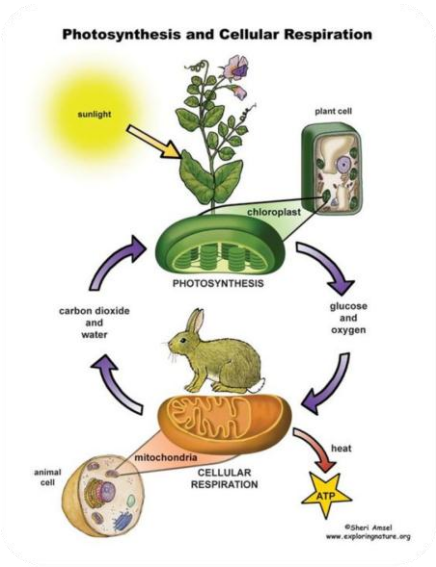
التحضير الجيد لبكالوريا 2018





مجلة المتفوق

مادة علوم الطبيعة والحياة

المجال2 : التحولات الطاقوية

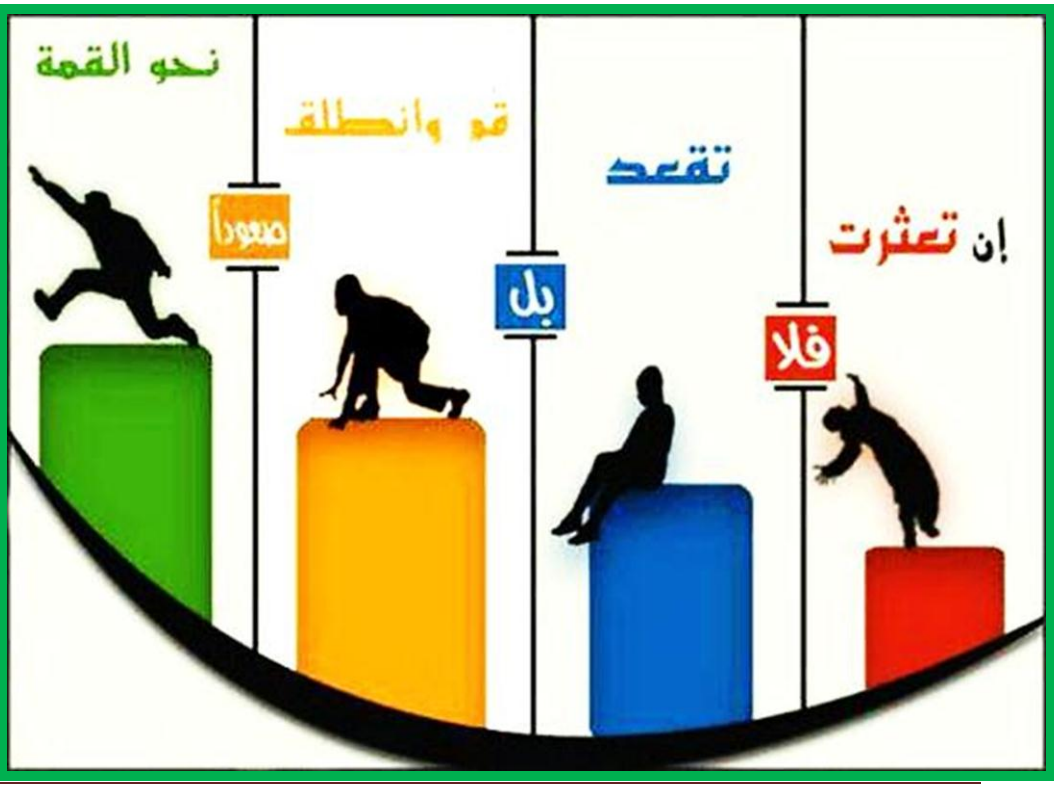
الوحدة1 : آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

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

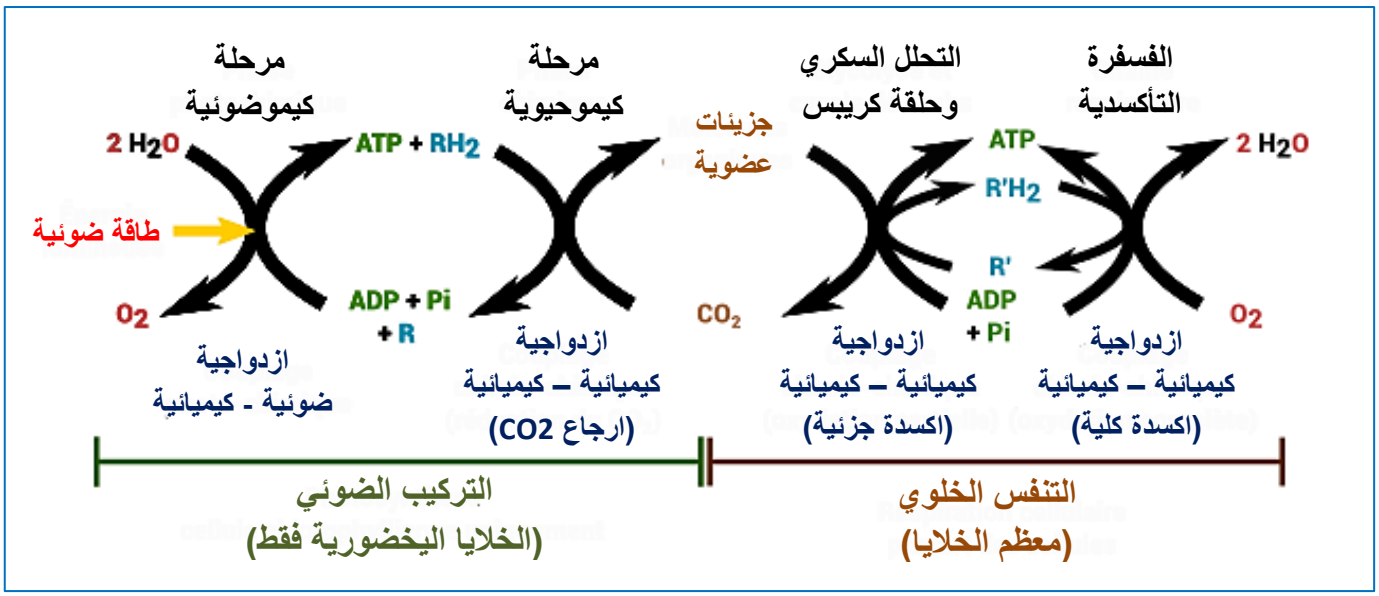
الوحدة3 : تحويل الطاقة على المستوى مافوق البنية الخلوية

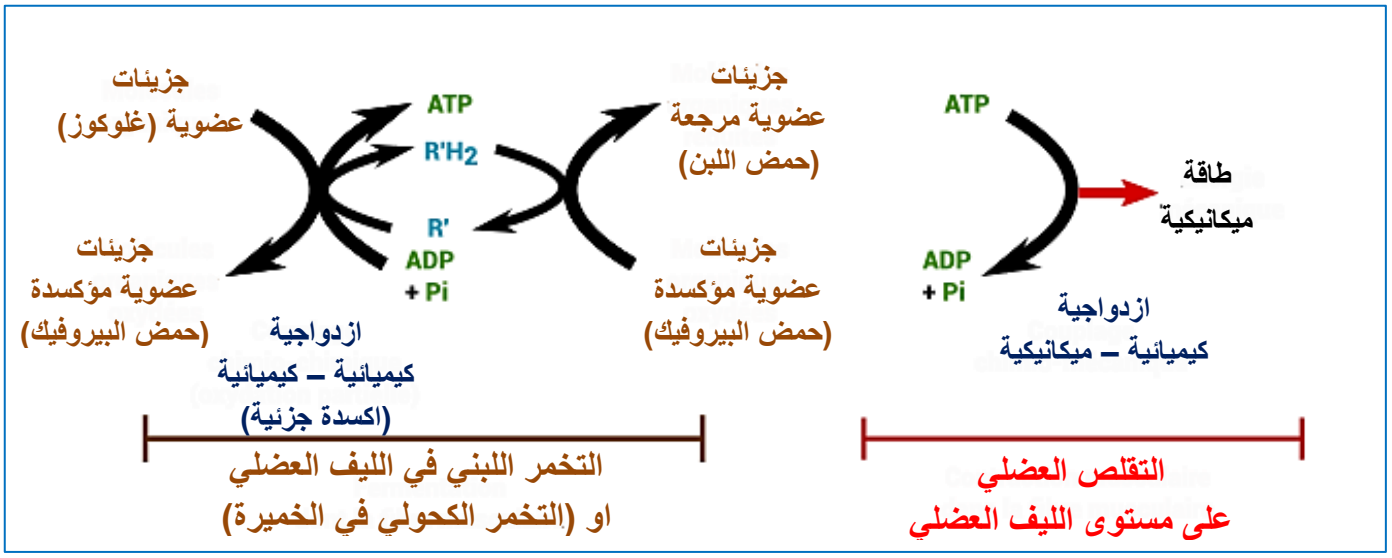
العد 4 27 تمرين مع التصحيح الاستاذ : بوالريش أحمد

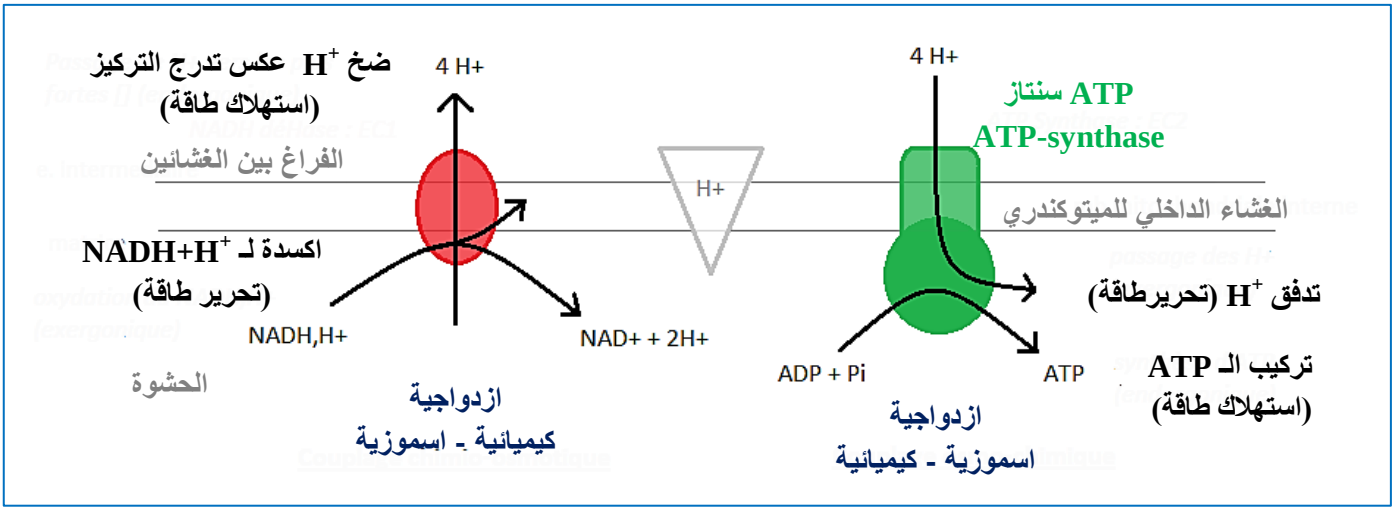




الازدواجية الطاقوية فى الخلية الحية





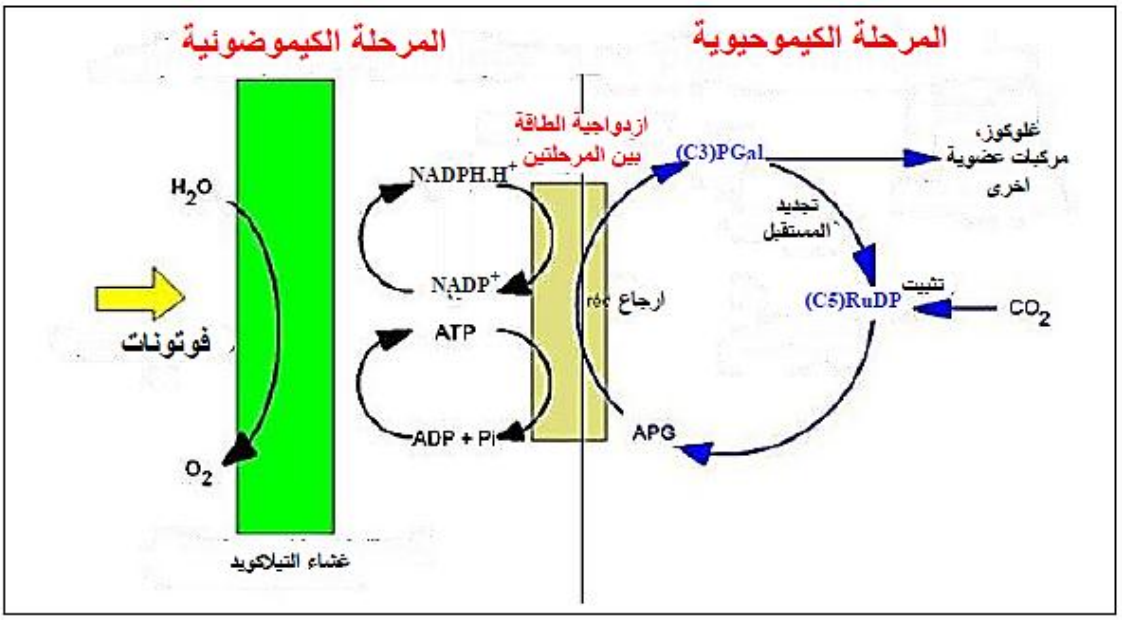


مفهوم الازدواجية في التفاعلات الحيوية :

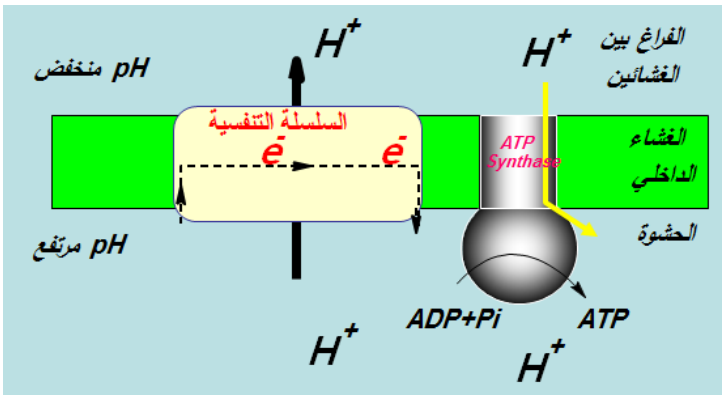
تسير العديد من التفاعلات الأساسية لحياة الكائنات الحية ضد الاتجاه التلقائي ومن أمثلتها التفاعلات الماصة (المستهلكة للطاقة) كتصنيع المركبات الكبيرة والمركبات الغنية بالطاقة والنقل الفعال للأيونات لتكوين التدرج في التركيز وغيرها.
لا تكون هذه التفاعلات ممكنة إلا عن طريق الازدواج مع تفاعلات تلقائية ناشرة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

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

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



مفهوم الاسموزية الكيميائية :



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

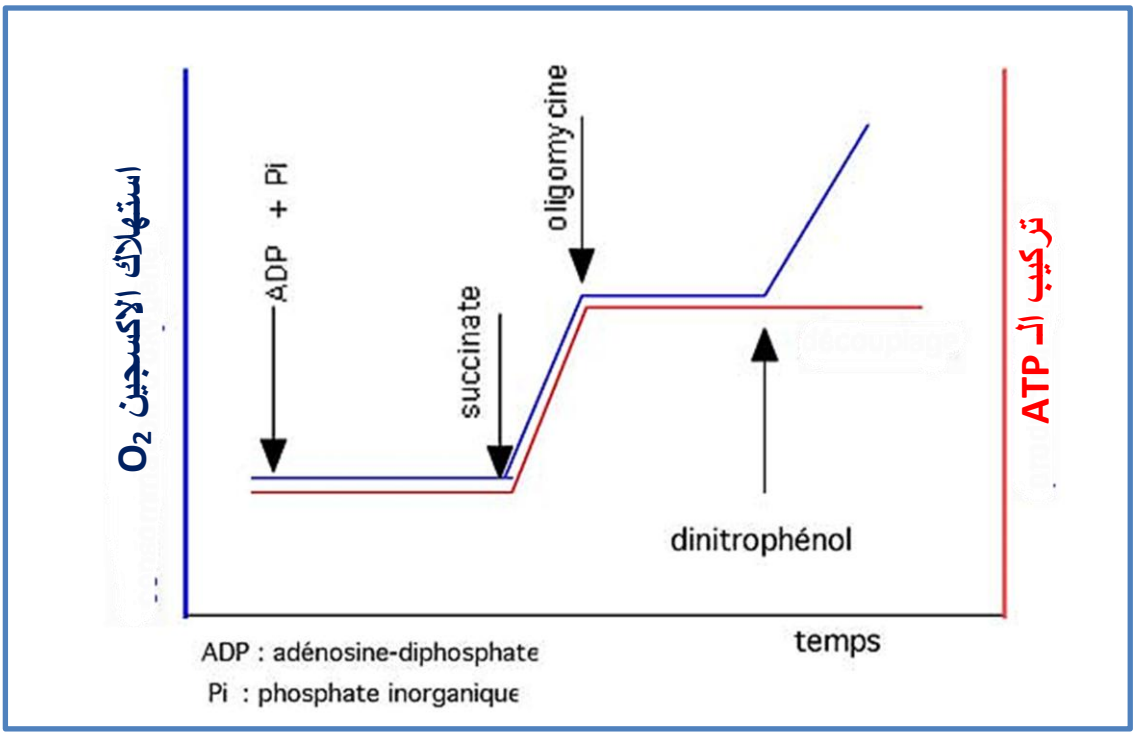
مفهوم الفسفرة التأكسدية :

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

مفهوم الازدواجية بين الفسفرة والاكسدة:

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

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



التعليق على الوثيقة :

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

المجال التعلمي I: التخصص الوظيفي للبروتينات.

الوحدة1 : آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

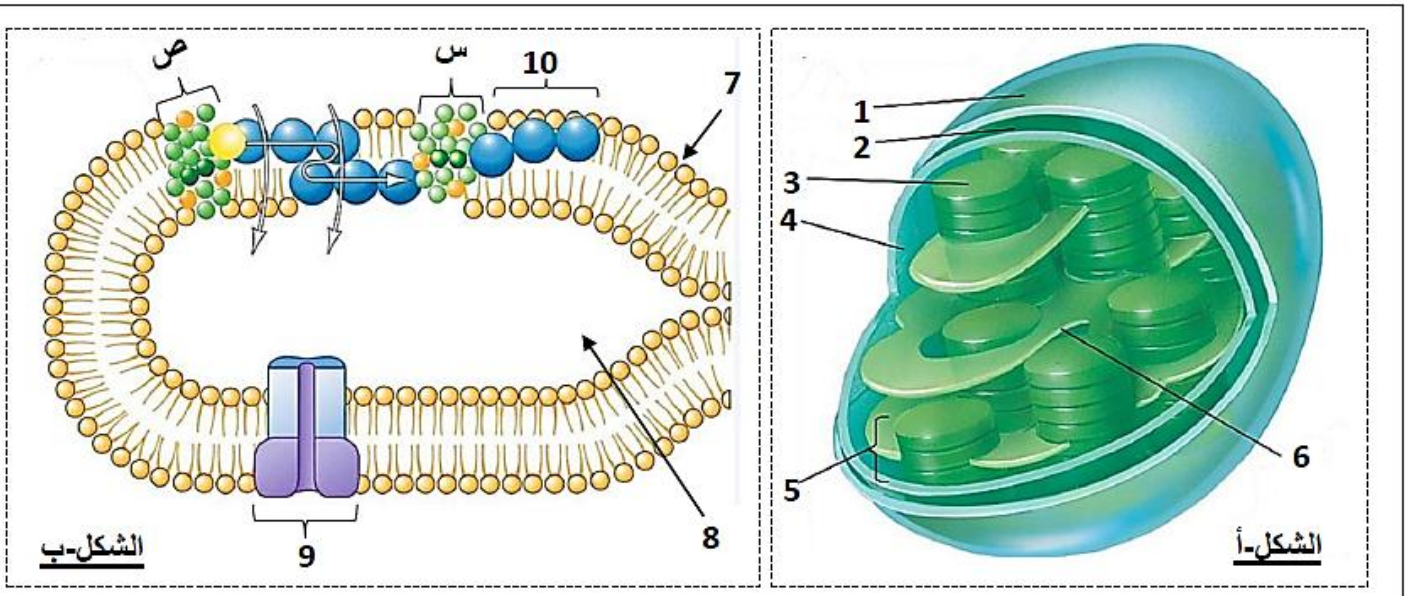
التمرين الأول :

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

I – تمثل أشكال الوثيقة(1) مايلي :

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

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



الوثيقة1

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

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

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

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

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

ملاحظة : الانظمة الانزيمية في المحلول اليخضور الخام تبقى سليمة

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

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

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

الشكل-أ

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

الشكل-ب

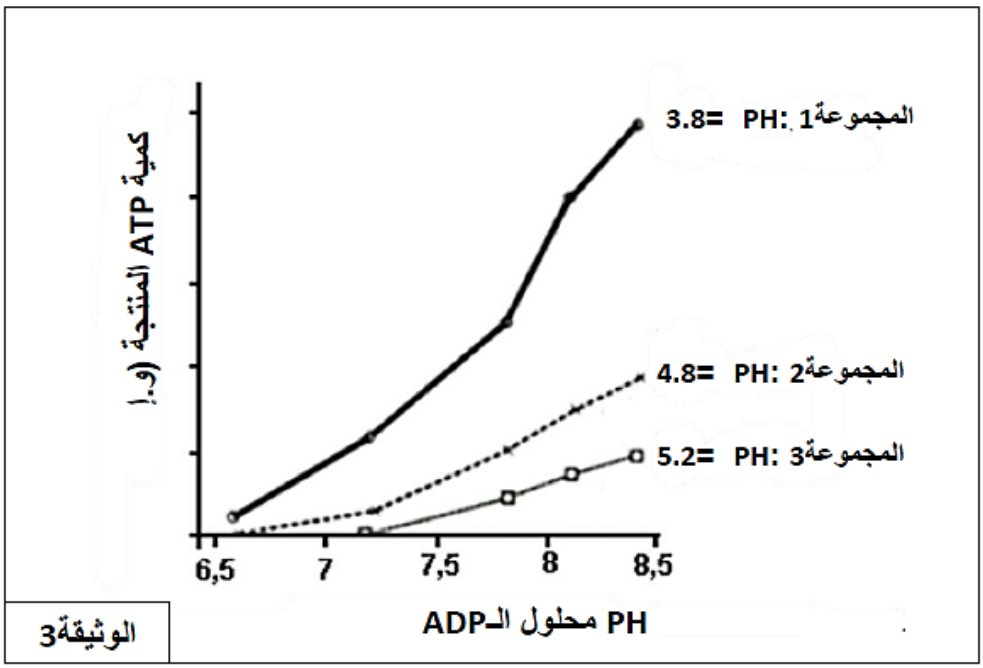
الوثيقة2

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

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

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

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



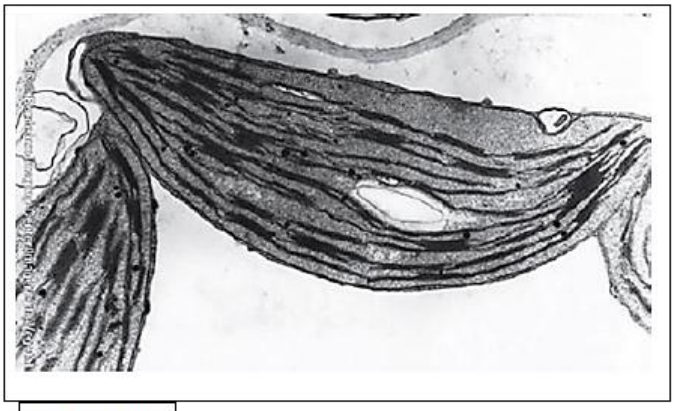
الوثيقة3

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

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

التمرين الثاني:

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



الوثيقة1

I – تمثل الوثيقة 1 صورة بالمجهر الالكتروني للصانعة الخضراء.

1 – قدم رسما تخطيطيا للصانعة الخضراء يحمل كافة البيانات.

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

حدد من المعادلة طبيعة تفاعلات الظاهرة المدروسة.

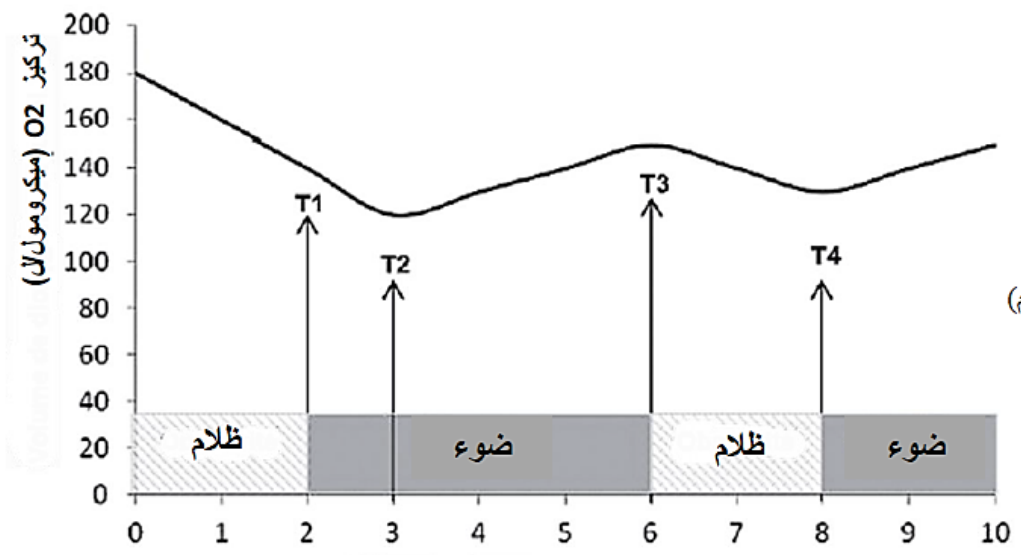
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{طاقة ضوئية}]{\text{يخضور}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

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

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

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

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



الوثيقة2-أ

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

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

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

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

الوثيقة2-ب

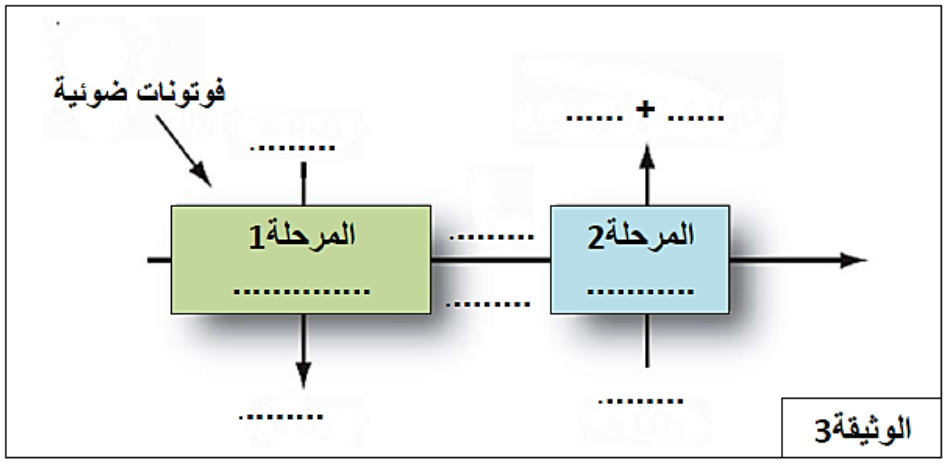
أ – **ماهي** المعلومات المستخرجة من مقارنة :

– التجربة 1مع2 والتجربة 3مع4

ب - فسر نتائج التجربة5.

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

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



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

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

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

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

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

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

التمرين الثالث :

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

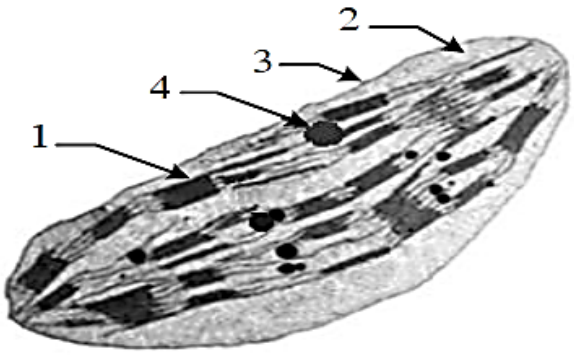
I-1- تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية تعتبر مقر مجموع التفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء تحويل الطاقة خلال ظاهرة بيولوجية معينة.

أ- تعرّف على هذه العضية.

ب- اكتب بيانات العناصر المرقمة.

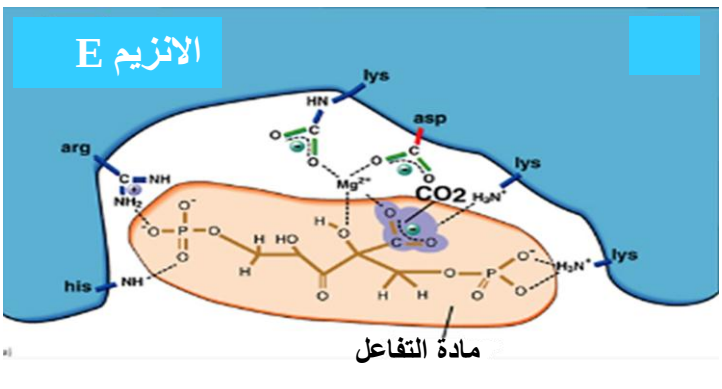
2- أ- حدّد نمط التحويل الطاقوي الذي يحدث على مستوى هذه العضية.

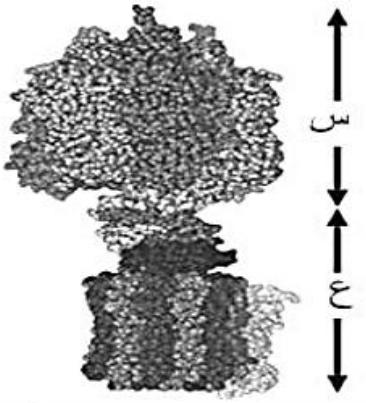
ب- ما هي الظاهرة البيولوجية المعنية؟ اكتب معادلتها الإجمالية.



الوثيقة (1)

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





الشكل (أ)	الوثيقة (2)	الشكل (ب)

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

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

ب- سمّ المرحلة المعنية واكتب معادلتها الكيميائية.

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

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

أ- علّل سبب إجراء التجربة في الظلام.

ب- ما هي المعلومات المستخلصة من هذه النتائج التجريبية؟

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

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

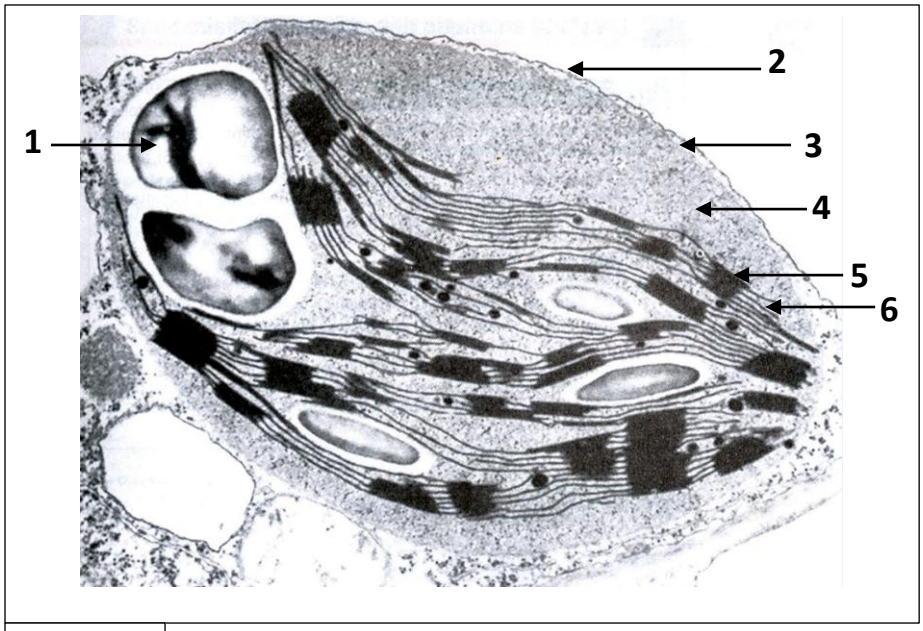
ب- حدّد المرحلة التي يتدخل فيها الأنزيم (E).

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

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

التمرين الرابع :

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



الوثيقة1

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

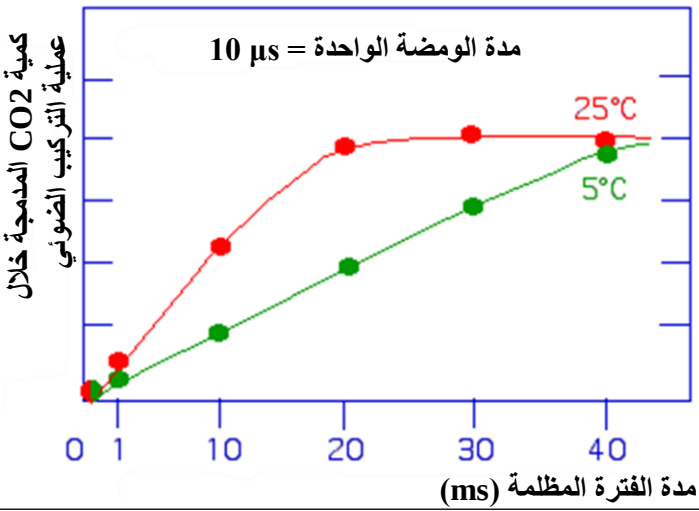
II – لتحديد شروط و أهمية التفاعلات الكيميائية التي تحدث خلال عملية التركيب الضوئي , نجري التجارب التالية :

التجربة1 :

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



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

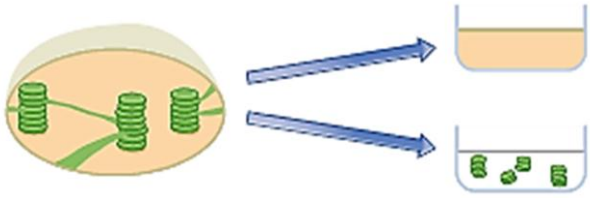


الوثيقة2

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

التجربة2 :

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

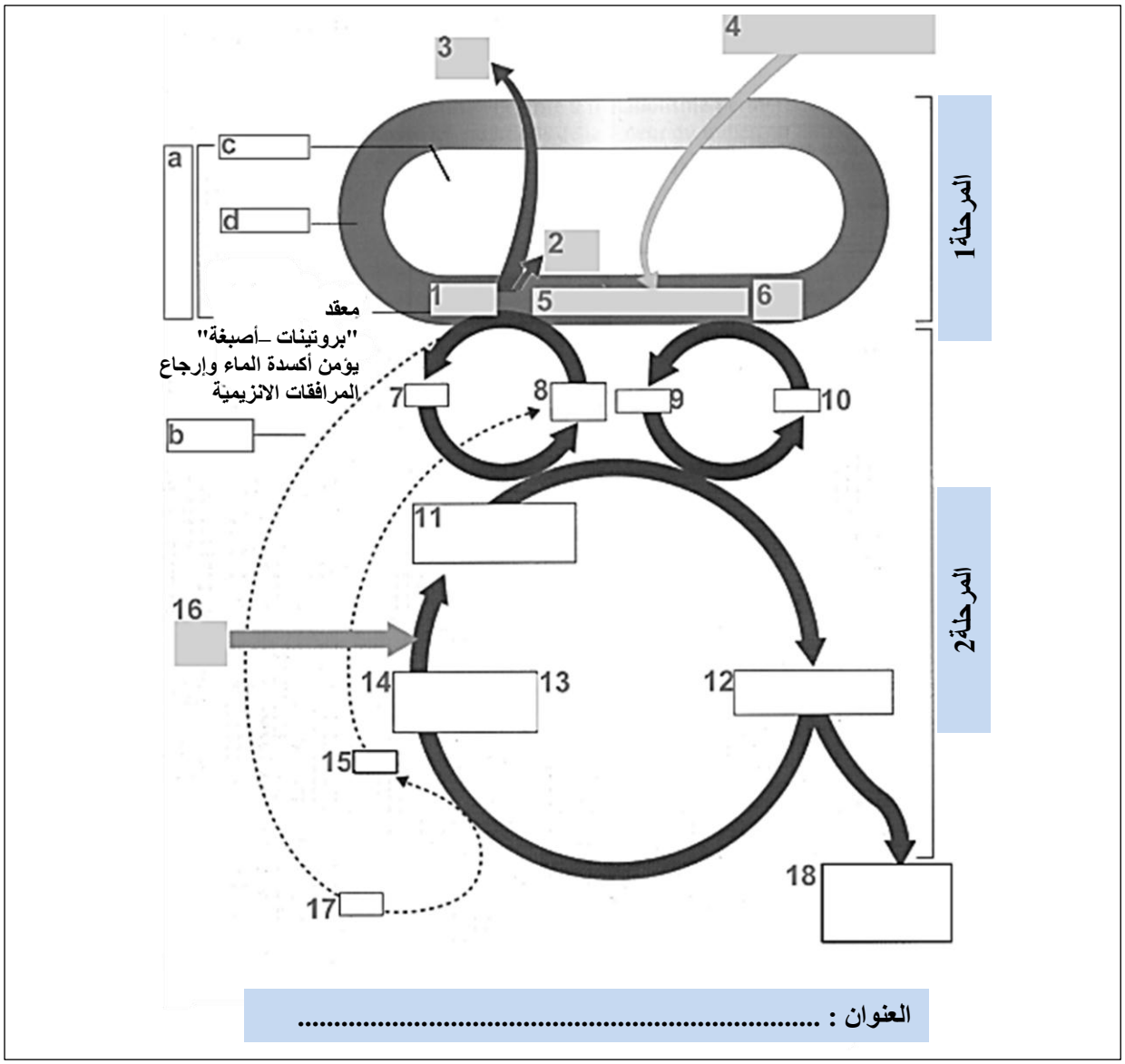


	التجربة1	التجربة2	التجربة3
الشروط التي تم فيها وضع الحشوة	الحشوة فقط , موضوع في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$	الحشوة موضوعة في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$ + تيلاكويدات عرضت مسبقا للإضاءة	الحشوة فقط , موضوع في الظلام ومزود بـ $^{14}CO_2$, RH_2 و ATP
النتائج	عدم تثبيت $^{14}CO_2$ (لاتوجد أي جزيئة عضوية مشعة)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

الوثيقة2

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

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



العنوان : .....

التمرين الخامس :

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

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

	H_2O	O_2
عدد الأكسدة للأكسجين O	−2	0

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

الوثيقة1

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

1 – عرف المصطلحات التالية :

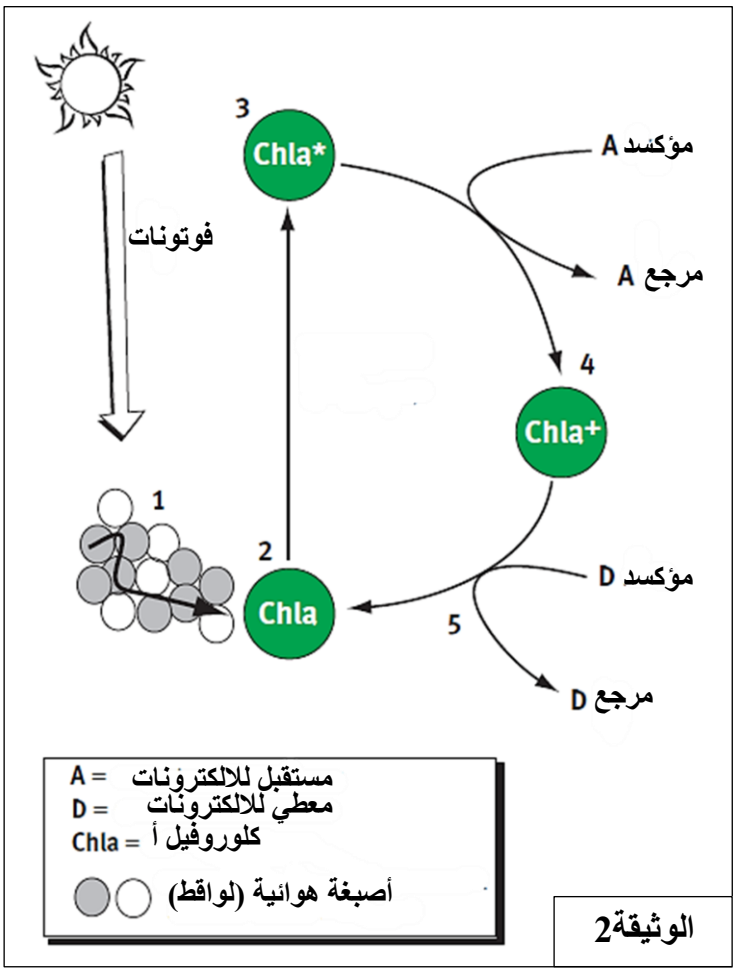
- الأكسدة - الارجاع - مؤكسد - مرجع - زوج الاكسدة والارجاع - تفاعلات الاكسدة وارجاع

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

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

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

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

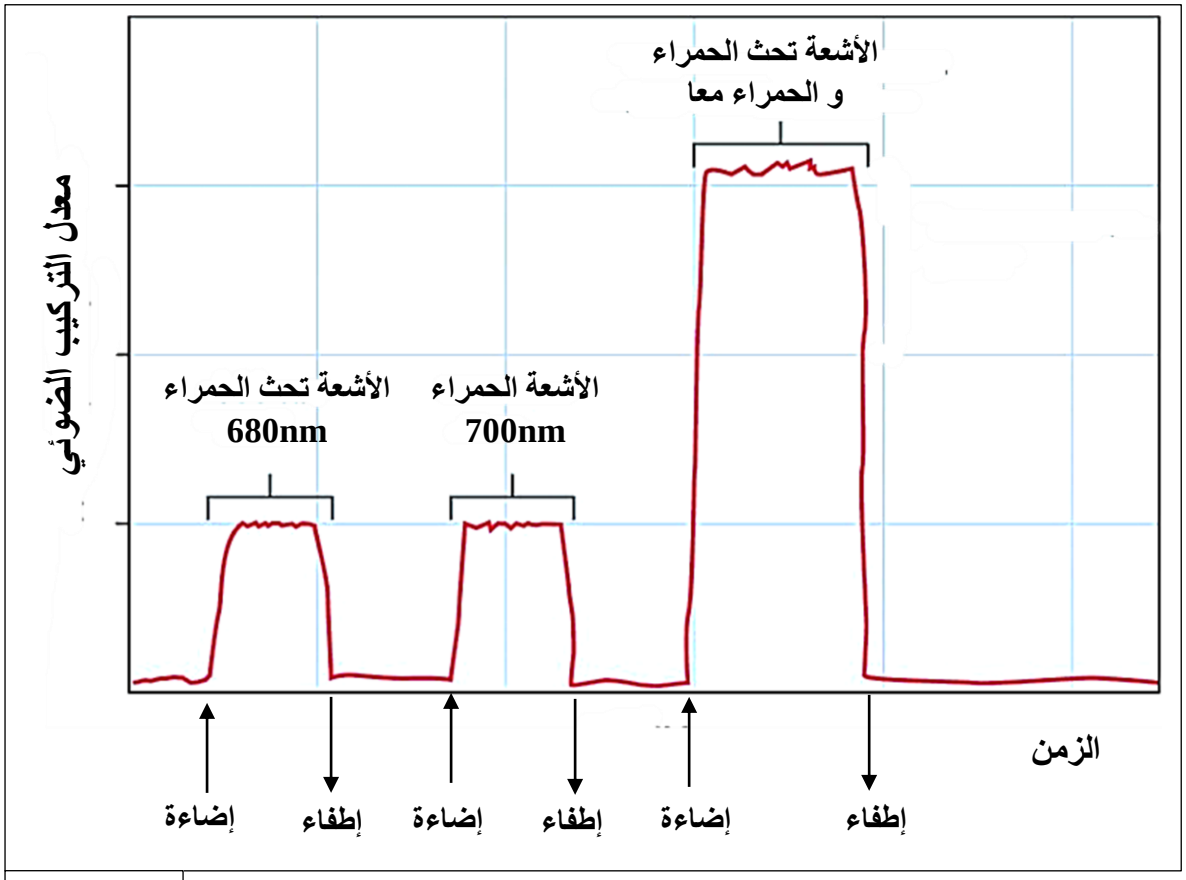


الوثيقة2

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

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

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة 3.



