الوحدة الاولى : عمليات حيوية في الخلية

الفصل الاول : تدفق الطاقة

- اهميه الطاقة للخلية الحية

هناك ثلاثة مصادر للطاقة في الكائنات الحية وهي

١. المصدر الاول الكربوهيدرات
٢. المصدر الثاني الليبيدات
٣. المصدر الثالث البروتينات

ملغي لكن مهم للتالي من وجهة نظري

- حاملات الطاقة و تنقسم الى :
  1. ATP اادينوسين ثلاثي الفوسفات (الأعلى طاقة لأنه يحتوي ثلاثة مجموعات فوسفات.
  2. ADP ادينوسين ثنائي الفوسفات
  3. AMP ادينوسين احادي الفوسفات

- **البناء الضوئي :**
- هي عمليه تصنيع النبات لغذائه بنفسه وذلك من خلال ربط ثاني اكسيد الكربون مع الماء بوجود الضوء والكلوروفيل لإنتاج الكربوهيدرات وبذلك يتم تحويل المركبات الغير عضويه الى مواد عضويه غنيه بالطاقة عن طريق تحويل الطاقة الضوئية الى طاقه كيميائية.
- الكربون في ثاني اكسيد الكربون يعبر المصدر في زياده كتله النبات.
- الاكسجين الناتج والمتصاعد من عمليه البناء الضوئي مصدره هو الماء.
- يستخدم الهيدروجين الناتج من تحلل الماء في عمليه البناء الضوئي في تثبيت ثاني اكسيد الكربون الى كربوهيدرات.
- الطاقة اللازمة للتحلل الماء هي الطاقة الضوئية
- تقوم صبغات الكلوروفيل و الصبغات الاخرى بامتصاص الضوء وتسمى بالجزيئات الصبغية
- تحدث عمليه البناء الضوئي في الخلايا النباتية في اوراق النباتات وبالأخص داخل البلاستيدات
- تتكون البلاستيدات من صفائح تسمى الثيلاكويد ولا التي تترتب وتتجمع فوق بعضها البعض في نظام يسمى غرانم ، بالإضافة الى ان البلاستيدات تحتوي على سائل مكون من ماء واملاح و بروتينات و انزيمات تسمى بالستر وما (اللحمة)

- تنقسم عمليه البناء الضوئي الى مرحلتين:
  1. التفاعلات الضوئية
  2. التفاعلات اللاضوئية وتسمى حلقه كالفن

- اولا: التفاعلات الضوئية
  1. تحدث التفاعلات الضوئية في الغرانا في وجود الضوء، يتحلل الماء بالطاقة الضوئية ويتصاعد الاكسجين ،ويستخدم الهيدروجين لاختزال نواقل الالكترونات(+NADP
  2. يتم في التفاعلات الضوئية تحويل الطاقة الضوئية الى طاقه كيميائية مخزنه في ATP , NADPH
  3. مخرجات هذه التفاعلات هي الاكسجين و ATP و NADPH

- ثانيا : التفاعلات اللاضوئية وتسمى حلقة كالفن
1. تحدث في الستروما ، بوجود الضوء او في عدم وجوده وتعتمد التفاعلات اللاضوئية على نواتج التفاعلات الضوئية NADPH , ATP في تثبيت ثاني اكسيد الكربون لإنتاج سكر غليسر الدهايد احادي الفوسفات G3P
2. يعتبر النهار افضل من الليل لحدوث حلقه كالفن ، وذلك لان تفاعلات حلقه كالفن تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية NADPH , ATP والتي لا يتم انتاجها الا في وجود الضوء

