معلومات تهمك

- طاقة الشمس هي الطاقة الأساسية للكائنات الحية، فهي تساعد النبات على إنتاج السكر الذي تتغذى عليه بعض الكائنات مثل آكلات النبات والإنسان، وبتغذية الحيوانات آكلات النبات تتغذى الحيوانات آكلات اللحوم وأيضاً الإنسان.
- النباتات تعتبر كائنات حية منتجة بحيث تقوم بإنتاج الطاقة من تلقاء نفسها ولا تحتاج للتغذي على الكائنات الحية الأخرى.
- وبعد إنتاج السكر في النباتات تستخدمه النباتات نفسها وآكلات النبات في عملية التنفس الخلوي والتي تعتمد على استخدام السكر في إنتاج الطاقة
- إن أصغر وحدة تكون الكائن الحي هي الخلية، التي بنفسها تتكون من عُضيات، من أهمها الميتوكندريا التي تسمى بيت الطاقة، والبلاستيدات الخضراء في النبات التي تستخدم الطاقة الشمسية في تصنيع السكر.
- ألنيوكليوتيدات هي المكونات الأساسية للـ DNA وال RNA وأيضاً إذا كانت النيوكليوتيد يحتوي على رايبوز وادنين وثلاث مجموعات فوسفات ف الناتج يكون ATP
- الاختزال والتأكسد: باختصار الاختزال هو عملية اكتساب شحنة سالبة عن طريق استقبال إلكترونات بينما التأكسد هو كسب شحنة موجبة عن طريق منح الالكترونات ،بالتالي تقل الشحنة السالبة فتزيد الموجبة
- الانزيمات هي البروتينات التي تساعد في تسهيل وتسريع العملية الكيميائية (لما نحكي انزيم مُختزل NAD+) يعني انه هاذ الانزيم بيساعد ال NAD+ انه يتم اختزاله عن طريق اكتسابه للالكترونات)

عمليات حيوية في الخلية

تحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة للقيام بأنشطتها الحيوية المختلفة، وتعد **عملية البناء الضوئي** التي تقوم بها **النباتات والطحالب وبعض أنواع البكتيريا** نقطة الانطلاق في تحولات الطاقة للكائنات الحية المختلفة. وتخزن الطاقة الضوئية في **المركبات العضوية**؛ لتستفيد منها الخلايا الحية **في عملية التنفس الخلوي**، حيث تُعد هذه الكائنات الحية مصدراً مهماً لإنتاج الأكسجين في البيئة.

ملخص الأسئلة

1. البناء الضوئي هي عملية لإنتاج الطاقة، ما الكائنات الحية القادرة على القيام بهذه العملية؟

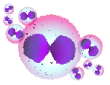
النباتات، الطحالب، أنواع من البكتيريا.

2. بعد امتصاص الطاقة الضوئية، أين يتم تخزينها؟

في المركبات العضوية، مثل النشا.

3. ما أهمية تخزين الطاقة في المواد العضوية بالنسبة للخلايا الحية؟

يمكن أن يتم استخدام الطاقة المخزنة في المركبات العضوية في إكمال عمليات التنفس الخلوي .



الخلية هي أصغر وحدة حية في جسم الإنسان، والخلية بنفسها تتكون من عدة مكونات، أحد أهمها هي الميتوكوندريا (بيت الطاقة).

تحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة للقيام بالعمليات الحيوية، حيث تستخدم الطاقة المخزنة في جزيئات حاملات الطاقة مثل ATP، للقيام بالعديد من الوظائف.

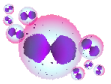
أهمية الطاقة

مصادر الطاقة للكائنات الحية:

1. **الكربوهيدرات (مثل البطاطا)**: يحتوي كل غرام من الكربوهيدرات على 4 كيلو كالوري (وحدة قياس طاقة)
2. **الليبيدات (مثل الدهون)**: يحتوي كل غرام من الليبيدات على 9 كيلو كالوري (وحدة قياس طاقة)
3. **البروتينات (مثل الدجاج)**: يحتوي مل غرام من البروتينات على 4 كيلو كالوري .

أهمية الطاقة للجسم:

1. التفاعلات الكيميائية لبناء المركبات (مثل بناء الغلايكوجين).
2. عمليات النقل (مثل النقل النشط عبر الغشاء الخلوية).
3. العمليات الميكانيكية (مثل انقباض العضلات) .



الإنسان يشتري مستلزماته عن طريق المال، الخلايا في الجسم تستخدم الطاقة لشراء مستلزمات البيت 😊

ملخص الأسئلة

1. عدد أهم مصادر الطاقة محددا كمية الطاقة المختزنة في كل مصدر؟

الكربوهيدرات (4 كيلو كالوري في كل غرام)/ البروتينات (4 كيلو كالوري في كل غرام)/ الليبيدات (9 كيلو كالوري في كل غرام)

2. أي من التالي يخزن أكبر قدر من الطاقة؟

أ) غرام من الكربوهيدرات　　ب) غرام الليبيدات　　ج) 2 غرام من البروتينات

3. ما أهمية الطاقة لجسم الكائن الحي؟

يتم استخدام الطاقة للقيام بمهمات في الجسم مثل عمليات نقل المواد، التفاعلات الكيميائية لبناء مركبات، العمليات الميكانيكية

حاملات الطاقة فى الخلية الحية

- تتكون جزيئات حاملات الطاقة من النيوكليوتيدات التي تحتوي روابط كيميائية تخزن فيها كميات كبيرة من الطاقة، مثل مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات

للتبسيط: تتكون حاملات الطاقة في الجسم من جزيئات من النيوكلويتيدات(مركب عضوي)، يتكون المركب العضوي في الجسم من سكر خماسي (الرايبوز)، قاعدة نيتروجينية (أدنين)، وثلاث مجموعات من الفوسفات ، وعند تجميع هذه المكونات ينتج لدينا الـ ATP.

ملخص الأسئلة

1. ما الجزيئات التي تكوّن حاملات الطاقة؟

النيوكيوتيدات

2. مم تتكون النيوكليوتيدات المكونة لـ ATP؟

من سكر خماسي (الرايبوز)، قاعدة نيتروجينية (أدنين)، وثلاث مجموعات من الفوسفات

Adenosine Triphosphate

كلمة tri تعني ثلاثي، كلمة di يعني ثنائي، وكلمة mono تعني أحداي

عند تحلل مجموعة فوسفات من جزيء ATP يتكون Diphosphate Adenosine (ADP)، ومجموعة فوسفات (حرة)، وطاقة، وعند تحلل مجموعة فوسفات الأخرى يتكون Monophosphate Adenosine (AMP)، ومجموعة فوسفات (حرة)، وطاقة، لاحظ المعادلات التي توضح ذلك:

$$ATP \rightarrow ADP + pi + 7.3\ kcal/mol$$

$$ADP \rightarrow AMP + pi + 7.3\ kcal/mol$$

ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحلل 2 مول من ATP إلى AMP؟

بناء على ما درسناه في المعادلة السابقة، نستنتج أن كل مول من الـATP ينتج Kcal7.3 عند تحوله الى ADP، وKcal7.3 أخرى عند تحوله الى AMP، بالتالي فان خسارة جزيئة الفوسفات ينتج عنها Kcal7.3 لكل مول، وتحول الـATP الى AMP هو عبارة عن خسارة جزيئين من الفوسفات، فان تحول مول واحد من الـ ATP الى AMP ينتج عنه طاقة قدرها 7.3+7.3=14.6، ولو أضفنا مول آخر إلى العملية تصبح المعادلة 14.6×2= ؟؟

ملخص الأسئلة

1. ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة عن تحلل 6 مول من الـ ATP الى ADP؟

kcal/mol 43.8

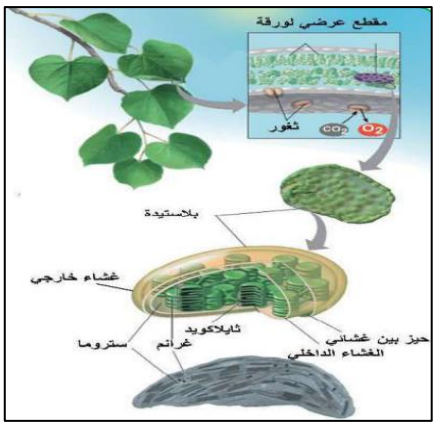
2. ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحول 3 مول من ATP الى AMP؟

kcal/mol 43.8

3. كم مجموعة فوسفات حرة تنتج عند تحلل 3 مول من ATP الى AMP؟

!6

- تدار الحياة على الأرض بالطاقة الشمسية التي تقطع مسافة 150 مليون كيلومتر من الشمس، وتستخدمها النباتات مثلاً لتحويلها إلى طاقة كيميائية مخزنة في السكر وغيره من الجزيئات العضوية. وتسمى هذه العملية البناء الضوئي.
- البناء الضوئي: هو استخدام النباتات للطاقة الشمسية لغاية تحويلها الى طاقة كيميائية يتم تخزينها في السكر وغيره من الجزيئات العضوية.
- إن أحد ما يميز الخلايا النباتية هو قدرتها على استخدام طاقة الشمس لإنتاج الطاقة، وهي العملية التي تتم عن في البلاستيدات الخضراء.