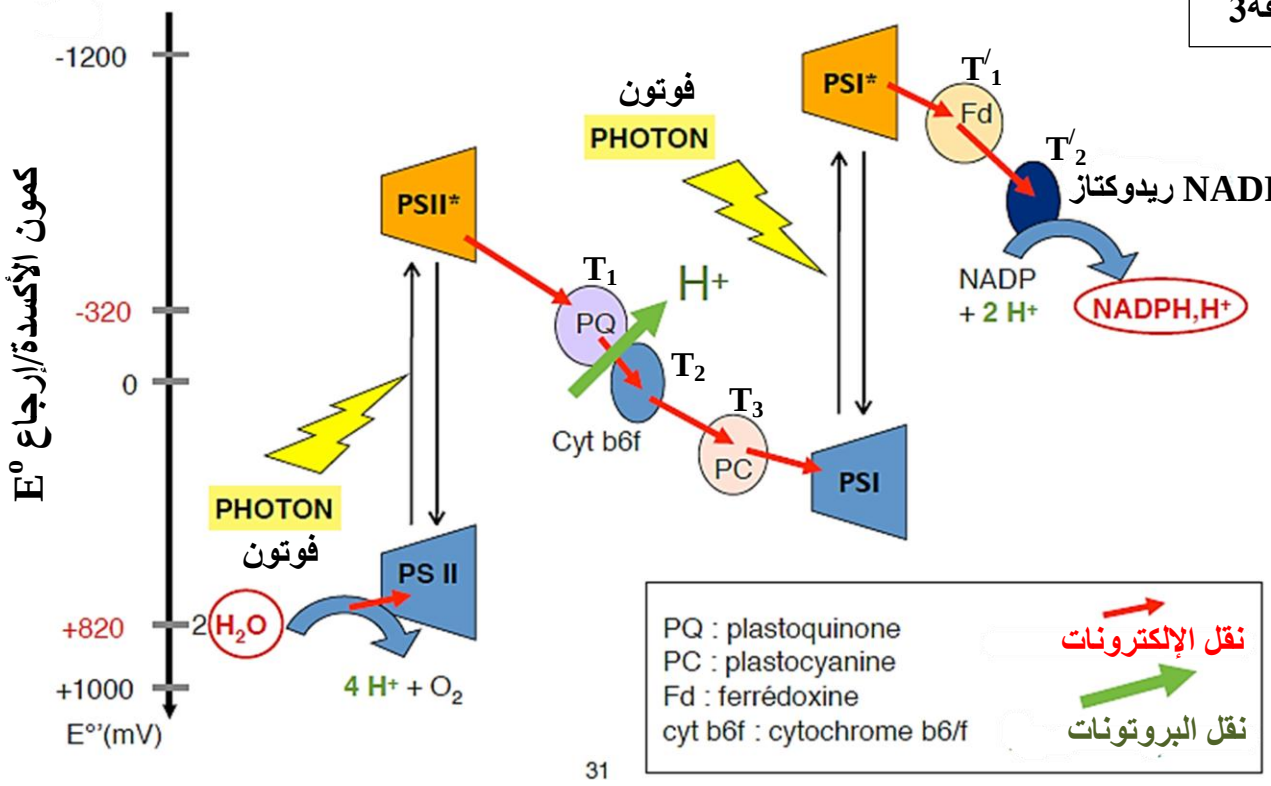
الوثيقة3

2 – **حلل** النتائج التجريبية للوثيقة3.

3 – **اقترح تفسيرا** لهذه النتائج .

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

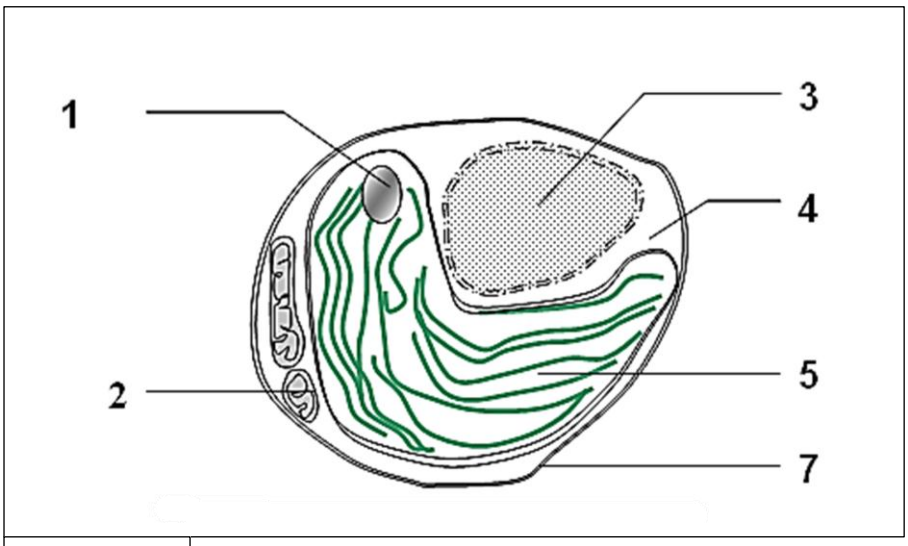
الوثيقة3



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

التمرين السادس :

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



الوثيقة1

الجزء1: تمثل الوثيقة1 تعضي طحلب الكلوريلا .

1 – **تعرف** على البيانات المرقمة.

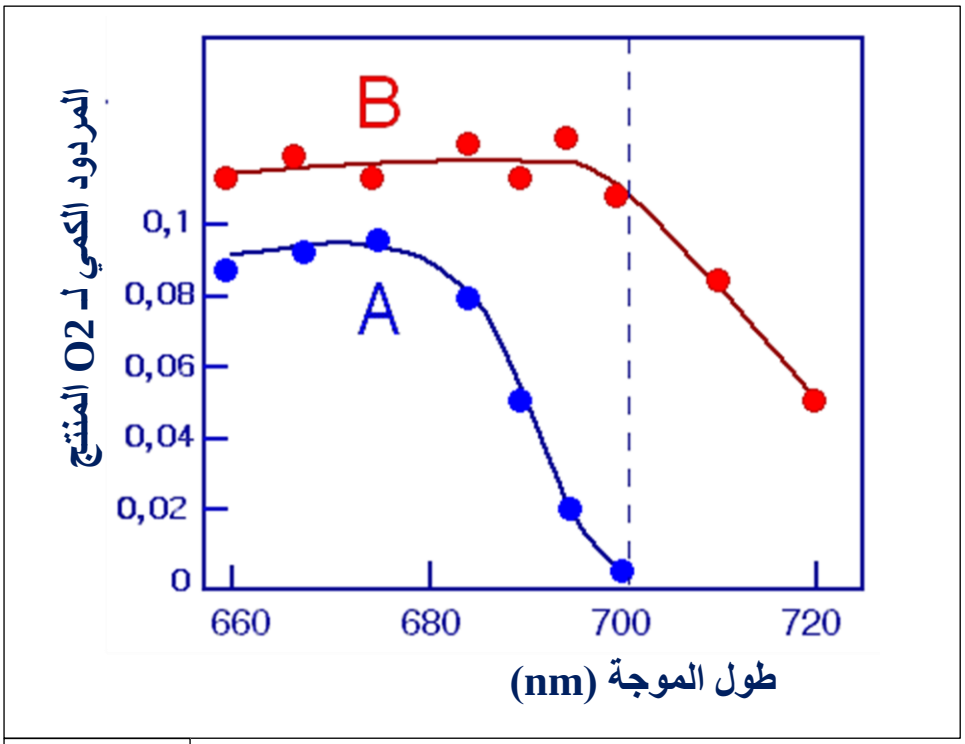
2 – **مثل** مافوق بنية العنصر (5) برسم تخطيطي يحمل جميع البيانات .

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

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

النتائج ممثلة بالمنحنى A من الوثيقة2.

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

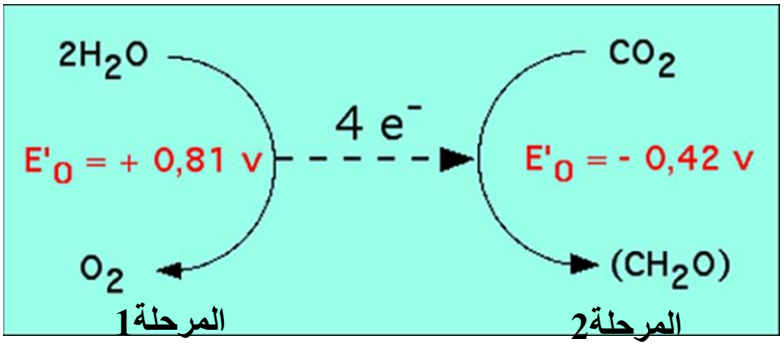


الوثيقة2

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

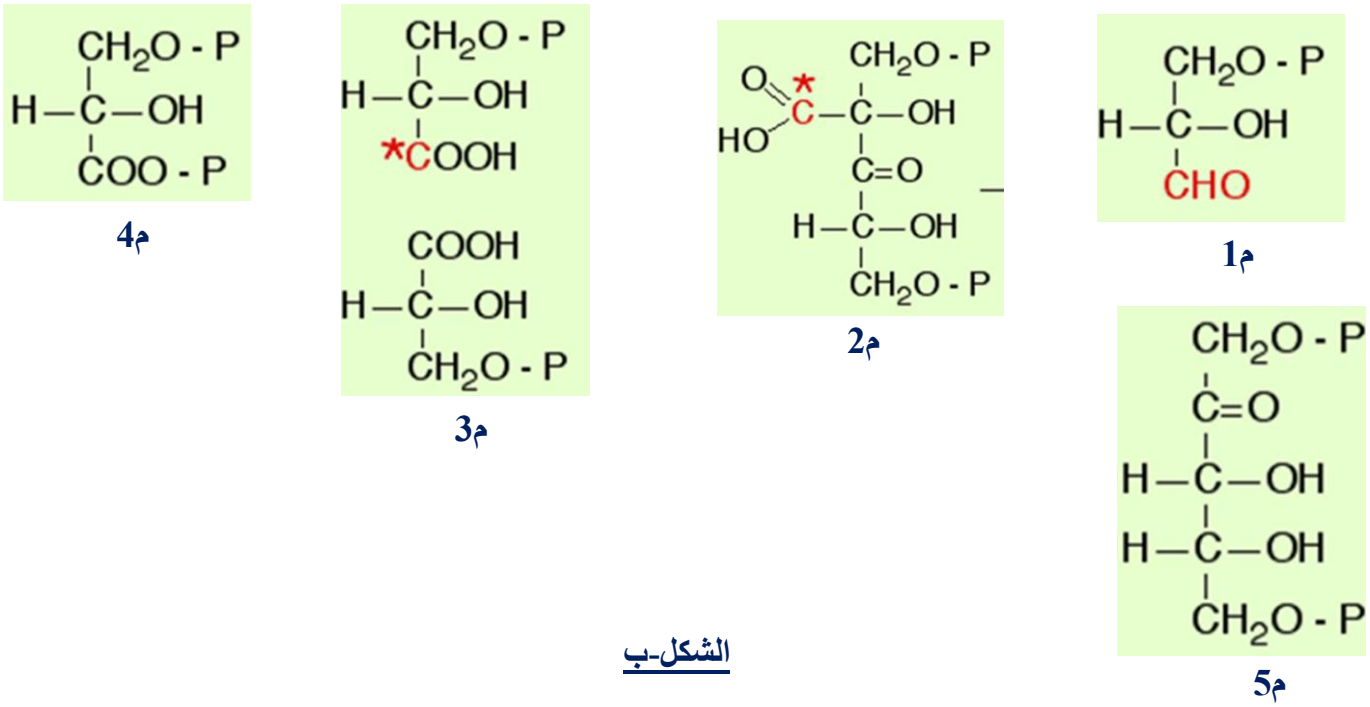
يمثل الشكل (أ) من الوثيقة3 المعادلة الإجمالية لتفاعلات مرحلتي التركيب الضوئي.

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



الشكل-أ

E'_0 : كمون الأكسدة/إرجاع



الشكل-ب

الوثيقة3

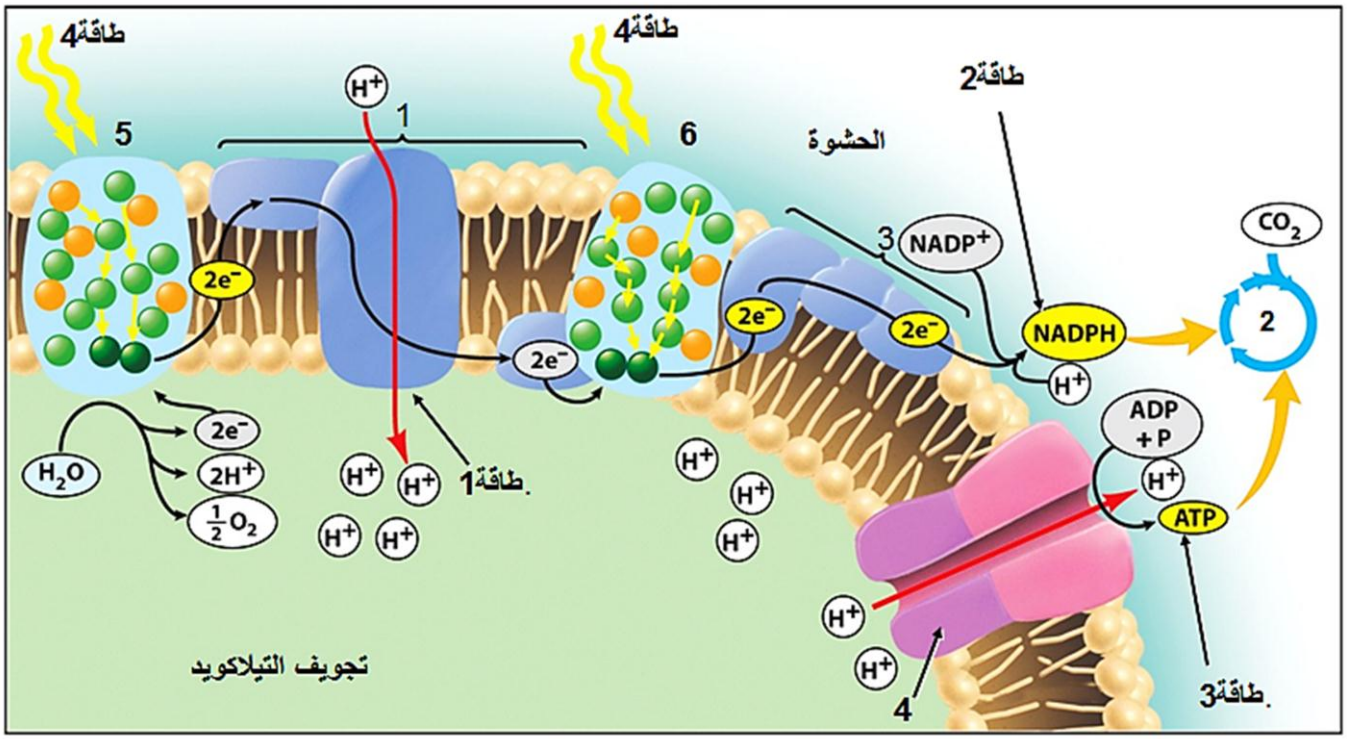
2 –**علق** على الشكل (أ) من الوثيقة3.

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

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

التمرين السابع :

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



وثيقة تبين اهم التحولات الطاقوية التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء

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

التمرين الثامن:

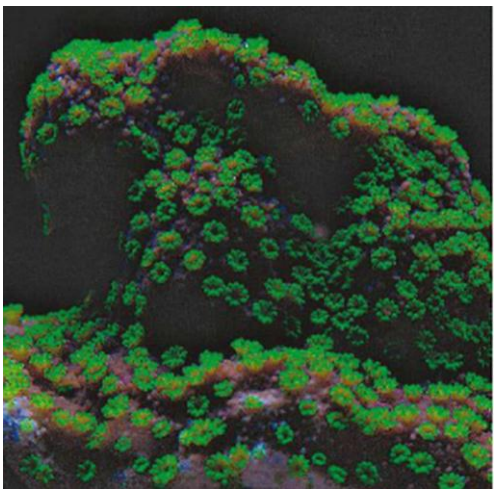
انتهز سائح الذي يقضي بضعة أيام في كاليدونيا الجديدة الفرصة للغوص في الشعاب المرجانية في المحيط الهادي الذي بلغت درجة حرارته 30م^0 . وخلال هذه الغطس ، وجد أن بعض الشعاب المرجانية فقدت ألوانها ، فهي بيضاء اللون وهذا يشير إلى موتها (الموت الأبيض) .
لفهم هذه الظاهرة , نقترح عليك الدراسة التالية :

الجزء1 :

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



الشكل -أ



الشكل -ب

الوثيقة1

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

الجزء2 :

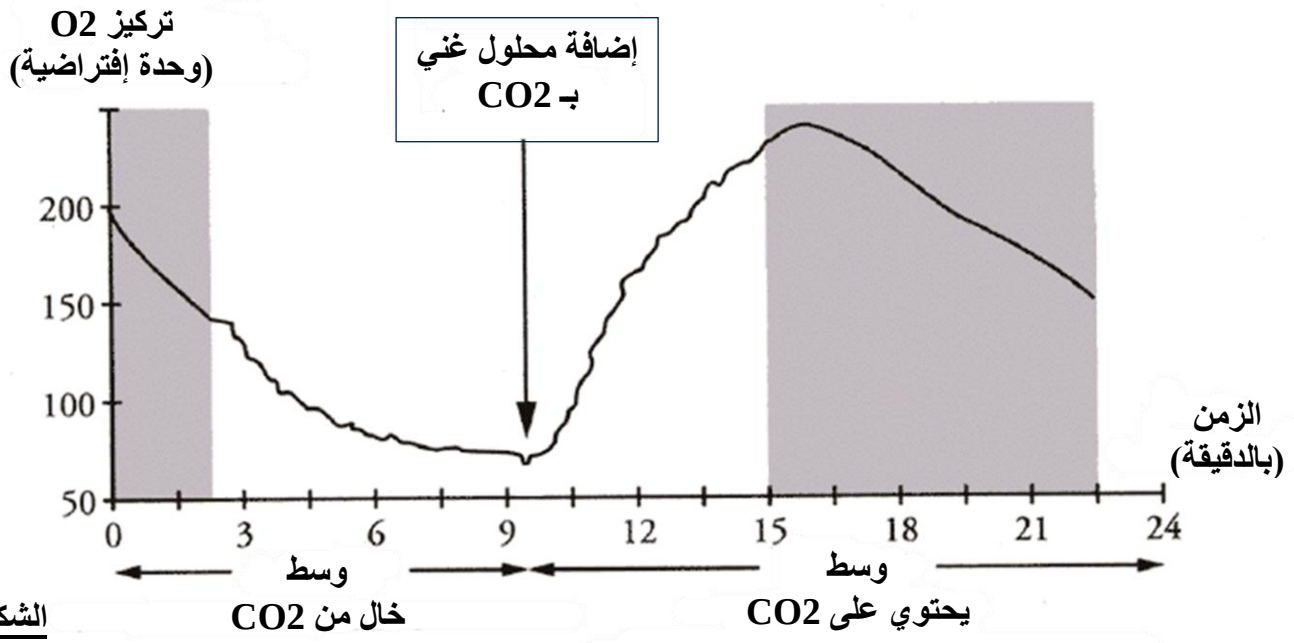
– ندرس تطور تركيز O2 في وسط يحتوي على الطحالب الخضراء وحيدة الخلية . توضع الطحالب إما في الظلام (المنطقة المظللة) أو في الضوء (المنطقة البيضاء) .
في بداية التجربة يكون وسط الزرع خال من CO2 ثم نضيف قطرة من محلول غني بـ CO2 إلى وسط الزرع.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة.2
1 – فسر نتائج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

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

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

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

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



الشكل -أ

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

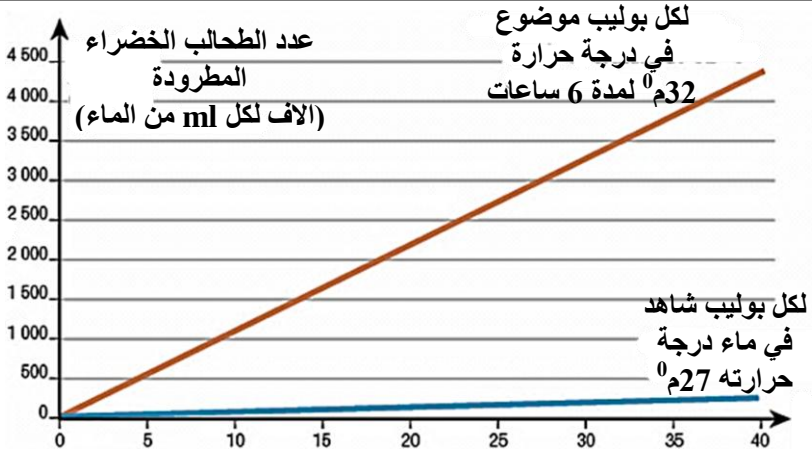
\+ : وجود النشاط الاشعاعي في الجزيئات العضوية
\- : غياب النشاط الاشعاعي في الجزيئات العضوية

الشكل -ب

نتائج دراسات أخرى :

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

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



الشكل -ج

الوثيقة2

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

التمرين التاسع:

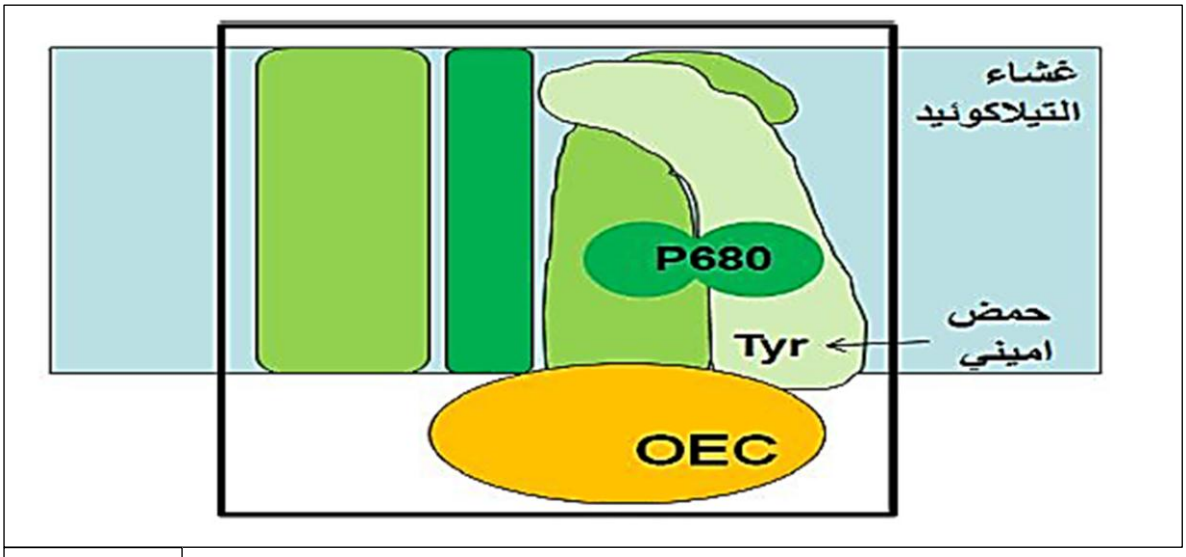
يتكون النظام الضوئي الثاني من لواقط (اصبغة هوائية – مركز تفاعلي (2 جزيئات يخضور ا) – معقد انزيمي لتوليد الأكسجين ("oxygen evolving complexe "OEC") او نظام أكسدة الماء. لفهم آلية عملها نجري الدراسة التالية:

الجزء1 :

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

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

تمثل الوثيقة1 رسم تخطيطي يوضح بنية النظام الضوئي الثاني PSII .



الوثيقة1

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

الجزء2:

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

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

1 – **حلل** منحنى الوثيقة (2-أ) .

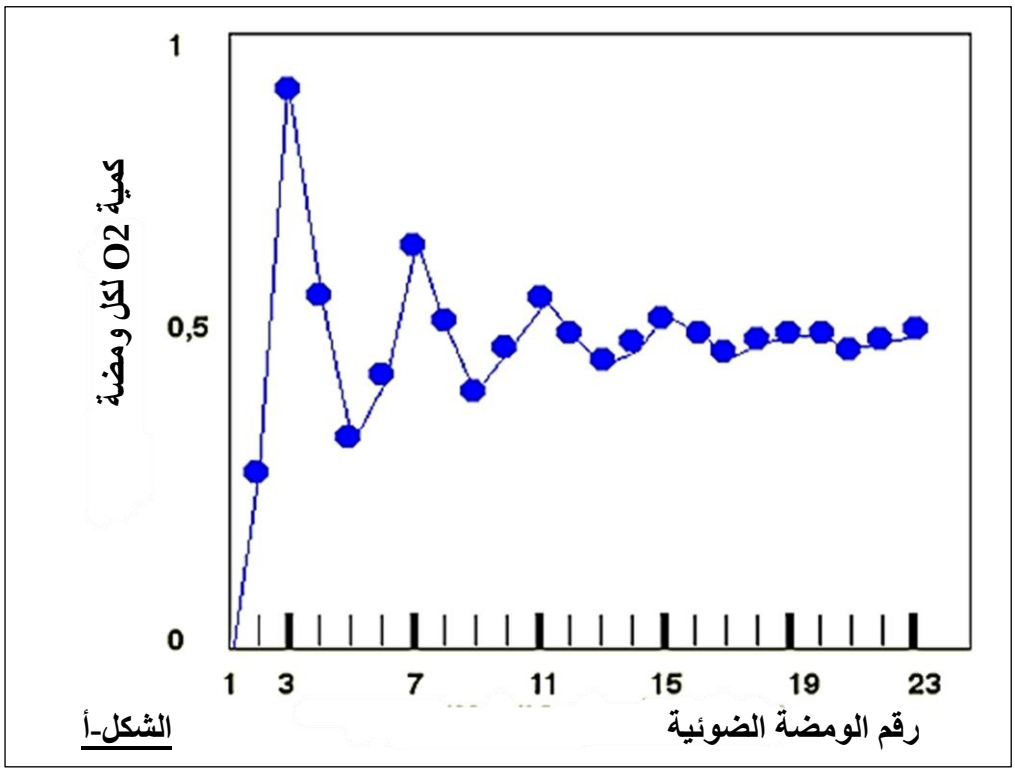
تجربة العالم العالم جوليو **"Joliot "** ومساعدوه حفزت العالم Bassel Kok ومساعدوه في عام 1970 على البحث من اجل تفسير نتائج Joliot و بالتالي طوروا نموذج يدعى ب" نموذج كوك "أو بعبارة أخرى" حلقة أكسدة الماء " التي يتدخل فيها المعقد المحفز لإنتاج ا لـ O2 (OEC) الموجودة على مستوى PSII علما ان:

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

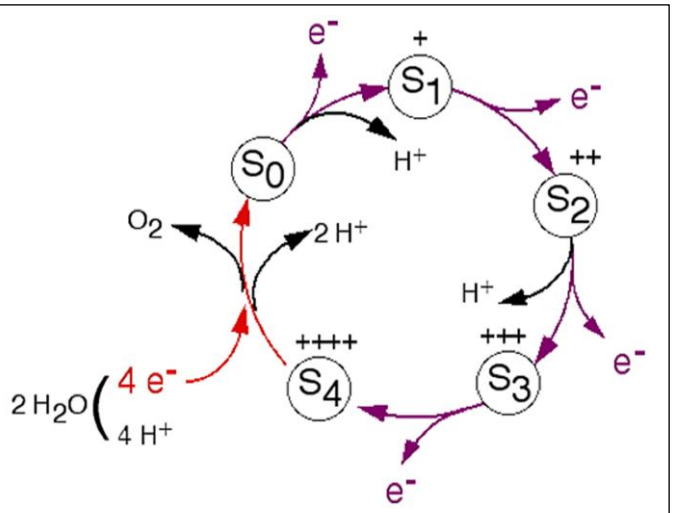
- في الظلام يكون هذا المعقد في حالة S0 أو S1 حيث الحالة أكثر استقرارا هي S1 باعتبارها أكثر أكسدة من S0 بمعنى أن S1 فقد إلكترون واحد مقارنة بـ S0 .

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

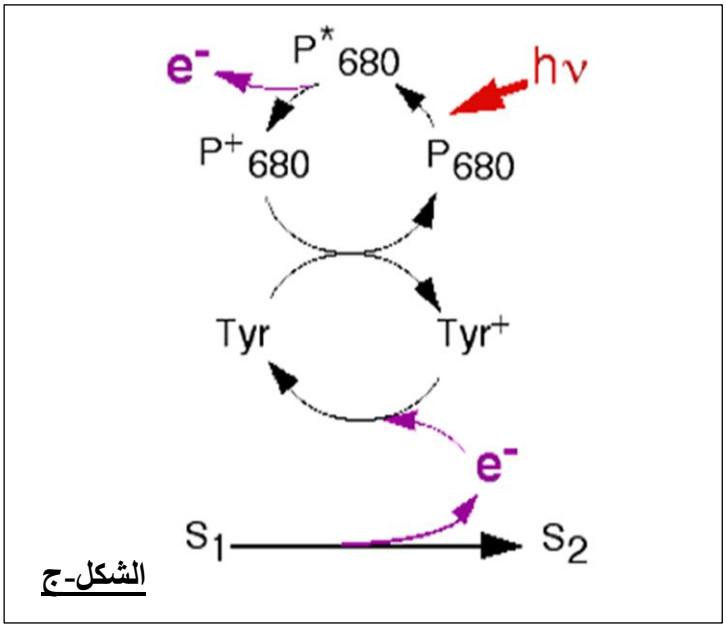
3 – **مثل** برسم تخطيطي بسيط مستعينا بالوثيقة 1 آلية عمل PSII بوجود الضوء.



الشكل-أ



الشكل-ب



الشكل-ج

الوثيقة1

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

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

الجزء1 :عليك باختيار الاجابة الصحيحة

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

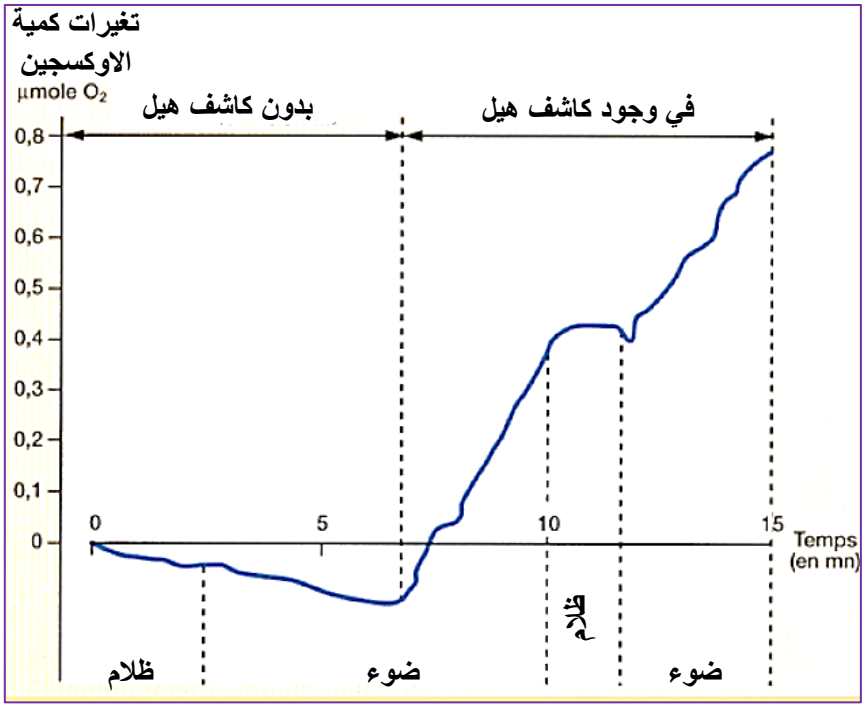
س24 – وظيفة حلقة كالفن :
أ – إمتصاص الطاقة الضوئية.
ب – بناء الريبولوز ثنائي الفوسفات .
ج – تثبيت الكربون.
د – تحويل الجلوكوز إلى CO_2 , مما يعطي طاقة .

س25 – التنفس الضوئي هو :
أ – إنتاج الطاقة الكيميائية ATP باستخدام الطاقة الضوئية.
ب – تثبيت الكربون باستخدام الطاقة التي تم الحصول عليها من تفاعلات الضوء في عملية التركيب الضوئي.
ج – استخدام الاوكسجين من قبل النباتات بوصفه مستقبلا نهائيا للإلكترونات في التركيب الضوئي.
د – إضافة الاوكسجين إلى ريبولوز ثنائي الفوسفات ما يؤدي إلى خسارة CO_2 و ATP .

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

الجزء2: (اختر الإجابة " أو الاجوبة" الصحيحة)

س1 – توضع صانعات خضراء معزولة في وجود الضوء , في وسط خال من CO_2 ; للتأكد من حدوث أكسدة للماء . اناه تفاعلات هيل . النتائج المحصل عليها ممثلة في المنحنى التالي :



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

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

س3 – المعادلة التالية تلخص عملية التركيب الضوئي :

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

الاوكسجين المحرر :

أ – مصدره المادة العضوية .

ب – مصدره جزيئات CO2 .

ج – مصدره جزيئات الماء

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

س4 – في الصانعة الخضراء , الاوكسجين :

أ - يتم تحريره خلال المرحلة الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.

ب - يتم تحريرها في الظلام.

ج - يتم تحريره خلال المرحلة الكيموضوئية .

د - يستخدم في تفاعلات التركيب في الصانعة الخضراء.

س5 – في الصانعة الخضراء , الـ ATP :

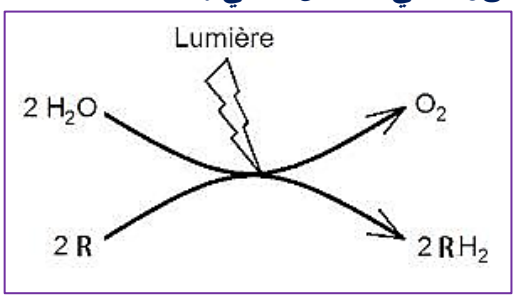
أ – يتم تركيبه على مستوى ATP سنتاز المتواجد في الحشوة.

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

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

د – يتم تركيبه على مستوى اليخضور.

س6 – في التفاعل التالي :



أ - RH2 هو مركب مؤكسد.

ب - التحول من R إلى RH2 هو تفاعل إرجاع .

ج - H2O هو مركب مؤكسد.

د - تحويل H2O إلى 02 هوتفاعل إرجاع

س7 – في المعادلة السابقة :

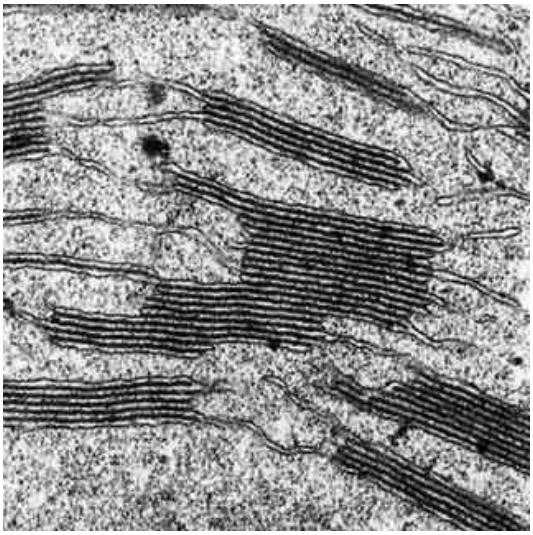
أ - R هو مركب موجود في الحشوة.

ب - R هو مركب موجود في غشاء التيلاكويد.

ج – R يتواجد في اليخضور.

د – R مركب يتواجد في تجويف التيلاكويد .

س8 – الصورة التالية تمثل :



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

التمرين الحادي عشر

الجزء 1:

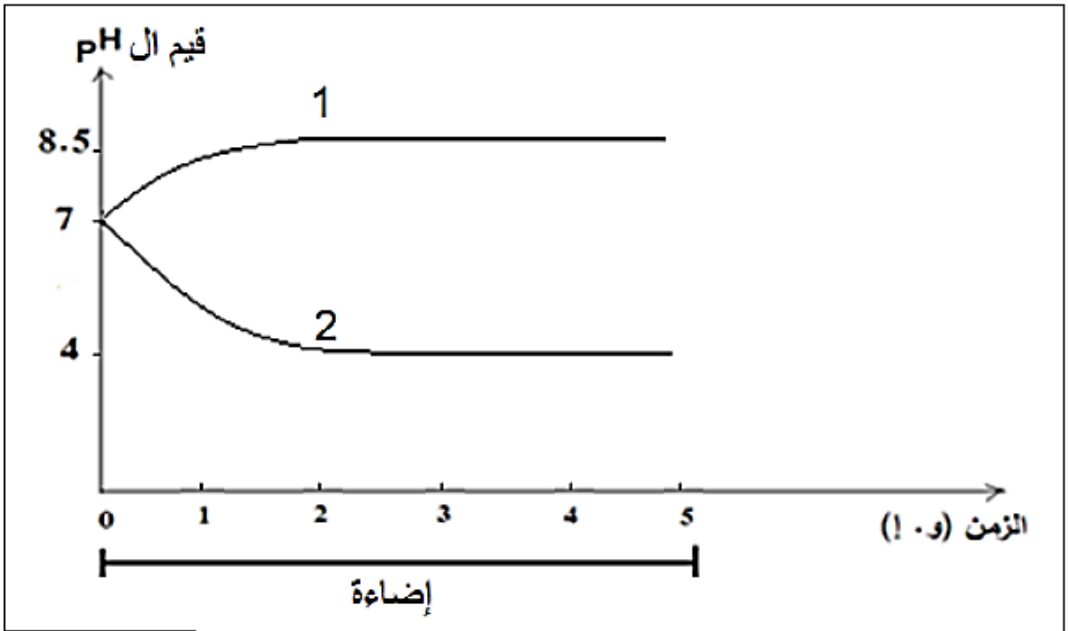
1) عُزِلَتْ صانعات خضراء مفتوحة الغلاف وَوُضِعَتْ في وسط خال من CO_2 و معرضة للضوء يُضَافُ إليه باستمرار $NADP^+$ و ADP و Pi. فلوحظ انطلاق O_2، إلا أنه لم يتم اصطناع الجزيئات العضوية.

إذا أعيدت التجربة السابقة مع إضافة كمية محدودة من $NADP^+$ و ADP و Pi، فإنه بعد مدة يتوقف انطلاق O_2، وعند تزويد الوسط بـ CO_2 ينطلق O_2 من جديد ويتم بناء المادة العضوية.

ـ أَنْشِئْ علاقة بين المواد المضافة وانطلاق الـ O_2 وتركيب المادة العضوية.

2) في تجربة أخرى وُضِعَ مُعلقُ تيلاكويدات في أنبوب اختبار يحتوى على وسط حيوي تركيبه مماثل للستروما وعُرِّضَ للضوء ثم قِيسَ تغير قيمة الـ pH في كل من تجويف التيلاكويدات والوسط المحيط بها.

النتائج المتحصل عليها توضحها الوثيقة (1).



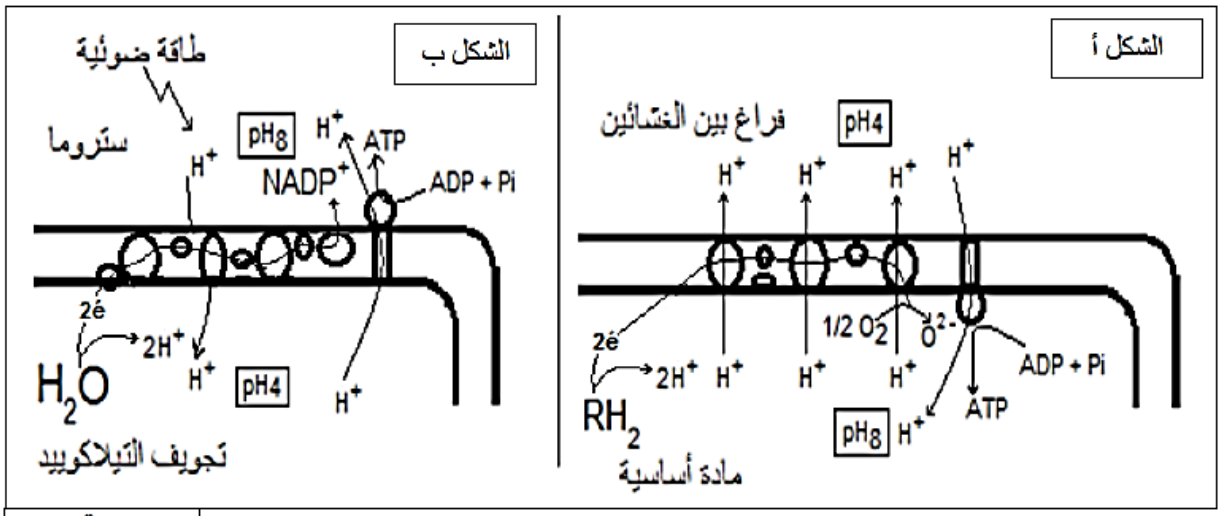
الوثيقة 1

أ) انسب كل منحنى إلى الوسط المناسب له.

ب) فسّر تغير قيم الـ pH.

ج) إذا علمت أن تغير قيم الـpH يرافقه إنتاج الـATP ، اقترح فرضية تفسر بها تشكل ATP.

الجزء2: تمثل الوثيقة (2) آلية تشكل الطاقة القابلة للاستعمال على مستوى ما فوق بنية الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



الوثيقة 2

1) سَمِّ الظاهرة الموافقة لكل شكل من شكلي الوثيقة (2).

2) تَحَقَّقْ من صحة الفرضية المقترحة في الجزء 1.

3) اِسْتَدِلْ بمعطيات الوثيقة (2) كي تثبت بأن الظاهرتين الممثلتين بشكلي الوثيقة(2) هما ظاهرتان متشابهتان.

