص مراحل التركيب الضوئي:

- توجد مرحلتين للتركيب الضوئي: هما

- مرحلة التفاعلات الضوئية (الكيموضوئية).

مرحلة التفاعلات الظلامية (الكيموحيوية).

-4

أ- البيانات المرقمة من 1 إلى 4:

1- غلاف الصانعة ، 2- البديرة ، 3- الحشوة ، 4- الصفائح

ب- الطبيعة الكيميائية للعنصر (س): سكرية (نشوية).

ج- العضية الممثلة بالشكل "ب" مأخوذة من نبات معرض للضوء .

* التعليل : احتوائها على المادة "س " (النشاء) .

-II

1-* تحليل منحنى الشكل " أ " من الوثيقة (2):

- من 0 إلى 3 دقائق : نلاحظ تناقص تدريجي لتركيز الـــ O_2 .

- عند 3 إلى 5 دقائق : إنطلاقا من لحظة إضافة مستقبل للإلكترونات Fe^{+3} عند الدقيقة الثالثة نلاحظ ارتفاع تركيز O_2 والتزايد التدريجي مع الزمن.

- بعد الدقيقة الخامسة: فعند نقل المعلق إلى الظلام نلاحظ تراجع تدريجي في تركيز O_2.

* الاستنتاج : نستنتج أن انطلاق O_2 يتطلب توفر الضوء ومستقبل للإلكترونات في الحالة المؤكسدة.

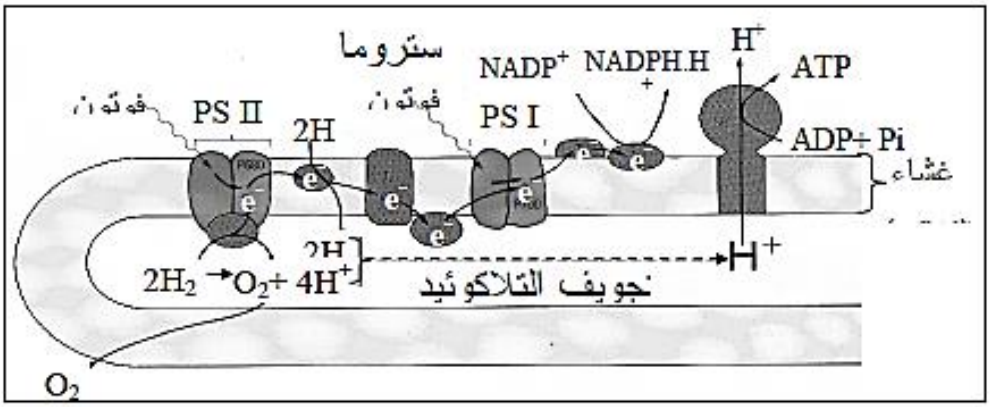
2 - شرح آلية انتقال الإلكترونات في الأجزاء أ ، ب ، ج من الشكل " ب " :

الجزء أ: يتم انتقال الإلكترونات الناتجة من التحلل الضوئي للماء إلى الـــ PSII من كمون أكسدة وإرجاع منخفض نحو كمون أكسدة وإرجاع مرتفع .

الجزء ب: يتنبه الـــ PSII ضوئيا محررا الإلكترونات التي تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات (السلسلة التركيبية الضوئية) من كمون أكسد وإرجاع منخفض إلى كمون اكسدة وإرجاع مرتفع نحو الـــ PSI .

الجزء ج: يتنبه الـــ PSI ضوئيا محررا الإلكترونات التي تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات من كمون أكسد وإرجاع منخفض إلى كمون اكسدة وإرجاع مرتفع نحو آخر مستقبل للإلكترونات.

3 -الرسم الوظيفي للمرحلة الكيموضوئية :



التمرين الرابع والعشرون (بكالوريا 2014)

I -1- كتابة البيانات:

- العضية س: صانعة خضراء.
- العناصر المشار إليها بالأرقام: 1: H_2O ، 2: PS_2 غير محفز ، 2′: PS_2 محفز، 3: PS1 غير محفز ، 3′: PS1 محفز، 4: $NADP^+$ ، 5: $NADPH,H^+$.
- العناصر المشار إليها بالحروف: أ- تيلاكويدات ، ب- ستروما

2- تلخيص التفاعلات التي تتم في كل من الشكلين 2 و 3 بمعادلة :

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

الشكل 3: $ADP + P_i + E \longrightarrow ATP$

تنبيه: تقبل المعادلة الإجمالية المعبرة على التفاعلين.