ما هي البلاستيدات الخضراء؟؟ مم تتكون؟؟

إن البلاستيدات الخضراء هي أحد عضيّات الخلايا النباتية، بحيث يكون ثايلاكويد هو الوحدة الأساسية، وعند تجميع عدد من أقراص الثايلاكويدات فوق بعضها يكوّن الغرانم ، والسائل الموجود في داخل الخلية هو الستروما. تُغلف البلاستيدة كما يوضح الشكل بأغلفة ، أحدها داخلي والآخر خارجي بحيث يوجد مسافة بين الإثنين تسمح بتبادل المواد كما يوضح الشكل.

ملخص الأسئلة

1. عرّف البناء الضوئي؟

هو عملية تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية يتم تخزينها في الجزيئات العضوية مثل السكر

2. أين تتم عملية البناء الضوئي في الخلايا النباتية؟

في البلاستيدات الخضراء في الثايلاكويد(تفاعلات ضوئية) والستروما (حلقة كالفين)

3. ما هو التركيب الناتج من ترتيب أقراص الثايلاكويد معا في داخل البلاسيتيدة الخضراء؟

غرانم

4. ما فائدة الحيز بين الغشاءين في البلاستيدة الخضراء؟

تبادل المواد

توصل العلماء إلى أن الزيادة في كتلة النباتات مصدرها ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، الذي يتحول إلى سكر الغلوكوز في عملية البناء الضوئي، والآن الأكسجين الناتج مصدره الماء. ومصدر الطاقة اللازمة لتحلل الماء هو الشمس، تمتص جزيئات صبغة الكلوروفيل الخضراء الطاقة الضوئية، وتحولها إلى طاقة كيميائية. لاحظ المعادلة الآتية:

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

إذا، نستنتج التالي:

1. وجود الـ CO_2 يزيد من كتلة النباتات، لان الـ CO_2 يتحول الى السكر.
2. الأوكسجين الناتج من النباتات مصدره الماء.
3. لتحويل الماء إلى أوكسجين نحتاج طاقة شمسية وصبغة الكلوروفيل التي تمتص الطاقة الضوئية وتحولها الى كيميائية.

ملخص الأسئلة

1. ما علاقة تركيز الـ CO_2 بكتلة النبات؟

إن الزيادة في تركيز الـ CO_2 يزيد من كتلة النبتة، والسبب أن الـ Co_2 يتحول الى سكر بعد إنهاء حلقة كالفن

2. ما مصدر الأوكسجين المتصاعد من الخلايا النباتية؟

الماء

3. ماذا نحتاج لتحويل الماء إلى أوكسجين في الخلايا النباتية؟

نحتاج طاقة شمسية وصبغة الكلوروفيل التي تمتص الطاقة الضوئية وتحولها الى كيميائية

تنقسم تفاعلات البناء الضوئي الى مرحلتين أساسيتين وهما

التفاعلات الضوئية

حيث يكون مطلوب وجود الضوء حيث ينشطر فيها الماء باستخدام الطاقة الضوئية إلى إلكترونين وأيوني هيدروجين التي تستخدم في اختزال نواقل الإلكترونات، والأكسجين الذي يتصاعد في الهواء الجوي. ويتم بوساطتها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة مختزنة في ATP وNADPH

- NADPH: مهنته المفضلة هي انه يتصرف ك مانح إلكترون في التفاعلات الكيميائية الحيوية.

التفاعلات اللاضوئية

تقوم بتثبيت ثاني أوكسيد الكربون CO_2 باستخدام نواتج التفاعلات الضوئية (ATP/NADPH) لإنتاج سكر غليسر الدهايد أحادي الفوسفات (G3P)، الذي يمثل الهيكل الكربوني للمركبات العضوية، وهو أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات، علماً بأن هذه التفاعلات لا تحتاج إلى الضوء بشكل مباشر؛ لذلك سميت بالتفاعلات اللاضوئية.

إذا، نستنج التالي:

1. التفاعلات الضوئية تحدث أولاً لتنتج الطاقة التي سيتم استخدامها في حلقة كالفين.
2. إن سكر غليسر الدهايد أحادي الفوسفات يمثل الهيكل الكربوني للمركبات العضوية، وهو أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات.

ملخص الأسئلة

1. عدد أنواع تفاعلات البناء الضوئي؟

تفاعلات ضوئية ولا ضوئية(حلقة كالفين)

2. أذكر أهمية أيوني الهيدروجين الناتجة من تحلل الماء في التفاعلات الضوئية؟

تستخدم في اختزال نواقل الإلكترونات (ADP to ATP) و NADP+ الى NADPH

3. ما هي المواد اللازمة لحدوث البناء الضوئي؟

ماء، ثاني اوكسيد الكربون، ضوء وصبغة الكلوروفيل

4. أحدد المواد الناتجة من التفاعل؟

(غليسر الديهايد احادي الفوسفات G3P)، اوكسجين، ATP، NADPH (مش لازم تحفظ هون اصبر شويتين وبنفهمهم لقدام شويتين لما ندرس التفاعلات بالتفصيل)

5. أين تحدث هذه التفاعلات؟

في البلاستيدات الخضراء بالترتيب التالي

أ) الضوئية في أغشية الثايلوكويد

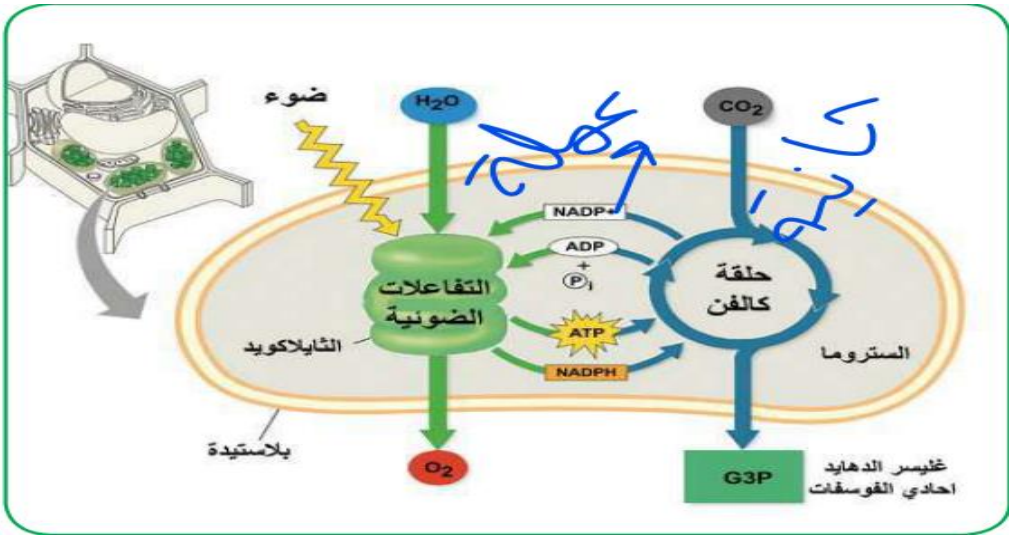
ب) اللاضوئية في الستروما

6. ما هو أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات؟

سكر غليسر الديهايد احادي الفوسفات

7. ما هو المركب الذي يمثل الهيكل الكربوني للمركبات العضوية؟

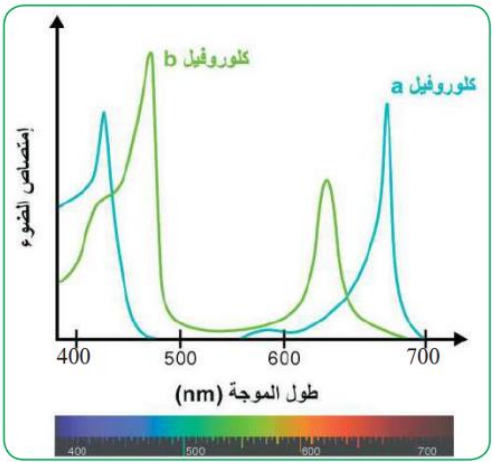
سكر غليسر الديهايد احادي الفوسفات



امتصاص الطاقة الضوئية

- يوجد الكلوروفيل في أغشية الثايلاكويد، الذي يكسب النبات اللون الأخضر، ويمكن النبات من القيام بعملية البناء الضوئي، ويوجد عدة أنواع من الكلوروفيل، منها كلوروفيل a و b، حيث تشترك في التركيب الأساسي وتختلف بشكل بسيط عن بعضها. ويعد امتصاص الطاقة الضوئية ضرورياً لحدوث عملية البناء الضوئي. ويمتد طول موجات الضوء المرئي من 750-380 نانوميتر تقريبا.

- وتعمل أصباغ كلوروفيل a وكلوروفيل b، والكاروتين على امتصاص موجات الضوء الحمراء والزرقاء بكميات كبيرة، بينما تمتص أصباغ أخرى الموجات الضوئية بكميات قليلة.