التصحيح

التمرين الأول :

I -1 التعرف على البيانات :

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

التعرف على العنصرين (س) و(ص) :

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

---

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

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

II -1-أ – تحليل وتفسير النتائج التجريبية :

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

خلال التجربة1 :

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

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

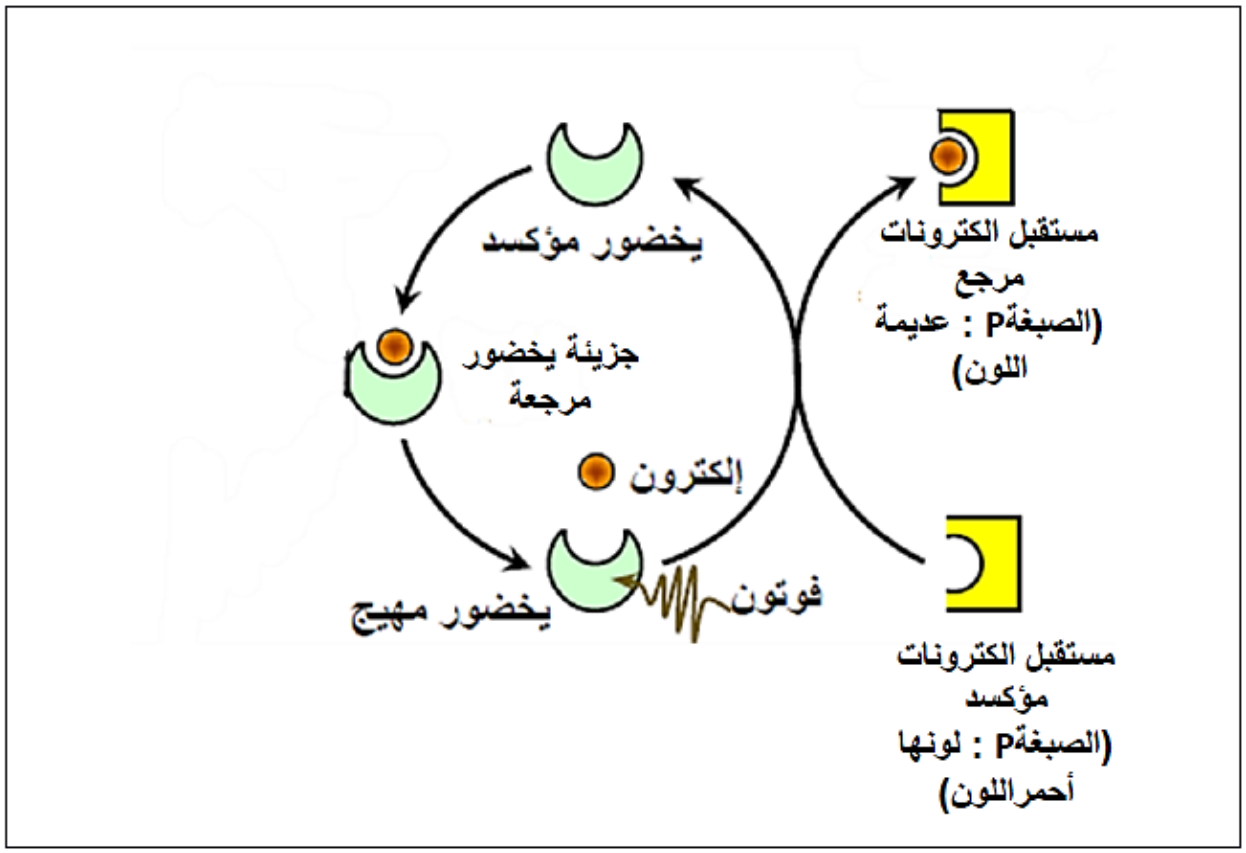
خلال التجربة4:

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

خلال التجربة5 :

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

ب ـ مخطط يبين النتائج المحصل عليها في التجربة5 :



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

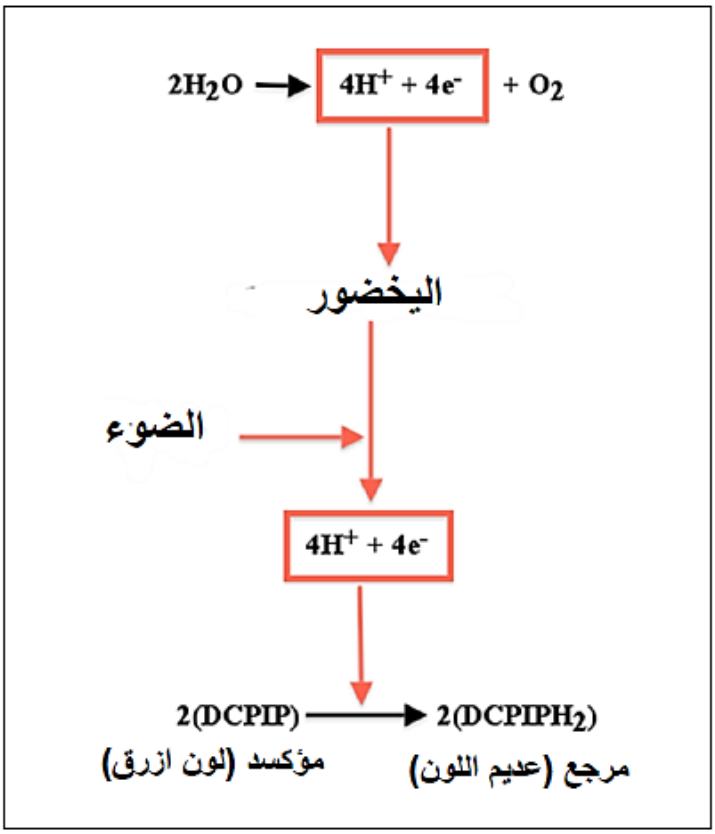
الانبوب1 :

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

الانبوب2 :

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

التفاعلات الكيميائية :



ب – النتيجة المتوقعة في الانبوب3 :

- عدم زوال لون DCPIP (لون ازرق)

التعليل :

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

ج – كتابة التفاعل في حالة الظروف الطبيعية :

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

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

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

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

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

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

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

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

المجموعة1 :

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

المجموعة2 :

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

المجموعة3 :

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

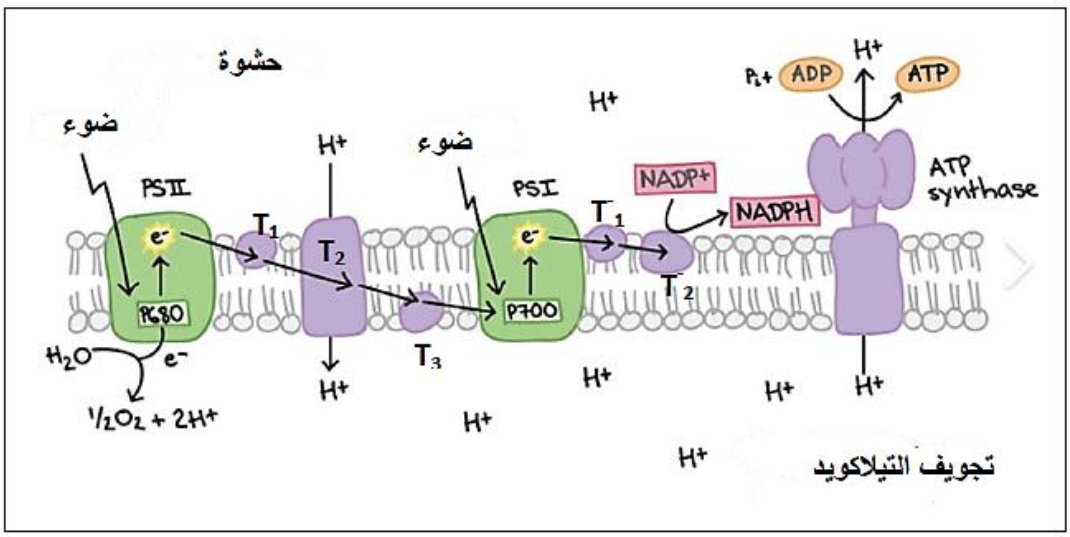
د – تفسير انتاج الـ ATP لفترة وجيزة :

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

هـ - تعليل اجراء التجربة في الظلام :

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

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

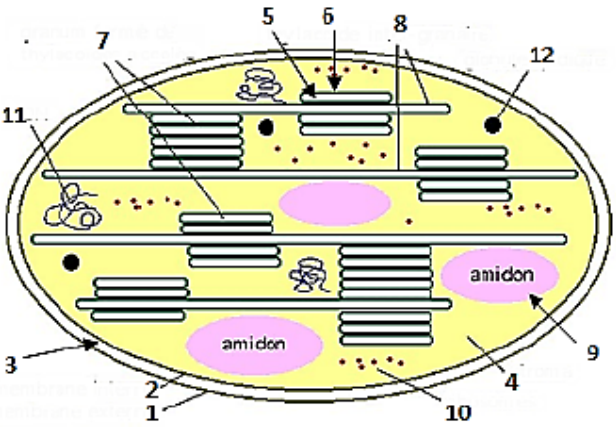


المعادلة الاجمالية للمرحلة الكيموضوئية :

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

التمرين الثاني:

I -1 – رسم تخطيطي للصانعة الخضراء



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

2 - تحديد من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي :

- ارجاع ذرات "C" و "O" لـ CO_2 و أكسدة ذرات "O" لـ H_2O
- اذن ظاهرة التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وارجاع .

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

غياب انتاج الأكسجين بين T1 وT2:

- بين T1 وT2 في وجود الضوء ، لكن غياب مستقبل الالكترونات (كاشف هيل) ، نلاحظ غياب انتاج الاكسجين لعدم اكسدة الماء ضوئيا (تناقص تركيز O_2 راجع لاستهلاكه خلال عملية التنفس من قبل الميتوكوندريات) .

إنتاج الاوكسجين بين T2 وT3 :

- بالمقابل في وجود الضوء وتوفر مستقبل الالكترونات نسجل ارتفاع في تركيز O_2 اي انتاجه ، نتيجة الاكسدة الضوئية للماء وفق التفاعلات التالية :

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

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

حصيلة تفاعل الاكسدة والارجاع :

إرجاع

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

أكسدة

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

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

2 – أ – المعلومات المستخرجة :

من مقارنة التجربة1مع2 :

- مصدر الاكسجين المنطلق هو اكسدة الماء في وجود الضوء.

من مقارنة التجربة4مع5 :

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

ب – تفسير نتائج التجربة5 :

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

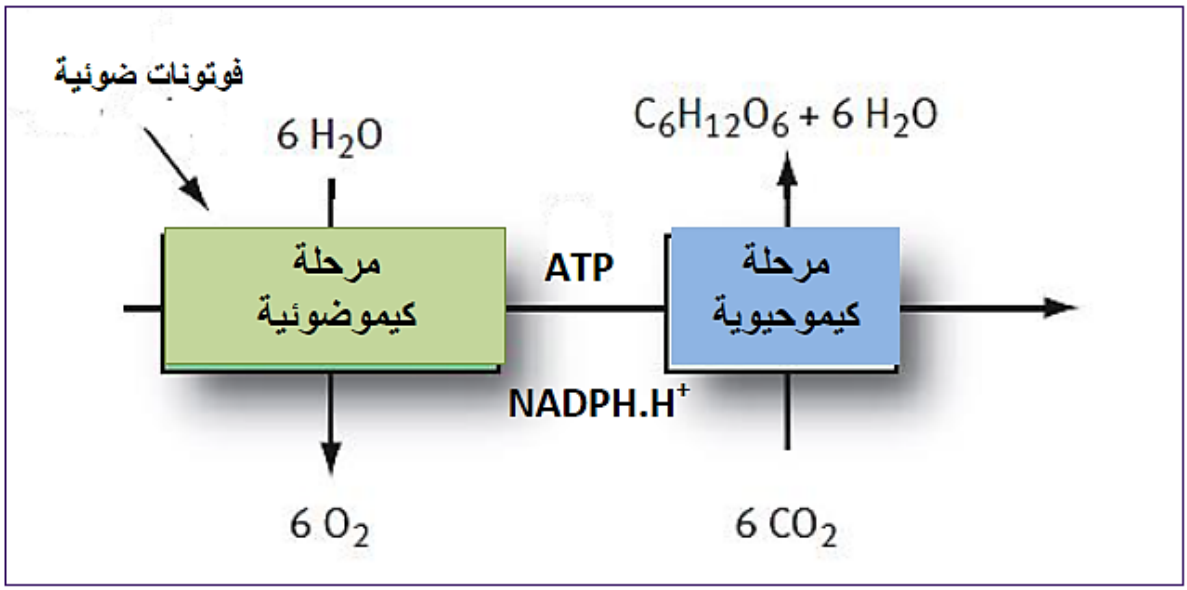
ج – استخلاص مرحلتي التركيب الضوئي :

- تتم في مرحلتين هما : مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيموحيوية

خصائص المرحلتين :

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

3 – أ – تكملة المخطط :



ب – كتابة التفاعل :

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

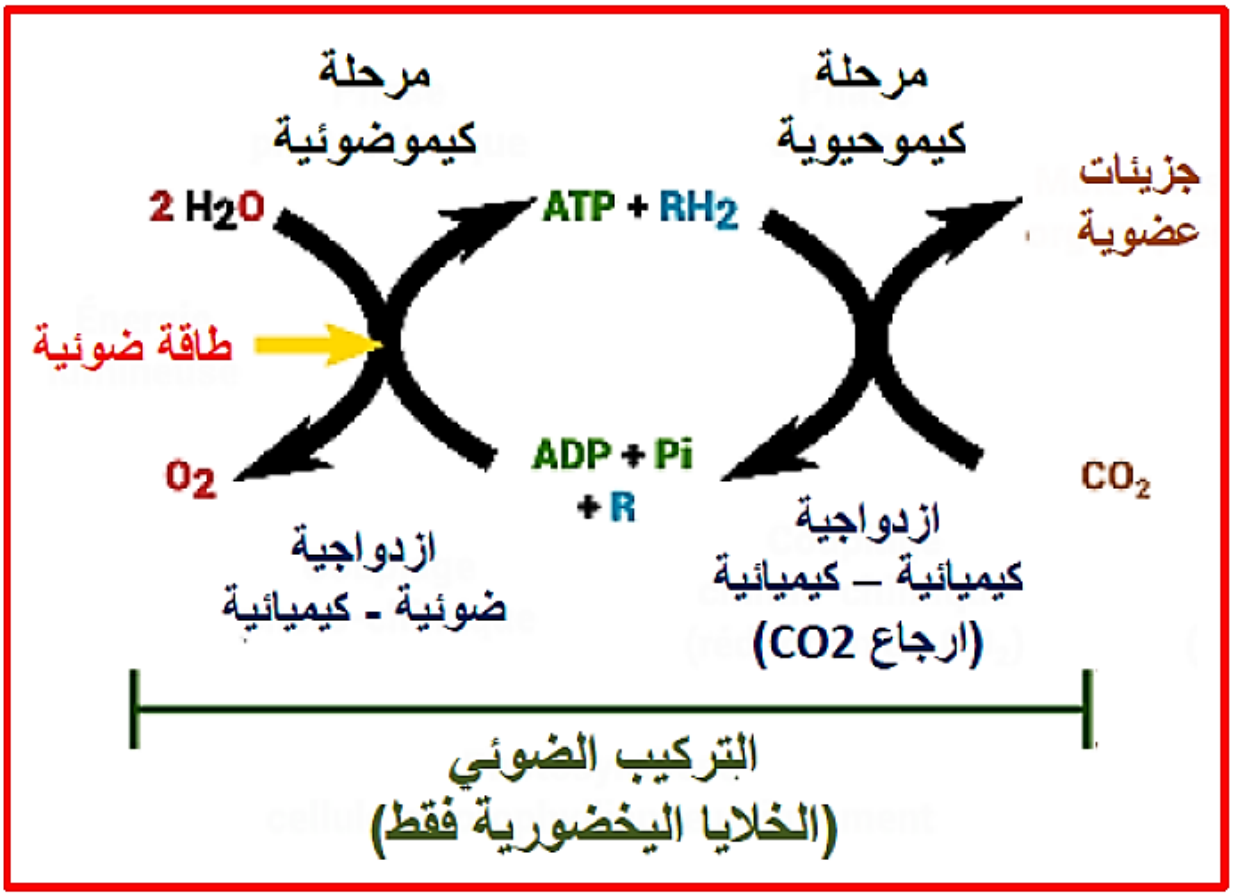
ج – المشكلة العلمية المطروحة :

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

اقتراح فرضية تفسيرية :

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

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



التمرين الثالث:

I- 1

أ – التعرف على العضية :

- صانعة خضراء

ب – البيانات :

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

4- حبيبة نشاء

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

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

ب – الظاهرة البيولوجية المعنية :

- التركيب الضوئي

المعادلة الاجمالية :

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

II – 1

أ – التعرف على جزيئة الشكل (أ)

- كرية مذنبة (ATP سنتاز)

طبيعتها الكيميائية

- بروتينية

ب – تسمية المرحلة المعنية :

- المرحلة الكيموضوئية

معادلتها الكيميائية :

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

2 –أ – تعليل سبب إجراء التجربة في الظلام :

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

ب – المعلومات المستخلصة من هذه التجارب :

المرحلة1 : (الشاهد) :

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

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

<u>من مقارنة المرحلة (3) بـ (1) :</u>

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

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

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

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

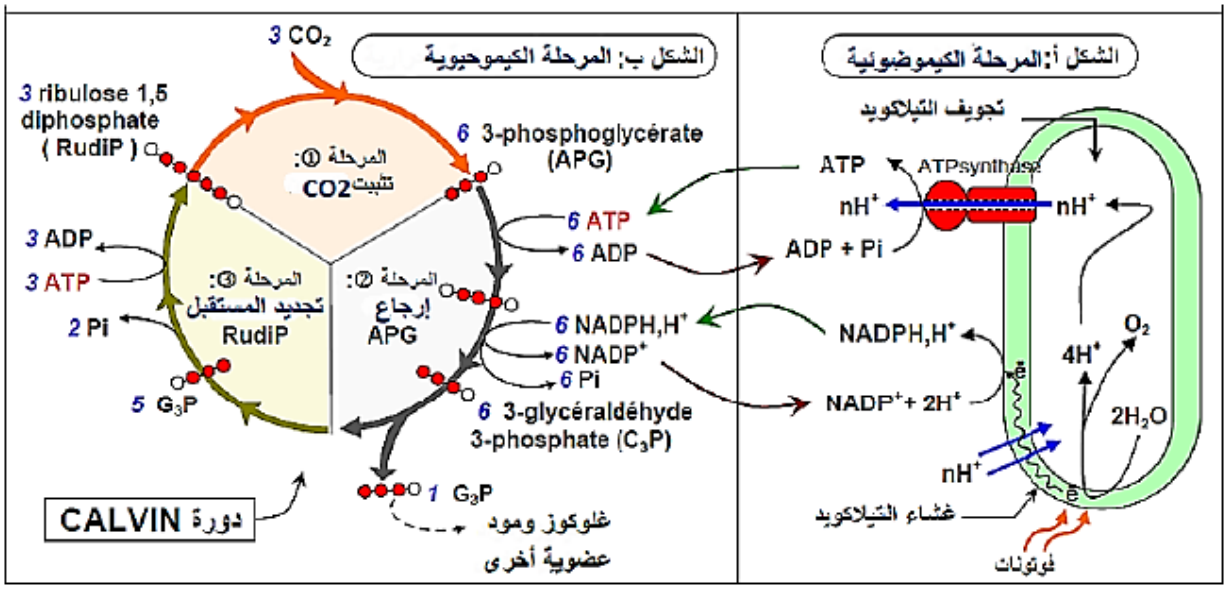
تحديد مادة التفاعل (الركيزة S):
- الريبيلوز 5.1ثنائي الفويفات(RuDiP)

ناتج التفاعل هو:
2 APG (حمض فوسفوغليسيريك)

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

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

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



التمرين الرابع :

I -1 – التعرف على البيانات المرقمة :

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

2 – التوضيح : الصانعة الخضراء عضية مميزة :

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

II – 1 – تحليل التجربة :

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

الاستنتاج :

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

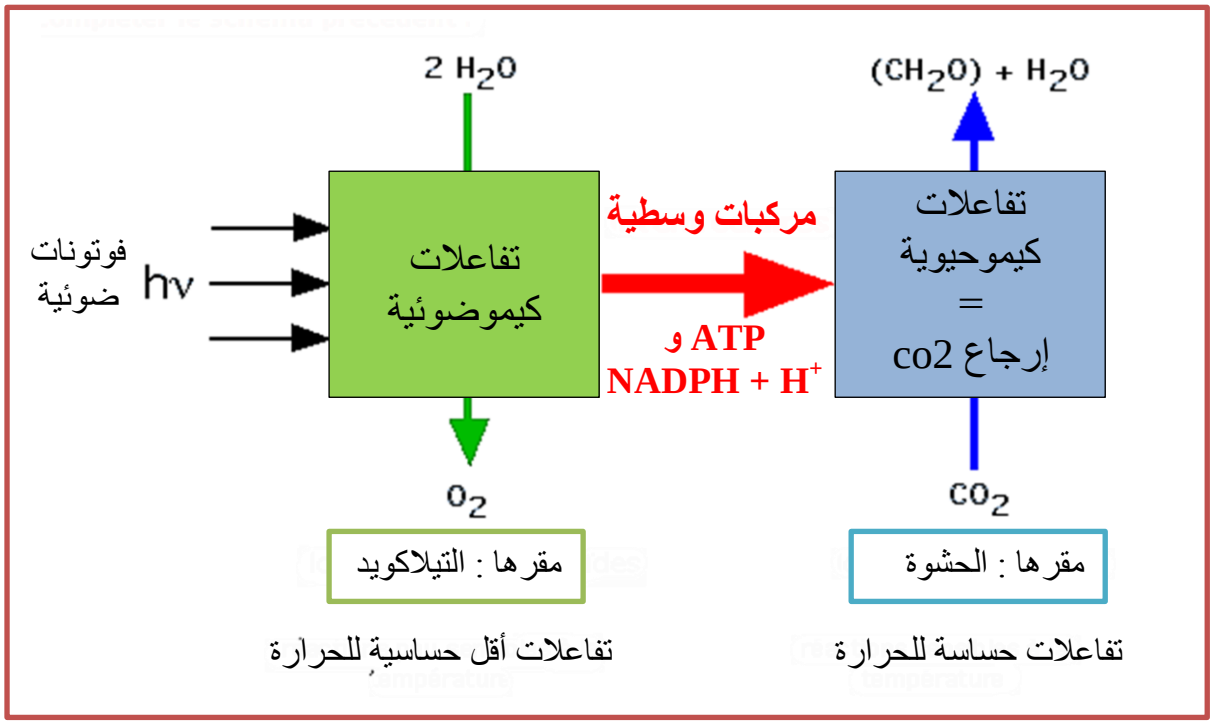
2 – فرضية مقترحة لتفسير النتائج المحصل عليها خلال هذه التجربة :

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

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

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

المخطط التفسيري :



III – التعرف على البيانات :

عنوان الوثيقة :

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

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

تبيان وجود ازدواجية طاقوية بين مرحلتي التركيب الضوئي :

تحدث عملية التركيب الضوئي في مرحلتين :

- مرحلة كيموضوئية :

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

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

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

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

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

✓ تركيب الـ ATP

- **مرحلة كيموحيوية :**

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

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

اذن :

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

التمرين الخامس :

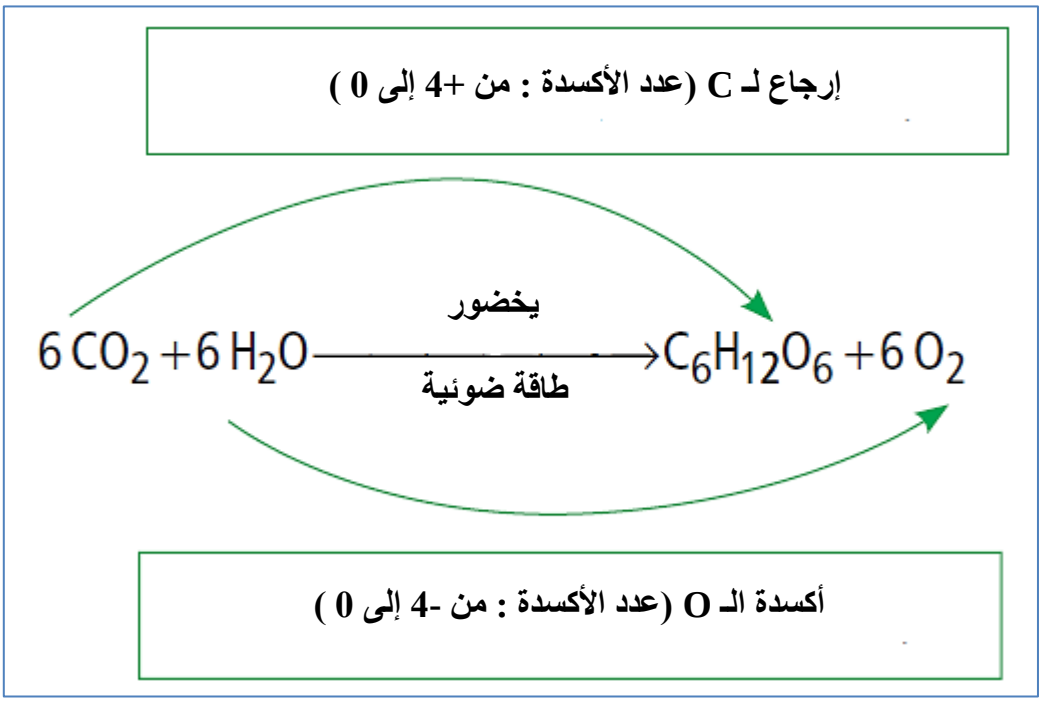
I -1 – تعريف المصطلحات

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

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

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

التوضيح على مستوى المعادلة الاجمالية لعملية التركيب الضوئي :



II -1 – تحليل الوثيقة2 :

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

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

المعلومات المستخرجة :

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

2 – تحليل النتائج التجريبية للوثيقة3 :

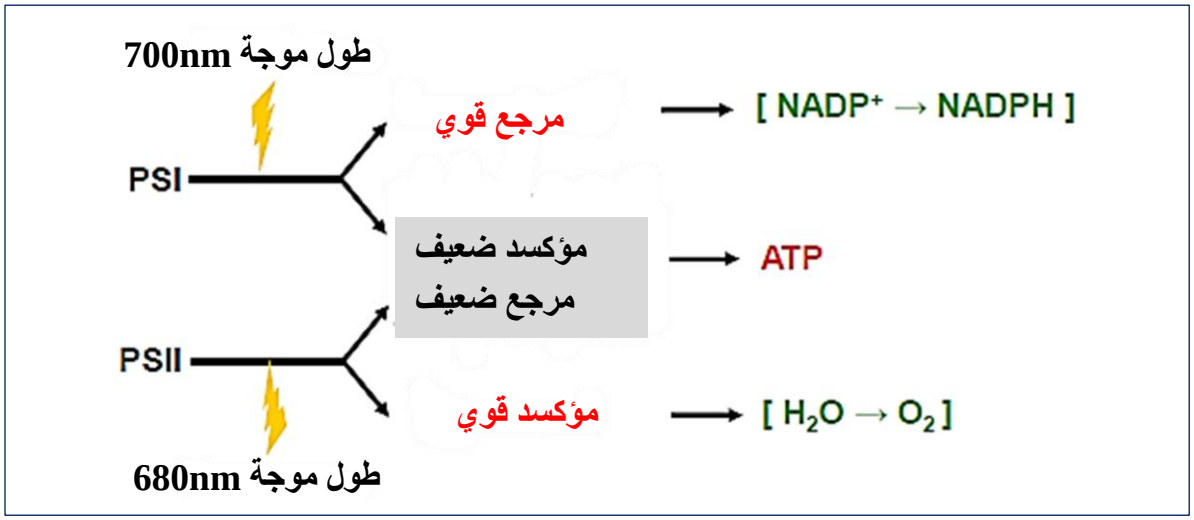
- تمثل الوثيقة3 تغير شدة التركيب الضوئي بدلالة الزمن وطبيعة الاشعة الضوئية المسلطة على اليخضور .
- عند إضاءة اليخضور بحزمة من الاشعة تحث الحمراء فقط , يؤدي هذا إلى انتاج كمية قليلة من O2 (معدل التركيب الضوئي ضعيفة) .
- عند إضاءة اليخضور بحزمة من الاشعة الحمراء فقط , يؤدي هذا إلى انتاج نفس الكمية من O2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

الاستنتاج :

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

3 – تفسير نتائج الوثيقة3 :

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



III - شرح دور الانظمة الضوئية في عملية التركيب الضوئي :

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

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

خلاصة :

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

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

وتكون محصلة عملهما :

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

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

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

معلومات إضافية ومفيدة :

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

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

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

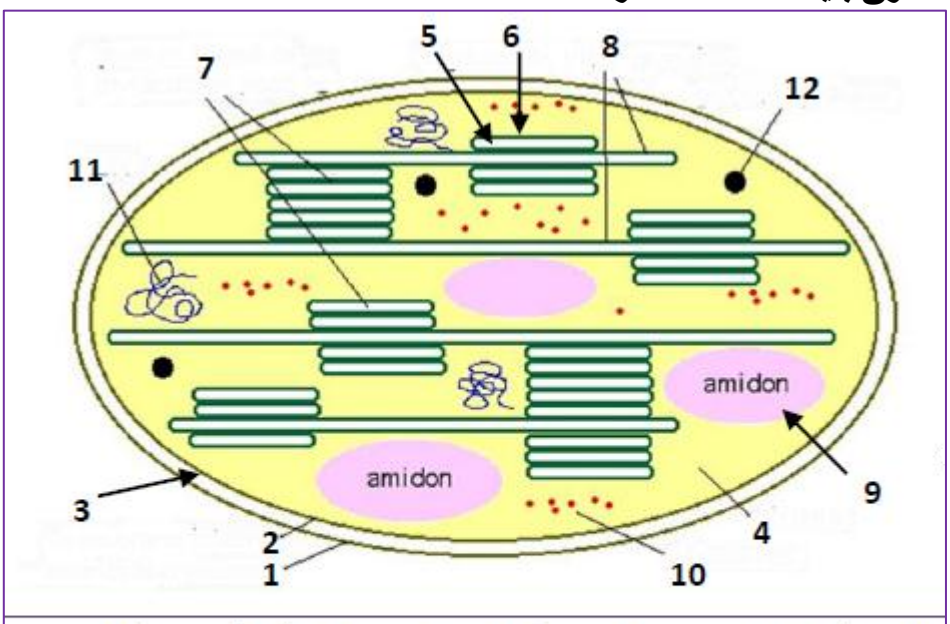
التمرين السادس :

الجزء1 :

1 – التعرف على البيانات المرقمة :

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

2 – رسم تخطيطي لمافوق بنية الصانعة الخضراء



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

الجزء2 :

1 – تحليل النتائج :

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

الاستنتاج :

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

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

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

2 – التعليق على الشكل –أ :

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

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

2 – التعرف على المركبات (م) :

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

3 – ترتيبها حسب التسلسل الزمني :

م2 ← م3 ← م4 ← م1 ← م5 (تجديد)

الجزء3 :

تبيان مسار تشكل المادة العضوية عند طحلب الكلوريلا .

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

المرحلة الكيموضوئية :

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

أكسدة الماء وإرجاع $NADP^+$:

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

النظام الضوئي PSII :

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

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

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

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

O_2: يطرح على شكل غاز

$4e^-$: يسترجعهما PSII

$4H^+$: تبقى في تجويف التيلاكويد

النظام الضوئي PSI :

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

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

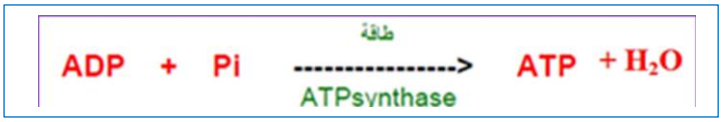
- مصير الإلكترونات المتحررة من PSII تعوض الإلكترونات المتحررة من PSI.
- الإلكترونات الناتجة من PSI تنتقل عبر في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع لتستقبل في النهاية من طرف مستقبل إلكترونات ($NADP^+$)

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

الفسفرة الضوئية (فسفرة ADP)

- يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد.
- إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ، ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر ATP سينتاز .

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

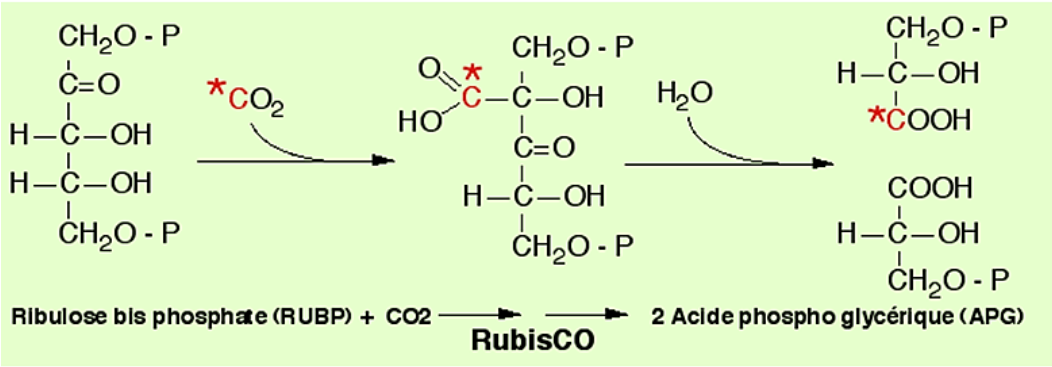


- **نواتج المرحلة الكيموضوئية :**
  - ❖ ATP : جزيئات عالية الطاقة نتيجة لعمل النظام الضوئي PSII .
  - ❖ NADPH,H+ وهي مرافقات انزيمية تحمل الكترونين ذات طاقة عالية نتيجة لعمل النظام الضوئي PSI .

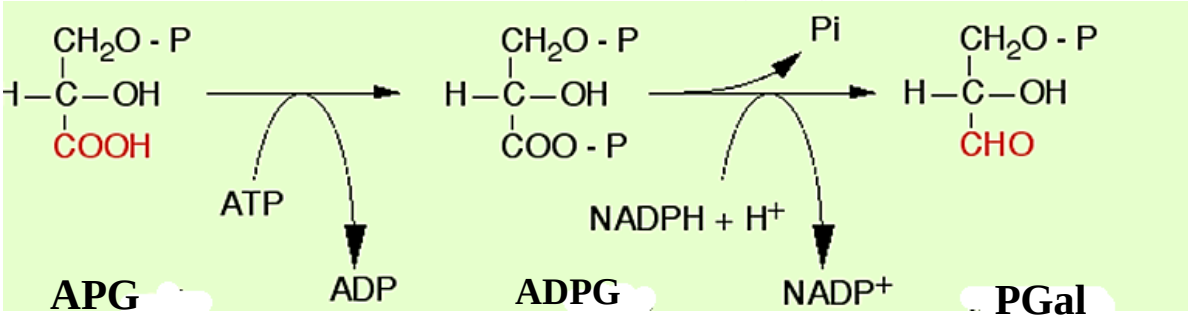
المرحلة الكيموحيوية:

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

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



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



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

ملاحظة هامة جدا :

مدلول الفعل الأدائي : بين

يبين ، يظهر

يسلط الضوء على ظاهرة أو عملية

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

يشير إلى تفاصيل أو جوانب معينة من شيء ما.

التوجه التفسيري.

التمرين السابع :

1 – كتابة البيانات :

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

طبيعة (أشكال) الطاقة :

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

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

المقدمة (طرح المشكل العلمي) :

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

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

العرض :

يتكون غشاء التيلاكويد من ثلاث مكونات رئيسية وهي :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

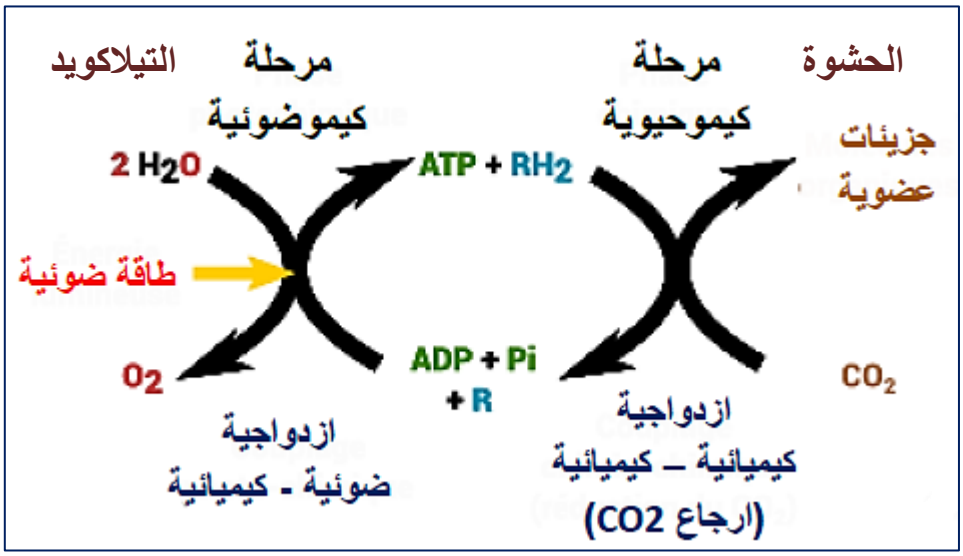
التحولات الطاقوية على مستوى الحشوة :

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

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

الخاتمة (الخلاصة) :

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



التمرين الثامن:

الجزء1 :

الفرضيتنان المقترحتان :

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

الفرضية1 :

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

الفرضية2 :

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

الجزء2 :

1 – تفسير نتائج الشكل (أ) :

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

تحديد نمط تغذية الطحالب الخضراء :

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

وعليه نمط تغذية الطحالب الخضراء : ذاتية التغذية

المعادلة الكيميائية الإجمالية لعملية التركيب الضوئي :

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

2 – مقارنة نتائج الشكل (ب) من الوثيقة2 :

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

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

الاستنتاج :

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

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

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

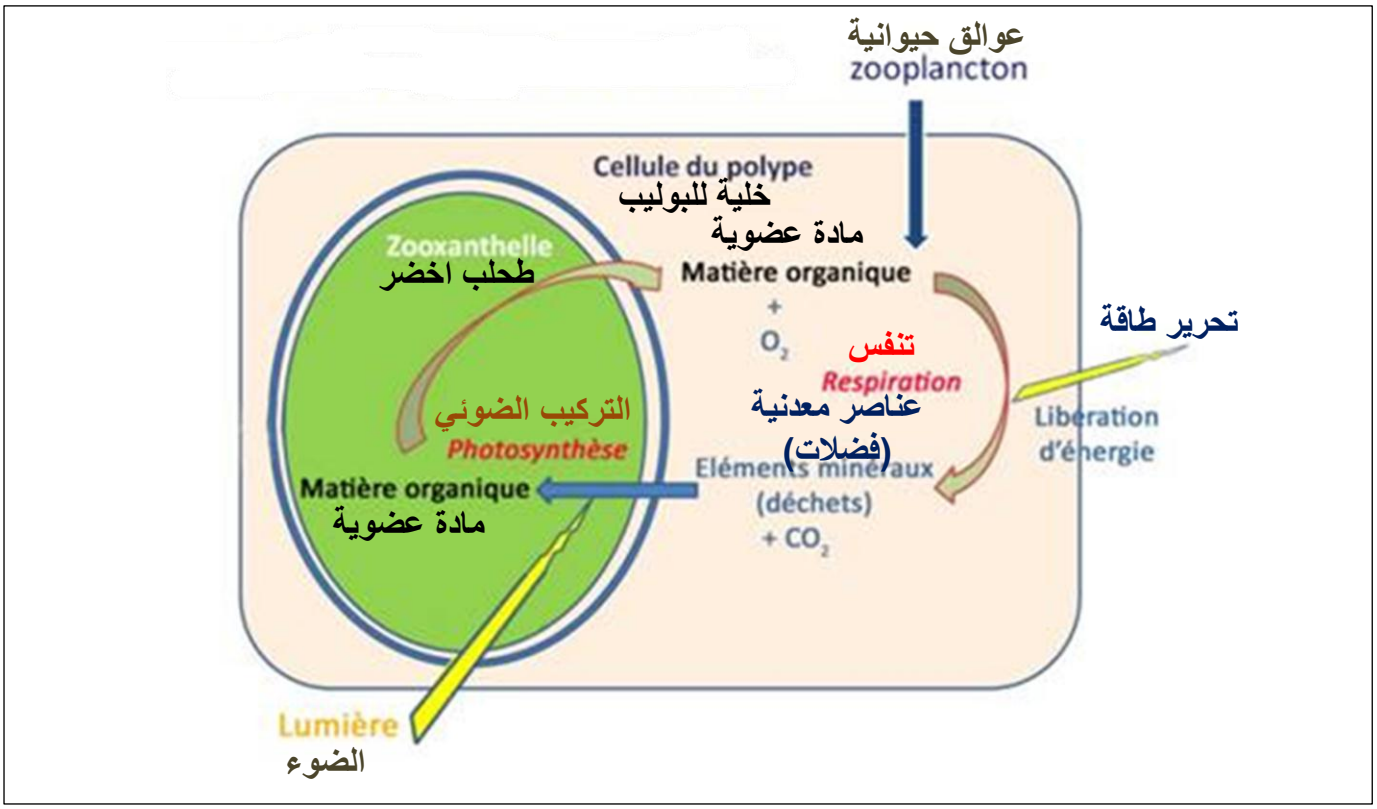
الجزء3 :

شرح سبب الموت الابيض للمرجان :

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

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

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



التمرين التاسع:

الجزء1:

1 - العلاقة بين عمل المركز التفاعلي و تحلل الماء :

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

2 - المشكلة العلمية المطروحة :

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

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

الجزء 2 :

1 - تحليل منحنى الوثيقة (2 - أ) :

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

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

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

2 - تفسير نتائج تجربة جوليو :

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

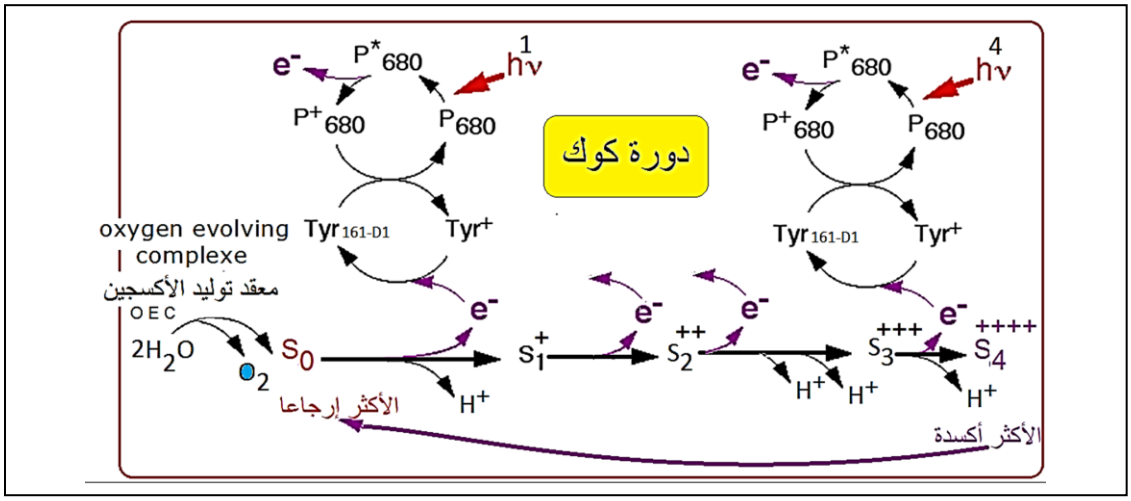
- عندما يكون المعقد في الحالة (S4) يكون قد حرر 4 إلكترون . و باستطاعته تفكيك جزيئات الماء (2 جزيئة) باقتناص 4 é من 2H2O ، يمكن إن يحرر جزيئة O2 و يعود إلى حالته S0 غير المستقرة.
- لذلك تتكرر الذروة بعد كل 4 ومضات حيث يتمكن المعقد S من استرجاع الحالة الأكثر اكسدة .

