

النشاط 1: التفاعلات الأساسية للتركيب الضوئي: المرحلة الضو كيميائية

خلال التركيب الضوئي يتم إنتاج المادة العضوية وطرح ثنائي الأوكسجين مع استهلاك الماء وثنائي أوكسيد الكربون فأين وكيف تستعمل تلك التفاعلات؟ وما أصل تلك النواتج؟ للكشف عن تفاعلات التركيب الضوئي نقترح دراسة المعطيات التالية:

التعليمات

1. افترض Blackman من خلال نتيجة تجربته الممثلة في الوثيقة 1 أن التركيب الضوئي يحدث وفق نوعين من التفاعلات، تفاعلات تحتاج للضوء (ضو كيميائية) وتفاعلات تحتاج للحرارة (بيوكيميائية). أبرز مدى صحة ذلك الافتراض من خلال الوثيقة 1.

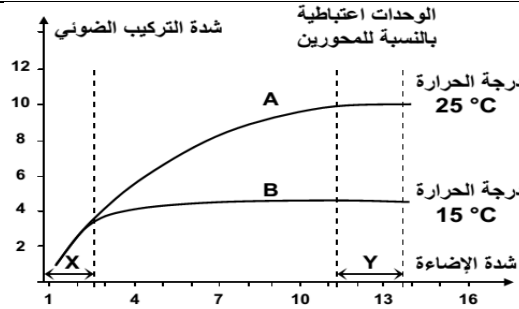
2. ماذا يمكن استخلاصه من نتائج تجربة Karmen و Ruben الممثلة في الوثيقة 3؟ علل استنتاجك.

3. صف نتائج تجربة Hill. ماذا تستنتج بخصوص طرح O₂ من طرف النباتات اليخضورية؟

4. انطلاقا من معطيات الوثيقة 3 (الشكل أ) بين كيف تنتقل الالكترونات من أول معط (O₂) الى آخر متقبل (NADP).

5. مستعينا بمعطيات الشكل ج بين يساهم انتقال الالكترونات بين الأنظمة الضوئية في تركيب ATP على مستوى الكرات ذات الشمراخ.

6. انطلاقا من كل ما سبق، حدد أهم تفاعلات المرحلة الضو كيميائية مبرزاً نواتجها ومصيرها

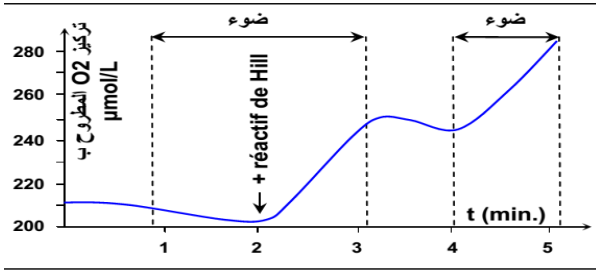


الوثيقة 1 الكشف عن تفاعلات التركيب الضوئي
اهتم Blackman بدراسة تأثير درجة الحرارة وشدة الإضاءة على شدة التركيب الضوئي، فحصل على النتائج الممثلة على المبيان أمامه.

الوثيقة 2 الكشف عن التحليل الضو كيميائي للماء La photolyse de l'eau

★ تجربة Ruben و Karmen (1941).

لمعرفة أصل O₂ المطروح اثر التركيب الضوئي قام Ruben و Karmen بتزويد وسط زرع طحلب يخضوري أحادي الخلية (الكولريل Chlorella) بماء مشع يحتوي على الأكسجين الثقيل ¹⁸O₂ وثنائي أكسيد الكربون يحتوي على الأكسجين الخفيف ¹⁶O₂. ثم قاما بتحليل المطروح الذي اتضح أنه يحتوي على ¹⁸O بنسبة قريبة من نسبته في الماء المستعمل في بداية التجربة. كما قاما بتجربة مضادة حيث زودت الكلوريلات بماء يحتوي على الأكسجين الخفيف ¹⁶O₂ وثنائي أكسيد الكربون مشع يحتوي على الأكسجين الثقيل ¹⁸O₂. وتبين أن الأكسجين المطروح يحتوي على ¹⁶O بنفس النسبة الموجودة في الماء المستعمل في التجربة المضادة.