- **كلوروفيل A**: تقوم هذه الصبغة بامتصاص موجات الضوء المتراوحة بين الأزرق والبنفسجي ، بالإضافة الى الموجات الحمراء ذات التردد العالي.
  - يكون اعلى امتصاص للضوء عند كلوروفيل A عند الأشعة الحمراء

- **كلوروفيل B**: تقوم الصبغة هذه بامتصاص موجات الضوء المتراوحة بين الأزرق والأرجواني، وبشكل ضعيف يمتص الموجات في المنطقة الحمراء.
  - يكون أعلى امتصاص للضوء عند كلوروفيل B عند الأشعة الزرقاء.
  - نلاحظ أن صبغات امتصاص الضوء في البلاستيدة الخضراء تميل الى عدم امتصاص الموجات الخضراء (ذات الطول المتراوح بين 500 الى 600) ، فبالتالي تقوم بعكس الموجات الخضراء على أعيننا لنرى النبات باللون الأخضر.

ملخص الأسئلة

1. أين مكان تواجد الكلوروفيل؟

في أغشية الثايلاكلويد في البلاستيدات الخضراء

2. ما هي وظيفة الكلوروفيل؟

يكسب النبات اللون الأخضر، يمتص الطاقة الضوئية لحدوث عملية البناء الضوئي

3. أنواع الكلوروفيل ؟

A+B

4. يتراوح طول موجات الضوء المرئي من____ إلى_____؟

من 380 نانوميتر الى 750 نانوميتر

5. اذكر الصبغات المسؤولة عن امتصاص أكبر قدر من موجات الضوء الحمراء والزرقاء؟

أصباغ كلوروفيل a وكلوروفيل b، والكاروتين

6. الصبغة التي تقوم بامتصاص أكبر قدر من الأشعة الحمراء هي؟

كلوروفيل a

7. لون الموجات التي لا يتم امتصاصها في البلاستيدات الخضراء هي؟

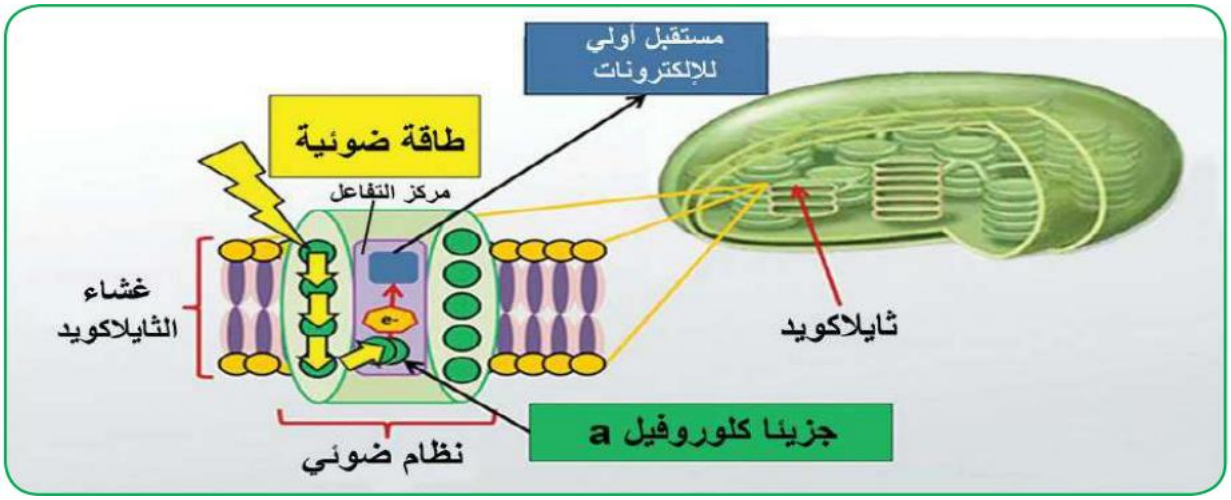
الموجات ذات اللون الأخضر

التفاعلات الضوئية

- يتم امتصاص الضوء في البلاستيدات بوساطة صبغة الكلوروفيل، والصبغات الأخرى الضرورية لعملية البناء الضوئي، وتترتب هذه الأصباغ في نظامين ضوئيين وظيفيين في غشاء الثايلاكويد Membrane Thylakoid، يسميان النظام الضوئي الأول Photosystem I والنظام الضوئي الثاني II Photo

- **تتكون هذه الأنظمة الضوئية من:**

1. **مركز تفاعل:** وهو نظام بروتيني يتكون من جزيئين من الكلوروفيل a، ومستقبل إلكتروني أولي
   - يجب أن يكون جزيئا الكلوروفيل a في مركز التفاعل قادرين على إطلاق إلكترونات منشطة
2. **أنواع مختلفة من الصبغات، مثل:** كلورفيل a ، وكلوروفيل b، والكاروتين، وتكون مرتبطة ببروتينات، وتعمل هذه الأصباغ كلاقطات تمتص الطاقة الضوئية، ومن ثم تمررها لمركز التفاعل.



ملخص الأسئلة

1. مم تتكون الأنظمة الضوئية في غشاء الثايلاكويد؟

مركز تفاعل (يتكون من جزيئين كلوروفيلa ومستقبل إلكتروني أول)، والصبغات التي ستقوم بامتصاص الضوء، مثل كلوروفيل a و b والكاروتين

2. ما وظيفة الصبغات في الأنظمة الضوئية؟

تعمل كلاقطات تمتص الطاقة ومن ثم تمررها لمركز التفاعل

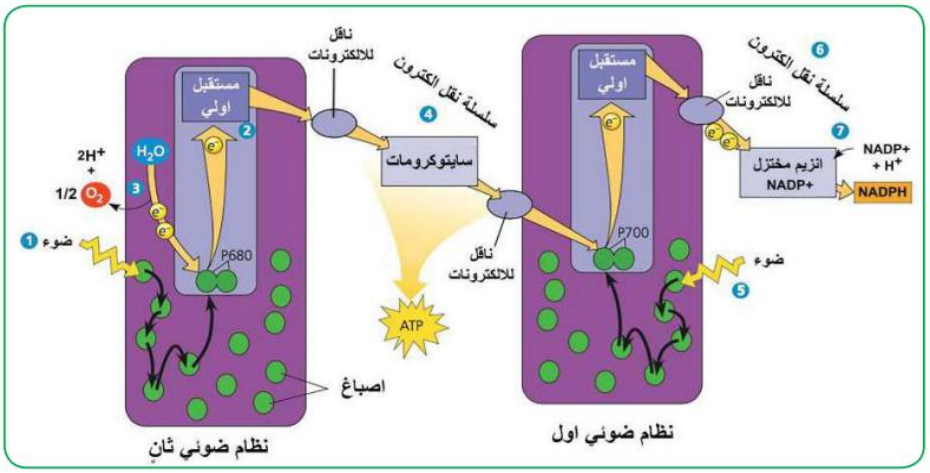
يتم تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة مختزنة في روابط كيميائية في مسارين للإلكترونات هما:

1. المسار الإلكتروني اللاحلقي
2. المساء الإلكتروني الحلقي

سؤال: اذكر أهمية مركز التفاعل في النظام الضوئي:

تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة مختزنة في روابط كيميائية في مسارين للإلكترونات وهما المسار الحلقي وال لا حلقي.

المسار الإلكتروني اللاحلقي



1. تمتص الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الثاني الموجات الضوئية؛ مما يسبب انتقال الإلكترونات إلى مستوى طاقة أعلى في جزيء الصبغة الواحدة، بعد ذلك تنتقل طاقة الإلكترونات من جزيء كلوروفيل إلى آخر حتى تصل مركز التفاعل ليتم تنشيطه ليصبح مانحاً قوياً للإلكترونات.

- جزئيات الصبغة تمتص الطاقة--< صار في طاقة زيادة في الإلكترون بينتقل الى مستوى طاقة اعلى--< ثم يغادر لينتقل إلى جزيئ كلوروفيل آخر--< تستمر العملية إلى أن يصل الى مركز التفاعل

2. تمر هذه الإلكترونات المحملة بالطاقة إلى مستقبل الإلكترونات الأولي، الذي له جاذبية قوية للإلكترونات.

- بعد ما الإلكترونات هاي وصلت مركز التفاعل، هسا الإلكترون بينجذب عن طريق مستقبل الإلكترونات الأولي في مركز التفاعل.

3. نتيجة لاستمرار امتصاص الضوء يعمل إنزيم خاص في النظام الضوئي الثاني على فصل جزيئات الماء حسب المعادلة الآتية:

$$H_2O \xrightarrow{\text{أنزيم}} 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$

- وبالتالي تزويد مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني بالإلكترونات واحداً تلو الأخر، وترتبط ذرات الأكسجين معاً مكونة جزيئات أكسجين، حيث تنطلق إلى الجو كناتج نهائي عن البناء الضوئي.

4. تنتقل الإلكترونات المنشطة من المستقبل الأولي عبر سلسلة من النواقل البروتينية؛ حتى تصل إلى السايتوكروم، الذي يتم من خلاله بناء جزيئات ATP كما في المعادلة الآتية:

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{أنزيم بناء ATP}} ATP$$

وهذه إحدى الطرق التي يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية

5. بعد ذلك تصل الإلكترونات إلى مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول وقد استنفدت طاقتها؛ ليتم إعادة تنشيطها من جديد من خلال الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الأول، والتي تمتص الموجات الضوئية؛ مما يتسبب في انتقال الإلكترونات إلى المستقبل الأولي

6. تستمر الإلكترونات في انتقالها من ناقل لآخر في سلسلة نقل الإلكترون، حيث تمر في عمليات أكسدة واختزال حتى تصل إلى إنزيم مختزل$NADP^+$ في النظام الضوئي الأول.