3- تحديد العناصر التي لا يمكن للإلكترونات أن تنتقل بينها تلقائيا في غياب الضوء من الشكل(2):

- من PS2 غير محفز إلى T1.
- ومن PS1 غير محفز إلى T′1.
- لا يتم انتقال الإلكترونات بينها في هذه الحالة:
- لأن كمون PS2 أكبر من كمون T1. وكمونPS1 أكبر من كمون T’1.
- وبالتالي لا يمكن انتقال الالكترونات تلقائيا من كمون مرتفع إلى كمون منخفض.

4 - في وجود الضوء يصبح انتقال الإلكترونات بين هذه العناصر ممكنا.

أ- التوضيح:

- يتهيج PS2 بعد اقتناص الطاقة الضوئية فينخفض كمون أكسدته الإرجاعية مما ينتج عنه الانتقال التلقائي للالكترونات نحو السلسلة التركيبية الأولى (T_3 , T_2 , T_1).
- يتهيج PS1 بعد اقتناص الطاقة الضوئية فينخفض كمون أكسدته الإرجاعية مما ينتج عنه الانتقال التلقائي للالكترونات نحو السلسلة التركيبية الثانية (T'_2 , T'_1) لتصل إلى آخر مستقبل هو $NADP^+$.

ب- يصاحب انتقال الالكترونات على طول السلسلة التركيبية الضوئية تراكم البروتونات في تجويف التيلاكوئيد فينتج عنها تدرج في التركيز الضروري لفسفرة الـــ ADP.

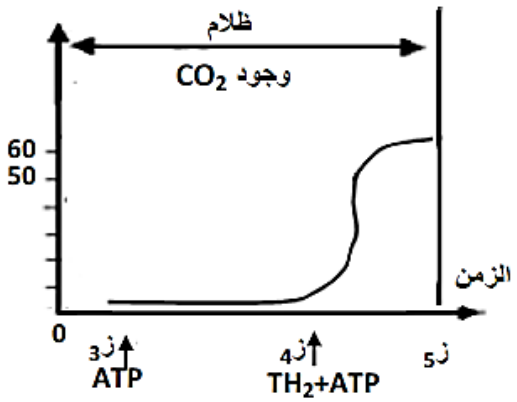
- هذه البروتونات ناتجة عن التحلل الضوئي للماء و عن الانتقال الموضعي من الحشوة إلى تجويف التلاكوئيد.

II-1- تحليل المنحنى: يمثل المنحنى تغيرات نسبة الـــ CO_2 المثبت بدلالة الزمن في شروط تجريبية متغيرة (ضوء و CO_2):

- من ز0 إلى ز1: في وجود الضوء والـــ CO_2: نلاحظ أن كمية الـــ CO_2 المثبتة ثابتة عند قيمة أعظمية.
- من ز1 إلى ز2: في وجود الضوء وغياب الـــ CO_2: يتوقف تثبيت الـــ CO_2 .
- من ز2 إلى ز3: في غياب الضوء و وجود الـــ CO_2: زيادة سريعة لنسبة الـــ CO_2 المثبتة لتبلغ القيمة الأعظمية ثم تتناقص تدريجيا لتنعدم عند ز3 ،
- أي هناك علاقة بين تثبيت CO_2 ووجود الضوء.

الاستنتاج: يتطلب تثبيت الـــ CO_2 استمرار الإضاءة. (وجود نواتج المرحلة الكيموضوئية)

2- الجزء المكمل للمنحنى:

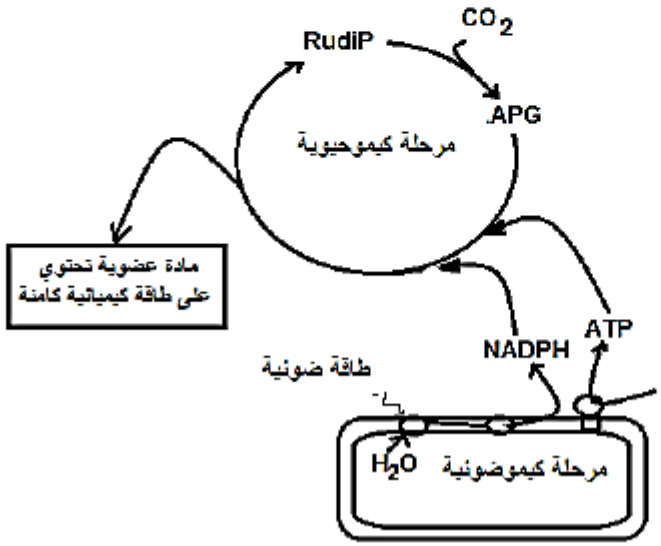


3- مصير CO_2 الممتص:

يندمج في تفاعلات المرحلة الكيموحيوية:

يتثبت CO_2 على RudiP مشكلا جزيئتين من APG حيث يرجع بواسطة ATP و $NADPH-H^+$ الناتجين من المرحلة الكيموضوئية حيث يستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تركيب السكريات السداسية ويستخدم الجزء الآخر في تجديد RudiP خلال تفاعلات حلقة كالفن.

III- رسم تخطيطي وظيفي يظهر العلاقة بين الاليات المدروسة في الجزأين I و II.



التمرين الخامس والعشرون

I – 1 - تحديد مقر تواجد أنزيم Rubisco في الصانعة الخضراء:

يتواجد أنزيم Rubisco على مستوى الحشوة فقط .

التعليل :

- تبين نتائج الهجرة الكهربائية أن أنزيم Rubisco هو من أهم مكونات بروتينات الصانعة الخضراء كما تبين النتائج المحصل عليها أنه من المكونات البروتينية للحشوة ولا يوجد في التيلاكوئيدات .

2 – أ – تحليل النتائج :

- في وسط به كمية كافية من CO2 والإضاءة وفي وجود انزيم Rubisco، نسجل ثبات في كمية الـ APG والريبلوز ثنائي الفوسفات (Rudip) .
- في وسط به كمية كافية من CO2 والإضاءة وفي غياب الانزيم Rubisco(غير فعال) ، نسجل زيادة معتبرة في Rudip (تراكمه) وتناقص ملحوظ في الـ APG .

ب - الفرضيات المقترحة :

- إما أن Rudip والـ APG لايستعملان.
- وإما أنهما يتفككان ويعاد تجديدهما بصفة دورية .

جـ - العلاقة المركبين APG و Rudip بانزيم Rubisco:

- Rudip : يعتبر بالنسبة للانزيم مادة التفاعل (s)
- APG : يعتبر بالنسبة للانزيم ناتج التفاعل (P)

د - تفسير للنتائج المحصل عليها في الشكل (ب) من الوثيقة1 وذلك في وجود أنزيم Rubisco الغير فعال :

- في وجود الضوء تحدث تفاعلات الأكسدة والارجاع في التلاكوئيد وينتج عنها تشكل مركبات وسطية تتمثل في ATP و $NADPH,H^+$ ، تسمح هذه المركبات بتشكيل الريبلوز ثنائي الفوسفات إنطلاقا من الـ APG ونتيجة غياب أنزيم Rubisco رغم توفر CO_2 لايتحول الريبلوز ثنائي الفوسفات إلى الـ APG لعدم تثبيتCO_2 على المستقبل (Rudip) ، وبالتالي يتراكم الـ Rudip ويتناقص الـ APG.

هـ - المرحلة التي تتطلب تدخل انزيم Rubisco:

- اول خطوة في المرحلة الكيموحيوية (دورة كالفن) هي تثبيت غاز CO_2 على مستقبل خماسي الكربون هو Rudip