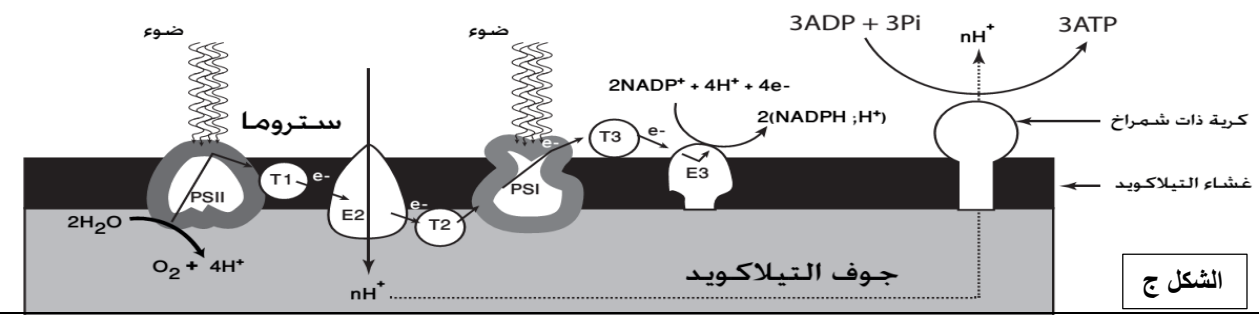
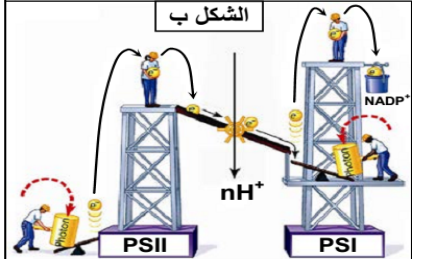
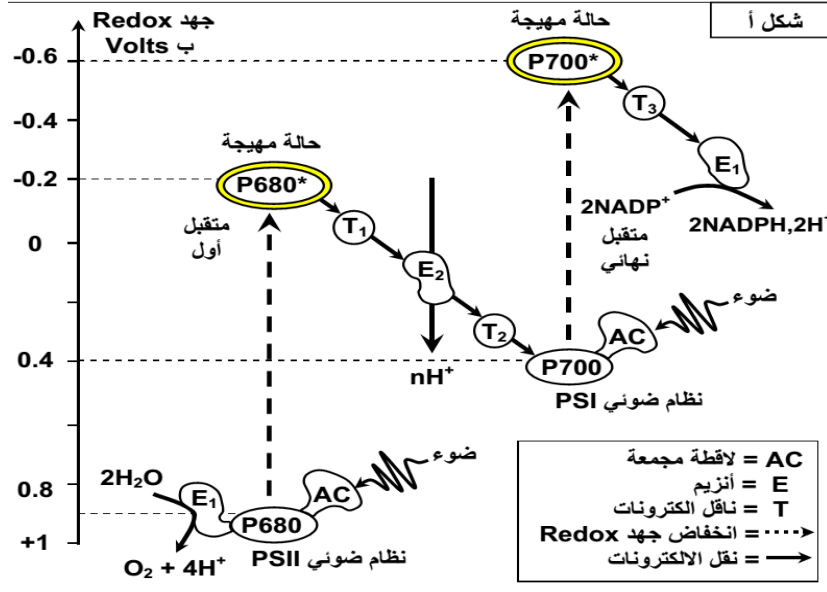


★ تجربة Hill (1939)
استعمل Hill محلولاً عالقاً للبلاستيدات الخضراء المعزولة في وسط بدون CO₂. وقام بقياس حجم O₂ المطروح تحت إضاءة مستمرة. أضاف إلى الوسط متقبلاً غير طبيعي للالكترونات (Ferricyanure de potassium) يدعى كاشف Hill بدل المتقبل الطبيعي الموجود داخل البلاستيدة الخضراء. يحتوي هذا الكاشف على Fe³⁺ وهو ايون قابل لاستقبال إلكترون وفق التفاعل التالي:



الوثيقة 3: نقل الالكترونات من اليخضور a إلى المتقبل النهائي NADP⁺

لمعرفة كيفية تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية نقترح دراسة الوثائق التالية: يبين الشكل أ من الوثيقة قيم جهد الأكسدة / اختزال لنقلات الالكترونات. ونعلم أن الالكترونات تنتقل تلقائياً في اتجاه E₀ متزايد مع تحرير الطاقة، ولا تنتقل في اتجاه E₀ متناقص إلا إذا توفرت الطاقة.



النشاط 2: التفاعلات الأساسية للتركيب الضوئي: المرحلة البيوكيميائية

خلال تفاعلات المرحلة الضوئية تم الكشف عن مصير الماء وأصل O₂ المطروح خلال التركيب الضوئي لكن مازال مصير CO₂ وأصل المادة العضوية غير معروف.