7. وبالتالي يُختزل $NADP^+$ إلى NADPH كما في المعادلة التالية:

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow[NADP^+]{\text{أنزيم مختزل}} NADPH + H^+$$

(طريقة أخرى لتحويل الطاقة الضوئية الى كيميائية).

تلخيص الخطوات

1. امتصاص الضوء في الصبغات يثير الإلكترونات فينتقل الى المستويات العليا ثم الى جزيئ كلوروفيل آخر حتى يصل لمركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني، فتنتقل الإلكترونات النشطة الى المستقبل الاولي الذي له جاذبية عالية للإلكترونات .
2. يتم إفراز انزيم يحلل الماء منتجا إلكترونين ليعوضوا الفاقد من النظام الضوئي، وبروتونان ونصف O_2، بحيث تندمج نصف ال O_2 مع نصف اخر مشكلة ذرة اوكسجين .
3. تنتقل الإلكترونات من المستقبل الاولي الى السايتوكروم عن طريق نواقل بروتينية، فتتحول الطاقة الضوئية الى كيميائية منتجة ATP.
4. يتم اعادة تنشيط الإلكترونات بعد وصولها النظام الضوئي الاول فيتم نقلهم الى مركز التفاعل ثم الى المستقبل الاولي.
5. تشارك الإلكترونات في عمليات اكسدة واختزال حتى تصل الى الانزيم المختزل $NADP^+$ فيُختزل الى NADPH.

ملخص الأسئلة

1. ما اهمية امتصاص الضوء في بداية هذا المسار

تمتص الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الثاني الموجات الضوئية؛ مما يسبب انتقال الالكترونات الى مستوى طاقة اعلى في جزيء الصبغة الواحدة، بعد ذلك تنتقل طاقة الالكترونات من جزيء كلوروفيل الى اخر حتى تصل مركز التفاعل ليتم تنشيطه ليصبح مانحاً قوياً للالكترونات

2. ما الذي يسهم في وصول الإلكترون إلى المستقبل الاولي؟

جزيئا الكلوروفيل في مركز التفاعل

3. ما دور جزيئات كلوروفيل a الموجودة في مركز التفاعل لكل نظام ضوئي؟

تقوم بمنح اللالكترونات الى المستقبل الأولي

4. ما أهمية تحلل الماء؟

تعويض الكترونات بدلا عن المفقودة في تفاعلات النظام الضوئي الثاني

5. عدد نواتج هذا المسار؟

NADPH/ ATP/ O2

6. يحتوي المسار الالكتروني اللاحلقي على نظام ضوئي أول ونظام ضوئيٍ ثان، إلا أن بداية المسار تكون عند النظام الضوئي الثاني. كيف أفسر ذلك؟

لا يصف اسم النظام الضوئي ترتيبه في عملية تصنيع الطاقة، انما تم اكتشاف النظام الضوئي الاول قبل الثاني وهذا سبب التسمية

7. ما مصير اطلاق (O2 2/1) من تحلل الماء؟

اتحاده بنصف ذرة O2 اخرى وتكوين ذرة اوكسجين تُطلق في الهواء

8. ما هو المستقبل النهائي للالكترون في المسار الالكتروني اللاحلقي في عملية البناء الضوئي؟

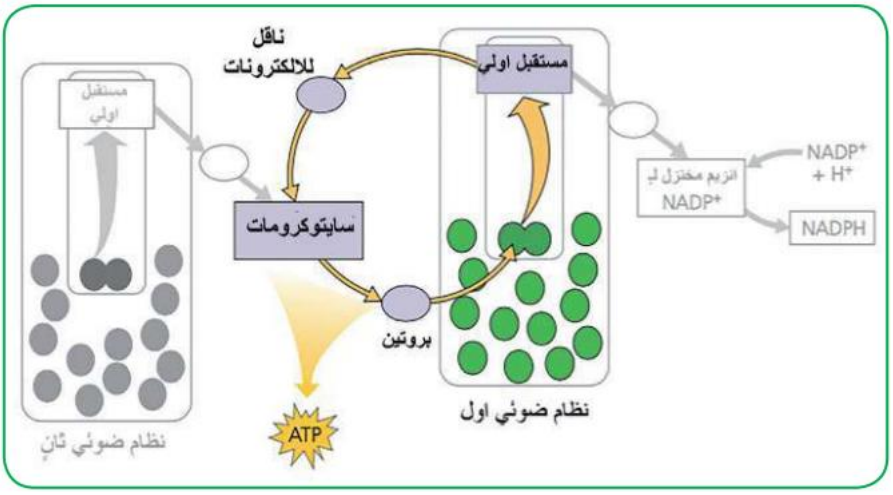
+NADP

9. اذكر مثالين على تحول الطاقة الضوئية الى كيميائية في تفاعلات المسار اللاحلقي

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{أنزيم بناء ATP}} ATP$$

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow[NADP^+]{\text{أنزيم مختزل}} NADPH + H^+$$

المسار الإلكتروني الحلقي



تصل الإلكترونات إلى مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول، وتكون قد استنفدت طاقتها؛ ليتم إعادة تنشيطها من خلال الأصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية، ومن ثم تنتقل إلى المستقبل الأولي في النظام الضوئي الاول، ثم الى سلسلة نقل الالكترون التي تربط بين النظامين الضوئيين؛ ليتم إنتاج جزيئات حاملات الطاقة ATP فقط.

ما النواتج من المسار الإلكتروني الحلقي؟؟

ATP

لاحظ الجدول أدناه:

	المسار الإلكتروني اللاحلقي	المسار الإلكتروني الحلقي
النظام الضوئي المشارك	النظام الضوئي الأول والثاني	النظام الضوئي الأول
النواتج	ATP/NADPH/O2	ATP
مستقبل الإلكترون الأخير	NADP+	لا يوجد
تعويض الإلكترونات	تحلل جزيئ الماء ينتج عنه الكترونين	لا يوجد

التفاعلات اللاضوئية

تسمى هذه التفاعلات حلقة كالفن Cycle Calvin نسبة الى مكتشفها، وتحدث هذه التفاعلات في ستروما البلاستيدة حيث توجد الانزيمات اللازمة لها، ودون الحاجة للضوء، ويتم فيها استخدام الطاقة المختزنة في نواتج التفاعلات الضوئية .NADPH و ATP ويدخل الكربون حلقة كالفن CO2 ويغادرها على شكل سكر.

ولتشغيل الحلقة يتم استهلاك جزيئات ATP كمصدر للطاقة، و NADPH كعامل اختزال قوي يضيف الكترونات ذات طاقة عالية وايونات هيدروجين لصنع جزيئات السكر.

ملخص الأسئلة

1. لماذا سميت حلقة كالفن بهذا الاسم؟

نسبة الى مكتشفها

2. اين تحدث تفاعلات حلقة كالفين؟

في ستروما البلاستيدة

3. ما متطلبات اتمام التفاعلات في حلقة كالفين؟

وجود الCo2، استخدام ATP كمصدر طاقة و NADPH كعامل مختزل، و يتم استخدام انزيمات موجودة في ستروما البلاستيدة ، ولا نحتاج الى الضوء

4. الى ماذا يتحول ال CO2 في نهاية الحلقة؟

الى سكر غليسر الدهايد احادي الفوسفات G3P

5. ما هو مصدر الطاقة في الحلقة؟

ATP

6. ما هو عامل الاختزال القوي في حلقة كالفين؟

NADPH هو عامل الاختزال القوي (يضيف الكترونات ذات طاقة عالية و ايونات هايدروجين لصنع السكر)

حلقة كالفين تتم بثلاث خطوات اساسية كما يلي:

- الخطوة الأولى : تثبيت الكربون

يتم تثبيت ثلاث جزيئات CO2 واحدا تلو الاخر، وذلك من خلال ربط كل جزيء بمركب خماسي الكربون يسمى رايبولوز ثنائي الفوسفات RuBP بوساطة انزيم يدعى اختصارا روبيسكو RuBisCo فينتج ثلاثة جزيئات من مركب نشط (سداسي الكربون) غير ثابت، سرعان ما ينشطر تلقائياً الى جزيئين من حمض غليسرين الحادي الفوسفات 3Phosphoglycerate- فيتكون ما مجموعه ستة جزيئات منه.

نستنتج أن

- في حلقة كريبس الواحدة يتم استخدام ثلاث كربونات واحد تلو الاخر
- الرايبولوز هو مركب خماسي الكربون، يتحد مع جزيئة الكربون الواحدة بتحفيز من انزيم الروبيسكو
- مركب فيه 5 كربونات زدنا كربوناية بيصير مركب فيه 6 كربونات، سداسي الكربون
- ثلاث كربونات ارتبطو بـ ثلاث رايبولوز← انتاج ثلاث مركبات من سداسي الكربون← كل مركب انشطر الى جزئين← 6 قطع من حمض غليسرين أحادي الفوسفات
- المدخلات: ثلاث حبات كربون
- المخرجات 6 حبات من حمض غليسرين احادي الفوسفات

• الخطوة الثانية: الإختزال

يحصل كل جزيء من حمض غليسرين احادي الفوسفات من الجزيئات الستة التي تكونت على مجموعة فوسفات من جزيء ATP، فيتكون حمض غليسرين ثنائي الفوسفات ، ويعمل مركب NADPH على اختزال حمض غليسرين ثنائي الفوسفات الى غليسر الدهايد احادي الفوسفاتglyceraldehyde 3-phosphate او اختصارا ال G3P ، حيث يتكون ست اجزاء منه.