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

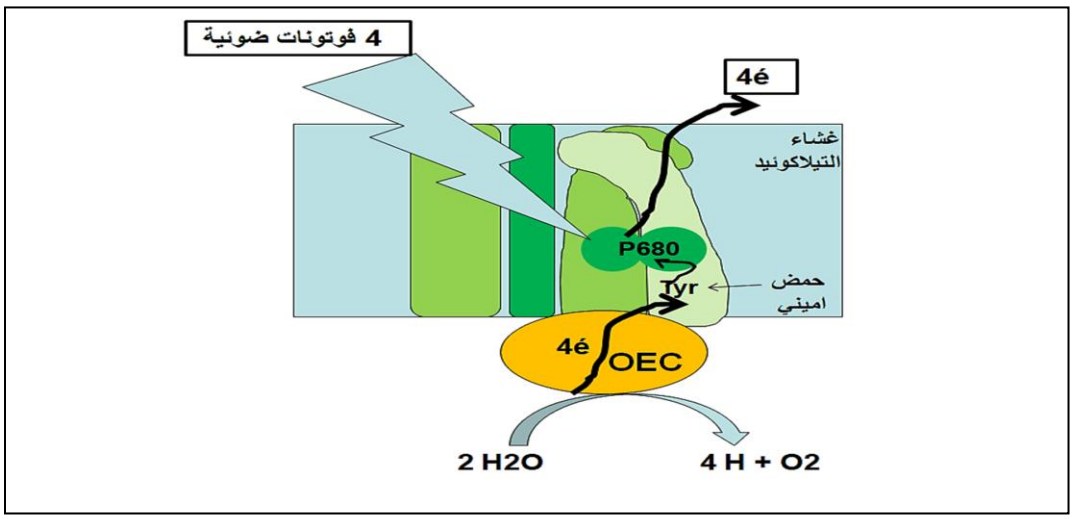
- **التأكد من صحة الفرضية :**

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

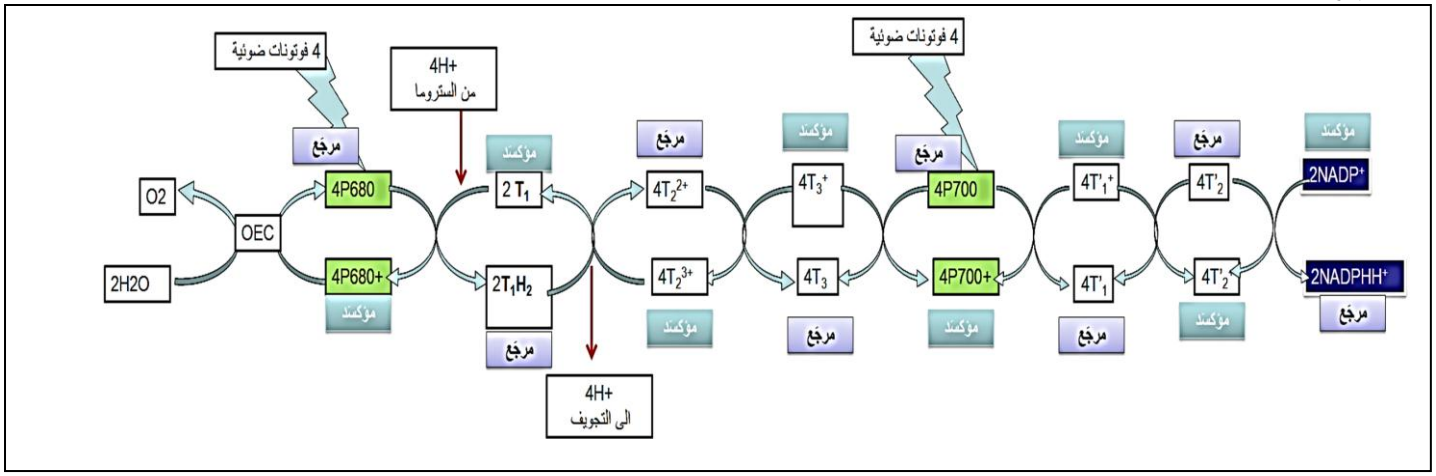
حلقة كوك :



آلية عمل النظام الضوئي الثاني



الجزء 3:



التمرين الحادي عشر

الجزء الأول:

1) علاقة بين المواد المضافة وانطلاق الـ O_2 وتركيب المادة العضوية:

في وجود الضوء و $NADP^+$ و ADP و Pi تتم مرحلة كيموضوئية ينتج عنها انطلاق 0_2 وتشكل NADPH و ATP . تشكل المادة العضوية أثناء المرحلة الكيموحيوية يتم بإرجاع CO_2 باستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

2) أ ـ المنحنى 1 يوافق الوسط المحيط المماثل للستروما؛

المنحنى 2 يوافق تجويف التيلاكويد

ب ـ إثر تعرض التيلاكويدات للضوء تتحفز الأنظمة الضوئية ويتحلل الماء ضوئيا، تنتقل الإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية إلى أن تصل إلى المستقبل $NADP^+$، تتحرر طاقة تستعمل في ضخ H^+ نحو تجويف التيلاكويدات مما يؤدي إلى تناقص تركيز H^+ في الوسط المحيط المماثل للستروما. يرفق ذلك بتراكم H^+ وزيادة تركيزه في تجويف التيلاكويد.

ج ـ اقتراح فرضية تفسيرية:

خروج البروتونات المتراكمة في تجويف التيلاكويدات من التجويف إلى الستروما يؤدي إلى تشكل الـ ATP.

تقبل أي فرضية وجيهة.

الجزء الثاني:

1) ـ تسمية الظاهرة الممثلة في الشكل أ: فسفرة تأكسدية

ـ تسمية الظاهرة الممثلة في الشكل ب: فسفرة ضوئية

2) التحقق من صحة الفرضية:

يبين الشكل ب من الوثيقة 2 أن تراكم H^+ وزيادة تركيزه في تجويف التيلاكويد يؤدي إلى ظهور تدرج كهروكيميائي يولد كمون غشائي محرك ينقل البروتونات عبر الكريات المذنبة، مما يؤدي إلى فسفرة الـ ADP إلى ATP بتدخل أنزيم الـ ATP سانتاز، وهو ما يؤكد صحة الفرضية.

الجزء الثاني:

1) ـ تسمية الظاهرة الممثلة في الشكل أ: فسفرة تأكسدية

ـ تسمية الظاهرة الممثلة في الشكل ب: فسفرة ضوئية

2) التحقق من صحة الفرضية:

يبين الشكل ب من الوثيقة 2 أن تراكم H^+ وزيادة تركيزه في تجويف التيلاكويد يؤدي إلى ظهور تدرج كهروكيميائي يولد كمون غشائي محرك ينقل البروتونات عبر الكريات المذنبة، مما يؤدي إلى فسفرة ال ADP إلى ATP بتدخل أنزيم ال ATP سانتاز، وهو ما يؤكد صحة الفرضية.

3) استدلال يثبت تشابه الظاهرتين:

في كلا الظاهرتين نسجل حدوث ما يلي:

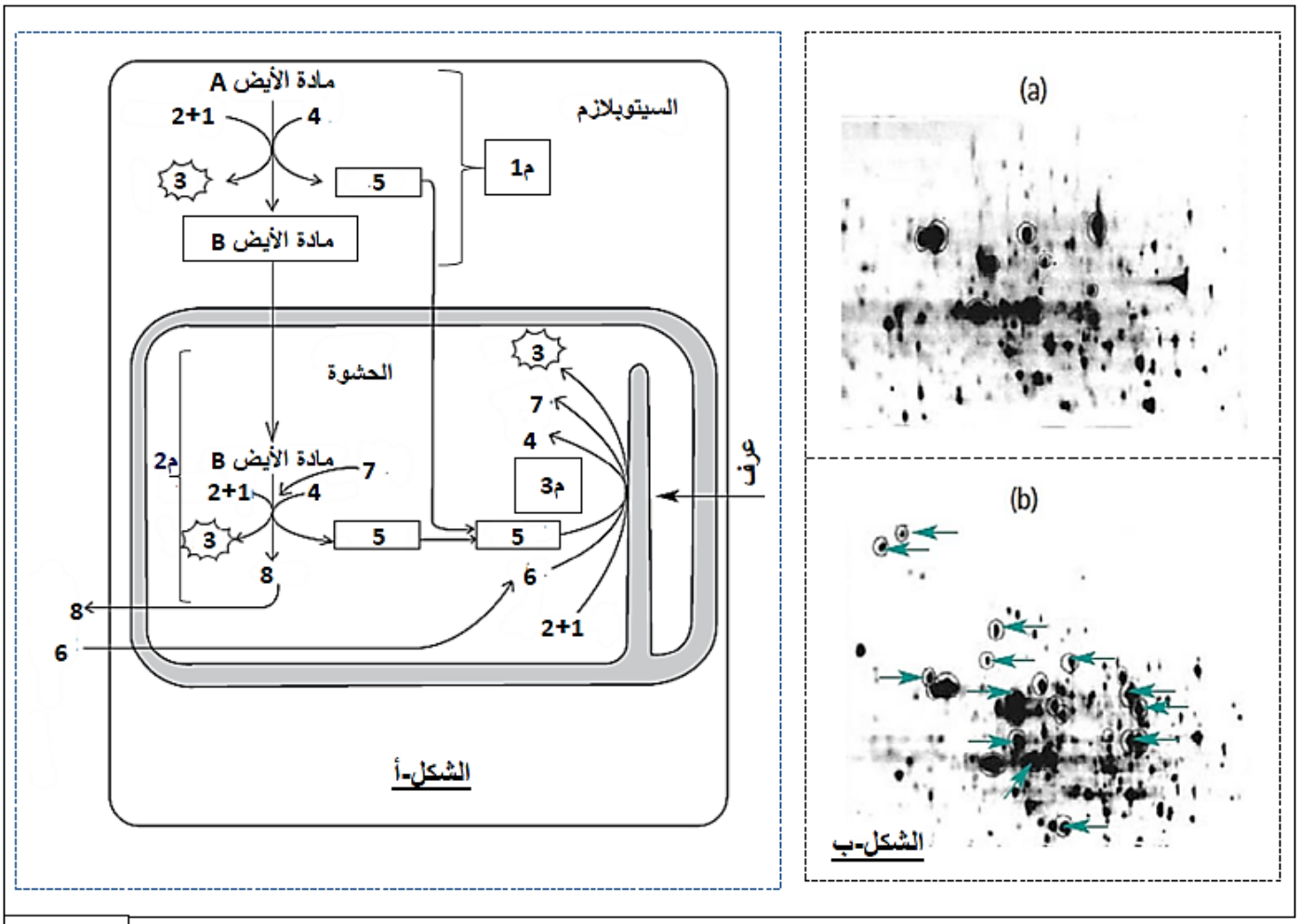
- حدوث أكسدة؛
- انتقال إلكترونات عبر نظام أكسدة وإرجاع لتصل إلى مستقبل نهائي؛
- تحرر طاقة؛
- الطاقة المحررة تستعمل في ضخ H^+ من الوسط الأقل حموضة إلى الوسط الأعلى حموضة من جهة من الغشاء إلى الجهة الأخرى؛
- حدوث تراكم H^+ في الجهة الأخرى؛
- ظهور تدرج كهروكيميائي يولد كمون غشائي محرك يتقل البروتونات عبر الكريات المذنبة؛
- تحدث فسفرة لل ADP وتشكل الATP بتدخل أنزيم ال ATP سانتاز ؛

فالظاهرتان المدروستان متشابهتان (فسفرتان تسمحان بتركيب ال ATP).

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

التمرين الأول :

ان الخلية الحية على علاقة مستمرة بالطاقة ، حيث تستمد الطاقة اللازمة لنشاطها من استغلال وتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في المادة العضوية التي تحصل عليها من وسطها .
يمثل الشكل(أ) من الوثيقة1 احدى الطرق الايضية التي تسمح لخلية الخميرة (فطر وحيد الخلية) بتحويل هذه الطاقة في وسط هوائي .
لاظهار العلاقة بين الجهاز الانزيمي والايض الخلوي نقدم لك الشكل (ب) من الوثيقة1 :الذي يمثل الزيموغرام **Zymogrammes** (مختلف الانزيمات الخلوية) المحصل عليها عند خميرة خلال نشاطها في وسط لاهوائي (الصورة a) وأخرى في وسط هوائي (الصورة b).
ملاحظة : البقع المحاطة توافق الانزيمات ، وتلك المعينة بأسهم توافق انزيمات نوعية لخميرة في وسط هوائي.

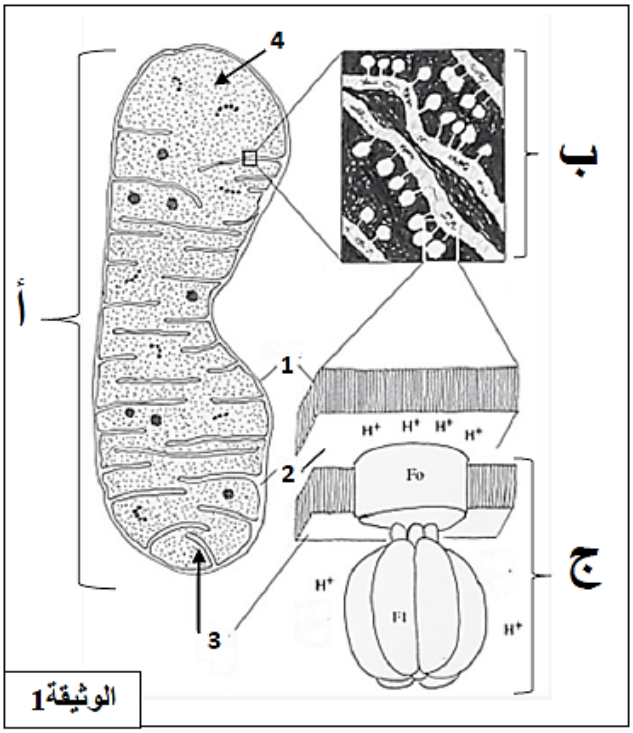


الوثيقة1

بالاعتماد على معطيات الشكل (أ) من الوثيقة1 :
1 – أ – **تعرف** على مادتي الايض (A) و(B) وعلى المراحل (م1 .م2 .م3).
ب - **اعط** الاسماء المطابقة للعناصر المشار اليها بالارقام .
2 – أ - **بين** بإيجاز مصير مادة الايض (B) داخل الميتوكندري.
ب – **حدد** الاهمية البيولوجية للمراحل (م2) و (م3).
3 – **ماهي المعلومات المستخرجة من تحليلك لمعطيات الشكل** (ب) من الوثيقة1
4 – **حدد** مصير مادة الايض (B) في الظروف اللاهوئية مدعما إجابتك بمعادلة اجمالية .

التمرين الثاني :

لتحديد المراحل الأساسية للتفاعلات المسؤولة عن تحرير الطاقة الكيميائية الكامنة في المادة العضوية خلال التنفس الخلوي نقترح المعطيات التالية:



الوثيقة1

I – سمحت الملاحظة المجهرية لبعض مكونات الخلية من جهة ، وسمح التحليل الكيميائي لهذه المكونات من جهة أخرى بالحصول على الوثيقة1.

1 – تعرف على العناصر (أ ،ب،ج) والبيانات المشار اليها بالأرقام (3,2,1 و4) .

2 – بتوظيف مكتسباتك ومعطيات الوثيقة1 ،**قارن** بين العنصرين (1) و(3) ، ثم **فسر** أوجه الاختلاف الملاحظ

II - من اجل إظهار دور العنصر (4) من الوثيقة1 نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

1– بتقنيات خاصة ، تم فصل مختلف أجزاء العضية (أ) من الوثيقة1، توضع هذه الأخيرة في أوساط مختلفة ، مراحل التجارب ونتائجها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة2 .

- بعض المركبات لها درجة امتصاص لاطوال موجة حسب حالتها المؤكسدة أو المرجعة.
- كذلك المركب $R'H_2$ يمتص اطوال الموجة عند 350 nm بينما المركب R' لا يمتصها.

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة2 نتائج قياس الامتصاص عند 350 nm لمختلف المحاليل.

البنية المدروسة	إضافة حمض البيروفيك	إضافة حمض البيروفيك و O2
العنصر(1)	غياب CO_2	غياب CO_2
العنصر(3)	غياب CO_2	غياب CO_2
العنصر(4)	تحرير CO_2	تحرير CO_2

الشكل -أ

المحاليل المختبرة	درجة الامتصاص عند 350 nm
مركب مؤكسد R'	0
مركب مرجع $R'H_2$	0.35
بروتينات العنصر (4) +R'	0
بروتينات العنصر (4) +غلوكوز+R'	0
بروتينات العنصر (4) +حمض البيروفيك+R'	0.25

الشكل -ب

الوثيقة2

أ– **ماهي المعلومات المستخرجة من تحليل** نتائج الشكلين (أ)و(ب) من الوثيقة2 ؟

ب - استخلص طبيعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث على مستوى العنصر (4) **مستعينا** بمعادلة كيميائية إجمالية تلخص تلك التفاعلات.

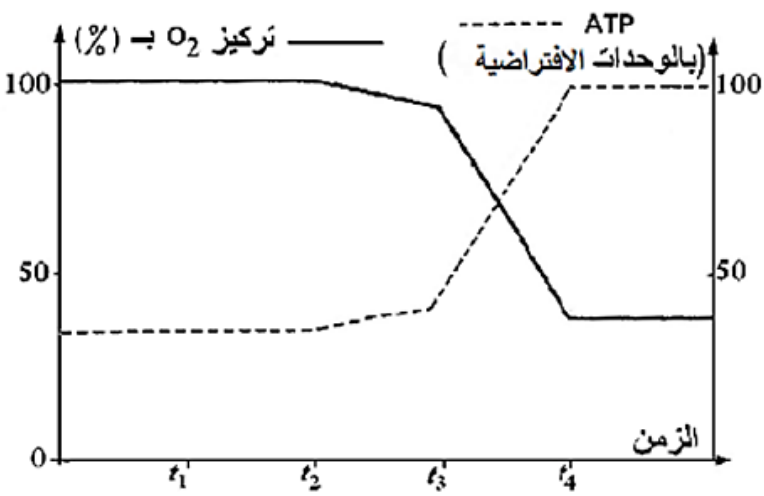
2 – من أجل تحديد دور العنصر(3) ، نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

توضع ميتوكندريات معزولة في وسط مناسب مغلق يحتوي على تركيز كاف من الاكسجين ،ثم نقيس تركيز الـ ATP وأكسجين الوسط وذلك في الشروط التجريبية التالية :

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3) .

أ - **حلل وفسر** النتائج المحصل عليها .

ب - **ما هي المعلومات** التي يمكن **استخلاصها** من ذلك.



- في الزمن t_1 : إضافة الجلوكوز للوسط.
- في الزمن t_2 : إضافة حمض البيروفيك للوسط.
- في الزمن t_3 : إضافة ADP+Pi للوسط
- في الزمن t_4 : إضافة الروتينون roténone للوسط ، وهو مادة مثبطة للنشاط الأنزيمي

الوثيقة3

3 – من خلال عرض واضح ومنظم **بين** الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكوندري (مع الاشارة إلى التفاعلات الكيميائية) .

التمرين الثالث (نموذج مقترح حول التمرين1 وفق البناء الجديد لبكالوريا 2018) :

يتمثل التنفس الخلوي في مجموعة من تفاعلات الأكسدة والإرجاع , التي تبدئ في السيتوبلازم وتنتهي داخل الميتوكندري .

تؤدي هذه التفاعلات إلى انتاج كمية كبيرة من جزيئات ATP التي توفر الطاقة الضرورية لإنجاز مختلف الأنشطة الخلوية .

اكتب نصا علميا واضح ومنظم تبين فيه كيف يتم هدم حمض البيروفيك و إنتاج ATP على مستوى الميتوكندري .

التمرين الرابع :

I – تعتبر الميتوكندري من المراكز الطاقوية للخلايا يتم على مستواها تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال على شكل ATP .

1 - انجز رسم تخطيطي لما فوق بنية الميتوكوندري , ثم **صف** في بضعة اسطر , بنية الميتوكوندري.

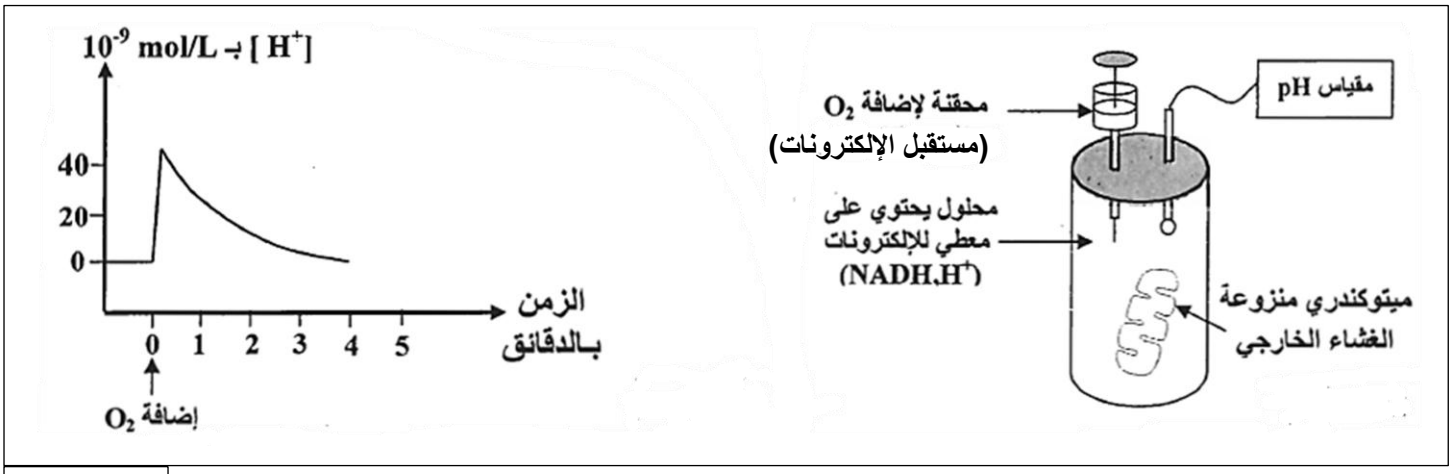
2 – علل ما يلي :

- إحتواء الغشاء الداخلي للميتوكندري على أعراف ؟
- تستطيع الميتوكندريا إصدار معلومات وراثية لبناء بعض الأنزيمات دون الرجوع إلى النواة؟
- تكون الأغشية الداخلية للميتوكندريا أغنى بالبروتين منها بالدهون ؟

II – لتحديد العلاقة بين تفاعلات استهلاك الأوكسجين O_2 وتركيب ATP على مستوى الميتوكندري , نقدم لك المعطيات التجريبية :

التجربة الأولى : بعد عزل ميتوكندريات من خلايا حية , تمت إزالة الأغشية الخارجية لهذه العضيات , ثم وضعت في محلول خال من الأكسجين يحتوي على معطي للإلكترونات $(NADH,H^+)$, بعد ذلك تم تتبع تغير تركيز H^+ في المحلول قبل وبعد إضافة الأكسجين

تمثل الوثيقة1 الشروط ونتائج التجربة.



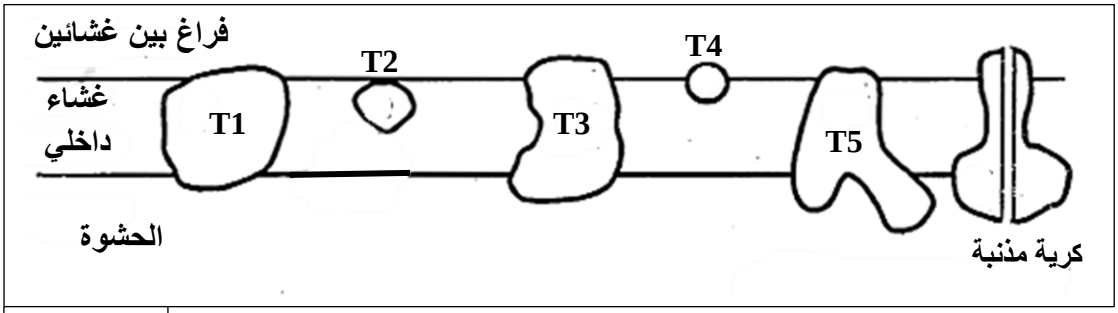
الوثيقة1

1 – اعتمادا على معطيات الوثيقة1 وعلى **مكتسباتك** :

أ - **صف** تطور تركيز H^+ في المحلول.

ب – فسر التغير في تركيز H^+ المسجل بعد إضافة O_2.

– على المستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري توجد مجموعة من المركبات الناقلة للإلكترونات (T1 و T2 و T3 و T4 و T5) .توضح الوثيقة2 تموضع هذه المركبات على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري.

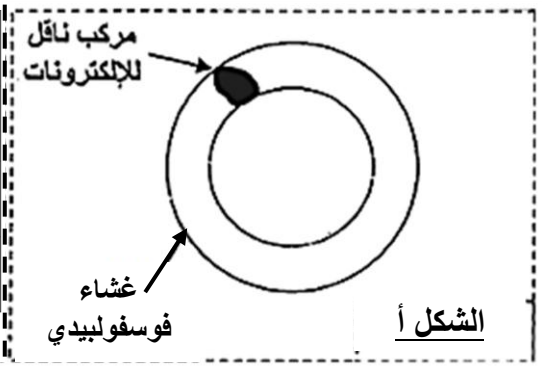


الوثيقة2

التجربة الثانية :

- عزل المركبات البروتينية T1 و T3 و T5 (المبينة في الوثيقة2) من الغشاء الداخلي للميتوكندري
- دمج كل مركب على حدة في حويصلات مغلقة شبيهة بالغشاء الداخلي للميتوكندري , لكنها خالية من أي بروتين , كما هو مبين في الشكل أ من الوثيقة3.
- وضع كل حويصل من الحويصلات المحصل عليها في المرحلة السابقة في محلول معلق يحتوي على معطي الإلكترونات الخاص بالمركب المدمج في غشاء الحويصل .

يقدم جدول الشكل ب من الوثيقة3 النتائج المحصل عليها بعد إضافة مستقبل الإلكترونات الخاص بكل مركب مدمج .



الشكل أ

	المركب المدمج في الحويصل	معطي الإلكترونات	مستقبل الإلكترونات	النتيجة
المحلول1	T1	$NADH.H^+$	مركب T2 مؤكسد	ارجاع المركب T2
المحلول2	T2	مركب T2 مرجع	مركب T4 مؤكسد	ارجاع المركب T4
المحلول3	T3	مركب T4 مرجع	O_2	ارجاع O_2 إلى H_2O

الشكل ب

الوثيقة3

2 – اعتمادا على معطيات الوثيقتين 2و 3 :

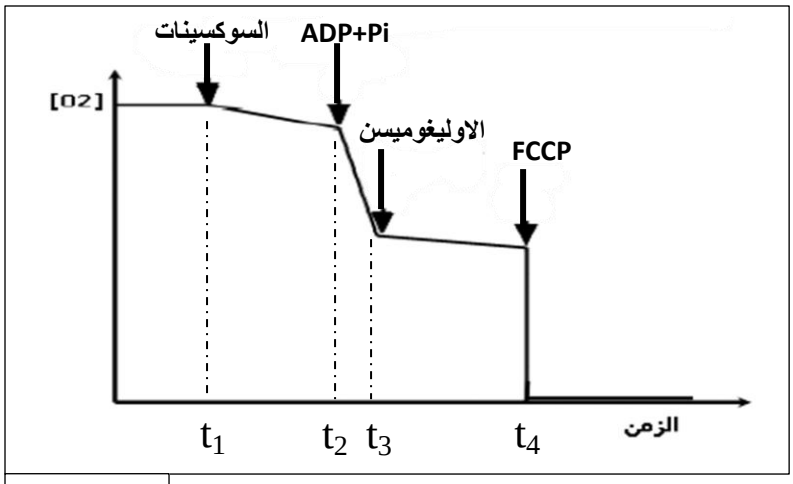
أ – صف التفاعلات التي حدثت على مستوى المحاليل 1 و2 و3 .

ب – استنتج دور المركبات البروتينية T1 و T3 و T5 في تفاعلات استهلاك الاكسجين على مستوى الميتوكندري .

التجربة الثالثة :

تم تحضير محلول معلق من الميتوكندري ووضعت في وسط غني بـ O_2 , مع إضافة مواد مختلفة في الوسط وفي ازمنة مختلفة :

- t_1 : إضافة معطي للإلكترونات (السوكسينات) وهو مركب وسيط في حلقة كريبس .
- t_2 : إضافة ADP وPi.
- t_3 : إضافة الاوليغوميسن : مضاد حيوي يثبط انزيم ATP synthétase
- t_4 : إضافة FCCP : وهي مادة تجعل الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذا للبروتونات (H^+) .



الوثيقة4

3 – أ - اعتمادا على نتائج الوثيقة4 وعلى معارفك المكتسبة , **فسر** النتائج المحصل عليها في كل من الفترات T1-T2 و T2-T3 و T3-T4 وما بعد T4 , **موضحا** ما إذا كانت تعرف انتاج ATP.

ب – استخلص مفهوم الازدواجية بين الفسفرة والأكسدة التي تحدث على مستوى الميتوكندري .

III – اعتماد على ما سبق ومعارفك المكتسبة , **بين مستعينا** برسم تخطيطي وظيفي العلاقة بين تفاعلات استهلاك O_2 وتركيب ATP على مستوى الميتوكندري.

التمرين الخامس:

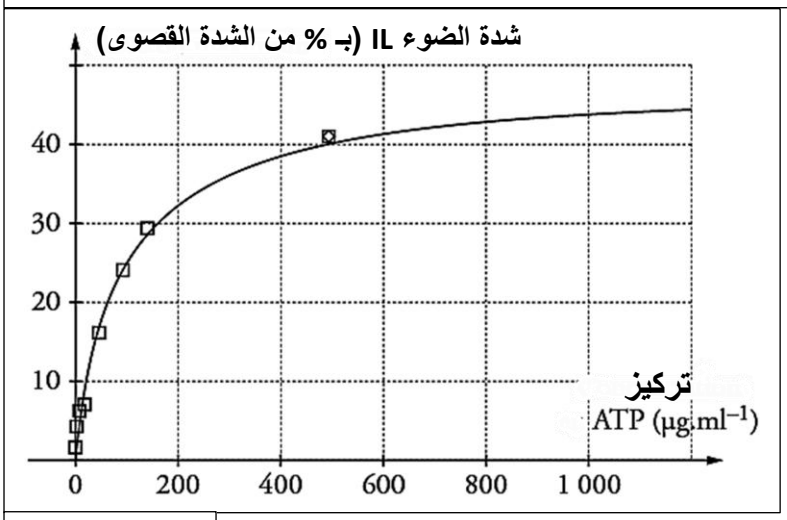
اليراعة Le Lampyre حشرة تضيء ليلا، وتسمى هذه الظاهرة ب " التلألؤ البيولوجيBioluminescence " تستهلك هذه الظاهرة الطاقة الكامنة في ATP , وتستخدم هذه الأضواء على وجه الخصوص أثناء فترة التزاوج .لمعرفة بعض أوجه تدخل و إنتاج ATP في هذه الظاهرة، نقترح المعطيات التالية:

I - تم عزل أنزيم ليسيفيرازLuciférase وماد ليسيفيرين Luciférine الموجودتين في سيتوبلازم خلايا حشرة اليراعة، وأجريت تجارب " التلألؤ البيولوجي Bioluminescence " ويلخص جدول الوثيقة (1-أ) ظروف و نتائج هذه التجارب.

أنابيب الاختبار	محتوى الأنابيب	النتائج
1	انزيم Luciférase + ATP + مادة Luciférine	عدم إصدار الضوء
2	انزيم Luciférase + O2 + مادة Luciférine	عدم إصدار الضوء
3	انزيم Luciférase + O2 + ATP + مادة Luciférine	إصدار الضوء
4	O2 + ATP + مادة Luciférine	عدم إصدار الضوء
5	O2 + ATP + انزيم Luciférase	عدم إصدار الضوء

الوثيقة(1-أ)

ملاحظة : مادة Luciférine وإنزيم Luciférase يتواجدان في سيتوبلازم الخلايا المضيئة " لحشرة اليراعة.



الوثيقة(1-ب)

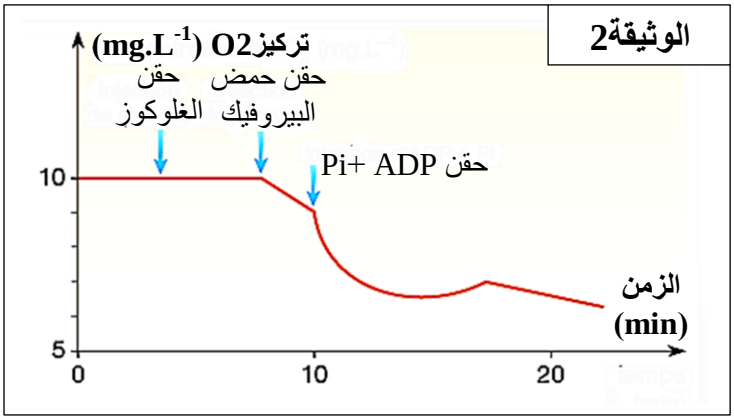
1 - باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1-أ) , **استخلص** شروط حدوث ظاهرة " التلألؤ البيولوجي "

- تم وضع مستخلصات بطن اليراعة بوجود الأوكسجين في الوسط، كما تم قياس شدة الضوء حسب تركيز ATP في الوسط، و توضح الوثيقة (1-ب) النتائج المحصل عليها.

2- حلل نتائج الوثيقة (1-ب) , ثم **استنتج** دور جزيئات الـ ATP في حدوث ظاهرة التلألؤ البيولوجي.

- قصد فهم كيفية انتاج ATP داخل الخلية، تم عزل الميتوكندري من خلايا حيوانية، وتم تتبع تركيز الأوكسجين في الوسط، باستعمال التركيب التجريبي المنجز بمساعدة الحاسوب (ExAO) و تبين الوثيقة (2) النتائج التجريبية المحصل عليها.

الوثيقة2



3 – حلل النتائج المحصل عليها .

4 – ماهي المعلومات التي يمكن **استخلاصه** من ذلك.

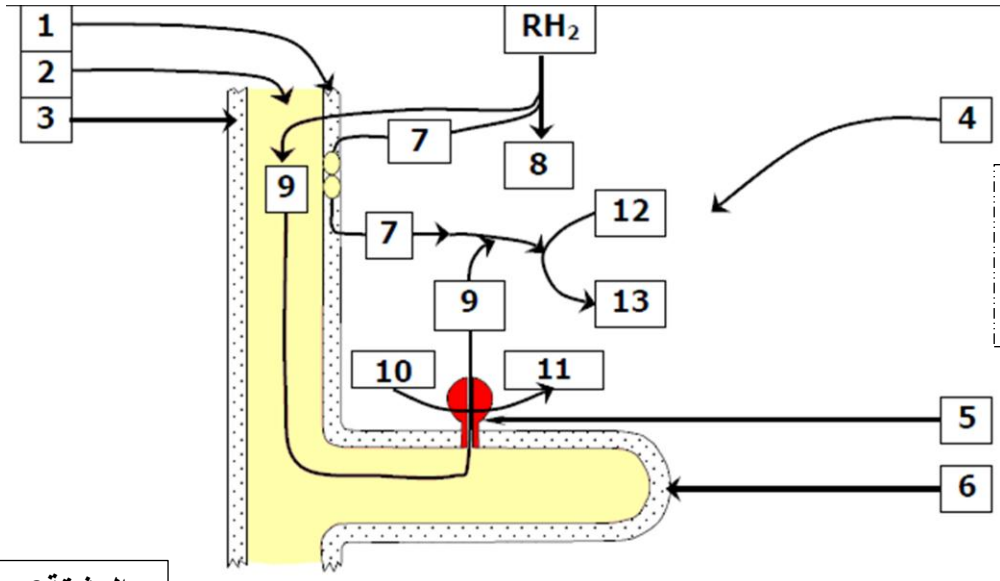
II – تلخص الوثيقة (3) آليات المرحلة المؤدية إلى انتاج جزيئات الـ ATP على مستوى الميتوكندري .

1 – ضع عنوانا للوثيقة (3).

2 – سم البيانات المرقمة من 1 إلى 13.

3 – أكتب التفاعلات التي تؤدي إلى أكسدة النواقل RH_2 وتركيب العنصر (11) من الوثيقة3.

III – **بالاستعانة** بالمعارف التي توصلت اليها ومعطيات الوثيقة (3) ومعارفك المكتسبة . **بين** من خلال عرض واضح ومنظم الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكوندري (مع الاشارة إلى التفاعلات الكيميائية).



ملاحظة :

RH_2 : نواقل مرجعة تتمثل في : $NADH.H^+$ و$FADH_2$

الوثيقة3

التمرين السادس :

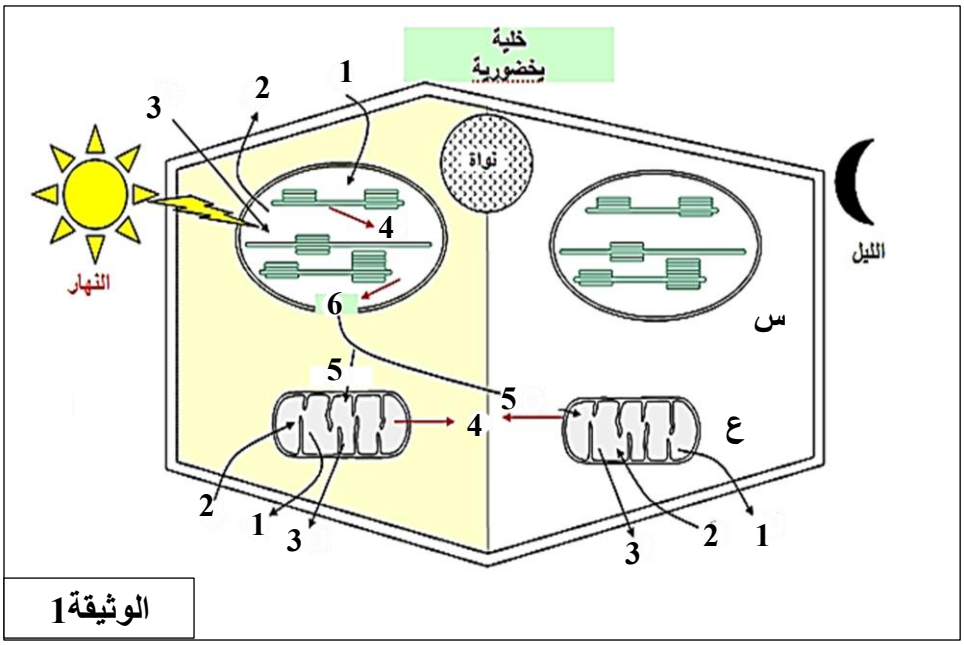
تعتبر الخلية مقر تدفق المادة وما يصاحبها من تحولات طاقوية.
تسمح لنا هذه الدراسة بالتعرف على آليات تحويل الطاقة في الخلايا .

I - توضح الوثيقة (1) تحولات الطاقة في خلية يخضورية أثناء النهار والليل.

1 - اكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقة (1), تعرف على العضيتين (س) و(ع) .

2 - حدد آليات إنتاج الـ ATP في الخلية ذاتية التغذية خلال النهار.

3 – لخص بمعادلة كيميائية اجمالية الظاهرة التي تحدث على مستوى كل من العضيتين (س) و(ع) .



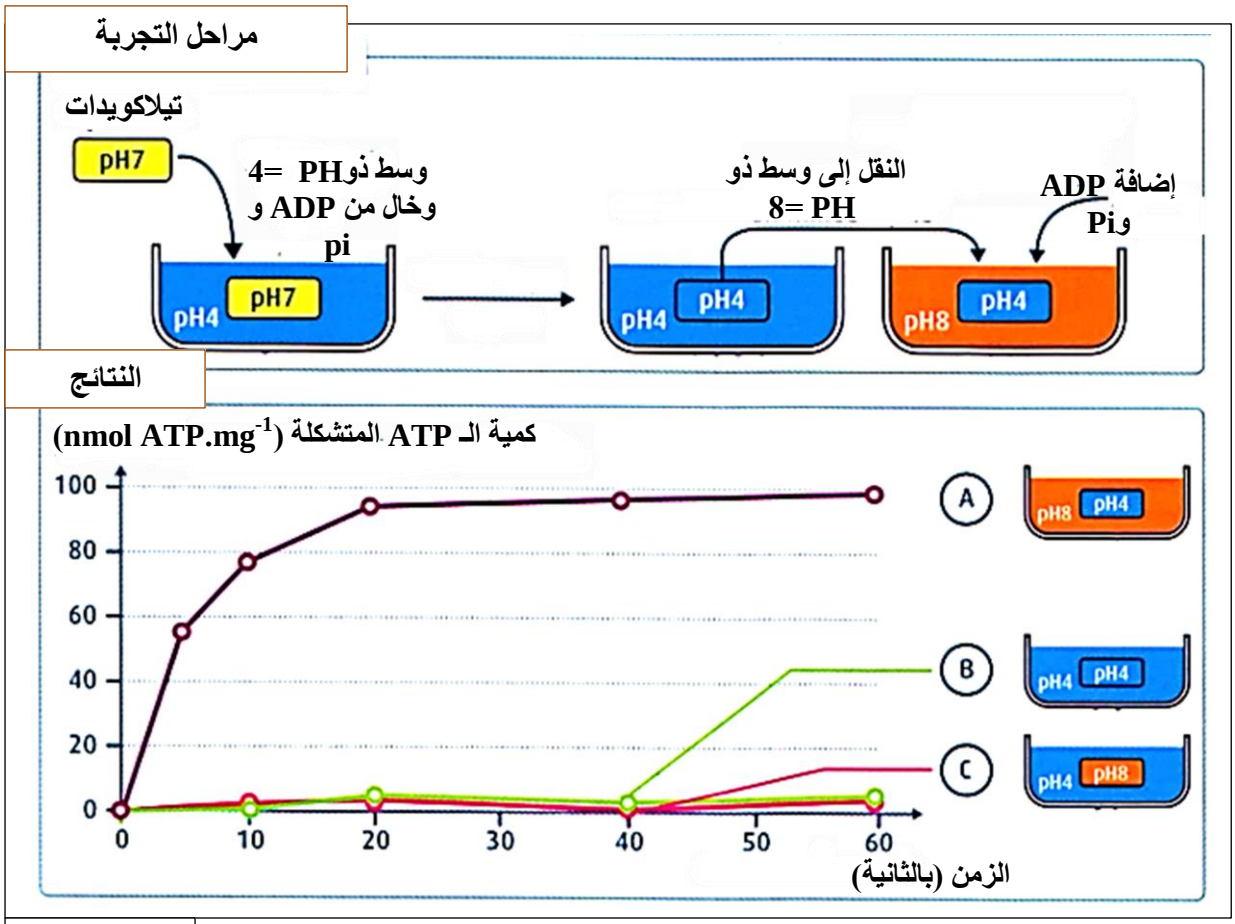
الوثيقة1

4 – تعتبر جزيئات ATP مركبات غنية بالطاقة , كما انها تلعب دور أساسي في الازدواجية الطاقوية. **اشرح** ذلك.

II – للكشف عن الشروط الضرورية لإنتاج الـ ATP و الآليات المتدخلة في ذلك , نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

تجربة :

أنجزت التجربة على تيلاكويدات معزولة من العضية (س) , مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة2

1 – **حلل** نتائج التجربة , **ماذا تستنتج** فيما يخص شروط تركيب الـ ATP .

2 – من المعلومات التي توصلت اليها ومعارفك المكتسبة , **استخرج** آلية تركيب الـ ATP انطلاقا من ADP و Pi في المرحلة (A) من التجربة **محددا** مصدر الطاقة التي أدت إلى تشكل الـ ATP.

3 - على مستوى الغشاء الداخلي للعضية (ع) , توجد أربعة معقدات بروتينية تسمى بـ CIV , CI, CII, CIII وهي عبارة عن نواقل الالكترونات والبروتونات.

أ – تشكل هذه المعقدات البروتينية "سلسلة الأكسدة الإرجاعية" . **علل** هذه التسمية.

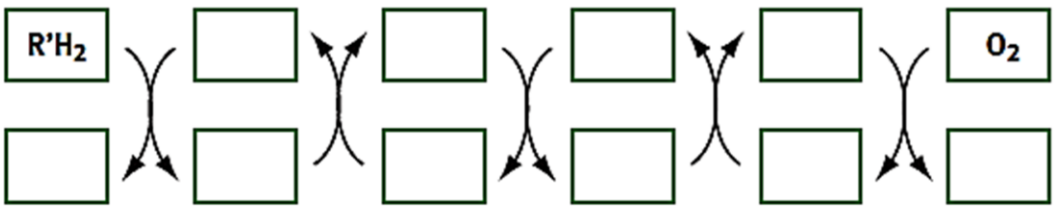
تمثل الوثيقة (3-أ) كمون الأكسدة الارجاعية بين الأزواج.