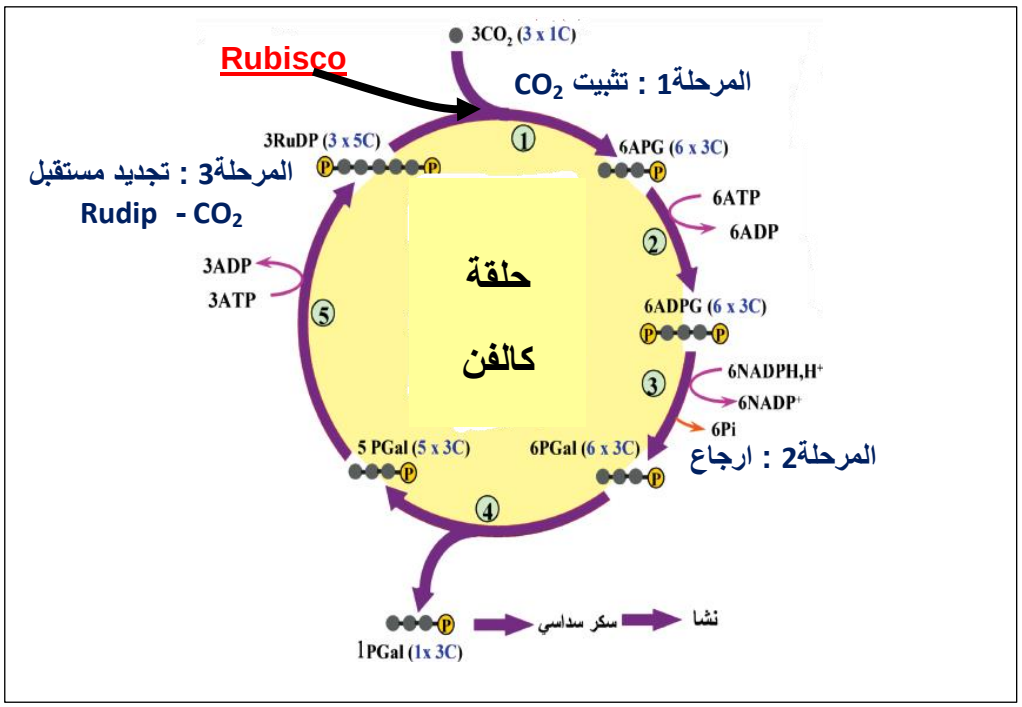
المعادلة الكيميائية :

CO_2 + (C5) Rudip ⟵ مركب سداسي مؤقت (C6) ⟵ APG2

3 - شرح تغيرات تراكيز الجزيئات العضوية المترجمة بمنحنيات الوثيقة2:

- في البداية نلاحظ زيادة تدرجية للاشعاع المقاس في الهكسوزات و RudipوAPG ،اذن الاشنة تقوم بعملية التركيب الضوئي .حلقة كالفن (المرحلة الكيموحيوية) تعمل : غاز CO2 المشع يثبت على Rudip والذي يشكل APG. انطلاق من APG تتشكل الهكسوزات (السكريات السداسية) وRudip يعاد تجديده .هذه الجزيئات العضوية تتشكل انطلاقا من CO2 الممتص من طرف الاشنة الخضراء من الوسط،فمن المنطقي ان تصبح هذه الجزيئات مشعة.
- الزيادة التدريجية للاشعاع خلال 20 دقيقة الأول يدل على تركيب متزايد لهذه الجزيئات.
- بعد 20 دقيقة من بداية التجربة نلاحظ ثبات اشعاع (كمية) كل من RudipوAPG عند قيمة قصوى .وهذا يبين توقف زيادة في كمية هاتين الجزيئتين .وعلى ذلك فخلال دورة كالفن فكل من RudipوAPG يتم انتاجهما وتحويلهما على حد سوى : وعليه منطقيا تكون كميتهما ثابتة خلال هذه الفترة الزمنية.
- اشعاع الهكسوزات يستمر في الزيادة : فالهكسوزات نواتج يتم ازالتها من حلقة كالفن أثناء قياس عملها ،فهي تتراكم في الخلايا اليخضورية.

II - انجز مخطط تبين فيه الظواهر الكيميائية التي تحدث خلال المرحلة المدروسة ، مع ابرزا الخطوة التي يتدخل فيها انزيم Rubisco :



التمرين السادس والعشرون (بكالوريا 2016)

I - 1 - تسمية العضية الممثلة في الوثيقة (1) والعنصران (س) و(ع):

✓ العضية: صانعة خضراء.

✓ العنصر (س): تيلاكوئيد. العنصر (ع) : حشوة.

2 - تعليل العبارات:

- الصانعة مقسمة إلى ثلاث حجيرات تحدها أغشية، وهي:

الفراغ ما بين الغشائين، تجاويف التيلاكوئيدات، الحشوة.

- التركيب الكيموحيوي للحشوة والتيلاكوئيد نوعي أي يحتوى كل منهما على مواد وأنزيمات مختلفة، مما يدل على اختلاف دور كل منهما.