نستنتج أن

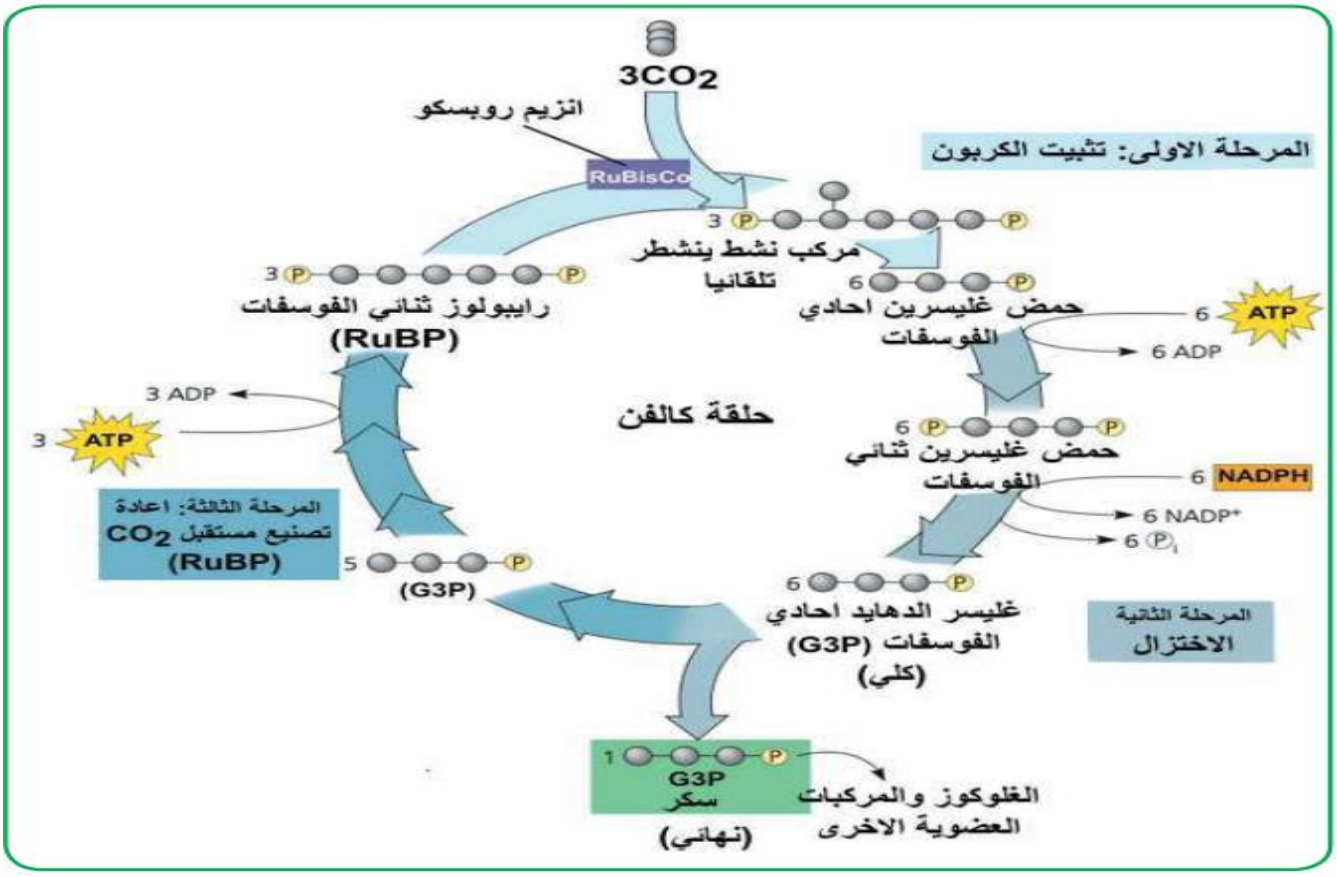
- يدخل 6 ATP متبرعين ب حبة فوسفات لكل حمض غليسرين احادي الفوسفات، فيخرج الATP على شكل ADP بعد خسارة حبة فوسفات، بالمقابل يتحول حمض الغليسرين احادي الفوسفات الى حمض ثائئي الفوسفات
- يدخل 6 من مركب NADPH الى التفاعل ليقوم باختزال الحمض، مضيفا H+ لكل حمض، وساحبا جزيئ فوسفات من كل حمض، والناتج يكون غليسر الدهايد احادي الفوسفات والمختصر ب G3P (ينتج 6 قطع منه)
- مدخلات التفاعل: ATP6 الذي يخرج على شكل 6 ADP/ و 6 NADPH الذي يخرج على شكل NADP+
- مخرجات التفاعل: 6 جزيئات من ال G3P
- وهون عزيزي الطالب تم استخدام اول 6 حبات ATP لفسفرة حمض غليسرين احادي الفوسفات

• الخطوة الثالثة: اعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات (مستقبل ال CO_2)

يستخدم جزيء واحد فقط من G3P كناتج نهائي لحلقة كالفن، كنقطة البداية لمسارات عمليات الايض لانتاج مركبات عضوية تشمل الغلوكوز ومركبات عضوية اخرى، اما جزيئات G3P الخمسة الاخرى فستستخدم في اعادة بناء مركب رايبولوز ثنائي الفوسفات في سلسلة معقدة من التفاعلات يستهلك خلالها ثلاثة جزيئات ATP

هون عزيزي بنستهلك كمان ثلاث ATP

ال G3P هو اول مركب كاربوهيدراتي ثابت تنتجه النبتة (ثنين منه لما يتحدو بعملولي الجلوكوزاية)



ملاحظة: كل حلقة كالفين كاملة ينتج منها نصف مكوّن الجلوكوز، ف في كل حلقتين ينتج جزيئ جلوكوز كامل.

تطبيقات رياضية على حلقة كالفن

1. **في حلقة كالفن اذا تم استهلاك 18 جزيئاً من ATP اوجد ما ياتي:**

أ) عدد جزيئات G3P الكلية. (12)

ب) عدد جزيئات الغلوكوز التي يتم انتاجها (1)

ت) عدد CO2 التي يتم تثبيتها (6)

ث) عدد جزيئات رايبولوز ثنائي الفوسفات التي يتم استخدامها (استهلاكها) (6)

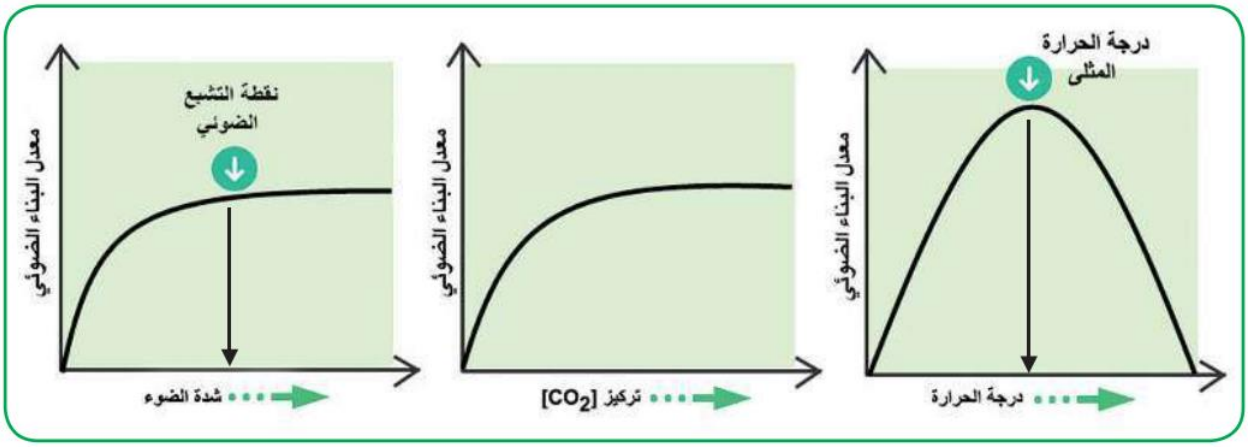
2. **في حلقة كالفن اذا تم استهلاك 45 جزيئاً من ATP اوجد ما ياتي:**

أ) عدد جزيئات G3P الكلية. (30)

ب) عدد جزيئات الغلوكوز الكاملة التي يتم انتاجها؟ 4 جزيئات جلوكوز كاملة

ت) عدد CO2 التي يتم تثبيتها (15)

ث) عدد جزيئات رايبولوز ثنائي الفوسفات التي يتم استخدامها (استهلاكها) (15)



❖ **استنتج من الصورة اعلاه أن :**

- زيادة شدة الضوء على النبات يزيد من معدل البناء الضوئي، ولكن عند وصول شدة الضوء الى مكان نسميه نقطة التشبع الضوئي، تتوقف الزيادة في معدلات البناء الضوئي ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن
- زيادة تركيز CO2 في مياه النبات يزيد من معدل البناء الضوئي، ولكن عند وصول CO2 في النبتة الى مكان نسميه نقطة تشبعCo2 ، تتوقف زيادة معدل البناء الضوئي ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن.
- عند درجة الحرارة المنخفظة يكون معدل البناء الضوئي منخفظ، وعند زيادة درجة الحرارة تتزايد معدلات البناء الضوئي الى مرحلة نسميها درجة الحرارة المثلى حيث يكون فيها اعلى معدل للبناء الضوئي، ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن، وعند زيادة درجة الحرارة عنها فان معدلات البناء الضوئي تبدا بالانخفاظ.