ازواج الأكسدة الإرجاعية	التبادل	كمون اكسدة وارجاع بـ الفولط
R'/ R'H2	$H^+ ; 2e^-$	–0,32
½ O_2/H_2O	$2H^+ ; 2e^-$	+0,82
Cyta Fe^{3+}/ cyta Fe^{2+}	e^-	+0,55
FMN/FMNH2	$2H^+ ; 2e^-$	–0,30
Cytc Fe^{3+}/ cytc Fe^{2+}	e^-	+0,25
Q/QH_2	$2H^+ ; 2e^-$	+0,04

الوثيقة (3-أ)

ب- احسب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية بين الزوجين $R'/ R'H_2$ و ½ O_2/H_2O . **ماذا تستنتج؟**

ج – بتوظيف معارفك المكتسبة ومعطيات الوثيقة(3-أ) , **أكمل** الوثيقة (3-ب) بعد إعادة نقلها على ورقة الإجابة والتي تمثل نقل الكترونات المرافق الانزيمي المرجع $R'H_2$ إلى غاية آخر مستقبل , مع **تحديد** الآلية الفيزيائية التي اعتمدتها في ذلك.

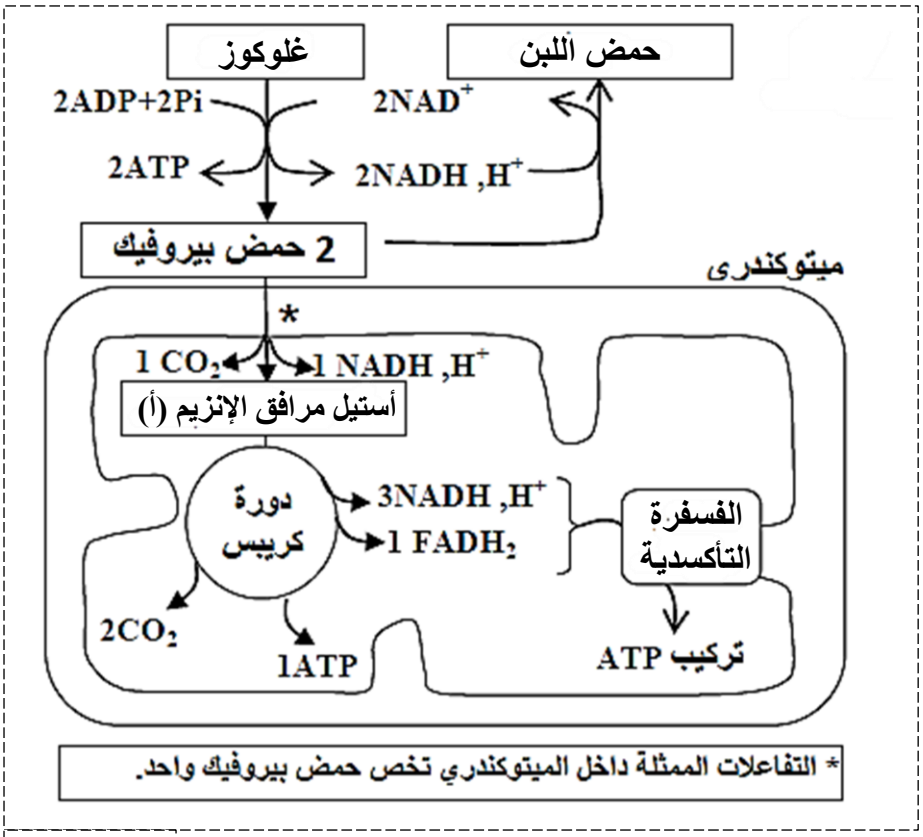


الوثيقة (3-ب)

III – بتوظيف المعارف المبنية من هذه الدراسة ومكتسباتك , **بين** بالاستعانة بتفاعلات كيميائية , وجود ازدواجية طاقوية على مستوى العضية (س) من جهة وازدواجية بين تفاعلات الاكسدة والارجاع وتركيب الـ ATP من جهة أخرى على مستوى العضية (ع) .

التمرين السابع :

تقوم الخلية العضلية بتركيب جزيئات ATP الضرورية لإنجاز المجهود العضلي باعتماد مسلك أيضي هوائي وآخر لا هوائي . إلا أنه في بعض الحالات يمكن أن يحدث خلل ايضي على مستوى أحد هذه المسالك, عند بعض الأشخاص ينجم عن هذا الخلل مجموعة من الأعراض من بينها تراكم حمض اللبن والشعور بالعياء. لفهم العلاقة بين هذه الأعراض وطبيعة الخلل الايضي نقترح المعطيات التالية:



الوثيقة1

الجزء1 :

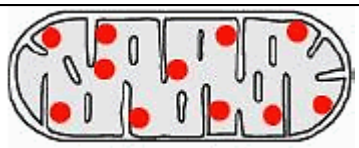
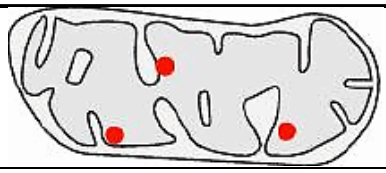
تمثل الوثيقة 1 أهم التفاعلات الايضية المرتبطة بإنتاج الطاقة على مستوى الخلية في الحالة العادية .

1 – بالاستعانة بالوثيقة1 , **حدد** مصير حمض البيروفيك على مستوى الخلية **مدعما** إجابتك بمعادلة كيميائية إجمالية في كل حالة .

2 – **أحسب** الحصيلة الطاقوية (عدد جزيئات ATP) لهدم جزيئة واحدة من حمض البيروفيك داخل الميتوكندري .

الجزء2 :

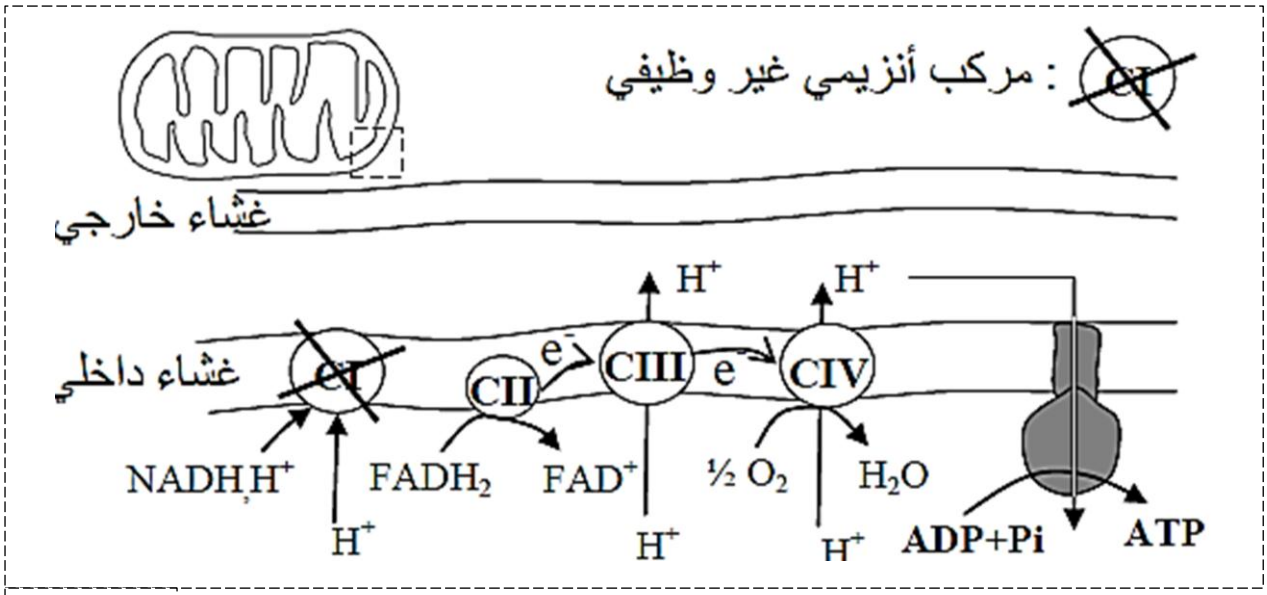
قصد علاج بعض الأمراض الفيروسية مثل السيدا يتم استعمال مادة INTI (Inhibiteur de la transcriptase inverse) , ينجم عن العلاج بهذه المادة خلل في إنتاج الطاقة من طرف الميتوكندري مما يؤدي لمجموعة من الأعراض الجانبية من بينها الشعور بالعياء وتغير تركيز حمض اللبن في الدم. يمثل جدول الوثيقة2 نتائج قياس تركيز حمض اللبن المنتج من طرف الخلايا وقيمة pH الدم مع رسومات تفسيرية لميتوكندريات عند شخصين أحدهما معالج بمادة INTI والآخر غير معالج .

	تركيز حمض اللبن في الدم (في حالة الراحة)	pH الدم	رسومات تفسيرية للميتوكندري
الشخص الغير معالج بمادة INTI	1 mmole في اللتر	pH=7.41 (عادي)	
الشخص المعالج بمادة INTI	أكبر من 5 mmole في اللتر	pH<7.38 (حامضي)	
بعض بروتينات السلسلة التنفسية في الغشاء الداخلي للميتوكندري تركب بفضل ADN الميتوكندري			

الوثيقة2

1 – إنطلاقا من معطيات جدول الوثيقة2 **قارن** بين النتائج المحصل عليها عند الشخص المعالج والشخص غير المعالج بمادة INTI , ثم **استنتج** , المسلك الايضي الذي يتأثر بهذه المادة .

داء MELAS هو نوع من الهزال العضلي المرتبط بالعياء المرتبط بخلل على مستوى الميتوكندريات من بين أعراضه تراكم حمض اللبن في الدم والشعور بالعياء عند القيام بأدنى مجهود عضلي .
تمثل الوثيقة3 رسما توضيحيا لطبيعة الخلل المرتبط بهذا الداء على مستوى الميتوكندريات .



الوثيقة3

2 – بالاستعانة بمعطيات الوثيقة3 **فسر** آلية تركيب ATP على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري في الحالة العادية ثم بين تأثير الخلل الملاحظ عند الشخص المصاب بداء MELAS على هذه الآلية

الجزء3 :

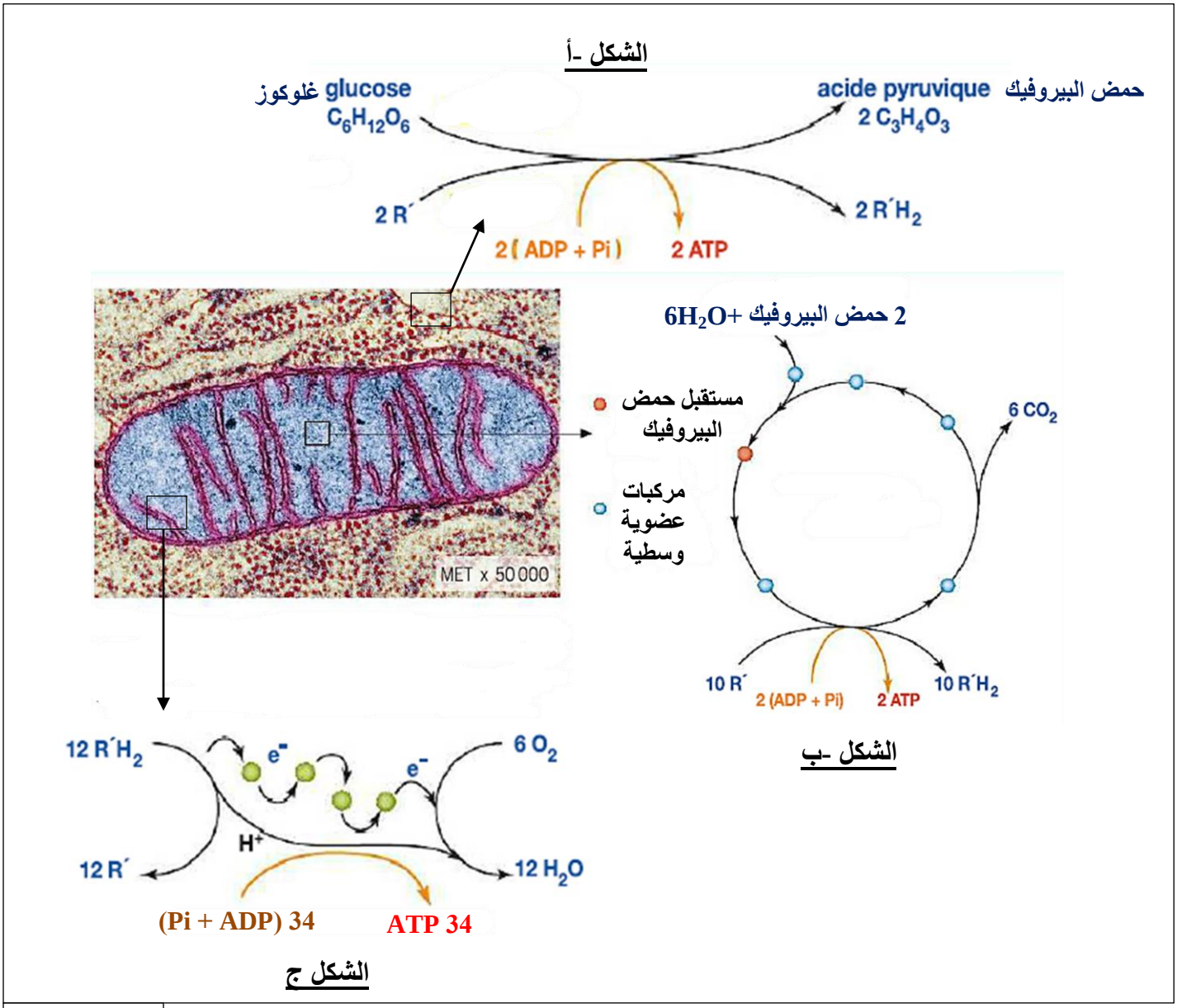
بتوظيف المعلومات التي توصلت إليها من خلال هذه الدراسة , **وضح** في نص علمي اسباب الأعراض الملاحظة في الحالتين (حالة استعمال INTI وحالة داء MELAS) .

التمرين الثامن :

للكشف عن الآليات المسؤولة عن إنتاج ATP الضرورية للنشاط الخلوي , نقترح عليك الدراسة التالية :

الجزء1 :

تمثل أشكال الوثيقة1 مراحل الهدم الكلي لمادة الايض (الغلوكوز) خلال التنفس الخلوي .



الوثيقة1

1 – **أقترح** تسمية لكل مرحلة من المراحل الممثلة في الاشكال (أ , ب و ج) ثم **حدد** :

- مقر حدوث كل مرحلة .
- نوع التفاعلات التي حدثت في كل مرحلة.

2 – **بين** أن مختلف مراحل التنفس الخلوي تعتمد على بعضها البعض , ثم **قارن** انتاج ATP خلال المراحل الاساسية للتنفس .

الجزء2 :

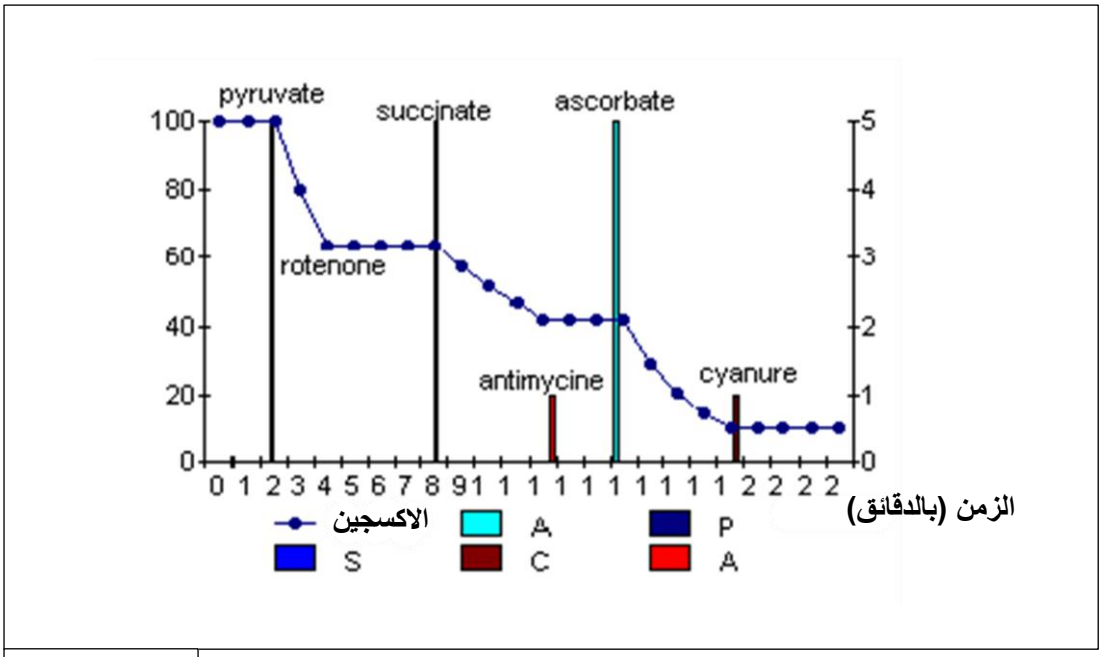
نبحث الآن عن العلاقة بين تنفس الميتوكندري وانتاج الـ ATP , من اجل ذلك نجري التجربة التالية :

تم تحضير معلق من الميتوكندريات ووضعت في وسط غني بـ O2 و في وجود ADP و Pi , مع إضافة مواد مختلفة في أزمنة مختلفة :

- في الزمن t_1 (0 ثانية) : نضيف كمية قليلة من الغلوكوز.

- في الزمن t_2: نضيف حمض البيروفيك
- في الزمن t_3 : نضيف مادة الروتينون (Roténone) : مبيد حشري مصدره نباتي يؤثر على الانزيمات الموجودة في أغشية أعراف الميتوكندري (يمنع انتقال الإلكترونات على مستوى السلسلة التنفسية).
- في الزمن t_4 : نضيف مركب السيكسينات (succinate) وهو احد المركبات الوسطية لحقة كريبس و الذي يعطي الإلكترونات إلى FAD.
- في الزمن t_5 : نضيف مضاد حيوي الانتيميسن (Antimycine) الذي يثبط انزيم ATP سنتاز عن طريق منع عبور H^+ عبر تحث وحدة F0 .
- في الزمن t_6 : نضيف معطي للالكترونات عبارة عن مادة الاسكروبات (ascrobate) وهي عبارة عن فيتامين C .
- في الزمن t_7 : نضيف السيانور (cyanure) , الذي يمنع انتقال الإلكترونات من آخر ناقل في السلسلة التنفسية إلى الأكسجين.
- إضافة مادة DNP (مادة تدخل البروتونات إلى داخل الميتوكندري بسرعة عبر الغشاء الداخلي) يؤدي إلى منع تركيب ATP مع انخفاض في تركيز O2 .

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة 2.



الوثيقة2

1 – حلل نتائج هذه التجربة .

2 – حدد دور الاكسجين الممتص خلال عملية التنفس الخلوي .

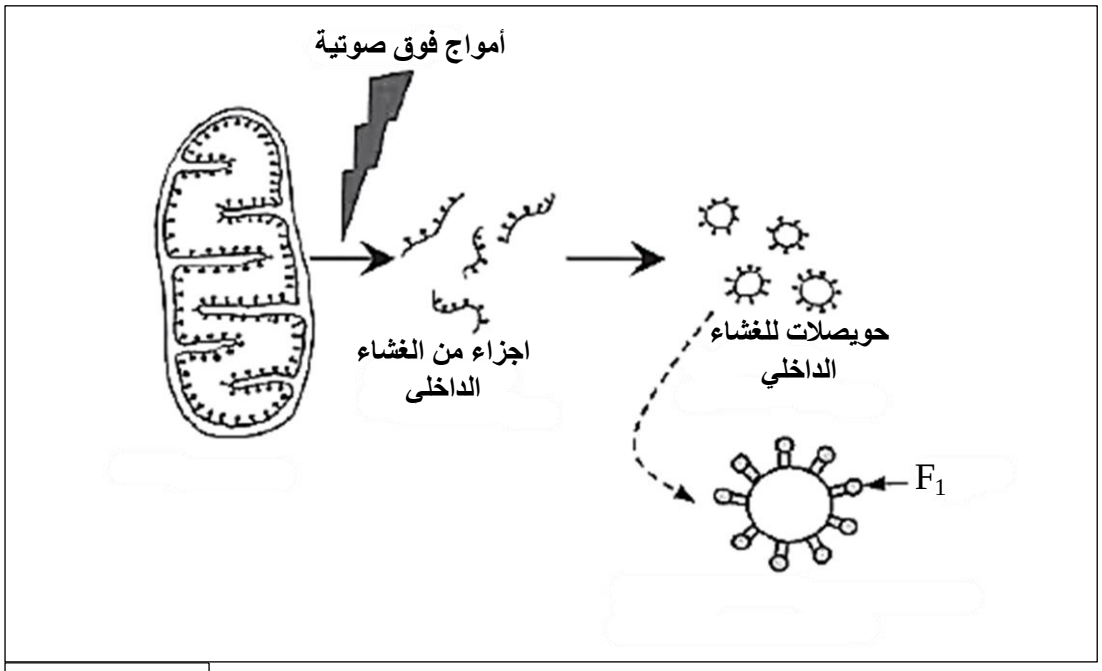
3 – يطلق على الترابط الوثيق بين الأكسدة (انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية) والفسفرة (تركيب ATP) مصطلح الإزدواجية , **استدل** بمعطيات الوثيقتان (1و2) لكي تثبت ذلك .

التمرين التاسع :

يتطلب استمرار مراحل التنفس الهوائي تجديد المرافقات الإنزيمية المرجعة ($R'H_2$) , لتحديد مقر هذه التفاعلات ومراحلها نقترح عليك المعطيات التجريبية التالية :

الجزء1 :

باستعمال الامواج فوق الصوتية تمت تجزئة الميتوكوندريات فحصلنا على حويصلات لأغشية داخلية (مقلوبة) بها كريات مذنبة . تم فصل الجزء الكروي (F_1) من انزيم ATP سنتاز عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء (F_0) من اجل تحديد دور كل منهما في اكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة ($R'H_2$) وتركيب الـ ATP, الوثيقة (1-أ) .



الوثيقة (1)

تحضن حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري في وسط تجريبي يحتوي على الاكسجين والمرافقات الانزيمية المرجعة ($R'H_2$) , والـ ADP وللفوسفات اللاعضوي Pi . الشروط التجريبية والنتائج ممثلة في الوثيقة (2-أ) .

التجارب	الشروط التجريبية	النتائج
التجربة1	حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري + $R'H_2$ + O_2	تركيب ATP وأكسدة $R'H_2$ إلى R'
التجربة2	حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري بدون الكرية (F_1) + $R'H_2$ + O_2	عدم تركيب ATP ولكن أكسدة $R'H_2$ إلى R'
التجربة3	حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري + O_2 وفي غياب $R'H_2$	عدم تركيب ATP

الوثيقة (2-أ)

1 – حلل نتائج هذه التجارب .

لدراسة تغيرات PH , ننجز تجربتين على ميتوكندريات معزولة , الشروط التجريبية والنتائج مبينة في الوثيقة (2-ب)

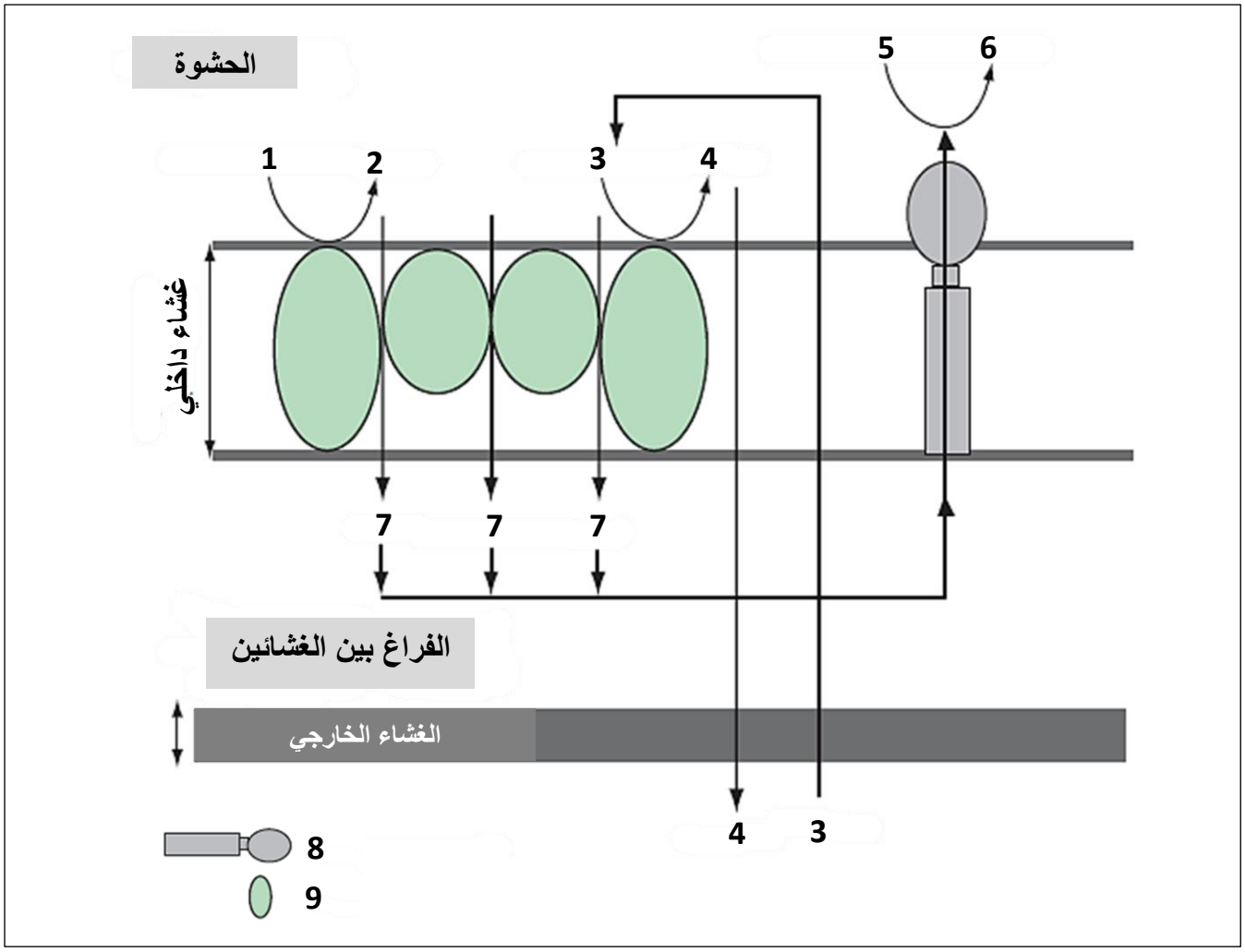
التجارب	الشروط التجريبية	النتائج
التجربة1	ميتوكندريات معزولة + $R'H_2$ + O_2	بعد إضافة الـ O_2 , انخفاض PH الوسط ثم ارتفاع في قيمة هذا الـ PH .
التجربة2	حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري + $R'H_2$ + O_2	بعد إضافة الـ O_2 , ارتفاع PH الوسط ثم انخفاض في قيمة هذا الـ PH .

الوثيقة (2-ب)

2 – فسر نتائج الوثيقة (2-ب) ؟

الجزء2 :

تمثل الوثيقة اسفله رسم تخطيطي يوضح دور الغشاء الداخلي للميتوكندري في تركيب ATP و أكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة $R'H_2$.



1 – أكتب بيانات الوثيقة.

2 – بتوظيفك للمعلومات التي توصلت اليها ومكتسباتك المعرفية , **بين** في نص علمي منظم كيف أن اكسدة المركبات $R'H_2$ المنتجة خلال التحلل السكري وأكسدة حمض البيروفيك خلال حلقة كريبس هي مصدر الـ ATP المنتجة خلال المرحلة التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري .

التمرين العاشر:

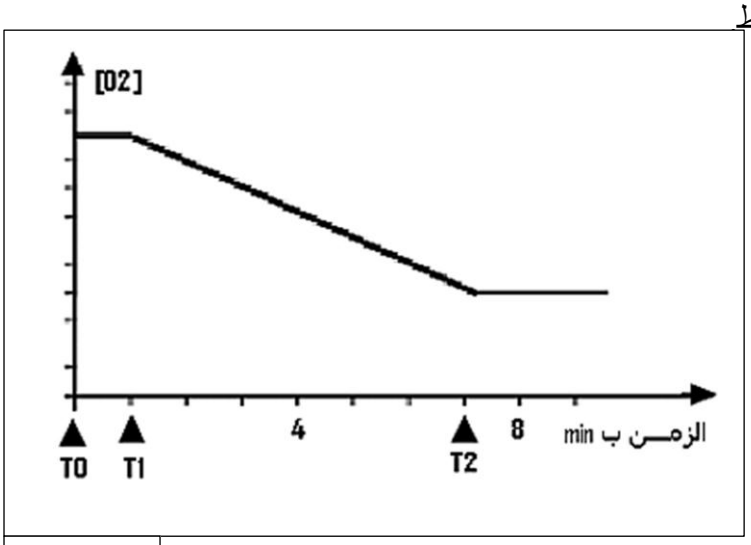
لدراسة بعض مظاهر استهلاك المادة العضوية واستخلاص الطاقة الكامنة فيها ، نقترح دراسة المعطيات التالية:

الجزء1 :

بعد عزل الميتوكندريات من الخلايا ا لكبدية لفأر، تم وضعها في محلول تثبيت solution tampon مزود بالأوكسجين .
بعد ذلك تم قياس تطور نسبة الأوكسجين المنحل في الوسط خلال تجربتين مختلفتين:

التجربة1 :

في الزمن T0 يحتوى الوسط على ميتوكندريات فقط موضوعة في المحلول . في الزمن T1 تتم إضافة مادة عضوية تدعى السوكسينات Succinate إلى الوسط وهي من المركبات الوسطية لحلقة كريبس . في الزمن T2 تمت إضافة مادة سيانور البوتاسيوم KCN (مادة تكبح عمل المركب الأخير للسلسلة التنفسية) .
تبين الوثيقة 1 نتائج قياس تطور نسبة الأوكسجين في الوسط



الوثيقة1

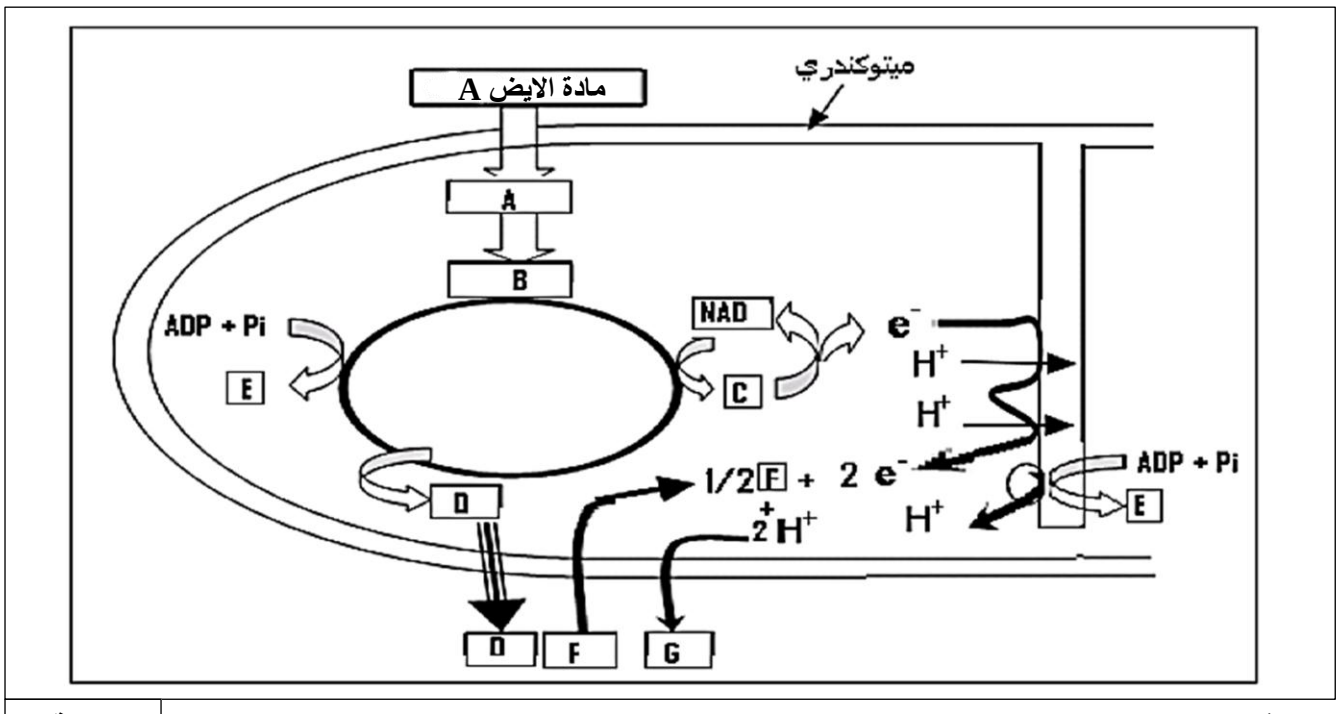
1 - **كيف تفسر** النتائج المسجلة ما بين T0 و T1 وبعد الزمن T2 ؟
2 - **فسركيف** يؤثر تواجد السوكسينات في الوسط على نشاط الميتوكندريات "

التجربة1:

هي تجربة مماثلة للتجربة الأولى، حيث تمت إضافة مركبات عضوية مختلفة في الوسط الذي توجد فيه الميتوكندريات، مع قياس تطور نسبة الأوكسجين .في الزمنT1 تتم إضافة الغلوكوز، وفي الزمن T2 يضاف حمض البيروفيك .
3 - اعتمادا على المعطيات التجريبية وعلى مكتسباتك، **بين** الشكل العام للمنحنى المرتقب في التجربة الثانية.

الجزء2 :

تمثل الوثيقة2 أهم التفاعلات التنفسية على مستوى الميتوكندري.



الوثيقة2

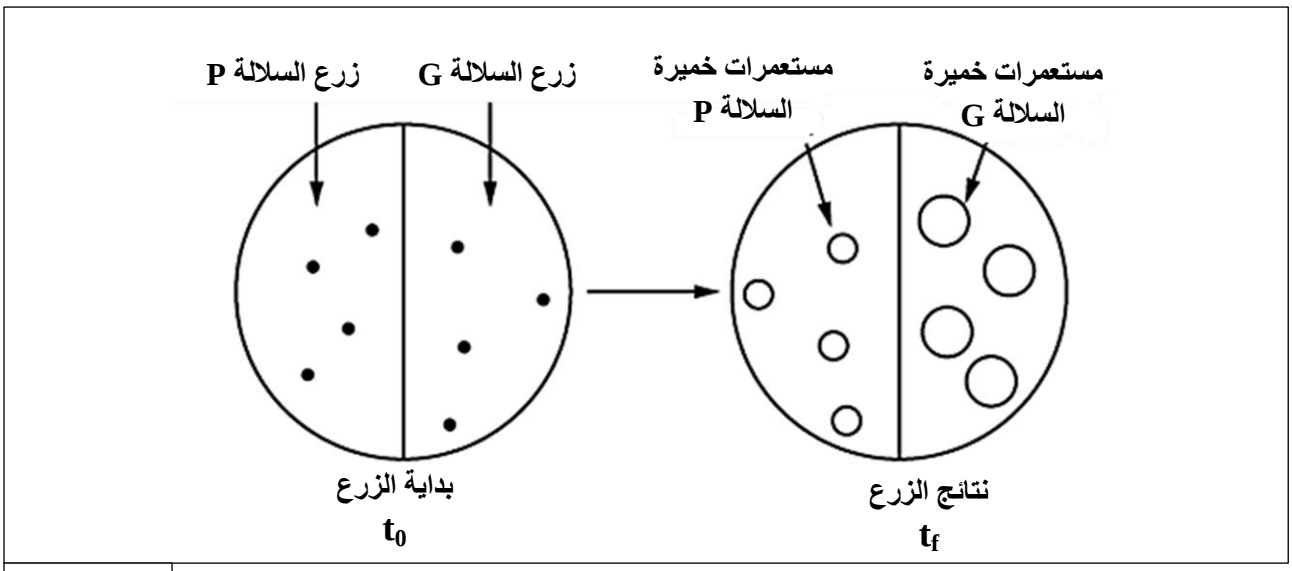
1 - **أعط** الأسماء المطابقة للمركبات المشار إليها بحروف في الوثيقة 2 .
2 – بالاستعانة بمعطيات الوثيقة2 ومكتسباتك , **بين** بإيجاز مصير مادة الايض A داخل الميتوكندري.

التمرين الحادي عشر

توجد سلالتان من خميرة الخبز: السلالة G والسلالة P . تختلف السلالتان بكون السلالة G تعطي عند تكاثرها مستعمرات كبيرة بينما تعطي السلالة P مستعمرات صغيرة القد، حيث كل مستعمرة (لمة) ناتجة عن الانقسامات المتتالية للخلايا.

الجزء1 :

يود الباحثون الكشف عن كون اختلاف قد مستعمرات سلالتي ا لخميرة مرتبط بنوع الاستقلاب الذي تعتمد عليه .وهكذا تم زرع سلالتي الخميرة في نفس علبة بيتري في وسط جيلوزيكامل يحتوي على 11% من الغلوكوز وبتواجد الأوكسجين بوفرة، ثم وضعت بعد ذلك تحت حرارة ملائمة وثابتة . تمثل رسوم الوثيقة 1 وسطي الزرع في الزمن t_0 وفي الزمن t_f



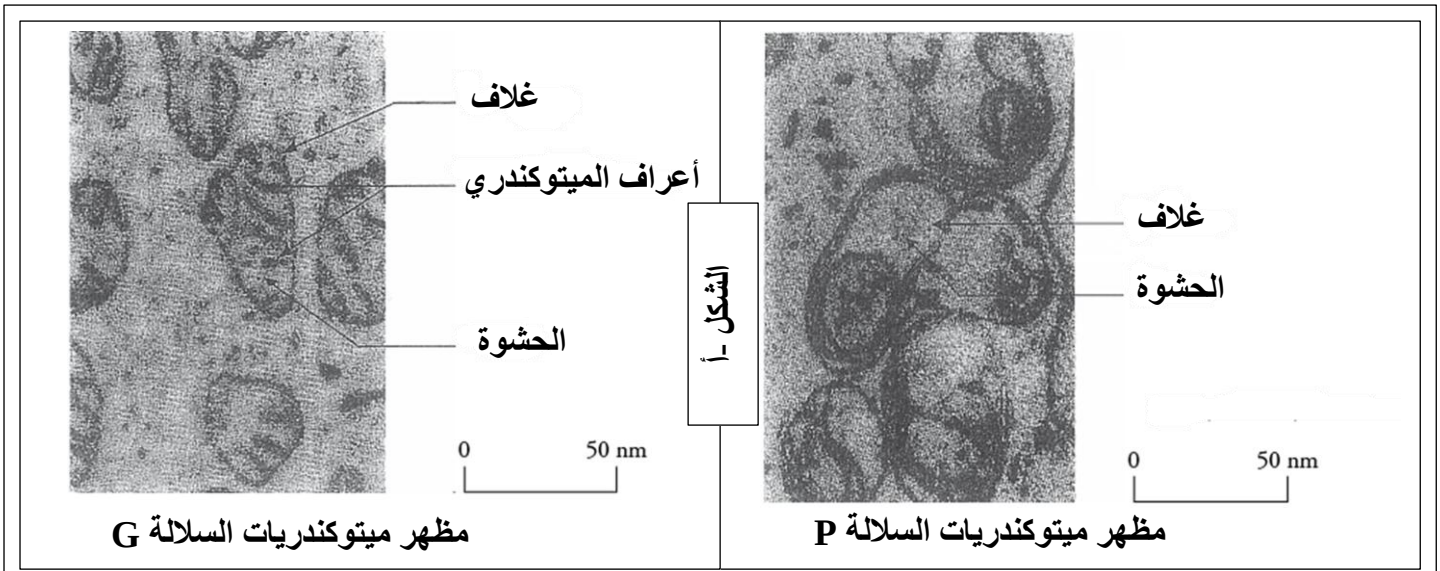
الوثيقة1

1 - **قارن** بين تكاثر السلالتين G و P في الزمن t_f.

2 – **اقترح تفسيرا** لهذه النتائج .

الجزء2 :

من خلال الملاحظة بالمجهر الإلكتروني لخميرة كل من السلالة السلالة G والسلالة P , تمت المقارنة بين مظهر الميتوكندريات و عددها عند السلالتين. يمثل أشكال الوثيقة 2 النتائج المحصل عليها.

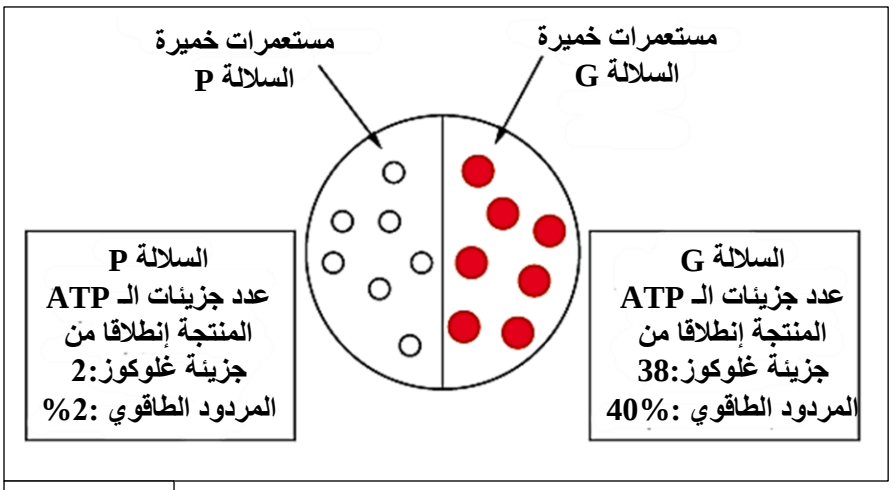


الشكل -ب	السلالة G	السلالة P
الميتوكندريات	ما يقارب 15 ميتوكندري في الخلية الواحدة	ما يقارب 4 إلى 5 ميتوكندريات في الخلية الواحدة

الوثيقة2

1 - وظف نتائج المقارنة بين ميتوكندريات السلالتين G و P في **تفسير** الاختلاف بين تكاثرهما.

تستعمل الخمائر مركب التريفنيل تترالوزيوم triphényl-tétralozium (TP-TL) كمستقبل نهائي للإلكترونات في السلسلة التنفسية للميتوكندريات وذلك بدل الأوآسجين، حيث يتم ارجاعه إلى مركب أحمر اللون يدعى فورمازان formazan .
تم تطبيق triphényl-tétralozium على كل مستعمرة من خلايا خميرة كل من السلالتين G و P , وبموازاة مع ذلك تم القيام بتجارب لقياس كمية ATP المنتج من طرف كل من سلالتي الخميرة .
وبواسطة عملية حسابية تم تحديد المردود الطاقوي المطابق لكل سلالة
(المردود الطاقوي = نسبة الطاقة % المستخلصة من مواد إيضية والقابلة للاستعمال في نمو الخلية) .



الوثيقة3

تلخص الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها.

2 - اعتمادا على معطيات الوثيقة 3 والمعلومات التي توصلت اليها سابقا, **حدد** المسلك الايضي عند كل من السلالتين G و P , **وفسر** اختلاف قد (حجم) مستعمراتهما , مدعما إجابتك بمعادلة كيميائية إجمالية لكل مسلك أيضي.

3 – يمثل الجدول التالي حصيلة المسلك الايضي لخميرة السلالة G .

	إسم المرحلة	مقر حدوثها	المواد المتفاعلة المستعملة	النواتج المتشكلة	عدد جزيئات ATP المتشكلة
المرحلة الأولى					
المرحلة الثانية					
المرحلة الثالثة					

أكمل الجدول بعد نقله على ورقة إجابتك .