- تجويف التيلاكوئيد حامضي في وجود الضوء، لتراكم البروتونات(H^+) الناتجة من التحليل الضوئي للماء إثر تحفيز اليخضور بالضوء وتلك التي تضخ إليه أثناء إنتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التركيبية الضوئية.

II - 1 - تحليل النتائج الشكل (ب) من الوثيقة (2):

- **بعد 2 ثانية :** ظهور الإشعاع بنسبة عالية في الـ APG كما يظهر بنسبة أقل في الـ TP.
- **بعد 5 ثواني:** تناقص نسبة الإشعاع في الـAPG و بالمقابل تتزايد نسبته فيTP كما يظهر بنسبة قليلة في مركب الـ HP.
- **بعد 15 ثانية:** استمرار تناقص نسبة الإشعاع في الـ APG، كما تتناقص أيضا في TP بينما تزداد نسبة الإشعاع في الـ HP مع ظهور مركب جديد هو الـ RDP.

- استنتاج التسلسل الزمني لظهور مختلف المركبات:

APG ⟶ TP ⟶ HP ⟶ RDP

2 - اقتراح فرضيات لتفسير مصدر الـ APG:

- الفرضية الأولى: ينتج الـ APG عن تكثف ثلاث جزيئات من الـ CO_2.
- الفرضية الثانية: ينتج الـ APG عن ارتباط جزئية CO_2 مع مركب ثنائي الكاربون.
- الفرضية الثالثة: ينتج الـ APG عن ارتباط جزئية CO_2 مع مركب خماسي الكاربون ليعطي مركبا سداسي الكربون ينشطر إلى جزيئتين ذات C_3.

ملاحظة: نكتفي بفرضيتين على أن تتضمن الإجابة الفرضية الثالثة.

3 - أ - تفسير نتائج التجربة الأولى:

ثبات كمية الـ APG و RDP يرجع لتوازن ديناميكي بين سرعة تشكيلهما وتحويلهما.

ب - نعم تسمح نتائج التجربتين (2) و(3) بتأكيد صحة الفرضية الثالثة.

- التوضيح:

• تبين التجربة الثانية تناقص كمية الـ APG وتراكم RDP دليل على عدم استعمال RDP لتشكيل APG لغياب الـ CO_2.