التنفس الخلوي

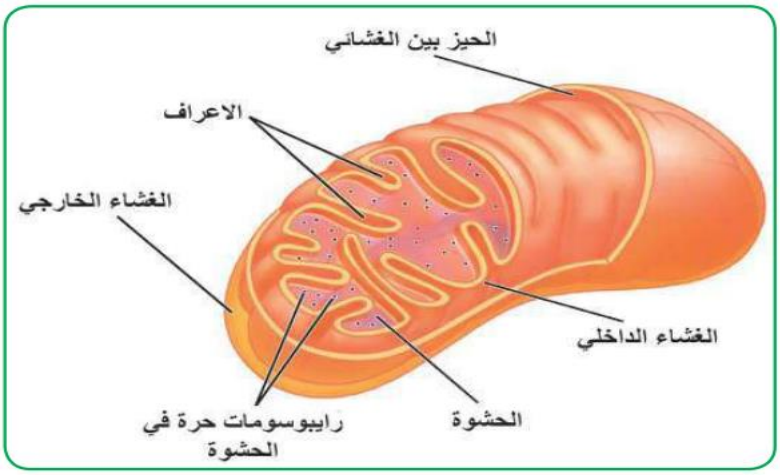
تقوم الخلايا بوظائف مختلفة تشمل عمليات حيوية مثل الانقسام الخلوي، وتكوين النشا، وتحويل الغلوكوز إلى الغلايكوجين، وتكوين البروتينات من الحموض الأمينية، بالاضافة إلى انقباض العضلات في الحيوانات وغيرها من الانشطة التي تحتاج الى طاقة.

ويتم انتاج الطاقة من خلال عملية التنفس الخلوي التي تقوم بوساطتها الكائنات الحية بتحليل المواد الغذائية مثل: الكربوهيدرات، وتحرير الطاقة المخزونة في الروابط الكيميائية الموجودة بين جزيئاتها.

وفي معظم الكائنات الحية تحتاج هذه العمليات الى وجود الاكسجين، وبالتالي تسمى التنفس الهوائي Aerobic respiration، في حين هنالك كائنات حية تقوم بهذه العملية دون استخدام الأكسجين، (مستقبل أخير للالكترون وتستخدم النترات NO3-1 او السلفات SO4-2 بديلا عن الاوكسجين) ، وتسمى هذه العملية التنفس اللاهوائي Anaerobic respiration والنوع الثالث من الكائنات الحية يقوم بالتنفس في غياب الأكسجين (كمستقبل أخير للالكترون ويكون مستقبل الالكترون مركباً عضوياً) بما يسمى لتخمر Fermentation

❖ عدد أنواع التنفس الخلوي موضحا كلًا منها

1. تنفس هوائي: يحدث نوع التنفس الخلوي هذا بوجود الاوكسجين وعمله كمستقبل اخير للالكترون (معظم ما تستخدمه الكائنات الحية)
2. تنفس لا هوائي: كما يدل الاسم، يحدث بغياب الاوكسجين كمستقبل نهائي للالكترون ، وينوب عنه مستقبلا النترات او السلفات
3. التخمر: يحدث بغياب الاوكسجين ، وينوب عنه مستقبلا اخيرا للالكترون مركبا عضويا



- يتكون الميتوكندريون من غشاء داخلي وخارجي، الاعراف، الحيز بين الغشائين، الحشوة، رايبوسومات حرة في الحشوة
- يمتاز الميتوكندريون بقدرته على التضاعف والامر الذي يزيد من عدد الميتوكندريا في الخلية، بالتالي تزيد كمية الطاقة المنتجة
- الميتوكندريون هو التركيب الذي تتم فيه عمليات التنفس الخلوي، والتي ينتج عنها طاقة

❖ **قارن بين الميتوكندريون والبلاستيدة من حيث التركيب والوظيفة:**

	المايتوكندريا	البلاستيدات الخضراء
التركيب	تتكون من غشائين خارجي وداخلي، بحيث يحتوي الغشاء الداخلي على انحناءات تسمى بالاعراف، ويحتوي الميتوكندريون بداخله على الحشوة ، وريبوسومات حرة تسبح فيه	تتكون من غشائين داخلي وخارجي، من الجزء الداخلي نجد تراكم للثايلوكويدات التي تحتوي على الكلوروفيل، وعند ترتيب الثايلوكويدات فوق بعضها يتكون الغرانم، واخيرا نجد الستورما وهي السائل الموجود بداخل البلاستيدة
الوظيفة	نتاج الطاقة من خلال عملية التنفس الخلوي التي تقوم بوساطتها الكائنات الحية بتحليل المواد الغذائية مثل: الكربوهيدرات، وتحرير الطاقة المخزونة في الروابط الكيميائية الموجودة بين جزيئاتها.	تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية، بحيث اما يتم استخدام هذه الطاقة او تخزينها كمواد غذائية مثل النشا

ملخص الأسئلة

1. عدد مكونات المايتوكندريون؟

غشاء داخلي وخارجي، الاعراف، لحيز بين الغشائين، الحشوة، رايبوسومات حرة في الحشوة

2. يمتاز الميتوكندريون بقدرته على التضاعف، ما أهمية ذلك؟

يزيد من عدد الميتوكندريا في الخلية، بالتالي تزيد كمية الطاقة المنتجة

3. ما الوظيفة الاساسية التي يقوم بها الميتوكندريون؟

انتاج الطاقة عن طريق التنفس الخلوي

التنفس الخلوي الهوائي

يحدث هذا النوع من التنفس في معظم الكائنات الحية، حيث تعتمد على وجود الأكسجين وتطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتم استخدام الأكسجين في أكسدة المواد الغذائية مثل الغلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة لتأدية العمليات الحيوية التي تقوم بها الخلية، لاحظ المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + 38\ ATP$$

عدد مدخلات ومخرجات عملية التنفس الخلوي، ووضح التفاعل بمعادلة كيميائية موزونة .

المدخلات: 1 جزيئ سكر الجلوكوز + 6 ذرات اوكسجين.

المخرجات: 6 جزيئات كربون ، 6 ماء، ATP38 (وحدة طاقة)

المعادلة

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + 38\ ATP$$

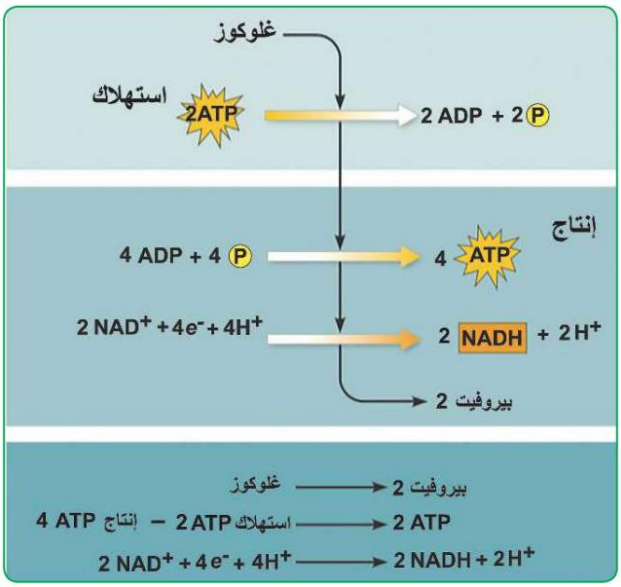
وتتضمن عملية التنفس الهوائي اربع مراحل تتم في سلسلة معقدة من التفاعلات المنتظمة والمترابطة كما يأتي:

سؤال: عدد مراحل عملية التنفس الخلوي.

1. التحلل الجلايكوزي.
2. تحويل البروفيت الى الاسيتل مرافق الانزيم-أ.
3. حلقة كربس.
4. سلسلة نقل الالكترون.