- يتم امتصاص الضوء في البلاستيدات بواسطه صبغة الكلوروفيل
- تترتب الاصباغ في غشاء الثايلاكويد في نظامين ضوئيين:
1. نظام ضوئي اول
2. نظام ضوئي ثاني
- يتكون كل نظام ضوئي من:
1. جزيئات صبغية: وهي اصباغ متنوعة مثل صبغه الكلوروفيل a و كلوروفيل b وكاروتين
2. مركز التفاعل: يحيط به بروتين ويتكون من:
1. جزئين كلوروفيل a
2. مستقبل الكتروني اولي: له جاذبية عالية للالكترونات
- يرتبط النظام الضوئي الاول والثاني بسلسلة نقل الالكتروني
- يمتص النظام الضوئي الاول الضوء عند طول موجي مقداره 700 نانومتر
- يمتص النظام الضوئي الثاني الضوء عند طول موجه مقداره 680 نانومتر
- علل/ يبدا النظام الضوئي الثاني بالقيام بالعمليات الحيوية قبل النظام الضوئي الاول.
  - لانه يمتص الطاقه الضوئيه عند طول موجي 680نانومتر والتي لا يعمل عندها النظام الضوئي الاول .
- يتم تحويل الطاقة الضوئية في التفاعلات الضوئية الى طاقة كيميائية حيث تمر بمسارين:
1. المسار اللاحلقي
2. المسار الحلقي

أولا/ المسار اللاحلقي

- يبدا من النظام الضوئي الثاني لانه يمتص الضوء عند طول موجي مقداره 680 نانومتر بينما النظام الضوئي الاول يعمل عند طول موجي مقداره 700 نانومتر.
- يتم تعويض الالكترونات التي يفقدها مركز التفاعل في النظام الضوئي الاول من مركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني والذي تعوض الكتروناته المفقودة من تحلل الماء.
- النواتج النهائية في المسار اللاحلقي هي ATP , NADPH و الأكسجين المتصاعد.

- خطوات حدوث المسار اللاحلقي:

1. امتصاص الضوء
   - يمتص جزيئات الصبغة في النظام الضوئي الثاني الطاقة الضوئية ينتقل الالكترون في الجزيئات الصبغية من مستوى طاقة اقل الى مستوى طاقة اعلى.
   - يصل الالكترون الى جزيئا الكلوروفيل a في مركز التفاعل.

- تقوم جزيئات الكلوروفيل a باطلاق الالكترون الى المستقبل الالكتروني الاولى له جاذبيه عالية للالكترونات.
- تتحول الطاقة الضوئية في هذه المرحلة الى طاقه كهربائية.

2. تحليل الماء:

-يتم تعويض الالكترونات التي فقدها جزيئات الكلوروفيل a من تحلل الماء حيث ينتج عن تحلل الماء ايونات الهيدروجين و 2 الكترون والاكسجين الذي يتصاعد.

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

3. تكوين ATP

- عند انتقال الالكترون من المستقبل الاول في النظام الضوئي الاول الى سلسله نقل الالكترون تنتج طاقة تسمى طاقة الالكترون تعمل طاقة الالكترون على نقل ايونات الهيدروجين من غشاء الثايلاكويد الى تجويف الثايلاكويد
- يصبح التجويف موجبا بالنسبه للستروما
- تعود ايونات الهيدروجين الي الستروما عن طريق تنشيط انزيم بناء ATP