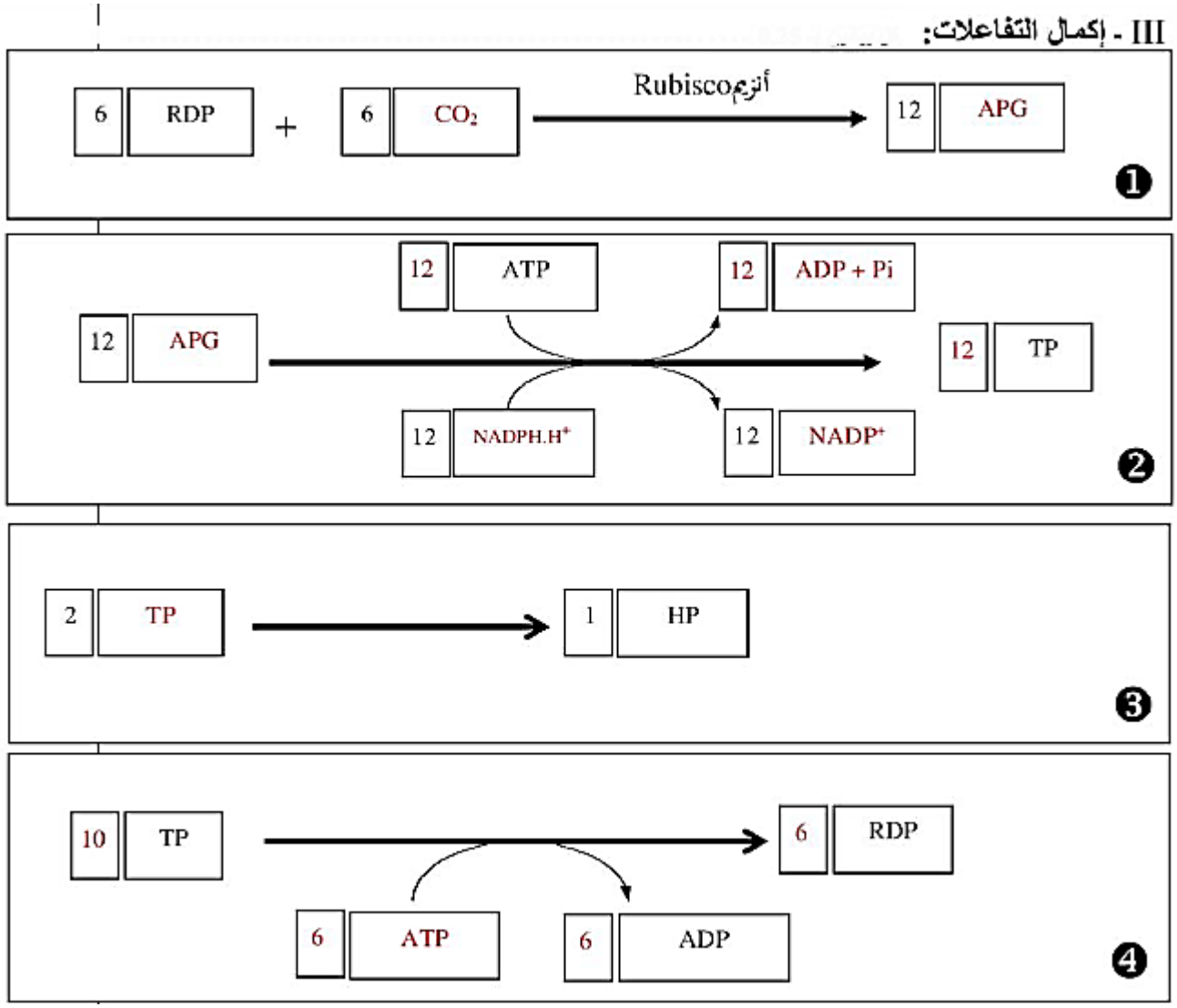
• وتبين التجربة الثالثة تناقص الـ RDP وتراكم الـ APG في وجود الـ CO_2 ما يدل على استعمال الـRDP و الـ CO_2 لتشكيل الـ APG.

هذه النتائج تؤكد أن الـ APG ينتج من تثبيت الـ CO_2 على RDP.

جـ - للتيلاكوئيد دور في ظهور نتائج التجربة (2):

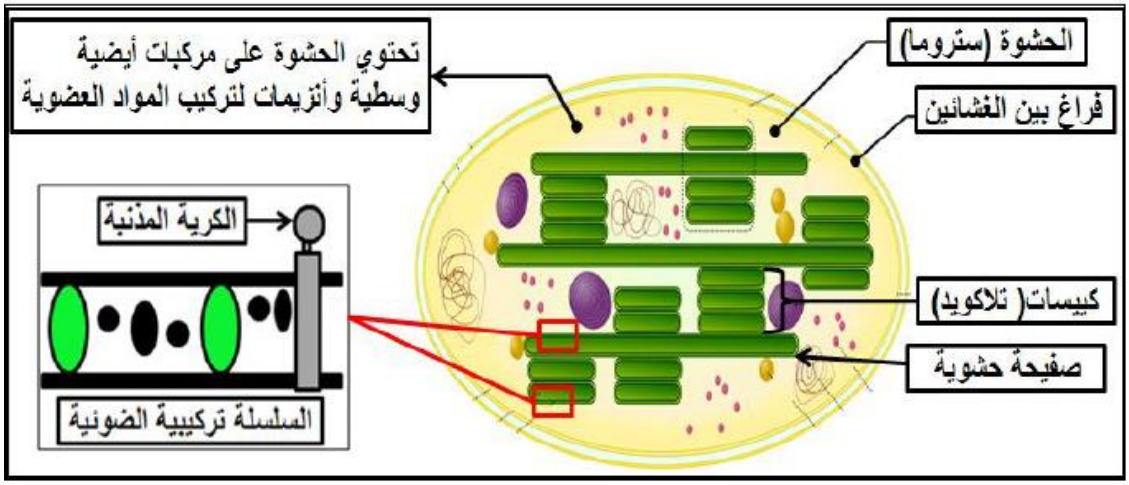
تراكم الـ RDP يفسر بتجديده انطلاقا من إرجاع APG الذي يتطلب ATP و $NADPH,H^+$ والتي يتم إنتاجهما على مستوى التيلاكوئيد المعرض للضوء.