أولًا التحلل الجلايكوزي

تحدث هذه المرحلة في سيتوسول جميع الخلايا الحية، وهذه العملية لا تتطلب وجود الأكسجين لانتاج الطاقة. في هذه المرحلة ينشطر سكر الغلوكوز إلى جزيئين من سكر غليسر الدهايد (ثلاثي الكربون) ليتاكسد كل جزيء منهما؛ ليكونا في نهاية هذه المرحلة جزيئين من حمض البيروفيك (البيروفيت)، في هذه العملية يتم اختزال جزيئين من ناقل الهيدروجين NAD+ الى NADH وكذلك ينتج جزيئان من ال ATP



ملاحظة: تمثل جزيئات NAD+ وNADH اختصارا لنيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد وهو يعد أهم ناقل للالكترونات أثناء التنفس الخلوي. يستقبل NAD+ زوجا من الإلكترونات وبرتونا واحدا حيث يختزل الى NADH

ملخص الأسئلة

1. حدد موقع حدوث عملية التحلل الجلايكوزي؟

السيتوسول

2. ما هو مصير جزيئ الجلوكوز في نهاية تفاعل التحلل الجلايكوزي؟

يتحول الى جزيئي بيروفيت (G3P)

3. كم جزيءATP يستخدم في كل تحلل جلايكوزي ، وكم جزيء ATP يتم انتاجه من كل عملية تحلل جلايكوزي ، (اذا افترضنا ان عملية التحلل الجلايكوزي حدثت 4 مرات) ؟

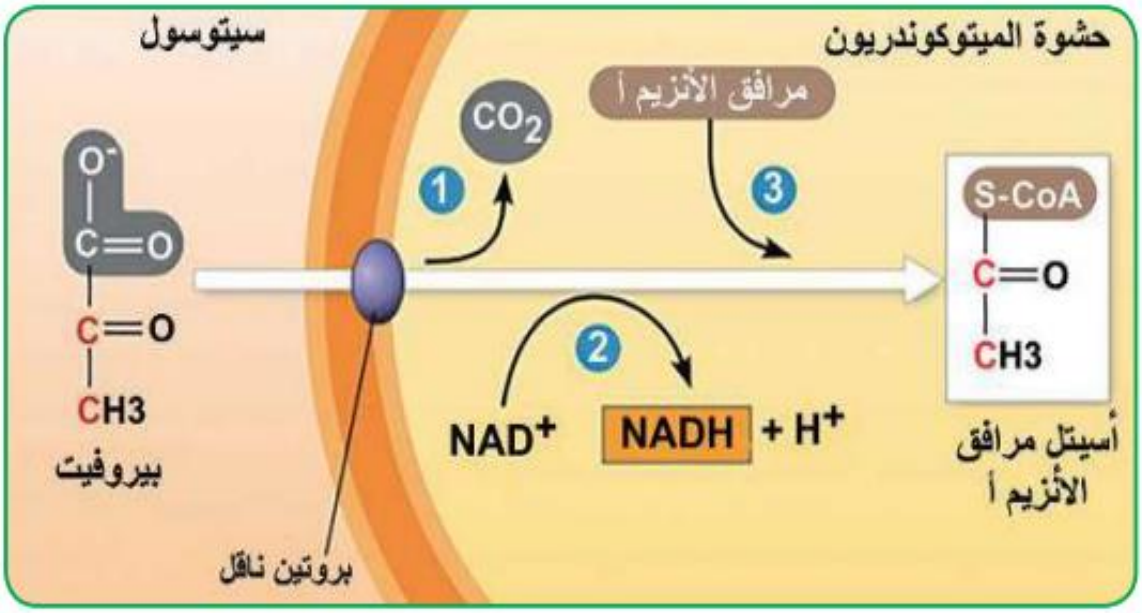
استخدام 8 ATP، انتاج: ATP16

4. ما هو مصير جزيئ الجلوكوز في نهاية تفاعل التحلل الجلايكوزي؟

يتم اختزاله ليكسب 2 الكترون و هيدروجينا واحدا، ليصبح NADH

ثانيًا
تحويل البيروفيت الى اسيتل مرافق الانزيم-أ

الطاقة الناتجة من التحلل الغلايكولي تكون غير كافية لاداء الوظائف الحيوية في معظم الكائنات الحية؛ لذلك يدخل البيروفيت Pyruvate من السيتوسول إلى حشوة الميتوكندريا واحداً تلو الاخر (في حالة وجود الاكسجين لإنتاج كمية اكبرمن الطاقة) ثم يتحول الى مركب اسيتل مرافق الإنزيم.



ملخص الأسئلة

1. ما الشرط الاساسي لبدا عملية تحويل البيروفيت الى اسيتل مرافق الانزيم-أ؟

وجود الأوكسجين

2. اين تحدث عملية تحويل البيروفيت الى اسيتل مرافق الانزيم-أ؟

في السيتوسول للخلية، واذا وجد الاوكسجين يدخل الى حشوة الميتوكندريون لاتمام تفاعل التنفس الهوائي

3. احسب المواد الداخلة والخارجة من العملية اذا افترضت دخول جزيء جلوكوز كامل للعملية؟

مدخلات التفاعل: 2 بيروفيت+ 2 من NAD+، و مرافق الانزيم-أ

مخرجات التفاعل : 2NADH، 2 اسيتل مرافق الانزيم-أ ، 2 Co2))

4. ما عدد ذرات الكربون في مركب الاسيتل مرافق الانزيم-أ؟

ذرتا كربون

5. ما عدد ذرات الكربون في كل جزيء جلوكوز؟

6

6. ما عدد ذرات الكربون في كل جزيء بيروفيت؟

3

7. ما مصير البيروفيت اذا لم يتم ايجاد الاوكسجين؟

يتحول هذا التفاعل الى تنفس لا هوائي او تخمر

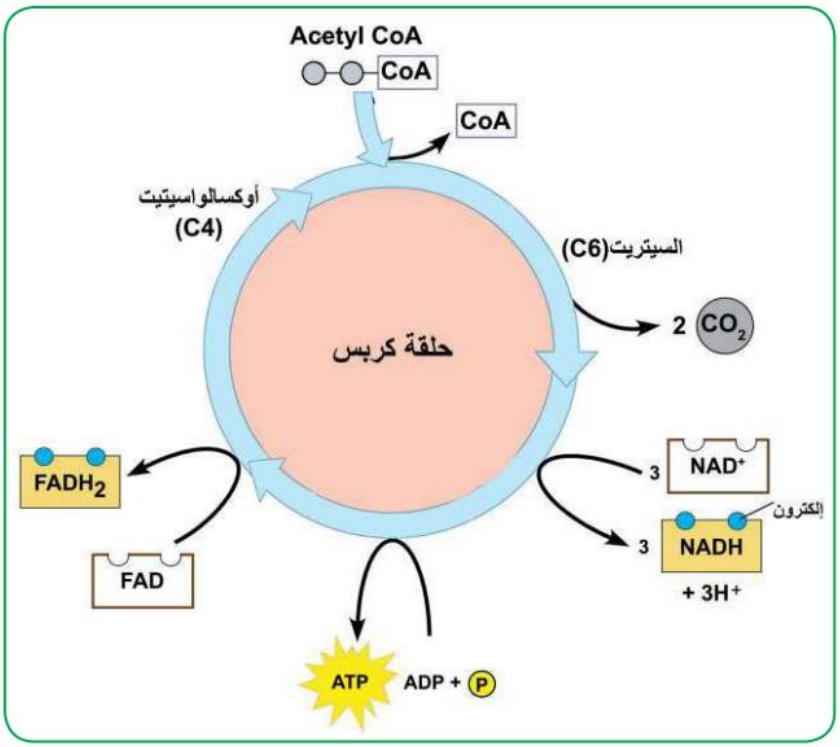
ثالثًا

حلقة كريبس

تتضمن سلسلة من التفاعلات؛ حيث تحدث في حشوة الميتوكندريون، وينتج عنها مركبات وسطية وفق الآتي:

1. تبدا الحلقة بتفاعل جزيء اسيتل مرافق الانزيم – أ مع مركب رباعي الكربون (C4) يسمى الاوكسالواسيتيت ينتج مركباً سداسي الكربون (C6) هو السيتريت حيث يمر السيتريت بعدة مراحل لاعادة بناء الاوكسالواستيت من جديد
2. يتحرر اثناء هذه الدورة مرافق الانزيم –ا ليكرر عمله في دورة اخرى، وينتج جزيئان من ثاني اكسيد الكربون وجزيء ATP كما وينتج ثلاث جزيئات NADH، وجزيء واحد من ال FADH2 وذلك في كل دورة
3. تتكرر الدورة مرتين، مرة لكل جزيء من مجموعة الاسيتل مرافق الانزيم-أ، لماذا؟

تذكر ان كل جزيء جلوكوز ينتج اثنان بيرفيت، والذي يتحول لاحقا الى اثنين اسيتل مرافق الانزيم-أ



ملخص الأسئلة

1. ما المركب الذي تبدا به حلقة كريبس؟

اسيتل مرافق الانزيم-أ

2. كم عدد كربونات الاوكسالواسيتيت؟

هو مركب رباعي الكربون (4 جزيئات كربون)

3. ما المركب الناتج من تفاعل اسيتل مرافق الانزيم – أ مع الاوكسالواسيتيت؟

السيتريت وهو مركب سداسي الكربون (4 كربونايت من الاوكسالواسيتيت و اثنان من اسيتيل مرافق الانزيم – أ