التمرين الثاني عشر

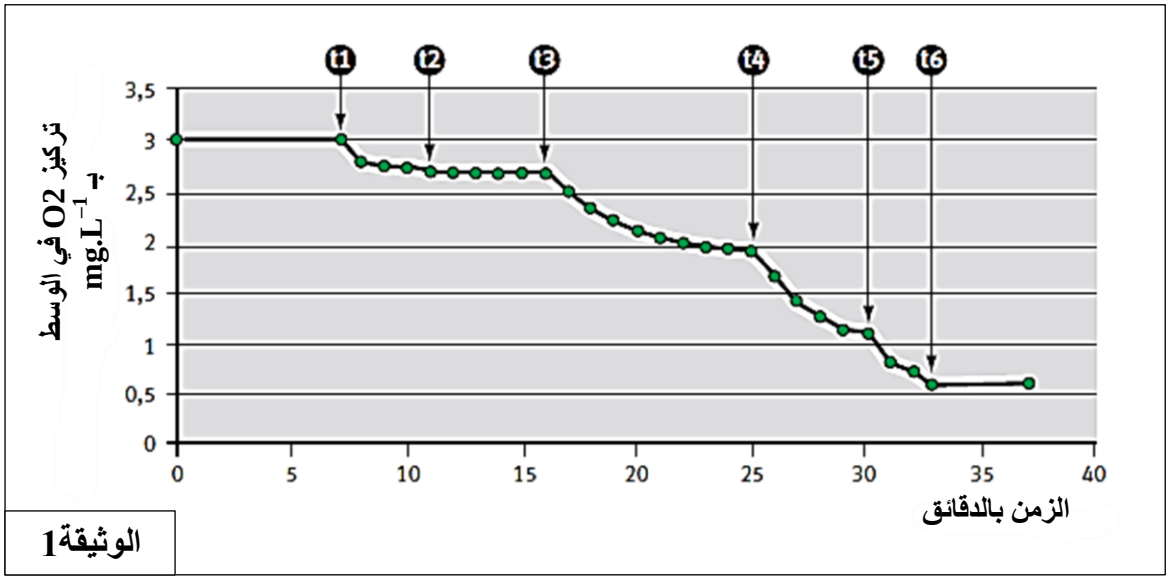
تلعب الميتوكندري دورا اساسيا في توفير الطاقة القابلة للاستعمال من قبل الخلايا لانجاز مختلف انشطتها الحيوية.

الجزء1 :

بفضل جهاز ExAO مع لاقط للاكسجين , نقيس باستمرار تركيز الاكسجين للمحلول المتواجد في المفاعل الحيوي , يسمح الجهاز بإضافة مختلف المواد في المفاعل الحيوي , هذا الاخير يكون مشبع بالاكسجين.
نستعمل محلول نقي من الميتوكندريات المعزولة ويحافظ عليها في وسط متساوي التوتر .نقيس تركيز الاوكسجين عند كل إضافة :

- في t1 : يتم ادخل معلق الميتوكندريات في المفاعل الحيوي ;
- في t2 : يضاف الغلوكوز ;
- في t3 : يضاف حمض البيروفيك ;
- في t4 وt5 : يضاف ADP و Pi ;
- في t6 : يضاف السيانور ;

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة1.



الوثيقة1

1 – انطلاقا من تحليلك لهذه النتائج ومعارفك المكتسبة , **اختر** الإجابة الصحيحة :

1) تناقص تركيز الاكسجين في t1 يرجع إلى :

أ – غياب الغلوكوز.
ب – غياب الاكسجين.
ج – نفاذ الغلوكوز بواسطة الميتوكندري.
د – نفاذ حمض البيروفيك داخل الميتوكندري.

2) ثبات تركيز الاكسجين بين t1 وt2 يدل على :

أ – موت الميتوكندريات.
ب – الميتوكندريات لا تتنفس اطلاقا.
ج – توقف التحلل السكري عن طريق تثبيط بعض انزيمات السيتوبلازم.
د- حدوث التحلل السكري عن طريق تحفيز بعض انزيمات السيتوبلازم.

3) إضافة حمض البيروفيك في t3 يؤدي إلى انخفاض تركيز الاكسجين لأن :

أ – حمض البيروفيك يمتص الاكسجين.
ب – حمض البيروفيك يتحول إلى كحول الايثانول في وجود الاكسجين .

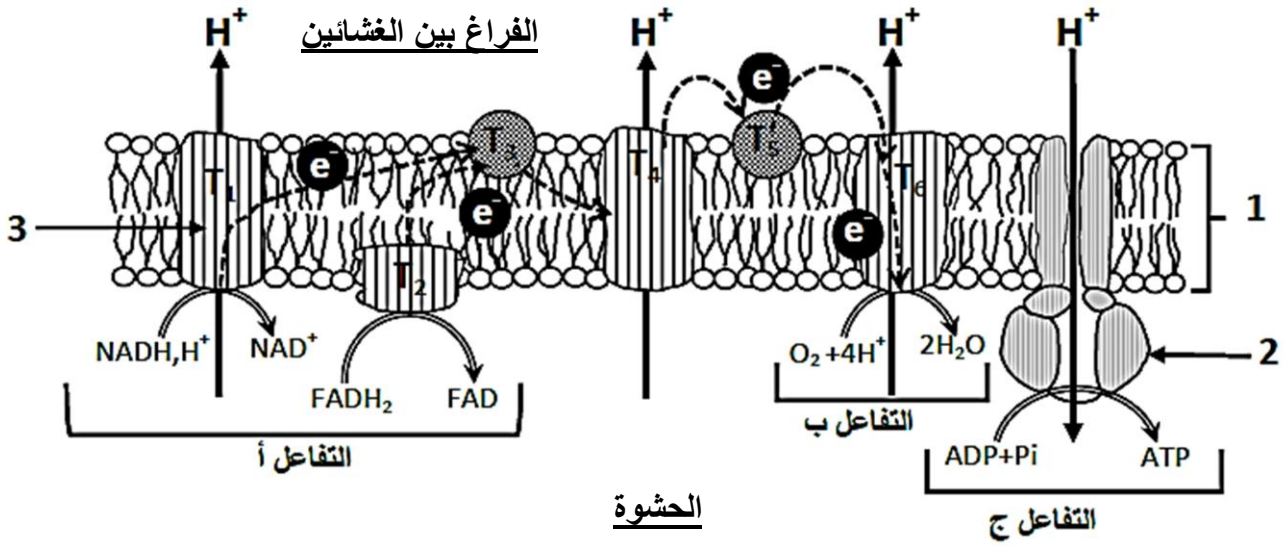
ج- الاوكسجين يتسبب في أكسدة حمض البيروفيك في حشوة الميتوكندري.
د – يستعمل حمض البيروفيك من طرف الميتوكندريات لانتاج ATP في وجود الاكسجين .

4) في t4 وt5 إضافة ADP و Pi يسبب انخفاض في تركيز الاكسجين لأن :
أ – تنفس الميتوكندري عبارة عن مجموعة من تفاعلات الاكسدة والارجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ADP وأكسدة الاكسجين .
ب- تنفس الميتوكندري عبارة عن مجموعة من تفاعلات الاكسدة والارجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ATP وإرجاع الاكسجين .
ج - تنفس الميتوكندري عبارة عن مجموعة من تفاعلات الاكسدة والارجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ADP وإرجاع الاكسجين مع إعطاء جزيئات CO2.
د- تنفس الميتوكندري عبارة عن مجموعة من تفاعلات الاكسدة والارجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ADP وإرجاع الاكسجين مع إعطاء جزيئات H2O.

5) من خلال ملاحظة تغير تركيز الاكسجين بعد إضافة السيانور , يمكن ان نستنتج أن السيانور :
أ – يثبط تنفس الميتوكندري لان تركيز الاكسجين في الوسط ثابت.
ب – يحفز تنفس الميتوكندري لان تركيز الاكسجين في الوسط ثابت.
ج – ليس له أي تأثير على تنفس الميتوكندري لان تركيز الاكسجين في الوسط ثابت.

الجزء2 :

تمثل الوثيقة2 رسما تخطيطيا يوضح آلية الفسفرة التأكسدية التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري :



الوثيقة2

بالاعتماد على معطيات الوثيقة2 :
1 – **أعط** أسماء كل من البنيات المشار إليها بالأرقام 1 ,2 و3 , والتفاعلات المشار إليها بالحروف أ , ب و ج .
2 – ماهو تأثير غياب O2 على الآلية الممثلة في الوثيقة2 .ثم **اشرح** النتيجة المتوقعة عند خفض PH الفراغ بين الغشائين في غياب O2 .
3 – بالاستعانة برسم تخطيطي , **بين لماذا** نتحدث عن "ازدواجية كيمو-اسموزية" لوصف كيفية عمل الميتوكوندري وتركيب ATP؟

التمرين الثالث عشر

تعتبر مادة Erythropoiétine EPO إحدى المنشطات التي يستعملها الرياضيون المتخصصون في المسافات الطويلة كالمارطون . لتوضيح كيفية تأثير مادة EPO على تحسين أداء عدائي المسافات الطويلة، نقترح استثمار المعطيات التالية:

الجزء1 :

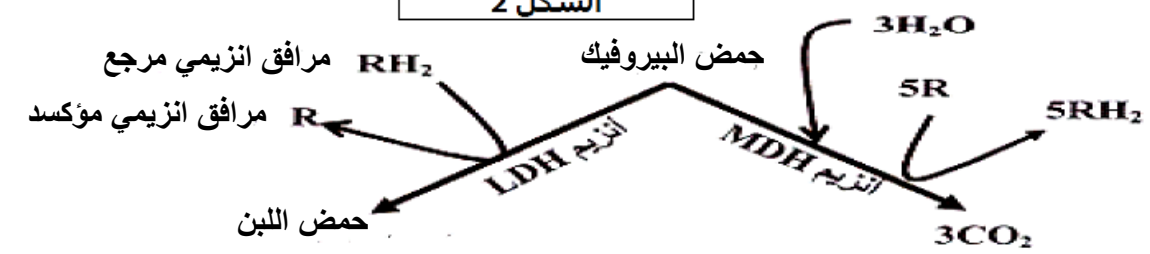
تتوفر العضلة الهيكلية على نوعين من الألياف العضلية، يختلف عدد كل نوع حسب نوع التخصص الرياضي .يقدم الشكل 1من الوثيقة 1 بعض خاصيات الألياف المهيمنة عند كل من عدائي المسافات الطويلة (الألياف 1) وعدائي المسافات القصيرة (الألياف 2). يبرز الشكل 2 من الوثيقة 1 دور الأنزيمين العضليين LDH و MDH.

الوثيقة1

الشكل 1

خاصيات الألياف العضلية	الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات الطويلة (الألياف 1)	الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات القصيرة (الألياف 2)
معدل عدد الشعيرات الدموية المحيطة بالألياف	كبير	صغير
تركيز أنزيم LDH	ضعيف	قوي
تركيز أنزيم MDH	قوي	ضعيف
عدد الميتوكندريات	مرتفع	منخفض

الشكل 2



1 – باستغلالك لمعطيات شكلي الوثيقة1 :

أ - **حدد** دور كل واحد من الأنزيمين LDH و MDH **مبرزا** موقع عملهما داخل الخلية.

ب- استنتج طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي المسافات الطويلة وعند عدائي المسافات القصيرة **مدعما** إجابتك بمعادلة كيميائية إجمالية لكل حالة (مادة الايض المستعملة من طرف الخلية العضلية هي الغلوكوز) .

الجزء2 :

تبين الوثيقة 2 إحدى حالات استعمال Erythropoiétine EPO في المجال الطبي

في إطار علاج المرضى المصابين بمرض الالتهاب الكبدي، ينصح الطبيب المختص المريض بتناول مادة Ribavirine , غير ان هذه المادة تسبب عند المريض أعراضا ثانوية من بينها ظهور فقر الدم الناتج عن نقص في عدد الكريات الحمراء .من أجل تفادي هذا العرض الثانوي يتناول المريض مادة Ribavirine مصحوبة بمادة EPO

الوثيقة2

1 - اعتمادا على معطيات الوثيقة 2 وعلى المعطيات السابقة، **فسر**كيفية تأثير مادة EPO على إنجازات عدائي المسافات الطويلة.

2 –**وضح** برسم تخطيطي وظيفي على مستوى الميتوكندري ,الآليات المؤدية إلى انتاج ATP الضرورية للنشاط العضلي .

التمرين الرابع عشر (للمحاولة)

لدراسة بعض مظاهر استهلاك المادة العضوية واستخلاص الطاقة الكامنة فيها من قبل الميتوكندري، نقترح دراسة المعطيات التالية:

الجزء1 :

توضع ميتوكندريات في أوساط ملائمة بوجود O_2 , تمت إضافة ADP و Pi وحمض البيروفيك إلى الوسط , مع معايرة محتويات الوسط وذلك قبل وبعد توقيف انتقال الالكترونات عبر السلسلة التنفسية.
تمثل الوثيقة1 النتائج المحصل عليها.

الوثيقة1	تركيز حمض البيروفيك	تركيز O_2	تركيز Pi
قبل تعطيل انتقال الإلكترونات	في انخفاض	في انخفاض	في انخفاض
بعد تعطيل انتقال الإلكترونات	ثابت	ثابت	ثابت

1 – فسر تغير تركيز حمض البيروفيك و O_2 و Pi.
أ - قبل تعطيل نقل الالكترونات.
ب- بعد تعطيل نقل الالكترونات.

بعد عزل ميتوكندريات ومعالجتها بواسطة مادة تدعى DNP تجعل الغشاء الداخلي للميتوكندري نفوذ للبروتونات H^+ , يتم تتبع إنتاج كل من ATP و H_2O وكذا انتقال الالكترونات عبر السلسلة التنفسية. يمثل جدول الوثيقة 2 النتائج المحصل عليها في هذه التجربة مقارنة مع تجربة الشاهد .

الوثيقة2	انتقال الإلكترونات	إنتاج ATP	إنتاج H_2O
ميتوكندريات معالجة بمادة DNP	نعم	لا	نعم
ميتوكندريات شاهدة	نعم	نعم	نعم

2 – فسر تأثير DNP على تركيب ATP , ثم **حدد** مصير الطاقة المحررة في التجربة.

الجزء2 :

في أنسجة بعض الحيوانات المسبتة التي تنام في فصل الشتاء والتي تحتاج إلى طاقة لمقاومة برودة هذا الفصل، تتميز الميتوكندريات وتحديدا أغشيتها الداخلية بميزة بنيوية تمكنها من أداء وظيفتها .توضع ميتوكندريات معزولة من هذه الأنسجة في وسط يحتوي على ADP و Pi وحمض البيروفيك ويتم تتبع تغير تركيز H^+ في الوسط وكذا إنتاج كل من ATP و H2O وحركة الالكترونات، وذلك قبل وبعد إضافة O_2 إلى الوسط . تمثل الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها.

الوثيقة3	حركة الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية	تركيز H^+ في الوسط	إنتاج ATP	انتاج H_2O
بوجود O_2	نعم	ثابت	لا	نعم
بدون O_2	لا	ثابت	لا	لا

1 – باستدلال علمي معتمدا على المعطيات السابقة , **بين** الميزة البنيوية للغشاء الداخلي لهذه الميتوكندريات.
2 - وظف جميع هذه المعطيات لإنجاز مخطط **تبين كيف** تستعمل أنسجة بعض الحيوانات المسبتة مادتها العضوية لإنتاج الطاقة من حمض البيروفيك **وفيما** توظف الطاقة المحررة .

سلسلة اختبر معلوماتي (QCM)

الجزء الأول:

اختر الاجابة (الاجابات)الصحيحة :

س1 : العملية التي تحتاج إليها لإتمام أكسدة الغلوكوز هي :
أ- حلقة كريبس.
ب- أكسدة حمض البيروفيك.
ج - التحلل السكري
د -كل ما سبق .

س2 – الطاقة المرتبطة بجزيء من الغلوكوز تختزن في :
أ – ذراته الكربونية
ب – روابطه الكيميائية.
ج- إلكتروناته.
د – بروتوناته.

س3 – ينتج ATP عن طريق التحلل السكري من خلال :
أ – تفاعلات التحفيز.
ب - إنتاج G3P.
ج – عن طريق الفسفرة على مستوى المادة الأساسية.
د – إرجاع +NAD إلى +NADH.H .

س4 – الجملة الغير صحيحة بالنسبة للتنفس الخلوي هي :
أ – أنزيمات تحفز تفاعلات نقل الإلكترونات.
ب – CO2 هو ناتج ثانوي.
ج – الكترونات لها طاقة أعلى عند نهاية العملية.
د- تتطلب العملية تفاعلات اكسدة و ارجاع متعددة .

س6 – معظم ATP المنتج خلال التنفس الهوائي تكون عن طريق :
أ – الإلكترونات التي تحملها جزيئات +NADH.H.
ب – حركة البروتونات خلال انزيم ATP سنتاز.
ج – الفسفرة على مستوى المادة الاساسية .
د – الفسفرة الذاتية.

س7 – دور +NAD في عملية التنفس الخلوي أنه :
أ – ناقل للإلكترونات.
ب – يعمل بوصفه انزيما.
ج – المستقبل الاخير لإلكترونات التنفس اللاهوائي.
د – مصدر نيكليوتيد يستعمل لتركيب ATP.

س8 – واحد مما يأتي ليس من نواتج التحلل السكري :
أ – ATP.
ب – CO2.
ج – حمض البيروفيك .
د – +NADH.H.

س9 – التخمر وظيفة ايضية مهمة في الخلايا ; لأنه :
أ – ينتج غلوكوز للخلية في ظل ظروف غياب O2.
ب – يؤكسد NADH.H+ إلى NAD+.
ج – يؤكسد حمض البيروفيك.
د – ينتج ATP.

س10 – العبارات الغير صحيحة عن أكسدة حمض البيروفيك هي :
أ – تحدث أكسدة حمض البيروفيك في السيتوبلازم .
ب - تحدث أكسدة حمض البيروفيك فقط عند توفر O2 .
ج – يتحول حمض البيروفيك إلى الاستيل المرافق الانزيمي أ .
د – تؤدي أكسدة حمض البيروفيك إلى انتاج NADH.H+ .

س11 – تحدث حلقة كريبس في منطقة من الميتوكندري هي :
أ – الغشاء الداخلي.
ب – الغشاء الخارجي.
ج – الحشوة.
د – الفراغ بين الغشائين .

س12- الإلكترونات التي تحملها NADH.H+ و FADH2 يتم :
أ – ضخها نحة الفراغ بين الغشائين.
ب – نقلها إلى انزيم ATP سنتاز.
ج – نقلها بين بروتينات في الغشاء الداخلي للميتوكندري .
د – نقلها إلى الحشوة في الميتوكندري .

س13 – هل يحدث التنفس الخلوي بغياب O2 ؟ الجواب هو :
أ – لا ; فالاكسجين ضروري بوصفه مستقبلا أخيرللإلكترونات.
ب – لا : الكائنات الغير هوائية تحتاج فقط إلى التحلل السكري والتخمر.
ج – نعم : لان الاكسجين يمكن انتاجه بتحلل الماء.
د – نعم : ان توفر مستقبل أخير للإلكترونات آخر.

س14 – مصدر الطاقة الذي يغذي مباشرة تركيب ATP بواسطة ATP سنتاز خلال الفسفرة التأكسديةهو :
أ - أكسدة الجلوكوز والمركبات العضوية الأخرى.
ب – انتقال الإلكترونات عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات.
ج - تدرج تركيز H + على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري .
د – نقل مجموعة الفوسفات إلى ADP .

س15 – لكل جزيء غلوكوز , ماهو المسار الايضي المشترك بين التخمر والتنفس الهوائي ؟
أ – حلقة كريبس.
ب – سلسلة نقل الإلكترونات.
ج- التحلل السكري.
د – تركيب الاستيل المرافق الانزيمي أ انطلاقا من حمض البيروفيك.
هـ - ارجاع حمض البيروفيك إلى حمض اللبن .

س16 – في الميتوكندري , تفاعلات الاكسدة /إرجاع :
أ – هي مصدر الطاقة التي تغذي تركيب ATP .

ب – تقترن مباشرة بالفسفرة على مستوى الركيزة.
ج – توفير الطاقة اللازمة لإنشاء تدرج في تركيز H^+ .
د – تقترن (ازدواجية) مباشرة مع العلمات الماصة (المستهلكة) للطاقة .

س17 – في التفاعل التالي , ماهوالعنص المؤكسد
حمض البيروفيك + $NADH.H^+$ ⟵ الايثانول + NAD^+
أ – الاكسجين ب – حمض البيروفيك
ج - $NADH.H^+$ د - NAD^+
هـ - الايثانول.

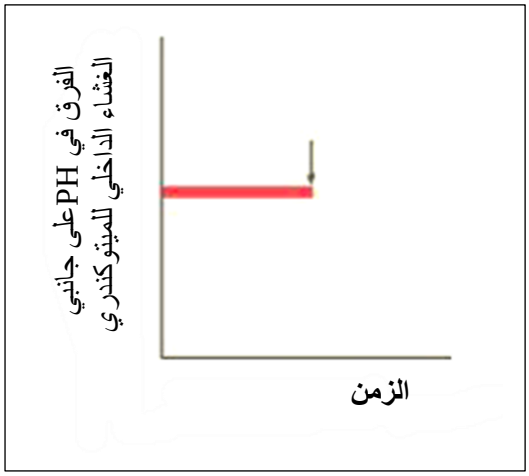
س18 - أي من التغييرات التالية تحدث عندما انتقال الإلكترونات عبر سلسلة نقل الإلكترون داخل الميتوكوندريا؟
أ – ارتفاع PH الحشوة .
ب – ATP سنتاز ينقل البروتونات.
ج – تحصل الإلكترونات على الطاقة المحررة .
د – نواقل الإلكترونات تقوم بفسفرة الـ ADP إلى ATP .
هـ - يتأكسد NAD^+ .

س19 – خلال تفاعلات الهدم الهوائي , الجزء الأكبر من CO2 المحرر يتم خلال :
أ – التحلل السكري
ب – حلقة كريبس
ج – التخمر الكحولي.
د – نقل الإلكترونات.
هـ - الفسفرة التأكسدية .

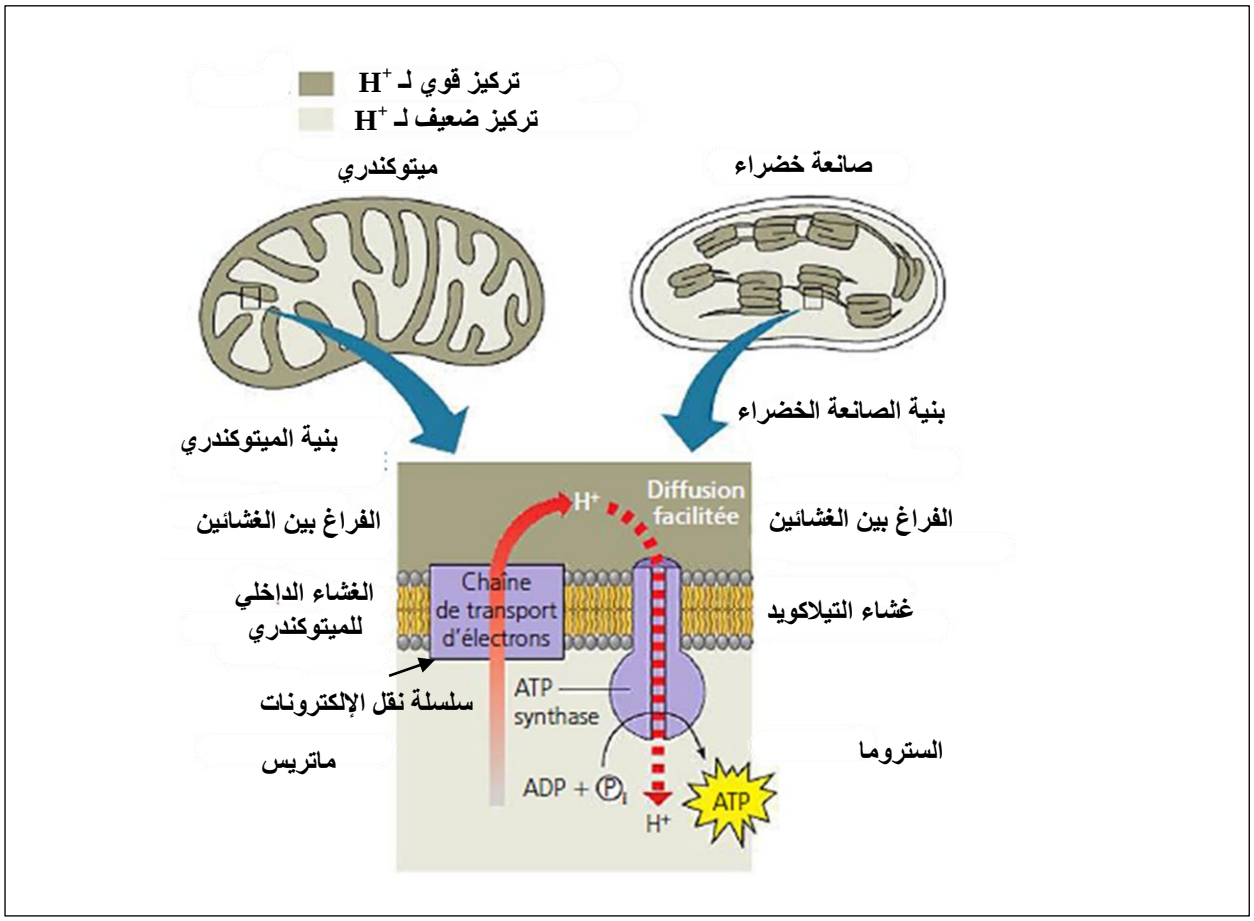
الجزء الثاني :

س1 – تمثل الوثيقة التالية تطور الفرق في PH على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري في خلية تقوم بعملية التنفس . في اللحظة المشار اليها بالسهم يضاف مادة سامة ايضية التي تثبط نوعيا وكليا عمل انزيم ATP سنتاز للميتوكندري.

اكمل ما تبقى من المنحنى لتوضيح النتيجة التي تتوقعها.

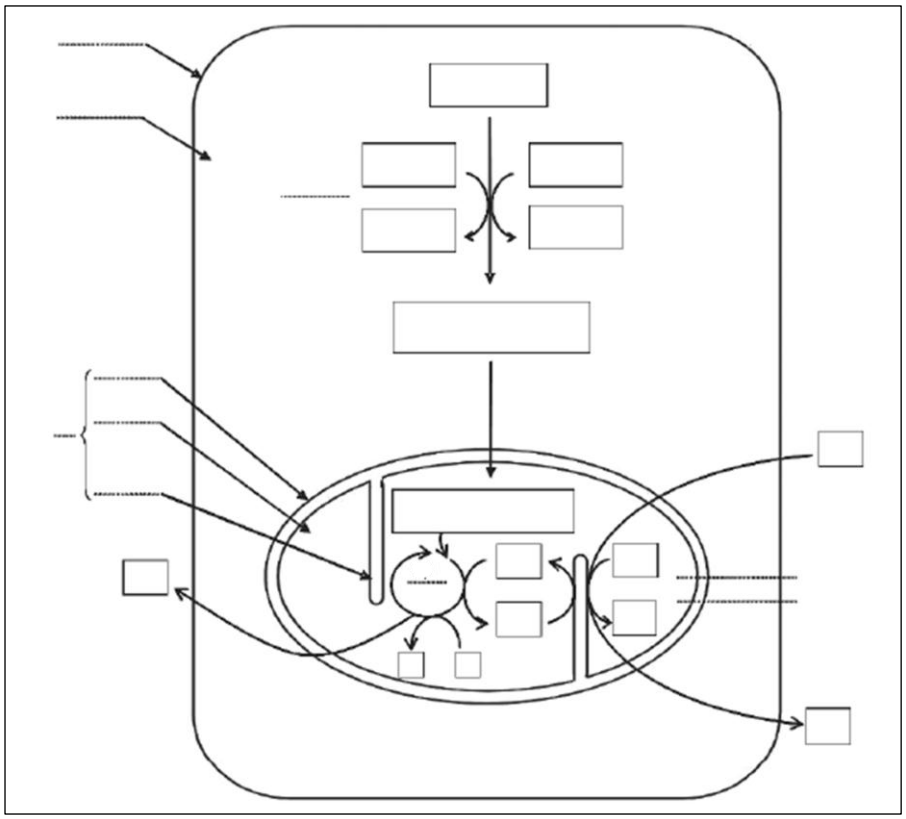


س2 – تمثل الوثيقة التالية مقارنة بين الاسموزية الكيميائية في الميتوكندري والاسموزية الكيميائية في الصانعة الخضراء.



ماهي المعلومات المستخرجة من تحليلك لمعطيات الوثيقة .

س 3 – تمثل الوثيقة التالية مخطط تحصيلي لمراحل التنفس الهوائي داخل خلية حقيقية النواة .



- **اكمل بيانات الوثيقة بعد نقلها على ورقة إجابتك , ثم لخص المراحل الاساسية للتنفس الهوائي.**

التصحيح

التمرين الأول :

1-أ – التعرف على مادتي الايض:

- مادة الايض (A) : غلوكوز
- مادة الايض (B) : حمض البيروفيك

التعرف على المراحل :

- المرحلة (م1) : التحلل السكري
- المرحلة (م2) : الخطوة التحضيرية +حلقة كريبس
- المرحلة (م3) : الفسفرة التأكسدية

ب – التعرف على البيانات المرقمة :

8	7	6	5	4	3	2	1
CO2	H2O	O2	R'H2	R'	ATP	Pi	ADP

2 –أ – مصير حمض البيروفيك داخل الميتوكندري:

هدم حمض البيروفيك على مستوى حشوة الميتوكندري عبر تفاعلات نزع الكربون ونزع الهيدروجين:

- نزع CO_2
- ارجاع المرافقات الانزيمية ($NADH+H^+$, $FADH_2$ أو RH_2)
- تركيب ATP بطريقة مباشرة

الفسفرة التأكسدية

- اكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة

$FADH_2 \rightarrow FAD + 2e^- + 2H^+$ أو ($RH_2 \rightarrow R + 2e^- + 2H^+$)

$NADH+H^+ \rightarrow NAD^+ + 2e^- + 2H^+$

- نقل الالكترونات على مستوى السلسلة التنفسية وتكون تدرج في تركيز البروتونات H^+ على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري.
- ارجاع O_2 وتكون H_2O

$1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

- تركيب ATP نتيجة تدفق +H عبر الكريات المذنبة

$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{سنتاز ATP}} ATP + H_2O$

ب – تحديد الأهمية البيولوجية للمراحل (م2) و (م3)

حلقة كريبس	الفسفرة التأكسدية
- تسمح بتفكيك مادة الأيض (حمض البيروفيك) تدريجيا. - الحصول على جزيئات الـ ATP تم تركيبها بصورة مباشرة. - إرجاع المرافقات الإنزيمية التي تحتوي على إلكترونات عالية الطاقة لتركيب الـ **ATP**	- تسمح باكسدة المرافقات المرجعة وبالتالي تجديد المرافقات الانزيمية (NAD^+ و FAD^+) - تسمح باستخدام طاقة الالكترونات في تركيب ATP - تسمح بارجاع O_2 وتشكل H_2O

3 – تحليل معطيات الشكل (ب) :

- الجهاز الانزيمي للخميرة التي تقوم بعملية التنفس (وسط هوائي) وتلك التي تقوم بعملية التخمر (وسط لاهوائي) مختلف :
- تمتلك الخلية التي تقوم بعملية التنفس جهاز انزيمي كامل يسمح لها بهدم الكلي للغلوكوز ، بالمقابل ، الجهاز الانزيمي للخلية الخميرة التي تقوم بعملية التخمر ، يسمح لها بهدم الجزئي للغلوكوز.
- تتواجد بعض الانزيمات في كلتا الحالتين .

المعلومات المستخرجة :

- الظاهرة الحيوية التي تحدث على مستوى الخميرة تتوقف على طبيعة الوسط (هوائي او لاهوائي) وعلى النظام الانزيمي للخميرة.
- تشترك الظاهرتان الحيويتان (التنفس والتخمر) في بعض تفاعلات هدم الخلوكوز (التحلل السكري)

---

4 – مصير حمض البيروفيك في وسط لاهوئي :

- في غياب O_2 يتم الهدم الجزئي لحمض البيروفيك في سيتوبلازم الخلية.

المعادلة الاجمالية

2حمض البيروفيك + $2NADH.H^+$	⟵	2 كحول الايثانول + $2NAD^+$	+ $2CO_2$
$CH_3-CO-COOH$		CH_3-CH_2-OH	

التمرين الثاني :

I -1 – التعرف على العناصر (أ ،ب ،ج)

– أ - ميتوكندري ب – جزء من الغشاء الداخلي (عرف) ج – كرية مذنبة (ATP سنتاز)

التعرف على العناصر المرقمة :

1	2	3	4
غشاء خارجي	فراغ بين غشائين	غشاء داخلي	حشوة الميتوكندري

2 – المقارنة بين الغشاء الداخلي والخارجي (التركيب الكيموحيوي) وتفسير اوجه الاختلاف :

– يتميز الغشاء الداخلي عن الخارجي بأنه غني بالبروتينات واهما الكريات المذنبة بالاضافة إلى (نواقل للألكترونات والبروتونات)

– يتميز الغشاء الخارجي باحتوائه على قنوات غشائية كبيرة تسمح بمرور العديد من الجزيئات في الاتحاهين ، بينما لا يسمح الغشاء الداخلي بمرور الجزيئات إلا عبر نواقل متخصصة.

– فالغشاء الداخلي بما يحويه من بروتينات متخصصة وإنزيمات ضرورية لعمليات الأكسدة والإرجاع وإنتاج ATP.

II -1 –أ – تحليل نتائج الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة2 :

تحليل الشكل (أ) :

تحرير CO_2 من قبل مختلف اجزاء الميتوكندري حيث :

– يتم تحرير CO_2 من قبل الحشوة عند إضافة حمض البيروفيك وعند إضافة حمض البيروفيك والاكسجين وبالمقابل الغشاء الداخلي والخارجي للميتوكندري لا يحرران CO_2 عقب هذه الإضافات.

المعلومات المستخرجة :

– الاكسجين لا يتدخل في تحرير CO_2 ولا في اكسدة حمض البيروفيك.

– اكسدة حمض البيروفيك و تحرير CO_2 يتم في الحشوة .

تحليل الشكل (ب) :

- نلاحظ من جدول قياس نسبة الامتصاص أن المركب المؤكسد **R'** لا يمتص عند اطوال موجات 350 nm ولا بروتينات الحشوة +**R'** ولا بروتينات الحشوة +غلوكوز +**R'** .
في حين المركب المرجع $R'H_2$ يمتص 0.35 من 350nm .

- بالمقابل فان بروتينات الحشوة +حمض البيروفيك +**R'** نسجل امتصاص نسبة 0.25 من 350nm (تم ارجاع المركب **R'** إلى $R'H_2$).

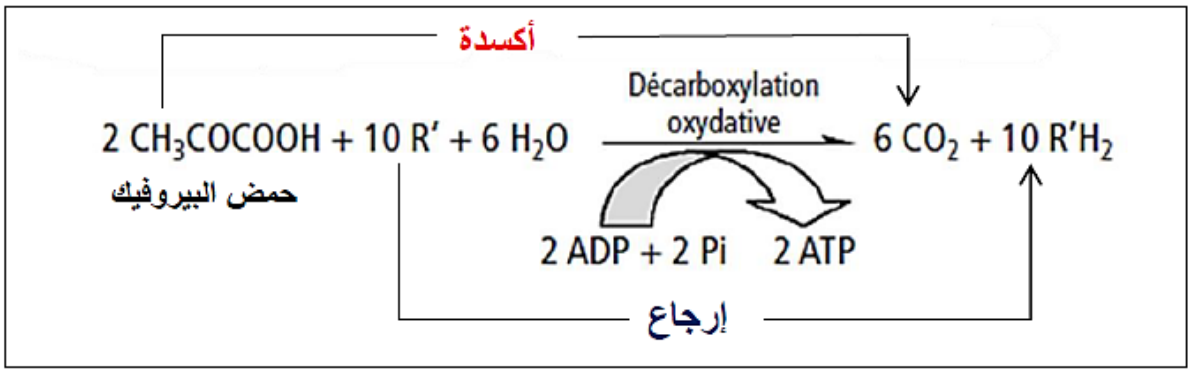
المعلومات المستخرجة :

- ارجاع المركب **R'** إلى $R'H_2$ يتم على مستوى الحشوة (وجود بروتينات الحشوة) وفي وجود حمض البيروفيك .
- هناك ازدواجية بين أكسدة حمض البيروفيك إلى CO_2 وارجاع النواقل **R'** إلى $R'H_2$

ب ـ استخلاص طبيعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث على مستوى الحشوة :

- اكسدة حمض البيروفيك إلى CO_2 يرجع ذلك إلى مجموعة من **تفاعلات الاكسدة والارجاع** والتي تشكل سلسلة من التفاعلات تسمى حلقة كريبس (مع الخطوة التحضيرية) .

تلخيص التفاعلات بمعادلات كيميائية :



2 ـ أ ـ تحليل وتفسير النتائج :

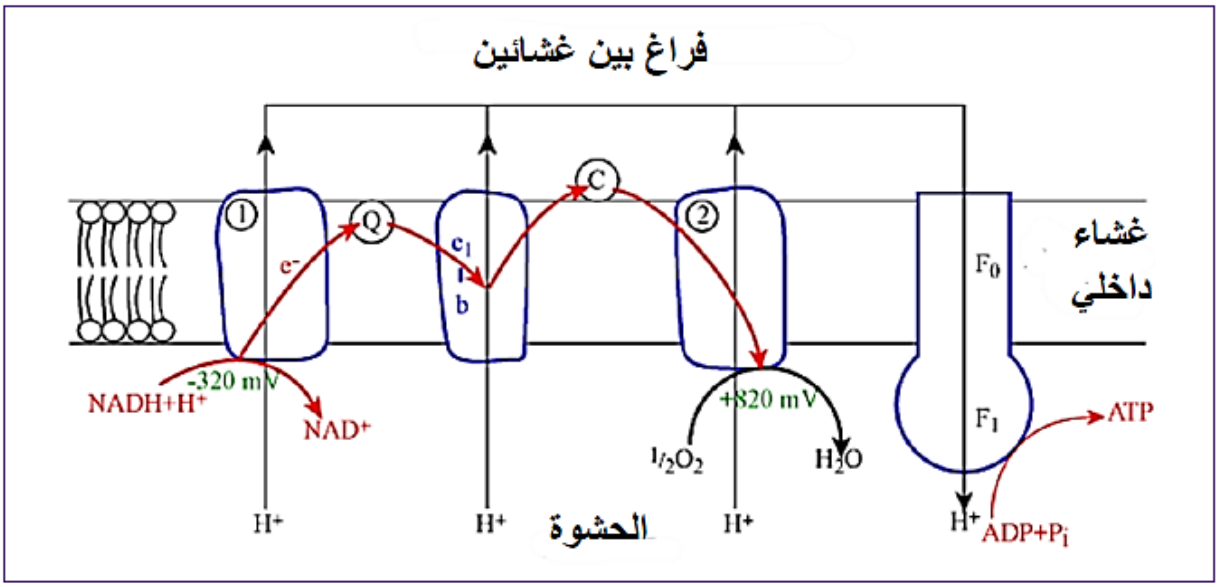
- يمثل المنحنى تغير كل من تركيز O_2 و ATP بدلالة الزمن وفي شروط تجريبية مختلفة :
- **في الزمن t1 :** إضافة الغلوكوز للوسط نسجل ثبات كل من تركيز O_2 لعدم استهلاكه والـ ATP لعدم تركيبه لكون الغلوكوز لا يستعمل مباشرة من طرف الميتوكندري بل يتم انحلاله في الهيولى
- **في الزمن t2 :** عند إضافة حمض البيروفيك الى الوسط نلاحظ تناقص طفيف في تركيز O_2 في الوسط (استهلاك ضئيل) مع ارتفاع طفيف في كمية ATP (انتاج ضعيف)، يعود ذلك إلى انطلاق الاكسدة التنفسية ولكن كون كمية ADP و Pi محدودة داخل الميتوكندري جعل تطور تركيز هاتين المادتين ضعيفا .
- **في الزمن t3 وعند إضافة ADP و Pi :** يعود الانخفاض السريع لتركيز O_2 إلى استهلاكه إثر تفاعلات الأكسدة التنفسية التي تتجلى في إعادة أكسدة مستقبلات الإلكترونات والبروتونات المقترنة بالفسفرة التأكسدية الذي يسمح بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في هذه المستقبلات إلى طاقة كامنة في ATP انطلاقا من ADP + Pi. وهذا يفسر الارتفاع السريع لتركيز ATP.
- **في الزمن t4 وعند إضافة الروتينون التي تثبط النشاط الانزيمي :** نلاحظ ثبات في تركيز كل من O_2 و ATP ، يفسر توقف استهلاك O_2 وتوقف إنتاج ATP بعد إضافة الروتينون بتوقف تفاعلات الأكسدة التنفسية (توقف عمل السلسلة التنفسية) الضرورية لنقل الإلكترونات (مصدر الالكترونات هواكسدة النواقل المرجعة) إلى الأوكسجين (المستقبل النهائي للإلكترونات)، وبما أن تركيب ATP مقترن بالأكسدة التنفسية فإن توقف هذه الأخيرة يؤدي إلى توقف تركيب ATP .

المعلومات المستخلصة :

- على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري يتم ارجاع O2 إلى H2O بواسطة المركبات المرجعة R'H2 وتركيب الـ ATP بواسطة ATP سنتاز.
- هناك ازدواجية بين اكسدة النواقل المرجعة وتركيب ATP (الفسفرة التأكسدية) .

تكملة خارج الموضوع :

يمكن تلخيص التفاعلات الكيميائية التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي بالرسم التخطيطي التالي :



3 – الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكندري :

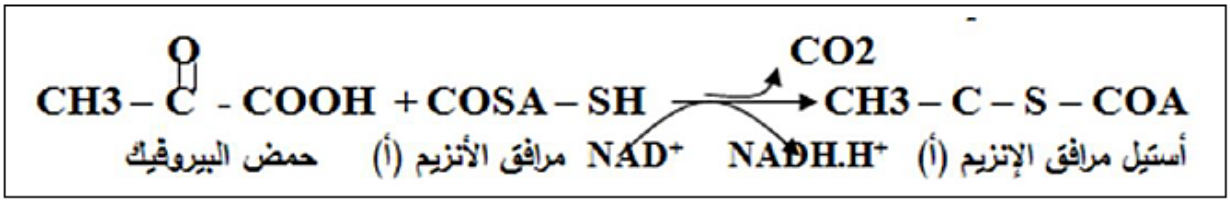
يعتبر حمض البيروفيك الناتج من التحلل السكري هو مادة الايض الذي يتعرض للتفكيك على مستوى الميتوكوندري ، وبالضبط على مستوى الحشوة خلال المراحل التالية :

❖ **الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس :**

يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم-أ- و هذا بـ :

❖ نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO_2 E. CO_2= 0)

❖ نزع الهيدروجين ، تحت تأثير أنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع نواقل الهيدروجين



حلقة كريبس :

يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ـ أ ـ مع مستقبل رباعي الكربون C4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C6) يطرأ على المركب C6 سلسلة من العمليات يتم فيها نزع ثاني أكسيد الكربون (مؤدية إلى تمعدن الركيزة (مادة التفاعل) العضوية إلىCO2) وسلسلة من العمليات يتم فيها نزع الهيدروجين مؤدية إلى إرجاع نواقل الهيدروجين .

تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C4 و فسفرة الـADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي(Pi).

- ينتج عن كل حلقة (حلقة كربس)
- جزيئتان من CO2
- جزيئة واحدة من ATP
- جزيئة واحدة من FADH2
- ثلاث جزيئات من+ NADH,H

$$Acetyl\text{-}CoA + 3NAD^+ + FAD + ADP + Pi \longrightarrow CO_2 + 3NADH,3H + FADH_2 + ATP + CoA\text{-}SH$$

الفسفرة التأكسدية :

1 ـ أكسدة المرافقات الإنزيمية المرجعة:

تحتوي المرافقات الإنزيمية المرجعة (10NADH,H+ و 2FADH2) الناتجة من التحلل السكري و تفاعلات حلقة كربس، على إلكترونات عالية لطاقة (كمون أكسدة وإرجاع منخفض) .

يتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري أكسدة مرافقات الإنزيم (NADH,H+ وFADH2)

$$TH,H^+ \longrightarrow T^+ + 2\,e^- + 2H^+$$

2 – السلسلة التنفسية

- الإلكترونات الناتجة تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات المتواجدة بالغشاء الداخلي للميتوكندري حيث تكون مختلف النواقل مرتبة حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية .تنخفض طاقة الإلكترونات تدريجيا أثناء انتقالها من ناقل إلى آخر حتى تصل إلى المستقبل النهائي بالسلسلة التنفسية وهو الأكسجين .يرتبط الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء:

$$1/2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O$$

3 – فسفرة الـ ADP

- أثناء انتقال الإلكترونات ضمن السلسلة التنفسية، تتحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات (H+) عبر بعض النواقل من المادة الأساسية إلى الفراغ بين الغشائين (نقل فعال) على جانبي الغشاء (تدرج كيميائي كهربائي) حيث يكون التركيز مرتفعا في الجهة الخارجية للغشاء (PH حامضي).
- يتم تشتت هذا التدرج الإلكتروكيميائي (البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين) بسيل (تدفق) عائد من البروتونات نحو المادة الأساسية بالانتشار عبر الـATP سنتاز.
- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرات المذنبة إنها الفسفرة التأكسدية.

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{ATP سنتاز}} ATP + H_2O$$

- تعرف عملية أكسدة المرافقات الإنزيمية وما يرافقها من فسفرة الـ ADP إلى ATP بالفسفرة التأكسدية Phosphorylation oxidative ..

التمرين الثالث (نموذج مقترح حول التمرين1 وفق البناء الجديد لبكالوريا 2018) :

ـ يتضمن الاختبار ثلاثة تمارين تعالج مشكلات ذات أهمية علمية

التمرين الأول (5 نقاط) : (25 %) يتضمن جزءا واحدا

المعايير	المؤشرات
الكفاءة المستهدفة	يقيس جملة من الموارد المعرفية التي تتضمنها الكفاءة المستهدفة. يستجيب للبعد المعرفي للكفاءة.
الهدف التعلمي	التمرين له علاقة بالهدف التعلمي. يقيس الانتقاء، الاسترجاع، التنظيم و الهيكلة.
السياق	يحدد الاطار الذي يندرج فيه المشكل العلمي.
	يتضمن المعطيات العلمية الضرورية للحل.

السند	تتضمن وثائق السند عناصر قابلة للاستثمار في حل التمرين.
	معطيات السند: واقعية، منطقية، حقيقية.
	يحتوي السند على معطيات أساسية للحل وقد يحتوي على معطيات أخرى غير أساسية له
	– يحتوي السند الواحد وثيقة أو وثيقتين من نفس النمط أو من نمطين منسجمين على الأكثر: صور أو رسوم تخطيطية أو نص – يمكن للتمرين أن لا يتضمن أي وثائق.
التعليمة	تقيس التعليمات الاسترجاع المنظم و هيكلة الموارد المعرفية من أجل حل المشكل المطروح.
	أن تكون كاملة تحدد ما هو مطلوب –غير قابلة للتأويل– دقيقة ومختصرة– صادقة –مستقلة الواحدة عن الأخرى – متدرجة من حيث التركيب.
	العدد لا يتجاوز تعليمتين على الأكثر: تستدعي الاسترجاع المنظم و الهيكلة.
البعد القيمي	القيم التي قد يحملها التمرين تكون من أطر حياة المتعلم.

الأفعال الآدائية في التمرين الاول :

التعليمة 1 : عرّف ، تعرف ، سمّ ، أذكر ، اكتب البيانات ، رتب ، صنّف ، عدّد ، مثّل برسم تخطيطي ، ارسم ، اشّر ، أكمل ، ضع علامة على ، انقل ، قابل أو زاوج أو اربط بين ، حدد الصواب من الخطأ ،اختر ، .....

التعليمة 2 : تتطلب استحضار الإجابة وتنظيمها وهيكلتها شكلا ومضمونا (اكتب نصا علميا ، مثّل برسم تخطيطي ...)

كتابة النص العلمي :

1 ـ شروطه :

أ ـ تجميع الموارد المعرفية وربطها وتنظيمها لبناء كل مركب منسجم ومتماسك .

ب ـ التركيب بين المعارف يكون أبعد من الاسترجاع البسيط للموارد بل عليه تقديم منتوج شخصي حقيقي (يبرز اللمسة الشخصية).

ج ـ يمكن أن ترتبط الموارد المعرفية بوحدة واحدة أو بعدة وحدات من المنهاج .

2 ـ مراحله : كتابة النص تتطلب تحديد مخطط يتضمن المراحل التالية :

أ ـ مقدمة : تشير إلى : المجال ، الوحدة ، إعادة صياغة المشكل.

ب عرض : (أجزاءه مرقمة ، واضحة ، بترتيب منطقي ، بأفكار دقيقة ، بتعبير علمي ولغوي دقيقين ، الربط بين الأفكار واضح ومنظم ومبني بشكل جيد).

ج ـ خاتمة : تتضمن الاستنتاج الذي يجيب على المشكل المطروح .

ملاحظة :

ـ يمكن أن يرفق الحل برسم تخطيطي حسب طبيعة التعليمات

وثائق التمرين الأول :

- **يمكن أن لا يتضمن أية وثيقة .**
- **الوثيقة تتضمن شكلا أو شكلين بدون أنماط .**
- **الوثيقة تتضمن شكلا واحدا يستخرج منه نمطين على الأكثر .**
- **الوثيقة تتضمن شكلين يستخرج منه أو منهما نمطين على الأكثر .**

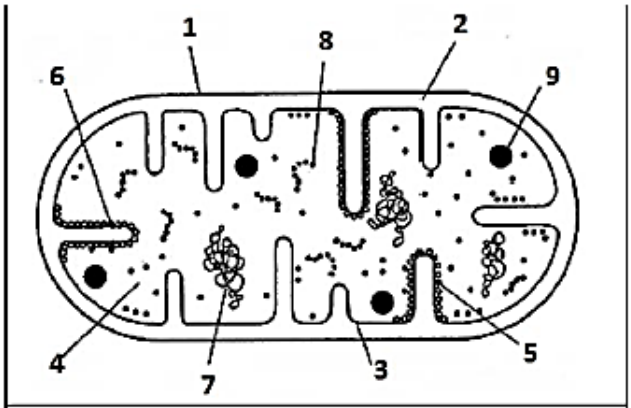
التصحيح

المقدمة (طرح المشكل العلمي)	التنفس ظاهرة حيوية تهدم خلالها الركيزة (مادة التفاعل) العضوية كليا في وجود الأكسجين و يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة للركيزة إلى مادة أيضية وسطية : ATP التي تمثل شكل الطاقة القابلة للاستعمال من طرف الخلية لمختلف نشاطاتها . أن مقر الأكسدة التنفسية هو الميتوكوندري، **فكيف تسمح بنية الميتوكندري وتركيبها الكيموحيوي بهدم حمض البيروفيك وإنتاج ATP ؟**
العرض	- يتم هدم الجلوكوز على مستوى السيتوبلازم خلال مرحلة التحلل السكري , ينتج عن ذلك جزيئتين من حمض البيروفيك , هذه الأخيرة تعتبر مادة الأيض (الركيزة) المستعملة من طرف الميتوكندري و هي غير قادرة على استعمال الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية . تحاط الميتوكندري بغلاف مكون من غشائين بلازميين خارجي وداخلي مفصولين بمنطقة تدعى الفراغ بين الغشائين. يحيط الغشاء الداخلي بمادة أساسية تسمى الماتريس وتمتد منه انثناءات عمودية على المحور الكبير للعضية باتجاه الماتريس تسمى بالأعراف . **على مستوى الماتريس (الحشوة) و خلال حلقة كريبس (+الخطوة التحضيرية) :** - يتم هدم حمض البيروفيك عبر تفاعلات نزع CO_2 وتفاعلات نزع الهيدروجين. - تكون مركبات مرجعة (مرافقات انزيمية) ($NADH,H^+$, $FADH_2$ أو RH_2) - تركيب ATP . المعادلة الاجمالية من حمض البيروفيك الى حلقة كريبس $2pyruvate + 8NAD^+ + 2FAD + 2ADP + 2P_i + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 8NADH + 8H^+ + 2FADH_2 + 2ATP$ **على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري (الفسفرة التأكسدية) :** - يتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري أكسدة مرافقات الإنزيم ($NADH,H^+$ و $FADH_2$) : $FADH_2 \longrightarrow FAD + 2e^- + 2H^+$ $NADH,H^+ \longrightarrow NAD^+ + 2e^- + 2H^+$ - تنتقل الإلكترونات الناتجة عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات المتواجدة بالغشاء الداخلي للميتوكندري(**السلسلة التنفسية**) ,حيث تكون مختلف النواقل مرتبة حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد , خلال هذا النقل تتحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات (H^+) من المادة الأساسية إلى الفراغ بين الغشائين فيتكون تدرج في تركيز H^+ من جهتي الغشاء الداخلي للميتوكندري . - يتم ارجاع O_2 (آخر مستقبل للالكترونات) وتكون H_2O $1/2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O$ - تسمح الطاقة المتحررة من تدفق البروتونات من الفراغ بين الغشائين إلى الحشوة عبر الـ ATP سنتاز(الكرية المذنبة) بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) إنها الفسفرة التأكسدية. $ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{ATP سنتاز}} ATP + H_2O$ حصيلة الفسفرة التأكسدية :

	$12\,R'H_2 + 6\,O_2 + 34\,ADP + 34\,Pi \longrightarrow 12\,H_2O + 12\,R' + 34\,ATP$
الخاتمة	دور الميتوكندري في انتاج ATP يعود إلى بنيتها وتركيبها الكيميائي المميز , حيث لكل من الغشاء الداخلي للميتوكندري والمادة الأساسية **وظيفة نوعية في سيرورة** عملية التنفس. - فالحشوة تحتوي على عدة إنزيمات من نوع نازعات الهيدروجين والكربوكسيل و نازعات الهيدروجين , التي تستعمل عوامل مساعدة تسمى المرافقات الإنزيمية أهمها (NAD^+ والـ FAD),والـ ATP . - يتميز الغشاء الداخلي للميتوكوندري بوجود نواقل البروتونات و/أو الإلكترونات التي تشكل سلاسل الأكسدة والإرجاع و وجود الـ ATP سنتاز.

التمرين الرابع

I -1 – أ – رسم تخطيطي لما فوق بنية الميتوكندري :



وصف بنية الميتوكندري :

- تبدي الميتوكوندريات بنية مجزأة يحيط بها غلاف مزدوج يتألف من غشاءين بلازميين ، يرسل الداخلي منهما نتوءات تدعى الأعراف الميتوكوندرية التي يرتبط عددها بالشروط الهوائية للوسط.

يشغل تجويف الميتوكوندري مادة أساسية.

2 – تعليل العبارات التالية :

<u>إحتواء الغشاء الداخلي للميتوكندري على أعراف :</u>

- لزيادة مساحة غشاء السطح الداخلي مما يزيد في فعالية الميتوكندري للقيام بعملياتها الحيوية (الفسفرة التأكسدية).

تستطيع الميتوكندري إصدار معلومات وراثية لبناء بعض الأنزيمات دون الرجوع إلى النواة :

- لإحتوائها على جزيئات DNA وبعض البروتينات والريبوزومات .

<u>تكون الأغشية الداخلية للميتوكندري أغنى بالبروتين منها بالدهون :</u>

- لأن هذه الأغشية تحتوي على أنزيمات التنفس وهي بروتينات مثل ATP سنتاز ونواقل الالكترونات والبروتونات.

II-1 ـ أ وصف (تحليل) تطور تركيز H^+ في المحلول :

- قبل إضافة O_2 كان تركيز H^+ منعدما.
- مباشرة بعد إضافة O_2 نلاحظ ارتفاعا سريعا في تركيز H^+ حتى يصل إلى قيمة قصوى تقدر بـ $45.10^{-9}mol/L$ تقريبا.
- بعد ذلك نلاحظ انخفاضا تدريجيا في تركيز H^+ إلى ان تعود إلى القيمة الأصلية بعد مرور 4دقائق من إضافة O_2.

ب ـ تفسير التغير في تركيز H^+ المسجل بعد إضافة O_2 :

- يرجع ارتفاع تركيز H^+ في المحلول مباشرة بعد إضافة O_2 إلى خروج البروتونات H^+ الناتجة عن أكسدة معطي الإلكترونات $NADH,H^+$ من داخل الماتريس (الحشوة) الى الفراغ بين الغشائين ثم منه الى الوسط الخارجي.
- يعود انخفاض تركيز البروتونات التدريجي والبطيء في الوسط الخارجي إلى دخول البروتونات H^+ من الوسط الخارجي الى الداخل أي الى الحشوة عبر الكريات المذنبة مرورا بالفراغ بين غشائين.

2 ـ أ ـ وصف التفاعلات التي حدثت على مستوى المحاليل 1و2و3:

- المحلول1 : أكسدة $NADH,H^+$ على مستوى المركب I ، مما سمح بارجاع المركب T2 .
- المحلول2 : أكسدة المركب T2 المرجع من طرف المركب T3 ، مما يسمح بارجاع المركب T4.
- المحلول3 : أكسدة المركب T4 المرجع من طرف المركب T5 ، مما يسمح بارجاع O_2 إلى H_20.

ب ـ استنتاج دور المركبات البروتينية T1 و T3 و T5 في تفاعلات استهلاك الاكسجين على مستوى الميتوكندري :

- تتدخل مركبات الغشاء الداخلي للميتوكندري في سلسلة تفاعلات اكسدة وارجاع حيث تنتقل الالكترونات من المعطي $NADH,H^+$ إلى المستقبل النهائي O2 (ارجاع) . يرتبط الاكسجين المرجع O^{-2} مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء.

3 ـ أ ـ تفسير النتائج :

خلال الفترة t_1-t_2 :

- عند إضافة معطي للالكترونات (السوكسينات) وفي غياب الـ ADP و Pi ، نسجل ثبات تركيز O2 في الوسط يعود لعدم استهلاكه (عدم ارجاع O_2 الى H_20) ،بسبب عدم اكسدة معطي للالكترونات (السوكسينات) خلال هذه الفترة لا يتم تركيب الـ ATP لغياب ADP و Pi من جهة وغياب درج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري .

خلال الفترة t_2-t_3 :

- في وجود السوكسينات وعند إضافة ADP و Pi نسجل انخفاض حاد في تركيز الأكسجين (استهلاك شديد) يعود ذلك الى ارجاع الاوكسجين بواسطة الالكترونات الناتجة عن اكسدة معطي الالكترونات.
- خلال هذه الفترة يتم تركيب الـ ATP لتوفر ADP و Pi مع وجود تدرج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري نتيجة اكسدة معطي الالكترونات (زيادة سرعة تركيب ATP من طرف الكريات المذنبة انطلاقا من ADP، يؤدي ذلك الى زيادة اشتغال السلسلة التنفسية واستهلاك اكثر لـ O_2).

خلال الفترة t_3-t_4 :

- عند إضافة الاوليغوميسن المثبط لانزيم ATP سنتاز نسجل انخفاض طفيف في تركيز الاكسجين (استهلاك ضعيف) نتيجة انخفاض اشتغال السلسلة التنفسية يرجع ذلك الى الاكسدة الضعفية لمعطي الكترونات (السوكسينات)
- خلال هذه الفترة لا يتم تركيب الـ ATP رغم توفر ADP و Pi ووجود تدرج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندري لغياب الطاقة الازمة لفسفرة ADP وغياب تنشيط انزيم ATP سنتاز بسبب عدم تدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة.

بعد t4 :

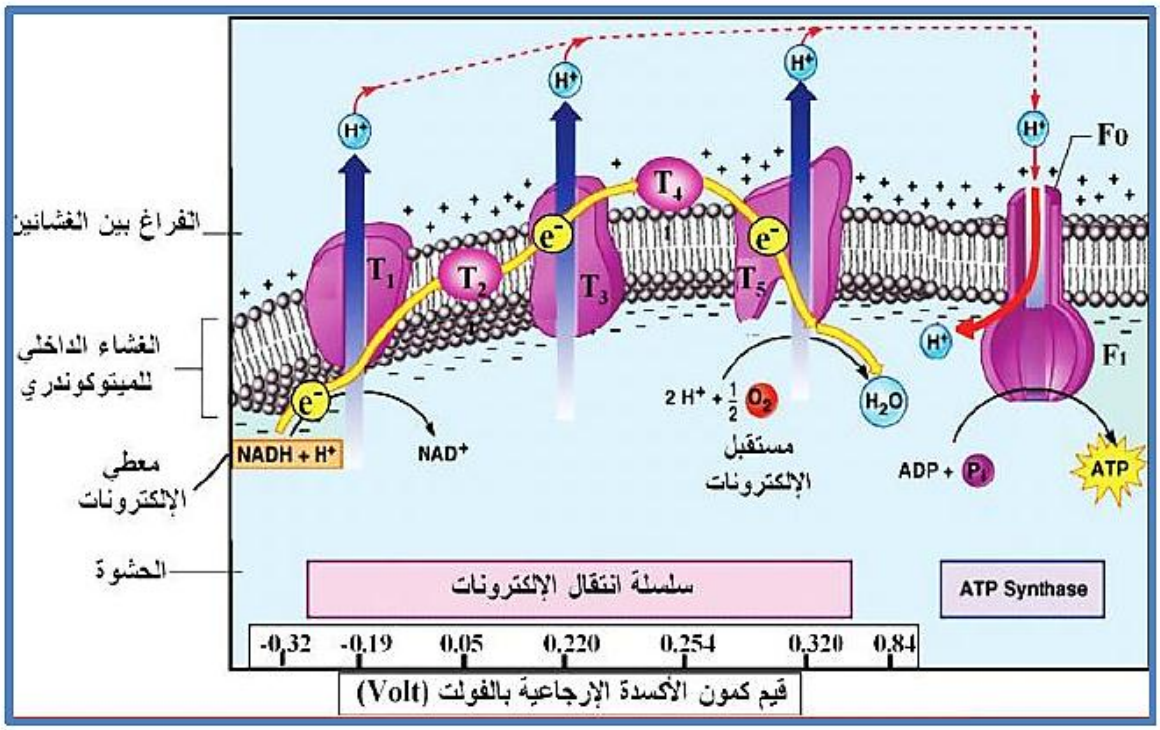
- عند إضافة fccp نسجل انخفاض سريع في تركيز الاكسجين (استهلاك شديد) يعود ذلك الى ارجاعه بواسطة الالكترونات الناتجة عن اكسدة معطي الالكترونات .
- خلال هذه الفترة لا يتم تركيب الـ ATP لان الغشاء الداخلي يصبح نفود للبروتونات مما يؤدي الى غياب تدرج البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي ، وبالتالي عدم تركيب الـ ATP من طرف الكريات المدنبة

ب – الاستخلاص :

مفهوم الازدواجية بين الفسفرة و التأكسدية التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري:

- يطلق على الترابط الوثيق بين الأكسدة (انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية) والفسفرة (تركيب ATP) مصطلح الازدواجية ، والذي يعني أن الفسفرة تعتمد على حدوث الأكسدة ، وان تثبيط انتقال الالكترونات يؤدي إلى تثبيط تركيب ATP.

III - رسم تخطيطي وظيفي العلاقة بين تفاعلات استهلاك O_2 وتركيب ATP على مستوى الميتوكندري (الفسفرة التأكسدية)



التمرين الخامس

I – 1 استغلال معطيات الوثيقة (1-أ) :

الانبوب3 : (الشاهد)

- في وجود كل من انزيم Luciférase + ATP + مادة Luciférine : نسجل حدوث ظاهرة التلألؤ البيولوجي (انبعات الضوء).
- من مقارنة الانبوب 2بـ 3 :في غياب جزيئات الـ ATP : لا تحدث ظاهرة التلألؤ البيولوجي
- من مقارنة الانبوب 1 بـ 3 : في غياب O2 : لا تحدث ظاهرة التلألؤ البيولوجي
- من مقارنة الانبوب 4 بـ3 :في غياب انزيم Luciférase : لا تحدث ظاهرة التلألؤ البيولوجي.
- من مقارنة الانبوب 5 بـ 3 : في غياب مادة التفاعل Luciférine : لا تحدث ظاهرة التلألؤ البيولوجي.

الاستخلاص :

شروط حدوث ظاهرة "التلألؤ البيولوجي : تتطلب حدوثها

- توفر انزيم Luciférase + ATP + مادة Luciférine والاكسجين معا.
- فالانزيم Luciférase يحفز تفاعل أكسدة مادة Luciférine في وجود O2 والـ ATP يرافق ذلك اصدار الضوء: اذن تم تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ضوئية

---

2 – تحليل نتائج الوثيقة (1-ب) :

- يمثل المنحى تغير سرعةالتفاعل المحفز بواسطة انزيم Luciférase (شدة الضوء ب% من الشدة القصوى) بدلالة تركيز الـ ATP في الوسط .
- عند التراكيز من 0 -200 ميكروغرام/ل ATP: نسجل زيادة سريعة في شدة الضوء المنبعث (علاقة طردية) لتصل الى القيمة 30% عند التركيز 200 ميكروغرام/ل ATP.
- عند التراكيز 200 ميكروغرام/ل ATP-800 :ارتفاع بطيء في % لشدة الضوء المنبعث من40 إلى حوالي 42% من الشدة القصوى.
- عند التراكيز 800 - 1200 ميكروغرام/ل ATP : نسجل ثبات % الضوء المنبعث تقريبا عند القيمة 42% (تشبع جزيئات الانزيم).

الاستنتاج :

- يمثل المنحنى السابق سرعة التفاعل الانزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل .
- فجزيئة الـ ATP تعتبر كذلك مادة التفاعل ، فهي تستهلك خلال تفاعل اكسدةluciférineالمحفز بواسطة انزيم Luciférase .

---

3 – تحليل نتائج الوثيقة (2) :

- يمثل المنحنى تغيرات تركيز الاكسجين في الوسط بدلالة الزمن وهذا بإضافة الغلوكوز ،حمض البيروفيك ،ADP وPi .
- قبل حقن الغلوكوز : ثبات تركيز O_2 الوسط عند القيمة الابتدائية $10\ mg.L^{-1}$ (عدم استهلاكO_2).
- عند حقن الغلوكوز : ثبات تركيز O_2 الوسط عند القيمة الابتدائية $10\ mg.L^{-1}$ (عدم استهلاكO_2).
- عند حقن حمض البيروفيك فقط : نسجل انخفاض طفيف في تركيز الاكسجين في الوسط.
- في ز=10 دقائق وعند حقن ADP وPi : نسجل في البداية انخفاض معتبر في تركيز الاوكسجين في الوسط يكون متبوعا بانخفاض قليل في تركيز الاكسجين في الوسط (نفاذ كمية ADP وPi المحقونة).

المعلومات المستخلصة :

- الميتوكندريات المعزولة لاتستعمل الغلوكوز كمادة ايضية وانما تستعمل حمض البيروفيك حيث يتم هدمه (اكسدة) داخل الميتوكندري باستعمال الاكسجين بالإضافة الى ADP وPi .
- هناك ازدواجية بين اكسدة مادة الايض (حمض البيروفيك) وتركيب الـ ATP : الطاقة

المحررة الناتجة عن اكسدة مادة الايض تسمح بتركيب ATP انطلاقا من ADP والفوسفات اللاعضوي Pi .

II - 1 –عنوان الوثيقة (3) :

- مخطط يوضح بعض تفاعلات الفسفرة التأكسدية التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميوكندري (الأعراف) .

2 – تسمية البيانات :

1	غشاء داخلي	8	R (ناقل مؤكسد)
2	فراغ بين غشائين	9	بروتونات H^+
3	غشاء خارجي	10	ADP+P
4	حشوة (ستروما)	11	ATP
5	كرية مذنبة (ATP سنتاز)	12	O_2
6	عرف	13	H_2O
7	الكترونات e^-		

3 – كتابة التفاعلات:

- **أكسدة النواقل المرجعة RH2**

$$RH_2 \text{ ----------> } R + 2H^+ + 2e^-$$

- **تفاعل فسفرة ADP إلى ATP**

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{ATP سنتاز}} ATP + H_2O$$

III -التبيان : الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكوندرى (مع الاشارة إلى التفاعلات الكيميائية):

- يعتبر حمض البيروفيك الناتج من التحلل السكري هو مادة الايض الذي يتعرض للتفكيك على مستوى الميتوكوندري, وبالضبط على مستوى الحشوة خلال المراحل التالية:

الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس :

- يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم-أ- و هذا بـ :
- نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO_2 E. CO_2= 0)
- نزع الهيدروجين ، تحت تأثير أنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع نواقل الهيدروجين

$$CH_3 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - COOH + COSA - SH \xrightarrow{CO_2} CH_3 - C - S - COA$$

حمض البيروفيك (أ) مرافق الأنزيم NAD^+ $NADH.H^+$ أستيل مرافق الإنزيم (أ)

حلقة كريبس :

- يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ـ أ ـ مع مستقبل رباعي الكربون C4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C6)
- يطرأ على المركب C6 سلسلة من العمليات يتم فيها نزع ثاني أكسيد الكربون (مؤدية إلى تمعدن الركيزة (مادة التفاعل) العضوية إلىCO_2) وسلسلة من العمليات يتم فيها نزع الهيدروجين مؤدية إلى إرجاع نواقل الهيدروجين .
- تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C4 و فسفرة الـADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي(Pi).
- ـ ينتج عن كل حلقة (حلقة كربس)
- ـ جزيئتان من CO_2
- ـ جزيئة واحدة من ATP
- ـ جزيئة واحدة من FADH2
- ـ ثلاث جزيئات من $NADH,H^+$

$$Acetyl\text{-}CoA + 3NAD^+ + FAD + ADP + Pi \longrightarrow CO_2 + 3NADH,3H + FADH_2 + ATP + CoA\text{-}SH$$

الفسفرة التأكسدية :

تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري

ـ تعطي النواقل المُرجعة ($NADH,H^+$) و (FADH2) الإلكترونات لسلسلة الأكسدة و الإرجاع ،التي تكون فيها مختلف النواقل مرتبة حسب كمون الأكسدة و الإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية.

ـ يكون ثاني الأكسجين (O2) المستقبل النهائي للإلكترونات في السلسلة التنفسية.

يرتبط ثاني الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء :

$$O_2 + 4é + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$$

ـ تسمح تفاعلات الأكسدة و الإرجاع التي تتم على طول السلسلة التنفسية بضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين مولدا بذلك تدرجا للبروتونات في هذا المستوى.

ـ يتم تشتت هذا التدرج الإلكتروكيميائي (البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين) بسيل (تدفق) عائد من البروتونات نحو المادة الأساسية بالانتشار عبر الـ ATP سنتيتاز .

ـ تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرات المذنبة **إنها الفسفرة التأكسدية.**

$$ADP + PI \longrightarrow ATP + H2O$$

ATP سنتيتاز

التمرين السادس

I- 1 –
التعرف على بيانات الوثيقة1 :

1	2	3	4	5	6
CO_2	O_2	H_2O	ATP	حمض ابيروفيك	مادة عضوية (الغلوكوز)

– التعرف على العضيتين :
- **العضية (س) :** صانعة خضراء
- **العضية (ع) :** ميتوكندري

2 – تحديد الآليات المنتجة لـ ATP في الخلية ذاتية التغذية خلال النهار (في وجود الضوء) :

يتم إنتاج الـ ATP في **الخلية ذاتية التغذية** (اليخضورية) بآليتين:
- أثناء تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية (ATP) خلال التفاعلات الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي على مستوى الصانعة الخضراء.
- أثناء تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP خلال عملية التنفس الخلوي.
  - التحلل السكري (على مستوى الهيولى)
  - التأكسدات التنفسية (على مستوى حشوة الميتوكندري): الخطوة التحضيرية +حلقة كريبس.
  - الفسفرة التأكسدية : على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري

3 – المعادلة الكيميائية الاجمالية للظاهرة التي تحدث على مستوى :
- **الصانعة الخضراء :** تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية (التركيب الضوئي).

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

- **الميتوكندري :**التنفس (الاكسدة الخلوية)

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{إنزيمات تنفسية}} 6CO_2 + 12H_2O + \text{طاقة}$$

4 – شرح دور جزيئات الـ ATP في الازدواجية الطاقوية

جزيئات ATP مركبات غنية بالطاقة
- يعتبر الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) مركبا غنيا بالطاقة لإحتوائه على رابطتين غنيتين بالطاقة .عند إماهة الرابطة الأخيرة يمكن تحرير طاقة تستعمل في العديد من الوظائف التي تقوم بها الخلية.

دور جزيئات الـ ATP في الازدواجية الطاقوية
- تلعب جزيئات الـ **ATP** دور وسيط طاقوي في التفاعلات الأيضية حيث ان :
- اماهته تحرر طاقة تستعمل في مختلف الوظائف التي تقوم بها الخلية (تفاعلات مستهلكة للطاقة).

و يتم تجديد **ATP** انطلاقا من الـ ADP و الـ Pi باستعمال الطاقة الناتجة من تفاعلات هدم مادة الايض خلال عملية التنفس والتخمر (تفاعلات محررة للطاقة).

$$ATP + H_2O \underset{\text{فسفرة}}{\overset{\text{إماهة}}{\rightleftharpoons}} ADP + Pi + \text{طاقة}$$

معلومة مكملة :
- **يقصد بالازدواجية الطاقوية : التكامل الطاقوي بين تفاعلين أحدهما ناشر (محرر) للطاقة و الآخر مستهلك لها .**

II- 1 – تحليل نتائج الجربة :
التجربة A:
- من ز=0 –ز=20 ثانية وفي الوسط ذو PH= 8 بينما داخل تجويف التيلاكويد حامضي=4 وفي وجود ADP وPi: نسجل ارتفاع سريع في كمية ATP المتشكلة لتصل بعد 20 دقيقة الى ان تصل الى 100nmol ATP.mg-1.
- من ز=20-ز=60 ثانية : تبقى كمية ATP ثابتة في حدود 100nmol ATP.mg^{-1}.

التجربة B:

- تيلاكويدات ذات PH=4 موضوعة في وسط ذو PH4 :تكون كمية ATP المتشكلة منعدمة خلال 40ثانية الاولى , بعد ذلك ترفع لتصل الى قيمة قدرها 44 $nmol\ ATP.mg^{-1}$ بعد52 ثانية من بداية تجربة وتبقى ثابتة عند هذه القيمة الى غاية نهاية التجربة (60 ثانية).

التجربة C :

- تيلاكويدات ذات PH=8 موضوعة في وسط ذو PH4: تكون كمية ATP المتشكلة منعدمة خلال 40 ثانية الأولى كذلك لكن بعد ذلك نسجل ارتفاع ضعيف في كمية ATP المتشكلة لتصل الى 10 $nmol\ ATP.mg^{-1}$ بعد 55 ثانية من بداية التجربة وتبقى ثابتة عند هذه القيمة الى غاية نهاية التجربة (60 ثانية).

الاستنتاج :

شروط تركيب الـ ATP :

- وجود تدرج في تركيز ال H^+ على جانبي غشاء التلاكوئيد بحيث يكون تركيز ال H^+ داخل التلاكوئيد (وسط حامضي) أكبر من تركيزها في الوسط خارج التلاكوئيد(اقاعدي).
- وجود ال ADP و Pi .

2 - آلية تركيب الـ ATP انطلاقا من ADP وPi في المرحلة (A) من التجربة وتحديد مصدر الطاقة التي أدت إلى تشكل الـ ATP:

- إن أكسدة و إرجاع النظامين الضوئيين (PS I و PS II) يتسبب في تكديس البروتونات (H^+) في تجويف التلاكوئيد نتيجة التحلل الضوئي للماء ، فتصبح درجة حموضة (PH) تجويف التلاكوئيد حامضي بينما الستروما يكون قاعديا مما يؤدي إلى تدفق البروتونات عبر قناة بالكريات المذنبة من التجويف إلى الستروما هذا التدفق يساهم في تنشيط الإنزيم ATP سنتيتاز الذي يقوم بتشكيل رابطة كيميائية بين الـ ADP و Pi باستعمال الطاقة المتحررة من تدفق البروتونات عبر هذا الانزيم (الكرية المذنبة) ليركب الـ ATP على مستوى الستروما.

3-أ – تعليل تسمية "سلسلة الأكسدة الارجاعية" :

- لأنه يتم على مستوى هذه السلسلة تتالي تفاعلات الأكسدة و الإرجاع بنقل بروتونات و إلكترونات. من ناقل غشائي إلى آخر على امتداد السلسلة .

ب - فرق كمون الأكسدة الإرجاعية بين الزوجين $R'/R'H_2$ و$½\ O_2/H_2O$:

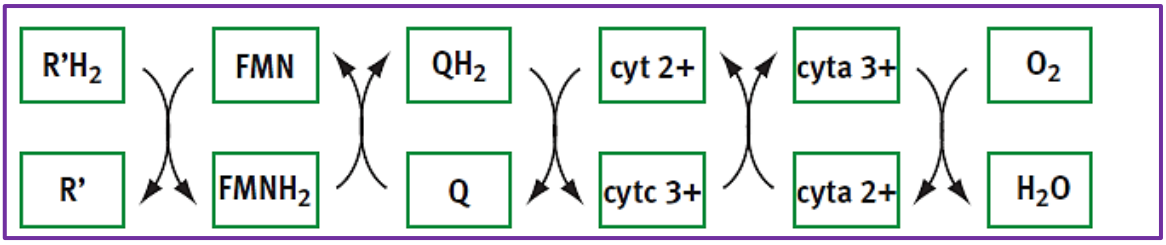
- $(R'/R'H_2) = -0,32\ V$ بينما يكون كمون الاكسدة الارجاعية للزوج $½\ O_2/H_2O$ يقدر بـ $+0,82\ V$

اذن $\Delta E_0 = 0.82-(-0.320)=1.14mv$

الاستنتاج :

- إن فرق الكمون $\Delta E0$ بين الثنائيتين كبير، أي هناك انخفاض معتبر في طاقة الإلكترون نتيجة تحررها أثناء انتقاله.
- الطاقة المتحررة تستعمل في إخراج البروتونات عكس تدرج التركيز(ضخ البروتونات) من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين

ج – تكملة الوثيقة (3-ب) :



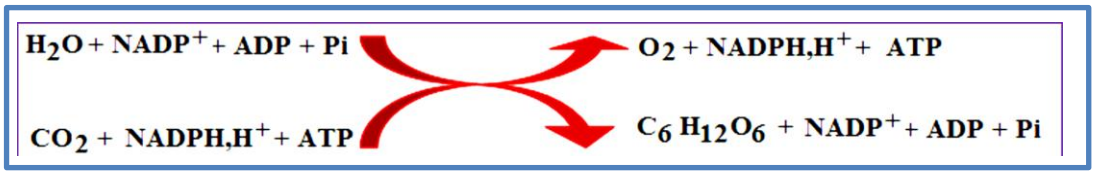
الآلية الفيزيائية المعتمدة :

- تنتقل الإلكترونات بصورة تلقائية من ناقل ذي كمون أكسدة و إرجاع منخفض إلى ناقل ذي كمون أكسدة و إرجاع مرتفع (وفق تدرج كمون الأكسدة الإرجاعية) .

III –

تبيان وجود ازدواجية طاقوية على مستوى الصانعة الخضراء :

- **خلال المرحلة الكيموضوئية :** الطاقة الناتجة عن الأكسدة الضوئية للماء و إرجاع المستقبل تستغل في فسفرة الـ ADP في وجود الـ Pi لتركيب الـ ATP .
- **خلال المرحلة الكيموحيوية** : تستغل الطاقة المتشكلة في المرحلة الكيموضوئية في تنشيط إرجاع الـ CO_2 و تركيب المادة العضوية .



تبيان وجود ازدواجية بين تفاعلات الاكسدة والارجاع وتركيب الـ ATP على مستوى الميتوكندري :

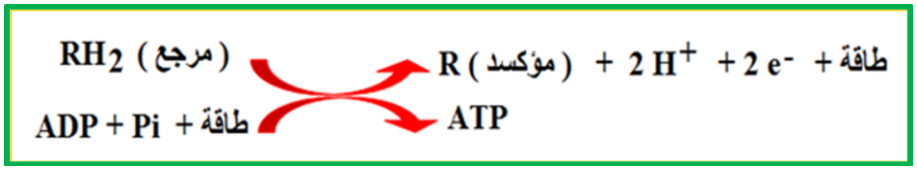
- يرجع تشكيل الـ **ATP** إلى تدخل الطاقة المحررة أثناء حدوث تفاعلات الأكسدة و الإرجاع على مستوى غشاء الداخلي للميتوكندري (السلسلة التنفسية).

تفاعل الاكسدة والارجاع

$$RH_2 \text{ (مرجع)} \text{ ----> } R \text{ (مؤكسد)} + 2H^+ + 2e^- + \text{طاقة}$$

تفاعل تركيب الـ ATP

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \text{ -----> } ATP$$



التمرين السابع :

الجزء1 :

1 – تحديد مصير حمض البيروفيك عل مستوى الخلية العضلية :

على مستوى السيتوبلازم :

- ارجاع حمض البيروفيك (يتحول حمض البيروفيك إلى حمض اللبن

المعادلة الكيميائية :

حمض البيروفيك + $NADH.H^+$ ⟵ حمض اللبن + NAD^+

على مستوى الميتوكندري :

- اكسدة حمض البيروفيك في حشوة الميتوكندري إلى استيل المرافق الانزيمي (أ) تحت تأثير إنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع المرافق الإنزيمي NAD^+ إلى $NADH,H^+$ ونزع CO_2 تحت تأثير إنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون .

المعادلة الكيميائية :

$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + HSCoA + NAD^+ \longrightarrow CH_3\text{-}CO\sim ScoA + CO_2 + NADH,H^+$$

حمض البيروفيك — مرافق الأنزيم (أ) — استيل مرافق الأنزيم

- خلال حلقة كريبس يتم الهدم (أكسدة) الكلي للاستيل (C2) بنزع الهيدروجين وارجاع المرافقات الانزيمية NAD^+ و FAD ونزع CO2 مع انتاج جزيئة ATP

المعادلة الكيميائية الاجمالية :

$$acetyl\ CoA + 3\ NAD^+ + FAD + ADP + P_i + 3\ H_2O \longrightarrow 2\ CO_2 + 3\ NADH + 3\ H^+ + FADH_2 + ATP + CoA$$

2 – حساب الحصيلة الطاقوية (عدد جزيئات ATP) لهدم جزيئة واحدة حمض البيروفيك داخل الميتوكندري :

الطاقة المتحررة من أكسدة $NADH.H^+$ تعادل 3ATP والطاقة المتحررة من أكسدة FADH2 تعادل 2ATP .

- تركيب الـ ATP بطريقة مباشرة..... 1 (ATP)
- أكسدة النواقل المرجعة (خلال الفسفرة التأكسدية) : 4 ($NADH.H^+$) يعادل (ATP 3X4) يساوي 12ATP
- أكسدة النواقل المرجعة (خلال الفسفرة التأكسدية) : 1 (FADH2) يعادل (ATP 2X2) يساوي 2 ATP
- اذن الحصيلة تقدر بـ : **15 ATP**

الجزء2 :

1 - المقارنة بين النتائج المحصل عليها عند الشخص المعالج والشخص غير المعالج بمادة INTI :

- تركيز حمض اللبن في الدم في حالة راحة عند الشخص المعالج بمادة INTI (أكبر من 5 mmole في اللتر) يفوق تركيزه عند الشخص المعالج (1 mmole في اللتر) ;
- PH الدم عند الشخص المعالج حامضي مقارنة مع PH الدم عند الشخص غير المعالج (عادي) .
- ميتوكندريات الشخص المعالج تتميز بقلة كل من الاعراف وبروتينات السلسلة التنفسية مقارنة مع الشخص غير المعالج ;

الاستنتاج :

- المسلك الايضي الذي يتأثر بمادة INTI هو التنفس الخلوي (المسلك الهوائي) .

2 – تفسير تركيب ATP في الحالة العادية :

- تتأكسد المرافقات الانزيمية المرجعة $NADH.H^+$, FADH2 على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري , الإلكترونات الناتجة تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات (مركبات السلسلة التنفسية) .
- أثناء انتقال الإلكترونات ضمن السلسلة التنفسية، تتحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات (H+) عبر بعض النواقل من المادة الأساسية إلى الفراغ بين الغشائين فيتشكل تدرج في تركيز البروتونات H^+ (تدرج كهروكيميائي) .
- رجوع H^+ من الفراغ بين الغشائين إلى الحشوة عبر الكريات المذنبة (ATP) , تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP

تأثير الخلل الملاحظ :

- المركب CI للسلسلة التنفسية غير وظيفي (توقف عمل السسلة التنفسية) , ينجم عن ذلك عدم اكسدة $NADH.H^+$ وبالتالي ضعف تركيب ATP (المتشكلة خلال التحلل السكري) .

الجزء3 :

اسباب الاعراض الملاحظة في الحالتين (حالة استعمال INTI وحالة داء MELAS) :

- سواء بالنسبة للأشخاص المعالجين بـ INTI أو الاشخاص المصابين بداء MELAS , هناك خلل وظيفي على مستوى الميتوكندري ;
- لا يتم اكسدة حمض البيروفيك على مستوى الميتوكندري , فحمض البيروفيك الناتج عن التحلل السكري يتم اكسدته جزئيا في السيتوبلازم إلى حمض اللبن . يسمح هذا بتجديد النواقل NAD^+ .
- خلال التخمر اللبني ينتج حمض اللبن وتراكمه يسبب ارتفاع حموضة الدم , كما ان الطاقة الناتجة تكون ضعيفة (2ATP) مما يسبب الشعور بالعياء .

التمرين الثامن :

الجزء1 :

1 -

	تسمية المرحلة	مقر حدوثها	نوع التفاعلات الكيميائية
الشكل ـأ	التحلل السكري	السيتوبلازم	- تفاعلات اكسدة وارجاع - تركيب ATP (فسفرة)
الشكل ـب	حلقة كريبس	حشوة الميتوكندري	- اكسدة وارجاع - نزع مجموعة الكربوكسيل - تركيب ATP
الشكل ـج	الفسفرة التأكسدية	الغشاء الداخلي للميتوكندري (الأعراف)	- اكسدة وارجاع - تركيب ATP (فسفرة)

2 – تبيان بان مختلف المراحل تعتمد على بعضها البعض :

- مرحلة التحلل السكري شرط أساسي لحدوث حلقة كريبس . الغلوكوز يعتبر المادة الايضية الأكثر وفرة في الخلية , فهو لا ينفذ إلى داخل الميتوكندري : يجب أولا تحويله إلى حمض البيروفيك (خلال مرحلة التحلل السكري) الذي ينفذ إلى داخل الميتوكندري و " تغذية" حلقة كريبس .
- حلقة كريبس (وبدرجة أقل التحلل السكري) تنتج كمية كبيرة من النواقل المرجعة $R'H2$. تتأكسد هذه النواقل من قبل السلسلة التنفسية خلال مرحلة الفسفرة التأكسدية . بالإضافة على ذلك , فإن السلسلة التنفسية تجدد نواقل الهيدروجين في الحالة المؤكسدة , والتي تسمح باستمرارية حلقة كريبس والتحلل السكري .
- إذن المراحل الثلاث الاساسية للتنفس الخلوي مرتبطة ببعضها البعض.

مقارنة إنتاج ATP خلال المراحل الأساسية للتنفس :

- يتم إنتاج ATP خلال كل مرحلة من المراحل الثلاث الرئيسية للتنفس. ومع ذلك ، فإن تفاعلات الأكسدة النواقل المرجعة $R'H2$ التي تحدث بواسطة السلسلة التنفسية تنتج أكبر كمية من ATP ;
- خلال التحلل السكري : يتم انتاج 2ATP (طريقة مباشرة)
- خلال حلقتي كريبس : يتم انتاج 2ATP (طريقة مباشرة)
- اما خلال الفسفرة التأكسدية , فاكسدة النواقل المرجعة ($10 NADH.H^+$ و 2FADH2) تنتج طاقة تعادل 34ATP (طريقة غير مباشرة) .