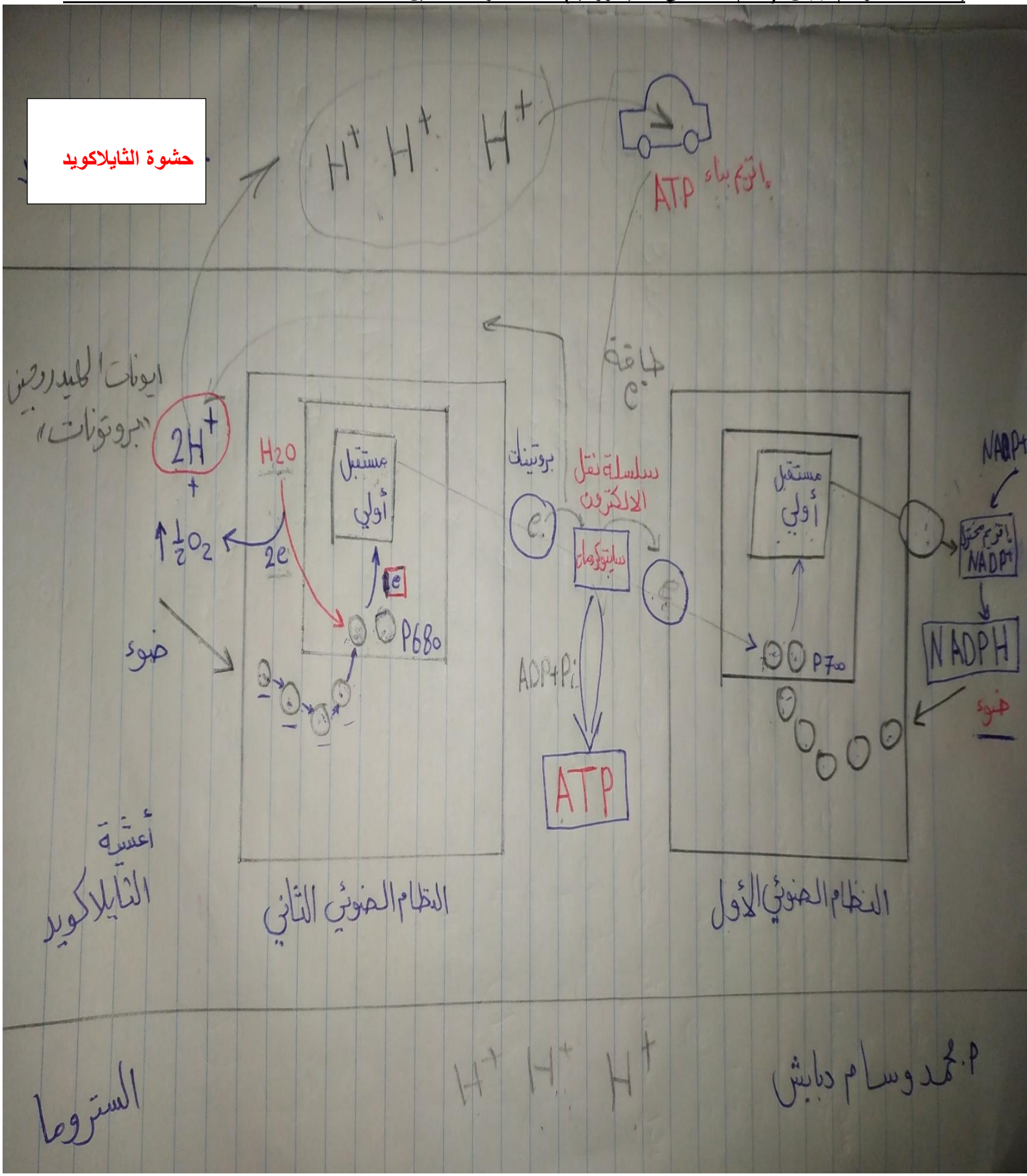
انزيم بناء ATP

$ADP + Pi \longrightarrow ATP$

4. تكوين NADPH :