III - إكمال التفاعلات:



التمرين السابع والعشرون (بكالوريا 2015)

I – 1- الرسم تخطيطي يبرز أن الصانعة الخضراء ذات بنية و نشاط بيوكيميائي حجيري.



II – 2- أ- تحليل نتائج الوثيقة (1):

من 0 إلى 5 د: في الظلام و في غياب أو وجود كاشف هيل (مؤكسد يحتوي Fe^{2+}) يبقى تركيز الـ O_2 معدوم في الوسط.

من 5 إلى 7 د: في وجود الضوء الأبيض و كاشف هيل يتزايد الـ O_2 في الوسط ليصل إلى القيمة 0,3 µmole

من 7 إلى 8 د: في الظلام و في غياب أو وجود كاشف هيل يبقى تركيز الـ O_2 ثابتا عند القيمة 0,3 µmole

من 8 إلى 10 د: في وجود ضوء أحمر أو بنفسجي و كاشف هيل يتزايد الـ O_2 في الوسط ليصل إلى القيمة 0,65 µmole

من 10 إلى 11 د: في وجود ضوء أخضر و كاشف هيل يبقى تركيز الـ O_2 ثابتا عند القيمة 0,65 µmole

ب- الاستنتاج: الشروط التجريبية اللازمة لحدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية:

- توفر الضوء الأبيض (الإشعاعات الحمراء أو البنفسجية)
- وجود مستقبل للإلكترونات الاصطناعي التجريبي (Fe^{2+}) في الوسط

ج- توضيح تسلسل الآليات في الحالة الطبيعية: عند تعرض الصانعات الخضراء للضوء الأبيض (فوتونات) وبوجود المستقبل النهائي الطبيعي الفيزيولوجي للإلكترونات ($NADP^+$). تحدث تفاعلات أكسدة و إرجاع على مستوى الكيس (الغشاء) حيث تتأكسد الأنظمة الضوئية مسببة أكسدة الماء فيحرر الـ O_2 والبروتونات (H^+)و الإلكترونات (e) التي تستقبل في نهاية السلسلة تأكسدية الضوئية بواسطة المستقبل النهائي $NADP^+$ (حالة مؤكسدة) الذي يرجع إلى $NADPH,H^+$ (حالة مرجعة)

2 – كتابة المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية:

$$2H_2O + 2NADP^+ + (ADP + Pi) \xrightarrow[\text{الـيـخـضـور}]{\text{الـضـوء}} O_2 + 2(NADPH,H^+) + ATP$$

3- أهمية هذه التجربة بخصوص إظهار ما يلي:

أ – علاقة أكسدة الماء بتثبيت CO_2: التجربة تبين أن أكسدة الماء تتوقف على وجود الضوء . أكسدة الماء تمت في غياب CO_2 فهي غير مرتبطة بتثبيت CO_2.

ب- مصدر الـ O_2 المنطلق أثناء عملية التركيب الضوئي: التجربة تبين انه في غياب CO_2 ينطلق O_2 فلذلك فمصدر O_2 المنطلق أثناء عملية التركيب الضوئي ينتج من أكسدة الماء.

ج- مراحل التركيب الضوئي: التجربة تبين أن عملية التركيب الضوئي تتم في مرحلتين منفصلتين:

- مرحلة كيموضوئية: حدثت فيها أكسدة الماء و إرجاع المستقبل (كاشف هيل)
- مرحلة كيموحيوية : لم تحدث لغياب CO_2.

III – 1- المعلومات الأساسية المستخرجة:

- جزيئات الـAPG هي أول جزيئة عضوية تتركب بعد تثبيت CO_2 في الجزيئات العضوية .
- جزيئات الـAPG تتحول إلى جزيئات TP.
- جزيئات TP تتحول إلى جزيئات HP.

➢ الاستخلاص: اثناء المرحلة الكيموحيوية يثبت CO_2 خلال مركبات أيضية وسيطة لتركيب المادة العضوية حيث تتكون جزيئات APG كأول مركب عضوي ثم يحول إلى TP الذي يشكل HP.

2- مخطط التفاعلات الأساسية للمرحلة الكيموحيوية (حلقة كالفن):