الجزء2 :

1 – تحليل النتائج :

- يمثل المنحنى تغير تركيز الاكسجين في الوسط بدلالة المواد المضافة خلال مدة التجربة.
- عند حقن الغلوكوز يبقى تركيز O_2 ثابت عند القيمة الابتدائية (100).
- عند حقن حمض البيروفيك و السكسينات نلاحظ انخفاض في تركيز O_2 .
- عند حقن معطي للالكترونات (الاسكوربات) , نلاحظ كذلك انخفاض في تركيز O_2 .
- يؤدي إضافة المثبطات الانزيمية (Roténone, Antimycine وcyanure) إلى توقف استهلاك O_2 (ثبات تركيز O_2)

الاستنتاج (المعلومات المستخرجة) :

- الميتوكندري لا تستعمل الغلوكوز كمادة ايضية في التفاعلات المستهلكة لـ O_2 .
- الميتكوندري تستخدم حمض البيروفيك كمادة ايضية كما تستخدم السكسينات كذلك .

- يحتوي الغشاء الداخلي للميتوكندري على انزيمات التي تحفز تفاعلات الاكسدة التنفسية , انطلاقا من المواد المتشكلة في السيتوبلازم.

2 – تحديد دور O_2 خلال عملية التنفس الخلوي :

- يتدخل O_2 خلال تفاعلات أكسدة النواقل المرجعة $R'H2$ المنجزة من قبل السلسلة التنفسية : فهو المستقبل النهائي للإلكترونات , حيث يتم ارجاعه ليشكل الماء : $1/2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_20$
- ففي غياب O2 تتوقف مجموعة تفاعلات الاكسدة التنفسية.

3 – الاستدلال على وجود ازدواجية بين الاكسدة والفسفرة :

- لاحظنا من منحنى الوثيقة2 أن إضافة المضادة الحيوي antimycine يمنع انخفاض تركيز O2 (عدم أكسدة النواقل المرجعة) رغم توفر ADP و Pi , مما يشير أن antimycine يؤثر على تركيب ATP وبالتالي استهلاك الأكسجين (تأثير عكسي).
- كما لاحظنا ان إضافة مثبطات توقف عمل السلسلة التنفسية يؤدي إلى توقف استهلاك O2 (عدم اكسدة النواقل المرجعة) وبالتالي توقيف تركيب ATP .
- من خلال هذه التجربة يمكن اثبات وجود الترابط بين عملتي الأكسدة والفسفرة , فعند توقف فسفرة ADP إلى ATP تتوقف أكسدة النواقل المرجعة والعكس صحيح .
- يمكن إزالة هذا الترابط عن طريق مانع الإزدواجية مثل DNP الذي يقوم بإدخال سريع للبروتونات مما يؤدي إلى فقد الطاقة في صورة حرارة ويمنع تحويلها إلى ATP , مع انخفاض في تركيز O2 (حدوث أكسدة للنواقل المرجعة) .

التمرين التاسع :

الجزء1 :

1 – تحليل نتائج الوثيقة (2-أ) :

- **التجربة1 (الشاهد) :**

في وجود حويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري + $R'H_2 + O_2$, يتم تركيب ATP واكسدة المرافقات الانزيمية $R'H_2$.

- **من مقارنة التجربة (2) بـ (1) :** عند فصل الجزء الكروي F_1 , في هذه الحالة لا يوجد تركيب للـ ATP ولكن تتأكسد المرافقات الانزيمية المرجعة $R'H_2$.
- **من مقارنة التجربة (3) بـ (1) :** في غياب المرافقات الانزيمية المرجعة $R'H_2$, لا يتم تركيب ATP .

الاستنتاج :

- اكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة يتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري ويتطلب توفر الاكسجين.
- يتم تركيب ATP على مستوى الجزء الكروي من انزيم ATP سنتاز.
- تركيب ATP مرتبط بأكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة $R'H_2$ (وجود ازدواجية بين الفسفرة والاكسدة).

2 – تفسير نتائج الوثيقة (2-ب) :

- **التجربة1 :**

على مستوى الميتوكندري , أكسدة المرافقات الانزيمية وتركيب ATP مرتبط بتغير الـ PH . في البداية وفي وجود الأكسجين تحرر الميتوكندري البروتونات في الوسط (انخفاض PH الوسط) . هذه البروتونات تعود بسرعة إلى الميتوكندري (ارتفاع PH الوسط) . اي استهلاك الاكسجين واكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة (مصدر البروتونات المحرر من قبل الميتوكندري) تكون متزامنة (تحدث في نفس الوقت) .

- **التجربة2 :**

عند استبدال الميتوكندريات بحويصلات الغشاء الداخلي للميتوكندري , على عكس من ذلك نلاحظ ارتفاع PH الوسط (دخول البروتونات) ثم ينخفض (خروج البروتونات).

- اذن البروتونات الناتجة عن اكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة تنتقل من الحشوة إلى الفراغ بين الغشائين ومن تم إلى وسط الحضن . بعد ذلك تعود إلى الحشوة .

الجزء2 :

1 – كتابة البيانات :

9	8	7	6	5	4	3	2	1
واقل الالكترونات والبروتونات	ATPسنتاز	H_+	ATP	ADP+Pi	H2O	O2	R’	$R’H_2$

2 – تبيان كيف أن اكسدة المركبات $R’H_2$ المنتجة خلال التحلل السكري وأكسدة حمض البيروفيك خلال حلقة كريبس هي مصدر الـ ATP المنتجة خلال المرحلة التي تحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري :

- تتأكسد المرافقات الانزيمية المرجعة في وجود الاكسجين من خلال سلسلة الاكسدة/ارجاع (السلسلة التنفسية) المتواجدة في الغشاء الداخلي للميتوكندري محررة الكترونات وبروتونات. الإلكترونات الناتجة تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات المتواجدة بالغشاء الداخلي للميتوكندري حتى تصل إلى المستقبل النهائي بالسلسلة التنفسية وهو الأكسجين . يرتبط الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء
- أثناء انتقال الإلكترونات ضمن السلسلة التنفسية تتحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات من المادة الأساسية عبر نواقل الإلكترونات نحو الفراغ بين الغشائين مما يؤدي إلى زيادة تركيزها وبالتالي انخفاض الـ PH الوسط الخارجي وينتج عن ذلك تدرج كهروكيميائي على جانبي الغشاء .
- تعود البروتونات إلى الحشوة عبر ATP سنتاز محررة طاقة تستعمل في تركيب ATP عن طريق فسفرة ADP (الفسفرة التأكسدية).

التمرين العاشر:

الجزء1 :

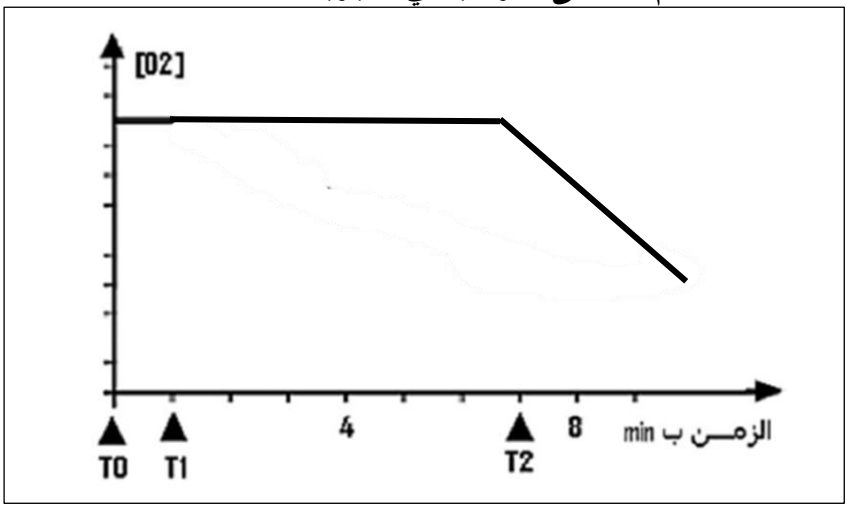
1 – تفسير النتائج :

- بين T0 – T1 : في وجود الميتوكندريات فقط , نلاحظ ثبات تركيز الاكسجين عند القيمة الابتدائية القصوى , يفسر ذلك بعدم استهلاكه من طرف الميتوكندري لغياب الركيزة المستعملة من طرف الميتوكندري.
- بعد الزمن T2 : عند إضافة سيانور البوتاسيوم KCN , نلاحظ توقف استهلاك الاكسجين حيث يبقى تركيزه ثابت , يفسر ذلك بعدم استهلاك الاكسجين (عدم إرجاعه) لان سيانور البوتاسيوم يوقف نشاط السلسلة التنفسية نتيجة كبح نواقل الالكترونات .

2 – تفسير كيفية تأثير السوكسينات على نشاط الميتوكندري :

- عند إضافة معطي للالكترونات (السوكسينات) , نسجل انخفاض حاد في تركيز الاوكسجين (استهلاك شديد) يعود ذلك إلى إرجاع الاوكسجين إلى الماء بواسطة الإلكترونات الناتجة عن أكسدة معطي للالكترونات.

3 – الشكل العام للمنحنى المرتقب في التجربة2 :



الجزء2 :

1 – تسمية المركبات المشار اليها بالاحرف :

A	B	C	D	E	F	G
حمض البيروفيك	الاستيل المرافق الانزيمي (أ)	$NADH.H^+$	CO_2	ATP	O_2	H_2O

2 – مصير حمض البيروفيك داخل الميتوكندري :

على مستوى المادة الأساسية : حلقة كريبس + الخطوة التحضيرية :

- يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية : أستيل مرافق الإنزيم (أ) وهو مركب ثنائي الكربون (C2) . يتم خلال هذا التفاعل أكسدة حمض البيروفيك تحت تأثير إنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع المرافق الإنزيمي NAD^+ إلى $NADH,H^+$ ونزع CO_2 تحت تأثير إنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO_2.
- يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ـ أ ـ مع مستقبل رباعي الكربون C_4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C_6)
- يطرأ على المركب C_6 سلسلة من العمليات يتم فيها نزع ثاني أكسيد الكربون (مؤدية إلى تمعدن الركيزة (مادة التفاعل) العضوية إلىCO_2) وسلسلة من العمليات يتم فيها نزع الهيدروجين مؤدية إلى إرجاع نواقل الهيدروجين ($NAD^+ \leftarrow NADH,H^+$) .
- تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C4 و فسفرة الـADP إلىATP في وجود الفوسفور اللاعضويPi).

التمرين الحادي عشر:

الجزء1 :

1 – المقارنة بين تكاثر السلالتين G و P في الزمن t_f:

- كلا وسطي الزرع تم في علبة بتري وفي نفس الشروط ولكن مظهر مستعمرات السلالتين مختلف : مستعمرات خميرة السلالة G لها قطر كبير بينما مستعمرات خميرة السلالة P لها قطر صغير.

الاستنتاج :

- تضاعف الخميرة من السلالة G اكثر مقارنة مع السلالة P.

2 – تفسير النتائج :

- يرافق تكاثر الخميرة تركيب المادة العضوية وعليه فعالية تركيب المادة العضوية كان أكثر في خميرة السلالة G منه في السلالة P .
- فكلا السلالتين تم زرعهما تحت نفس الشروط التجريبية , وبالاخص في وسط غني بالاكسجين يسمح إذن بالتنفس الخلوي . الاختلاف في فعالية تركيب المادة العضوية في خميرة السلالتين لا يعود إلى عوامل خارجية ولكن إلى عوامل داخلية وراثية .

الجزء2 :

1 – تفسير الاختلاف بين تكاثر السلالتين :

- تحتوي خميرة سلالة G على العديد من الميتوكوندريا ، ولا سيما الغشاء الداخلي لهذه الميتوكوندريا الذي يشكل العديد من الأعراف (أعراف نامية) .اما خمائر سلالة P فعدد الميتوكندريات أقل بثلاث مرات مقارنة مع السلالة G ، مع عدم وجود أعراف.
- وعليه الاختلاف في عدد وبنية الميتوكندريات هو مصدر الاختلاف في فعالية تركيب المادة العضوية عند السلالتين وبالتالي الاختلاف في تكاثرهما.

2 – استغلال معطيات الوثيقة3 :

- تلون مستعمرات خمائر السلالة G بالأحمر يفسر بارجاع triphényl-tétralozium إلى فورمازين وبالتالي عمل السلسلة التنفسية للميتوكندري فهي تستعمل مادة TP-TL مكان الأوكسجين كمستقبل نهائي لإلكترونات السلسلة التنفسية في الميتوكوندريات وبالتالي تعتمد هذه الخمائرمسلك التنفس الخلوي في وسط غني بالاكسجين لإنتاج الطاقة (ATP).
- عدم تلون مستعمرات خمائر السلالة P يفسر بعدم إرجاع triphényl-tétralozium إلى فورمازين , يدل ذلك على أن خلاياها لا تعتمد هذا المسلك (التنفس الخلوي).
- يؤكد ذلك عدد جزيئات الـ ATP المنتجة خلال هدم جزيئة جلوكوز تقدر بـ ATP38 لدى خمائر السلالة G (19 ضعف) مقارنة مع خمائر السلالة P التي أنتجت فقط ATP2.
- المردود الطاقوي للسلالة G تقدر بـ 20 ضعفا مقارنة مع المردود الطاقوي لخميرة السلالة P.

تحديد نوع الاستقلاب الطاقوي عند كل من السلالتين G و P :

- تتمكن خمائر السلالة G في الوسط الهوائي من الهدم الكلي لمادة الأيض (الجلوكوز) خلال عملية التنفس عبر مراحل تفككه (التحلل السكري) وحلقة كريبس والفسفرة التأكسدية, لذلك تنتج كمية كبيرة من الطاقة القابلة للاستعمال (ATP) تستعملها في تفاعلات تركيب مادتها العضوية تسمح لها بالتكاثر السريع .
- **المعادلة الاجمالية للتنفس الخلوي :**

إنزيمات تنفسية

$$C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{طاقة}$$

- خميرة السلالة P تلجأ إلى عملية التخمر الكحولي أي هدم جزئي لمادة الايض (غلوكوز) وبالتالي تحرير جزئي للطاقة , لذلك تنتج كمية قليلة من الطاقة القابلة للاستعمال (ATP) تستعملها في تفاعلات تركيب مادتها العضوية ينجم عن ذلك تكاثربطيء للخميرة P .
- **المعادلة الاجمالية للتخمر الكحولي :**

$$Glucose + 2ADP + 2Pi \longrightarrow 2\ Ethanol + 2ATP + 2CO_2$$

3 – تكملة الجدول

	إسم المرحلة	مقر حدوثها	المواد المتفاعلة المستعملة	النواتج المتشكلة	عدد جزيئات ATP المتشكلة
المرحلة الأولى	التحلل السكري	السيتوبلازم	غلوكوز $2NAD^+$	2 حمض البيروفيك $2NADH.H^+$	2
المرحلة الثانية	حلقة كريبس +الخطوة التحضيرية (نزع الكربوكسيل التأكسدية)	حشوة الميتوكندري	2 حمض البيروفيك $8NAD^+$ $2FAD^+$	$6CO_2$ $8NADH.H^+$ $2FADH_2$	2
المرحلة الثالثة	الفسفرة التأكسدية	أعراف الميتوكندري (الغشاء الداخلي)	$10NADH.H^+$ $2FADH_2$ $6O_2$	$10NAD^+$ $2FAD^+$ $12H_2O$	34

التمرين الثاني عشر

الجزء1 :

1) تناقص تركيز الاكسجين في t1 يرجع إلى :

د – نفاذ حمض البيروفيك داخل الميتوكندري.

الميتوكندريات لا تستهلك الغلوكوز (وجود أو غياب الغلوكوز لا يؤثر على ايض "استقلاب" الميتوكندري) ; وجود الاكسجين في المحلول.

2) ثبات تركيز الاكسجين بين t1 وt2 يدل على :

ب – الميتوكندريات لا تتنفس اطلاقا.

الميتوكندريات ليست ميتة لأن في t3 , تستهلك الاكسجين ; التحلل السكري لا يحدث في الميتوكندري .

3) إضافة حمض البيروفيك في t3 يؤدي إلى انخفاض تركيز الاكسجين لأن :

د – يستعمل حمض البيروفيك من طرف الميتوكندريات لانتاج ATP في وجود الاكسجين .

جزيء "لا يمتص" جزيء آخر: تعبير غير سليم.

من الأفضل , يتفاعل جزيء مع آخر خلال تفاعل كيميائي .

في وجود الاكسجين , يتم هدم حمض البيروفيك كليا بنزع الهيدروجين والكربوكسيل . الاكسجين هو المستقبل النهائي للإلكترونات المنتقلة عبر نواقل الإلكترونات (السلسلة التنفسية) .

4) في t4 وt5 إضافة ADP و Pi يسبب انخفاض في تركيز الاكسجين لأن :

د- تنفس الميتوكندري عبارة عن مجموعة من تفاعلات الاكسدة والارجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ADP وإرجاع الاكسجين مع تشكل جزيئات H_2O.

تنفس الميتوكندري هو مجموع تفاعلات اكسدة وإرجاع حيث توجد ازدواجية بين فسفرة ADP وإرجاع الاكسجين , ينتج عن ذلك جزيئات H_2O .

ارجاع الاكسجين يؤدي إلى تشكل الماء وليس CO_2 , هذا الاخير يتم انتاجه خلال حلقة كريبس (+الخطوة التحضيرية).

5) من خلال ملاحظة تغير تركيز الاكسجين بعد إضافة السيانور , يمكن ان نستنتج أن السيانور :

أ – يثبط تنفس الميتوكندري لان تركيز الاكسجين في الوسط ثابت.

السيانور يوقف عملية التنفس لأن في t6 بعد إضافة السيانور , يتوقف استهلاك (إرجاع) الاكسجين .

الجزء2 :

1 – تسمية البنيات والتفاعلات :

1	2	3	أ	ب	ج
الغشاء الداخلي للميتوكندري	كرية مذنبة (ATP سنتاز)	ناقل الإلكترونات والبروتونات	أكسدة نواقل الهيدروجين (المرافقات الانزيمية المرجعة)	إرجاع O_2	فسفرة ADP (تركيب ATP)

2 – تأثير غياب O_2 على الفسفرة التأكسدية :

- في غياب O_2 تتوقف الفسفرة التأكسدية وبالتالي توقف تركيب ATP بسبب توقف أكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة , فلا يتم ضخ البروتونات إلى الفراغ بين الغشائين لانعدام الطاقة الناتجة عن انتقال الالكترونات على طول السلسلة التنفسية وبالتالي غياب التدرج الكهروكيميائي (لا توجد الاسموزية الكيميائية) الضروري لتركيب الـ ATP.

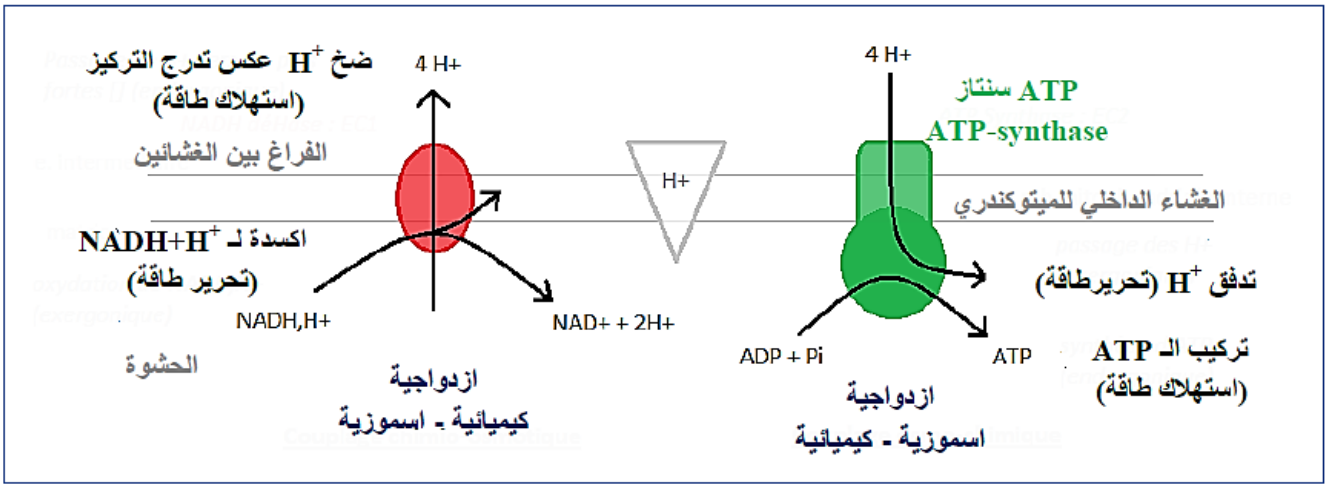
شرح النتيجة المتوقعة عند خفض PH الفراغ بين الغشائين في غياب O_2 :

- عند إضافة البروتونات H^+ (انخفاض PH) يؤدي ذلك إلى نشوء تدرج في تركيز البروتونات حتى اذا لم تكن سلسلة نقل الالكترونات (السلسلة التنفسية) تعمل , في هذه الحالة فإن انزيم ATP سنتاز يعمل ويركب الـ ATP .

3 – تبيان بان (ازدواجية الكيمو-اسموزية) تعبر عن كيفية عمل الميتوكندري وتركيب الـ ATP :

- على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري تحدث مجموعة التفاعلات خلال الاستقلاب الطاقوي تسمح بتكوين روابط تساهمية (فسفرة ADP إلى ATP) من خلال ظاهرة النقل الشاردي عبر الغشاء.
- اثناء انتقال الالكترونات الناتجة عن اكسدة المرافقات الانزيمية المرجعة عبر نواقل الالكترونات (السلسلة التنفسية) ضمن الغشاء الداخلي , تحرر طاقة تستعمل في ضخ البروتونات نحو الفراغ بين الغشائين , يتشكل نتيجة لذلك تدرج في تركيز البروتونات (فرق في PH) ; ازدواجية طاقوية (كيميائية – اسموزية).
- تعود البروتونات إلى الحشوة عبر انزيم ATP سنتاز يؤدي إلى تحفيز الانزيم على فسفرة ADP إلى ATP : تفاعل تلقائي ديناميكي حراري محرر للطاقة ; ازدواجية طاقوية (اسموزية – كيميائية) .

الرسم التخطيطي :



التمرين الثالث عشر

الجزء1 :

1 – أ - تحديد دور كل واحد من الأنزيمين LDH و MDH مع إبراز موقع عملهما داخل الخلية:

- يلاحظ أن الياف عضلات عدائي المسافات الطويلة غنية بالشعيرات الدموية والميتوكندريات ةتحتةي على تركيز قوي من انزيم MDH , بينما تحتوي الياف عضلات عدائي المسافات القصيرة على عدد صغير من الشعيرات الدموية ومن الميتكوندريات وتركيز قوي لأنزيم LHD ; يبين الشكل2 مسلكين لهدم حمض البيروفيك : مسلك لاهوائي (التخمر اللبني) و مسلك هوائي .
- دور أنزيم LDH : هو تحفيز تحول حمض البيروفيك إلى حمض اللبن , وذلك على مستوى سيتوبلازم الخلية.
- دور انزيم MDH : هو تحفيز هدم حمض البيروفيك الذي يعطي CO2 و RH2 وبالتالي فإن MDH تعمل على مستوى حشوة الميتوكندري.

ب - استنتاج طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي المسافات الطويلة وعند عدائي المسافات القصيرة :

- الالياف المهيمنة عند عدائي المسافات الطويلة غنية بالميتوكندريات وبأنزيم MDH , وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات هوائية (أكسدة تنفسية).

المعادلة الاجمالية :

إنزيمات تنفسية

$$C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{طاقة}$$

- الالياف المهيمنة عند عدائي المسافات القصيرة غنية بأنزيم LHD وتفتقر إلى الميتوكندريات , وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة هند هؤلاء العدائين هي تفاعلات لاهوائية (تخمر لبني).

المعادلة الاجمالية :

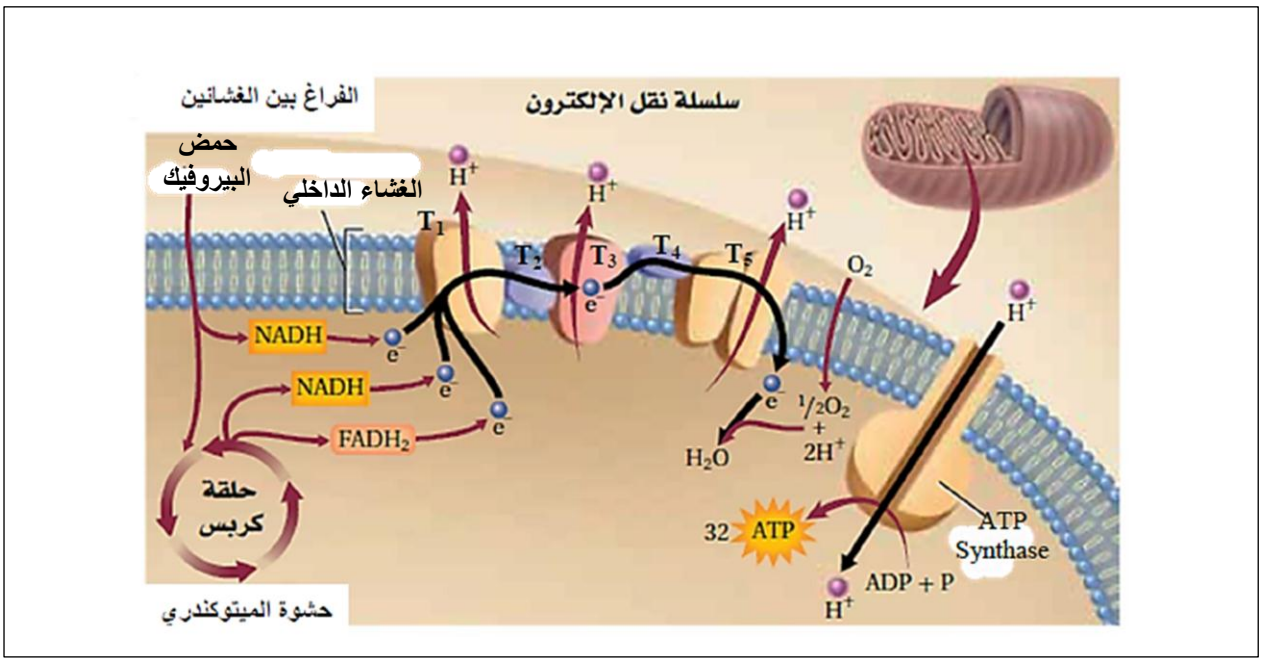
غلوكوز ⟵ 2 حمض اللبن + 2ATP

الجزء2 :

1 - تفسيركيفية تأثير مادة EPO على إنجازات عدائي المسافات الطويلة :

- يؤدي استعمال EPO إلى الزيادة في عدد الكريات الحمراء وبالتالي نقل كميات مهمة من الأكسجين إلى الالياف العضلية وبالتالي إلى الميتوكندري حيث يستعمل في تفاعلات السلسلة التنفسية (الفسفرة التأكسدية) , مما يرفع من كميات ATP المركبة والتي تزيد من تحسين الاداء الرياضي للعداء.

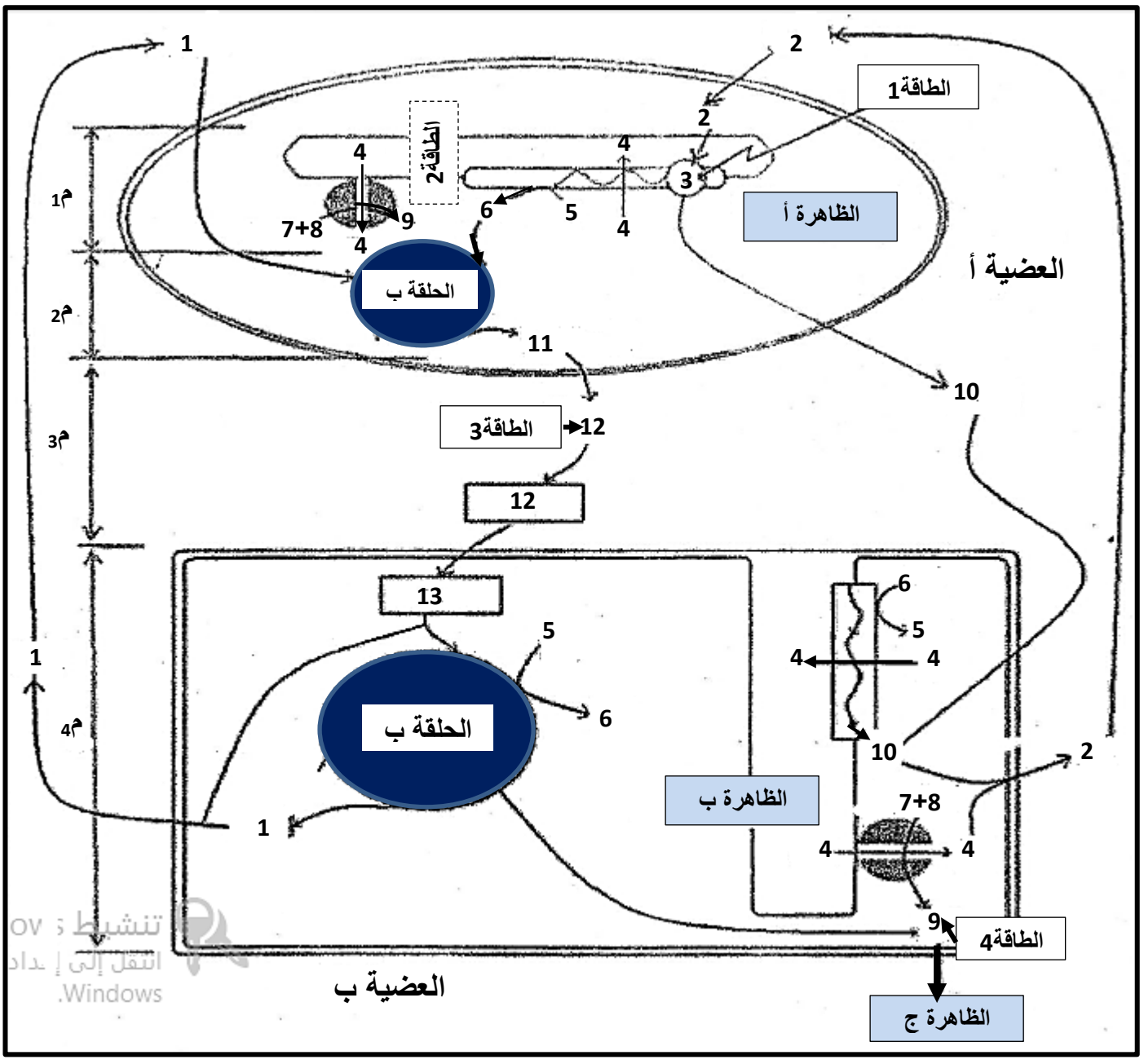
2 - رسم تخطيطي وظيفي على مستوى الميتوكندري , يوضح الآليات المؤدية إلى انتاج ATP الضرورية للنشاط العضلي :



الوحدة3 : تحويل الطاقة على المستوى مافوق البنية الخلوية

التمرين الأول :

تعرض الوثيقة الموالية رسما تخطيطيا يلخص آليات تحويل الطاقة في خلية حية.

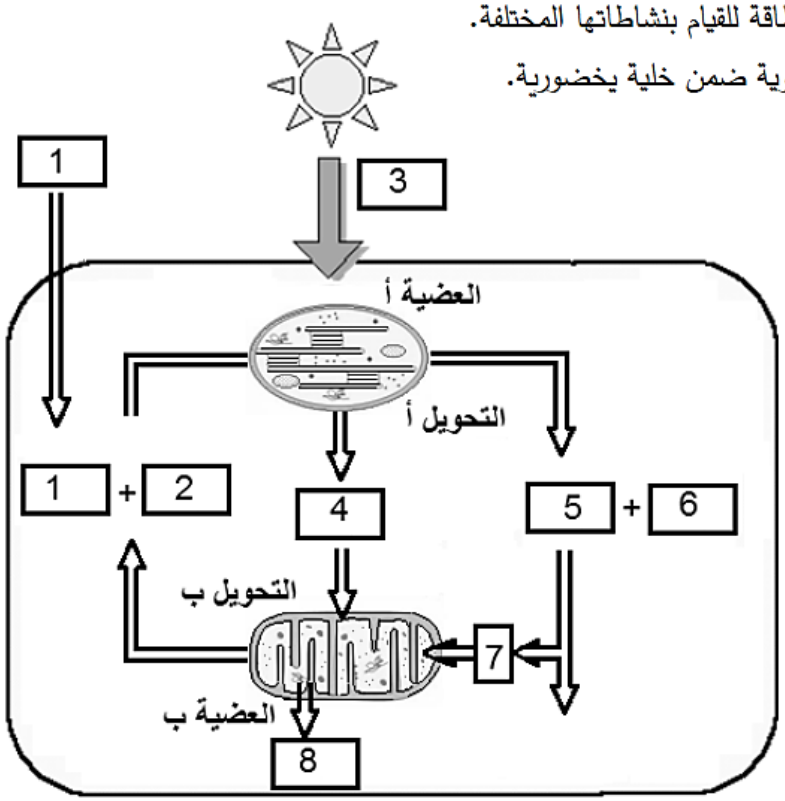


1 – أ ـ **سم** العضيتين أ و ب , ثم **حدد** المراحل م1 , م2 , م3 و م4 لكل منهما .
ب ـ **اكتب** بيانات الوثيقة من 1 إلى12 , ثم **سم** الظواهر والحلقات الممثلة عليها .
2 – أ – **لخص** الظاهرة (أ) بتفاعلاتها الأساسية.
ب – **أكتب** المعادلة الاساسية الملخصة لتفكيك الكلي لجزيئتين من العنصر 12 بمعزل عن الظاهرة (ب)
3 – **أذكر** اشكال الطاقة 1,2 ,3 و4.
4 – **لخص** في مخطط أهم التحولات الطاقوية (الازدواجية الطاقوية) التي تحدث خلال الظاهرتين (أ وب)

التمرين الثاني :

تحتاج الخلايا الحية باستمرار إلى طاقة للقيام بنشاطاتها المختلفة.

تُمَثِّلُ الوثيقة الموالية التحولات الطاقوية ضمن خلية يخضورية.



وثيقة تبين التحولات الطاقوية ضمن خلية يخضورية.

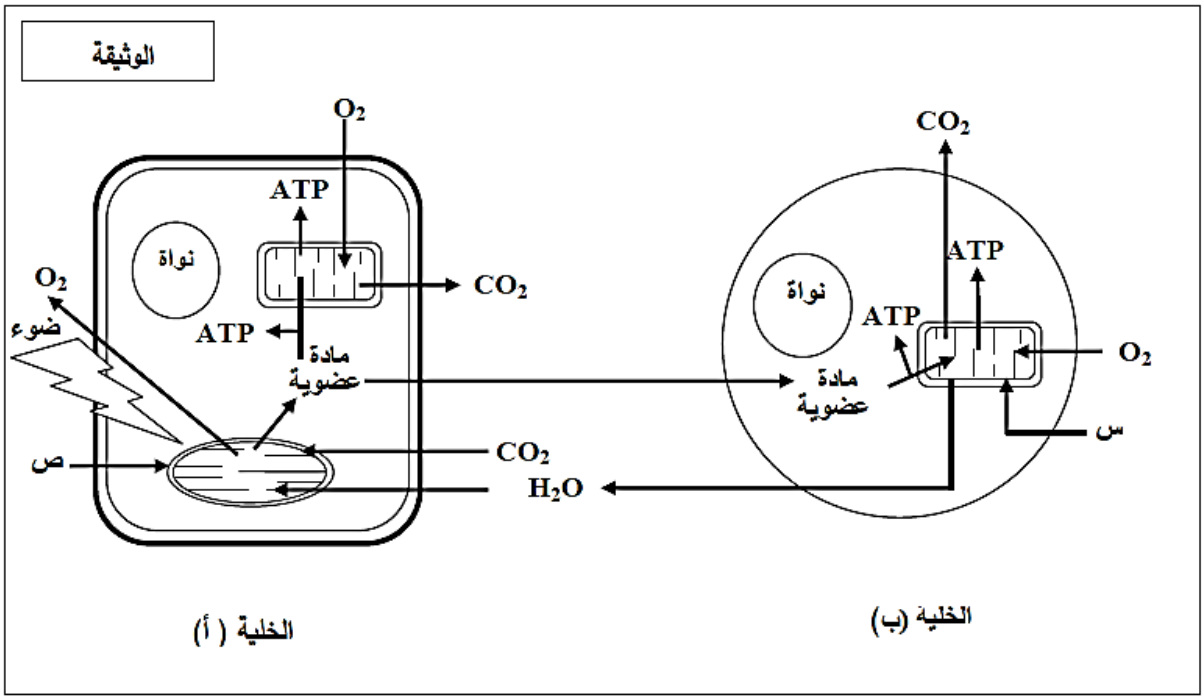
1) اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 8.

2) مَثِّلْ كُلًّا من التحويلين أ وَ ب بمعادلة كيميائية مُلَخِّصَة.

3) اكتب نصا علميا توضح فيه التفاعلات الأساسية الحاصلة في كل من العضيتين أ وَ ب مبرزا التكامل الأيضي بينهما.

التمرين الثالث :

تحتاج الخلية الحية إلى إمداد مستمر من المادة والطاقة لأداء مختلف وظائفها والمحافظة على حيويتها.
لدراسة تحولات المادة والطاقة في الخلية نقترح الوثيقة التالية:



1) سمّ العضيتين (س، ص)، صنّف الخليتين (أ) و(ب) حسب نمط التغذية.
2) مستغلا الوثيقة استخرج ما يحدث في الخلية (أ) وعلاقته بما يحدث في الخلية (ب) من حيث التحولات الطاقوية مدعّما إجابتك بمعادلات كيميائية إجمالية.
3) تستعمل الخلايا الحية جزيئات الـ ATP للقيام بوظائفها المختلفة، من خلال ما تقدم ومعلوماتك اكتب نصا علميا توضّح فيه ترافق تحولات المادة والطاقة عند الخلية (ب) مبرزا أهم النشاطات التي تُستهلك فيها الطاقة.

التصحيح

التمرين1

I -1-أ – تسمية العضيتان :

- العضية (أ) : صانعة خضراء
- العضية (ب) : ميتوكندري

تحديد المراحل :

- المرحلة (م1) : المرحلة الكيموضوئية وتتم في التيلاكويد
- المرحلة (م2) : المرحلة الكيموحيوية وتتم في الحشوة.
- المرحلة (م3) : التحلل السكري وتتم على مستوى هيولى الخلية
- المرحلة (م4) : الأكسدة التنفسية وتشمل حلقة كريبس (في المادة الاساسية للميتوكندري) والفسفرة التأكسدية (على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري).

ب – كتابة بيانات الوثيقة :

1	CO_2	8	Pi
2	H_2O	9	ATP
3	الكترونات e-	10	O_2
4	بروتونات H^+	11	غلوكوز
5	R او R^-	12	حمض البيروفيك
6	RH_2 أو RH_2	13	الاستيل المرافق الانزيمي أ
7	ADP		

– تسمية الظواهر :

الظاهرة أ	الظاهرة ب	الظاهرة ج
التركيب الضوئي	التنفس الهوائي	نشاط خلوي (مثل التقلص العضلي او بناء...)

-تسمية الحلقات :

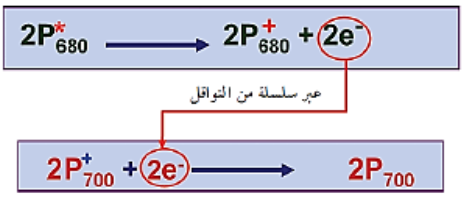
- **الحلقة (أ) :** حلقة كالفن - **الحلقة (ب) :** حلقة كريبس

2 -أ – تلخيص عملية التركيب الضوئي بتفاعلاتها الاساسية :

تحدث عملية التركيب الضوئي في مرحلتين هما :

المرحلة الكيموضوئية :

تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخلية عن الكترون:



أكسدة الماء (التحلل الضوئي للماء):

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

ارجاع المرافقات الانزيمية NADP+ إلى NADPH ,H+(المستقبل الأخير للإلكترونات)

$$2(NADP^+) + 4H^+ + 4e^- \Longrightarrow 2NADPH,H^+ + O_2$$

الفسفرة الضوئية :

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

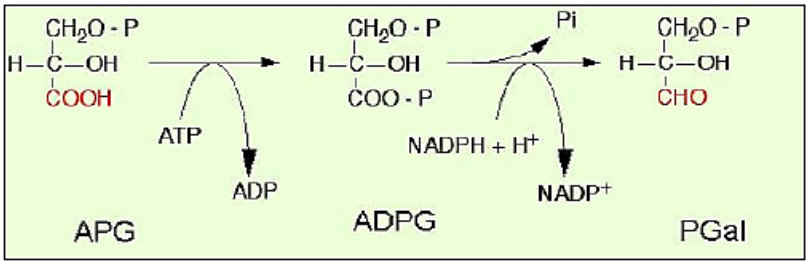
سنتاز ATP

المرحلة الكيموحيوية :

يُثبت الـ CO_2 على الريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) وتشكيل جزيئتين من حمض الفوسفو غليسريك (APG).

$$CO2 + RUDIP \xrightarrow[RUBISCO]{} C6 \Longrightarrow 2APG$$

ينشط حمض APG المؤكسد ثم **يرجع** بواسطة ATP و $NADPH,H^+$ الناتجين من المرحلة الكيموضوئية إلى PGal.



يستخدم جزء من السكريات الثلاثية PGal لغرض إنتاج سكر سداسي الذي يستعمل في تركيب النشاء أما الجزء الآخر من السكريات الثلاثية المرجعة تستخدم في تجديد RuDiP أثناء تفاعلات حلقة كالفن.

12 APG + 12 ATP + 12 NADPH + 12 H^+ → 12 PGal +12 ADP +12 $NADP^+$+12 Pi
10 PGal +6 ATP → 6 RuDiP +6 ADP+ 4Pi

ب – المعادلة الاساسية الملخصة للتفكيك الكلي لجزيئتين من حمض البروفيك بمعزل عن التنفس (خلال التخمر الكحولي) :

$$2NAD^+ + 2CO_2 + \text{2 ايثانول} \longleftarrow 2NADH.H^+ + \text{2حمض البيروفيك}$$

3 – التعرف على اشكال الطاقة :

- **الطاقة1 :** طاقة ضوئية
- **الطاقة2 :** عبارة عن تدرج في تركيز H^+ (اسموزية كيميائية)
- **الطاقة3 :** طاقة كيميائية كامنة في روابط عناصر المادة العضوية
- **الطاقة4 : طاقة** كيميائية قابلة للاستعمال من طرف الخلية (ATP)

التمرين2

1) البيانات المقترحة

1=غاز ثاني أكسيد الكربون

2= ماء ($12H_2O$)

3= طاقة ضوئية

4=ثنائي الأكسيجين

5= سكر

6=ماء ($6H_2O$)

7= حمض بيروفيك

8= طاقة قابلة للاستعمال (ATP)

2) تمثيل التحولين أ و ب بمعادلتين:

المعادلة الملخصة للتحويل أ:

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

طاقة كيميائية كامنة

المعادلة الملخصة للتحويل ب:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O \longrightarrow 6\,CO_2 + 12\,H_2O + \text{طاقة}$$

طاقة كيميائية كامنة

التمرين3

1) – العضيتين : س: ميتوكندري ص: صانعة خضراء

– نوع الخليتين: الخلية أ: ذاتية التغذية الخلية ب: غير ذاتية التغذية

2) ما يحدث في الخلية . (أ) : هو تركيب المادة العضوية من خلال تفاعلات يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كامنة مخزنة في روابط المادة العضوية . يتم بعد ذلك استهلاكها سواء من طرف نفس الخلية أو الخلية الحيوانية (ب) خلال تفاعلات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال.

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

معادلة التنفس : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E(38ATP)$

3) النص العلمي :

– تحويل المادة العضوية إلى مادة معدنية خلال عملية التنفس و يرافق ذلك تحول الطاقة الكيميائية الكامنة في روابط المادة العضوية إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP .

–. تستعمل الخلايا جزيئات الATP في أداء الوظائف المختلفة

- كالحركة.
- تركيب البروتين
- نقل الشوارد (مضخة Na^+/K^+)