للكشف عن التفاعلات التي يتم خلالها دمج CO₂ وإنتاج المادة العضوية نقترح المعطيات التالية:

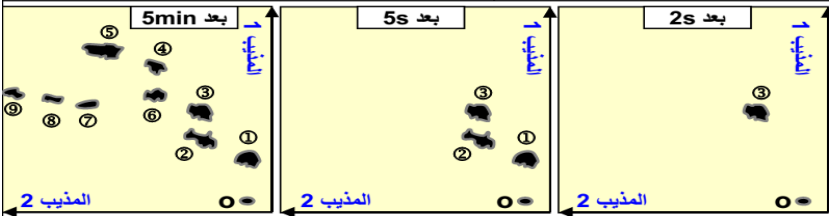
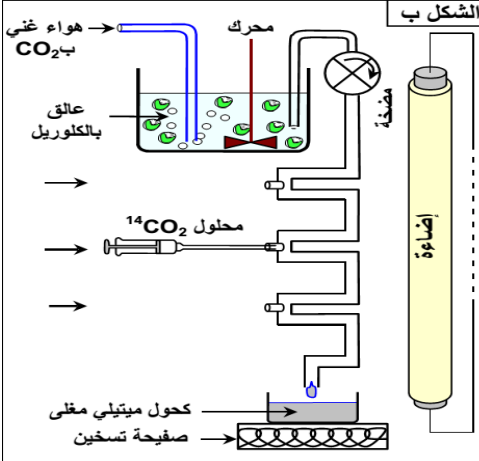
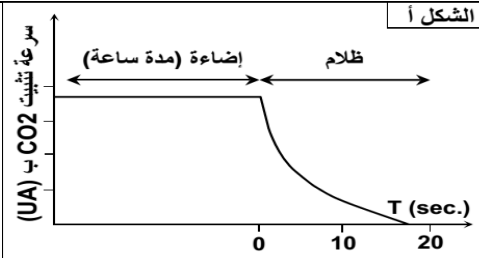
الوثيقة 1 الكشف عن مصير CO₂ الممتص من طرف النباتات

★ تجربة Gaffron وزملاؤه (1951). الشكل أ يتم إدماج ثنائي أكسيد الكربون مشع ¹⁴CO₂ في محلول عالق لطحلب الكلوريل. وتنتج سرعة امتصاصه خلال فترة إضاءة لمدة ساعة، وبعد توقف الإضاءة مباشرة. يبين منحنى الشكل أ النتائج المحصل عليها.

★ تجربة Calvin و Benson (1962). الشكل ب

تم وضع عينة من طحالب الكلوريل في محلول مغذ داخل وعاء مغلق دقيق الجدران وشفاف، حيث تتم إضاءتها وتزويدها بثنائي أكسيد الكربون العادي. تدفع الطحالب بواسطة مضخة داخل أنبوب دقيق وشفاف، يتم عبوره في مدة زمنية محددة حسب قوة صبيب المضخة. يحقن ¹⁴CO₂ الإشعاعي النشاط في مستويات مختلفة من الأنابيب حسب المدة الزمنية المختارة لمكوث الطحالب في الوسط الذي يحتوي على ¹⁴C، والتي بعدها تقتل الخلايا الطحلبية بواسطة الكحول المغلي. بعد استخراج المواد العضوية المركبة من طرف الخلايا الطحلبية، يتم فرزها بواسطة تقنية التحليل الكروماتوغرافي الإشعاعي ثنائي القطب على النحو التالي:

- توضع قطرة من مستخلص الطحالب المقنونة في النقطة 0 من ورق التحليل الكروماتوغرافي.
- يستعمل على التوالي مذيبيان مختلفان في اتجاهين مختلفين.
- بعد انتشار المواد تقاس شدة إشعاعها وتنجز صور إشعاعية ذاتية تكون فيها مواقع المواد المركبة محددة ومعروفة. (الشكل ج).



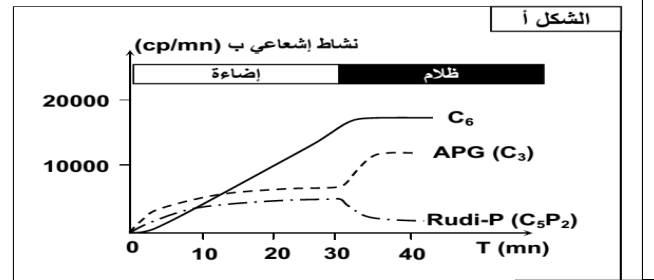
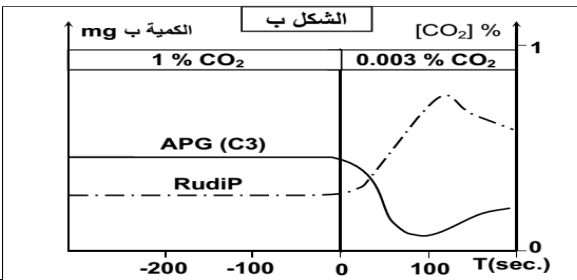
- الشكل ج O = الوضعية الأولى للمستخلص
- ① = ريبولوز ثنائي الفوسفات RudiP
 - ② = سكر سداسي فوسفات
 - ③ = حمض فوسفو غليسيري APG
 - ④ = حمض بيروفي، ⑤ = حمض الماليك
 - ⑥ = حمض أسبرتي، ⑦ = سيرين
 - ⑧ = غليسين، ⑨ = ألنين