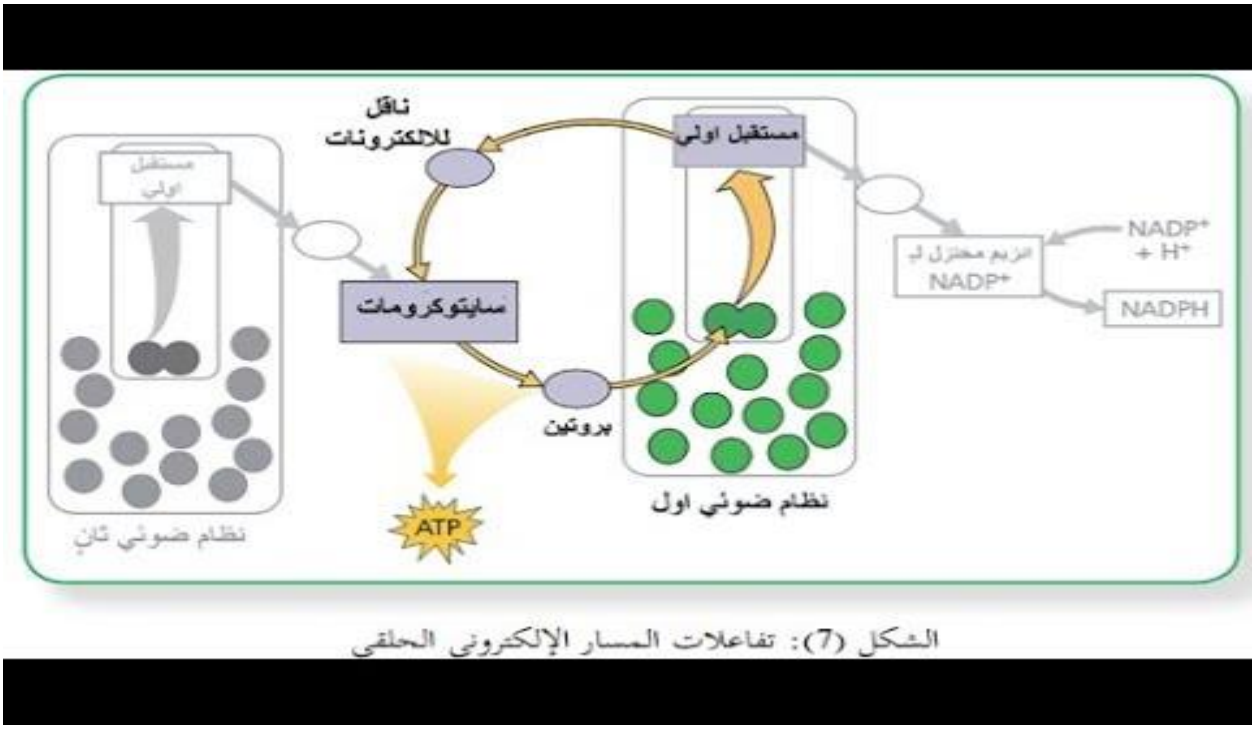
-يصل الالكترون الى النظام الضوئي الاول مستنفذ طاقته ويتم اعاده تنشيطه من خلال امتصاص الطاقة الضوئية في النظام الضوئي الاول التي تنتقل من جزئ صبغة الي جزيء صبغة اخر حتى يصل الالكترون الى مركز التفاعل (كلوروفيل a) الذي ينتقل الى المستقبل الاولى في النظام الضوئي الاول

- ينتقل الالكترون الى سلسلة نقل الإلكترون ، ويتم تنشيط انزيم مختزل +NADP ، الذي يقوم بربط +NADP مع H و انتاج NADPH.


حشوة الثايلاكويد
H^+ H^+ H^+
ATP
ايونات الهيدروجين «بروتونات»
$2H^+$
H_2O
مستقبل أولي
$\frac{1}{2}O_2$
2e
e
P680
ضوء
بروتينات
سلسلة نقل الالكترون
سايتوكروم
ADP+Pi
ATP
مستقبل أولي
P700
NADP+
إنزيم مختزل NADPH
NADPH
ضوء
أغشية الثايلاكويد
النظام الضوئي الثاني
النظام الضوئي الأول
الستروما
H^+ H^+ H^+
م. محمد وسام دبابش

المسار الحلقي :

- يتميز المسار الحلقي بانه **يستغل النظام الضوئي الاول فقط**.
- ينتقل الالكترون في المسار الحلقي من سلسله نقل الالكترون الي **مركز التفاعل في النظام الضوئي الاول** ومن ثم الى سلسله نقل الالكترون وهكذا.
- يتم انتاج الطاقة في المسار الحلقي على شكل ***ATP*** فقط.