الوثيقة 2: اختزال CO₂ الممتص وتركيب المادة العضوية

للكشف عن التحولات المتبادلة بين المواد المركبة حسب الإضاءة وحسب توفر CO₂ نستعمل تركيب Calvin ونقوم بالتجارب التالية:

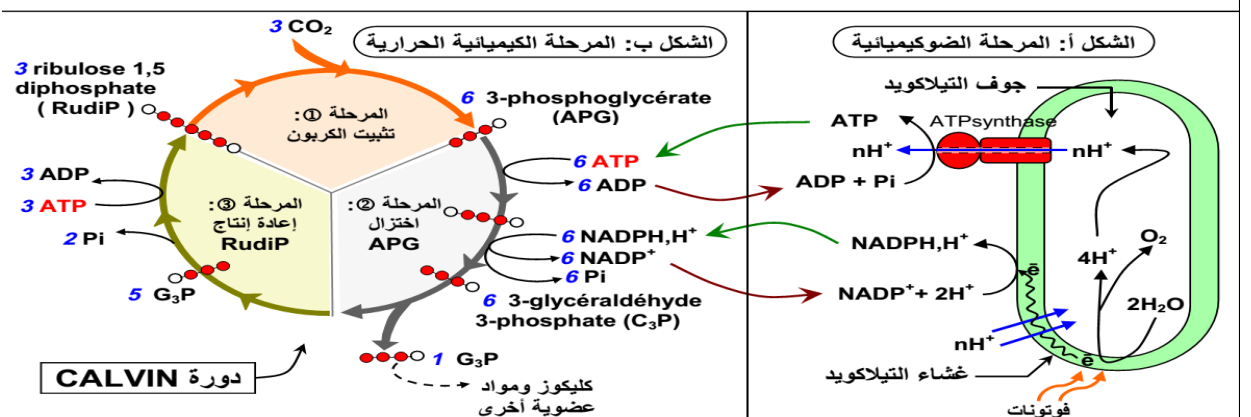
★ عرضت عينة من الكلوريلات لفترة إضاءة متبوعة بفترة مظلمة مع قياس شدة الإشعاع عبر الزمن بالنسبة لثلاث مركبات كربونية: سكر سداسي الكربون (C₆) و RudiP و (C₅) APG وهو سكر خماسي الكربون (C₃) APG. النتائج مبينة على الشكل أ من الوثيقة.

★ في فترة ثانية تم وضع الكلوريلات بالتالي في وسط غني ب CO₂ (1%) ووسط فقير من CO₂ (0.003%) مع إخضاعها لإضاءة ثابتة وقياس شدة الإشعاع بالنسبة لكل من RudiP و APG (أنظر الشكل ب).



الوثيقة 3: تفاعلات دورة Calvin وعلاقتها بتفاعلات المرحلة الضوئية

بينت عدة تجارب أن تفاعلات المرحلة المظلمة (شكل ب) ترتبط بالمرحلة المضاءة (شكل أ). ففي ستروما البلاستيدة الخضراء تتحول جزيئة APG عبر تفاعلات مستهلكة ل ATP و NADPH, H⁺ إلى سكر ثلاثي الفوسفات C₃، مصدر تركيبات عضوية متنوعة، وإلى تجديد RudiP. تشكل هذه التفاعلات دورة بيوكيميائية تدعى دورة Calvin. تعطي الوثيقة أسفله مزوجة تفاعلات كل من المرحلة المضاءة (شكل أ) والمرحلة المظلمة (شكل ب).



- التعليمات
1. صف نتائج تجربة Gaffron واقتراح تفسيرها لها.
 2. انطلاقاً من تحليل تجربة Calvin، حدد ترتيب ظهور المواد الكيميائية حسب الزمن واستنتج منه علاقة ظهور تلك المواد بدمج CO₂. (استعمل خطاطة)
 3. كيف تفسر حالة الخلايا في محلول NaCl بعد 5 دقائق ثم بعد 10 دقائق؟
 4. من خلال معطيات الشكل أ من الوثيقة 2، ماذا تستنتج بخصوص العلاقة بين كل من APG و RudiP؟
 5. من خلال معطيات الشكل ب من الوثيقة 2، استنتج دور CO₂ في تفاعل تحول RudiP إلى APG.
 6. انطلاقاً من إجابتك على السؤالين السابقين وضح بواسطة رسم كيفية حدوث التفاعلات المتبادلة بين APG و RudiP.
 7. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 3، لخص بشكل واضح تفاعلات المرحلة البيوكيميائية مبينا دور نواتج المرحلة الضوئية فيها. (يمكن استعمال خطاطة)