الشكل (7): تفاعلات المسار الإلكتروني الحلقي

- **مراجعة و تمارين :**

1. ما اهمية تحلل الماء ؟

يتم من خلال تحلل الماء تعويض الالكترونات التي يفقدها مركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني

2. **وضح كيفية تنشيط انزيم بناء ATP الموجود في غشاء الثايلاكويد ؟**

أ. يتم ضخ ايونات الهيدروجين H+ الناتجة من تحلل الماء الى تجويف الثايلاكويد عبر غشاء الثايلاكويد
ب. يصبح تجويف الثايلاكويد موجبا
ت. فتندفع H+ عبر انزيم بناء ATP الموجود في تجويف الثايلاكويد مما يؤدي الى تنشيط الانزيم
ث. بالتالي يتم استخدام هذه طاقة الالكترونات في ربط ADP مع مجموعة فوسفات لتكوين ATP وفق المعادلة الآتية:-

انزيم بناء ATP

ADP + Pi + enargy of e ========➔ ATP

3. عدد نواتج المسار اللاحلقي

ATP و NADPH و O2

4. ما الطرق التي يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية في هذا المسار ؟ يتم ذلك بطريقتين؟

أ. انتاج ATP

ب. انتاج NADPH

5. لماذا تكون بداية المسار الالكتروني اللاحلقي عند النظام الضوئي الثاني؟

- تم اكتشاف النظام الضوئي الاول قبل النظام الضوئي الثاني، لذلك اعتبر هو الاول
- النظام الضوئي الثاني يمتص موجات ضوئية بطول 680 نانومتر والنظام الضوئي الاول 700 نانومتر ، تم ترتيب الثاني ليكون بداية المسار

6. صف مرحلة امتصاص الضوء في المسار الالكتروني اللاحلقي

أ. تمتص الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الثاني الموجات الضوئية

ب. مما يسبب انتقال الالكترونات الى مستوى طاقة اعلى في جزيء الصبغة الواحدة

ت. بعد ذلك تنتقل طاقة الالكترونات من جزيء كلوروفيل الى آخر حتى تصل مركز التفاعل ليتم تنشيطه ليصبح مانحا قويا للالكترونات

ث. تمر هذه الالكترونات المحملة بالطاقة الى مستقبل الالكترونات الاولي ، الذي له جاذبية قوية للالكترونات .

7. صف مرحلة انتاج الاكسجين في المسار الالكتروني اللاحلقي؟

أ. نتيجة لاستمرار امتصاص الضوء

ب. يعمل انزيم خاص في النظام الضوئي الثاني على فصل جزيئات الماء

ت. وفق المعادلة الآتية :

$$H2O \longrightarrow 2e + 2H + 1/2\ O2$$

ث. بالتالي تزويد مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني بالالكترونات الواحد تلو الآخر .

ج. وترتبط ذرات الاكسجين معا مكونة جزيئات الاكسجين ، حيث تنطلق الى الجو كناتج نهائي عن البناء الضوئي

8. صف مرحلة بناء ATP في المسار الالكتروني اللاحلقي

أ. يتم ضخ ايونات الهيدروجين H+ الناتجة من تحلل الماء الى تجويف الثايلاكويد عبر غشاء الثايلاكويد

ب. ليصبح تجويف الثايلاكويد موجبا

ت. فتندفع H+ عبر انزيم بناء ATP الموجود في غشاء الثايلاكويد

ث. يستخدم انزيم بناء ATP طاقة الالكترونات في ربط ADP مع مجموعة فوسفات لتكوين ATP وفق المعادلة الآتية :-

انزيم بناء ATP

$$ADP + Pi + electon\ energy \longrightarrow ATP$$

9. ما اهمية النظام الضوئي الاول في المسار الالكتروني اللاحلقي؟

أ. تصل الالكترونات الى مركز التفاعل في النظام الضوئي الاول وقد استنفذت طاقتها

ب. ليتم اعادة تنشيطها من جديد من خلال الخلايا الصبغية في النظام الضوئي الاول

ت. والتي تمتص الموجات الضوئية ، مما يسبب انتقال الاكترونات الى المستقبل الاولي

10. صف مرحلة0 تكوّن NADPH في المسار الالكتروني الحلقي

أ. تستمر الالكترونات في انتقالها من ناقل لآخر في سلسلة نقل الالكترون

ب. حيث تمر في عمليات من اكسدة واختزال

ت. حتى تصل الى انزيم مختزل NADP+ في النظام الضوئي الاول

ث. وبالتالي يختزل NADP+ الى NADPH كما في المعادلة الآتية:

انزيم مختزل +NADP

NADP+ + 2H ==========➔ NADPH

اختر الاجابة الصحيحة:

4- من نواتج التفاعلات الضوئية في عملية البناء الضوئي:

أ- ATPو غلوكوز

ب- NADPHو ATP

ج- NADHو ATP

د- غلوكوز و NADH

اختر الاجابة الصحيحة:

5 - مستقبل الالكترون الأخير في مسار الالكترون اللاحلقي في عملية البناء الضوئي :

أ- P700 ب - الأكسجين

ج - ATP د- $NADP^+$

6- من نواتج التفاعلات الضوئية لمسار الالكترون الحلقي في عملية البناء الضوئي :

أ- ATP+NADPH ب - NADPH

ج- NADH د- ATP

7- أي العبارات الآتية صحيحة فيما يخص مسار الالكترون الاحلقي في التفاعلات الضوئية ؟

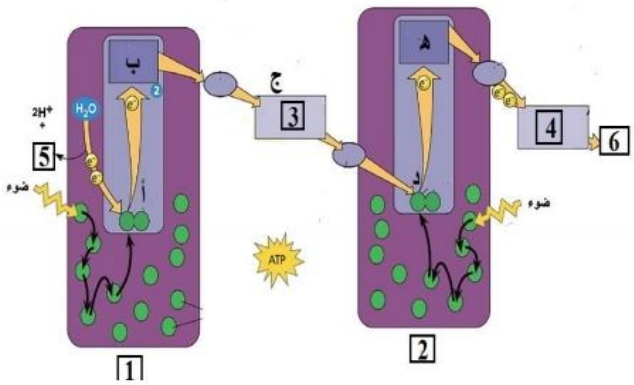
أ- يبدأ المسار بإطلاق الالكترونات المنشطة من مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول.

ب- ينتج من هذا المسار جزيئات ATPفقط.

ج- ينتج من هذا المسار جزيئات NADPH + ATP.

د- ينتج من هذا المسار جزيئات NADH + ATP.

تأمل الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



1.على ماذا تدل الأرقام 4,3,2,1؟

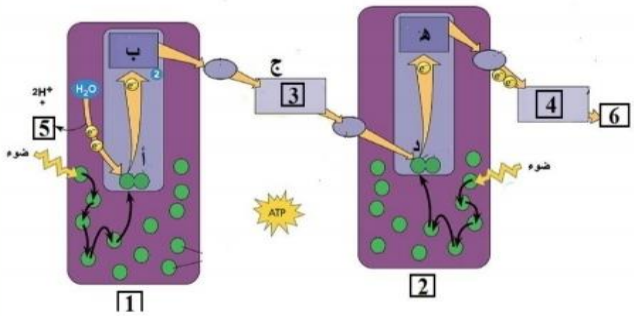
(1) نظام ضوئي ثاني.

(2) نظام ضوئي أول.

(3) سايتوكرومات.

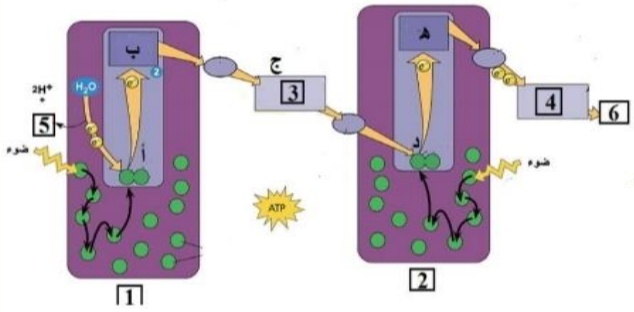
(4) إنزيم مختزل لـ $NADP^+$

تأمل الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



2.عند تحلل 4 جزيئات ماء، كم ينتج من المواد التي تمثلها الأرقام (5و 6) ؟

تأمل الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



3 . ما أهمية المسار (ج-د-هـ-ج)

لإنتاج كمية كافية من ATP اللازمة لحلقة كالفن.