4. ما مصير الاستريت بعد انتهاء حلقة كريبس؟

يمر بعدة تفاعلات ليعيد بناء الاوكسالواسيتيت

5. ما مصير مرافق الانزيم-أ في حلقة كريبس؟

ينفصل عن المركب اسيتيل مرافق الانزيم-أ ليكرر عمله في دورة اخرى

6. ما منتجات تفاعلات حلقة كريبس الواحدة (لكل اسيتيل مرافق الانزيم-أ واحد)؟

(FADH2)1 ،ATP1 ،(NADH)3 ،(Co2)2

7. ما مدخلات تفاعلات حلقة كريبس الواحدة؟

اسيتيل مرافق الانزيم-أ واحد، اوكسالواسيتيت واحد، 3 +NAD، ADP+ فوسفات، FAD واحد

8. يمر السيتريت بعدة مراحل لاعادة بناء الأوكسالواستيت من جديد. ما أهمية ذلك؟

ليشارك بدورة جديدة ينتج فيها2(Co2)، 3(NADH)، 1ATP، 1(FADH2)

9. كم دورة كريبس يجب ان تتم في حال وجود 4 جزيئات جلوكوز؟

تذكر ان كل جزء جلوكوز يتطلب حلقتين، اذا كانو 4 فتكون النتيجة 8 دورات

10. احسب ال ATP الناتج من تفاعل حلقة كريبس لكل 3 جزيئات جلوكوز؟

6 ATP (كل جزيء ينتج 1 ATP)

11. ما ناتج تحلل ثلاثة جزيئات غلوكوز في حلقة كربس؟

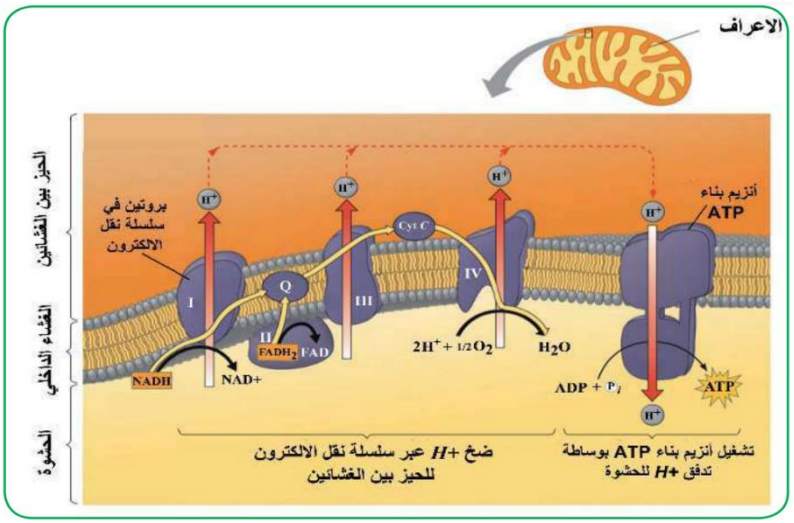
12(Co2)، 18(NADH)، 6ATP، 6(FADH2)

رابعًا
سلسلة نقل الإلكترون

يتضح من المراحل السابقة ان الطاقة ATP الناتجة بشكل مباشر من تحلل جزيء غلوكوز واحد هوائياً كانت قليلة (اربعة جزيئات من ATP جزيئين من التحلل الغلايكولي، وجزيئين من حلقة كربس)، والسبب في ذلك يعود الى ان النسبة الاكبر من الطاقة يتم تخزينها في جزيئات حاملات الطاقة (NADH و FADH2) لذلك لا بد من استخلاص الطاقة من هذه الجزيئات على شكل ATP من خلال سلسلة نقل الالكترون.

علل: ATP الناتجة بشكل مباشر من تحلل جزيء غلوكوز واحد هوائياً كانت قليلة (ربعة جزيئات من ATP جزيئين من التحلل الغلايكولي، وجزيئين من حلقة كربس)؟

سبة الاكبر من الطاقة يتم تخزينها في جزيئات حاملات الطاقة (NADH و FADH2)، ويتم استخلاص هذه الطاقة من خلال سلسلة نقل الالكترون.



❖ **تتبع خطوات سلسلة نقل الالكترون:**

1. يوجد في الغشاء الداخلي للميتوكندريون (الاعراف) مجموعة من الانزيمات والبروتينات تترتب وفق نظام خاص يتيح لها اطلاق الطاقة عند نقل الالكترونات من جزيئات حاملات الطاقة (NADH و FADH2) يسمى هذا النظام سلسلة نقل الالكترون.

سؤال: عرّف سلسلة نقل الالكترون؟

هي مجموعة من الإنزيمات والبروتينات المتواجدة في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا (الأعراف)، تترتب وفق نظام خاص يتيح إطلاق الطاقة عند نقل الالكترونات من جزيئات حاملات الطاقة (NADH و FADH2)

2. تنتقل الالكترونات ضمن مستويات طاقة مختلفة من خلال مرورها من بروتين الى اخر من السيتوكرومات (بروتينات تحتوي على ذرة حديد)، حيث تنطلق الطاقة المخزنة في النواقل الهيدروجينية (NADH و FADH2) عبر سلسلة نقل الالكترون لتكوين جزيئات ATP. وتعرف هذه العملية بالفسفرة التاكسدية

سؤال: عرف الفسفرة التاكسيدة في سلسلة نقل الالكترون؟

هي عملية تنقل الالكتروانت ضمن مستويات طاقة مختلفة من خلال مرورها من بروتين الى اخر من السيتوكرومات، حيث تنطلق الطاقة المخزنة في النواقل الهيدروجينية (NADH و FADH2) عبر سلسلة نقل الالكترون لتكوين جزيئات ATP

سؤال: ما هي السيتوكرومات؟

هي البروتينات الناقلة التي تحتوي ذرة حديد

3. **تتكون جزيئات ATP في سلسلة نقل الالكترون كما يأتي:**

أ) تعمل البروتينات في سلسلة نقل الالكترون كمضخات للبروتونات $H+$، حيث تقوم بضخ $H+$ من داخل الحشوة الى الحيز بين الغشائي باستخدام طاقة الالكترون عبر سلسلة نقل الالكترون كما توضح المعادلة الآتية:

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

سؤال: ما وظيفة البروتينات في سلسلة نقل الالكترون؟

تعمل كمضخات $H+$ حيث تقوم بضخ $H+$ من داخل الحشوة الى الحيز بين الغشائين باستخدام طاقة الالكترون عبر سلسلة نقل الالكترون (احفظ المعادلة).

ب) استمرار ضخ البروتونات الى الحيز بين الغشائي يؤدي الى زيادة تركيز ايونات الهيدروجين $H+$ هناك، ويؤدي ذلك الى انتقال ايونات الهيدروجين بفعل فرق التركيز الى داخل الحشوة عبر انزيم بناء ATP.

سؤال : ماذا يترتب على مغادرة الحشوة الى الحيز بين الغشائين؟

زيادة تركيز البروتونات في الحيز بين الغشائين مؤديا الى انتقال ايونات الهيدروجين بفعل انزيم بناءATP الى داخل الحشوة مجددا بفعل فرق التركيز.

ت) هذا الانتقال يؤدي الى تنشيط انزيم بناء ATP،وبالتالي بناء ATP من جزيئات ADP ومجموعات الفوسفات، كما توضح المعادلة الاتية:

$$ADP + Pi \xrightarrow[\text{بناء ATP}]{\text{أنزيم}} ATP$$

سؤال: وضح كيف يتم بناء ال ATP عن طريق انزيم بناء ATP؟

عند مرور ايونات الهيدوجين عبى انزيم بناء ATP فانها تنشط عمل الانزيم لدمج ذرة فوسفات مع جزيء ADP منتجة ATP وفق المعادلة التالية: (احفظ المعادلة)

4. ينتج عن كل جزيء من NADH ثلاثة جزيئات من ATP، بينما ينتج عن كل جزيء من FADH2 جزيئان من ATP

سؤال: ما عدد جزيئات ال ATP التي تنتج عن مجموع جزيئي NADH و جزيئي FADH2؟

ATP8

5. بعد تصنيع جزيئات ATP داخل حشوة الميتوكندريون يتم تصديرها بوساطة بروتين خاص الى السيتوبلازم لتستخدم في الخلية

سؤال :ما مصير ال ATP المصنوع في الميتوكندريون عن طريق سلسلة نقل الالكترون؟

يتم تصديره بواسطة بروتين خاص الى سيتوبلازم الخلية ليتم استخدامها فيها

6. في نهاية سلسلة نقل الالكترون يكون الاكسجين هو المستقبل النهائي للالكترونات، حيث يتم ربط الهيدروجين والاكسجين لتكوين H2O كما مبين في المعادلة:

$$2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{أنزيم}} H_2O$$

سؤال مهم: ما هو المستقبل الاخير للالكترون في سلسلة نقل الالكترون؟

الاوكسجين، حيث يرتبط الهيدروجين بالاوكسجين مكوننا H_2O كما في المعادلة:

ملخص أسئلة إضافية مهمة

1. وضح وظيفة البروتين الاول في سلسلة نقل الالكترون؟

يقوم بنقل ايوني هايدروجين من ال NADH الى الحيز بين الغشائين

2. وضح وظيفة البروتين الثاني في سلسلة نقل الالكترون؟

يقوم بنقل ايوني هايدروجين من ال FADH2 الى الحيز بين الغشائين

3. ماذا يميز السايتوكرومات عن غيرها من النواقل البروتينية؟

احتواءها على ذرة حديد

4. وضح لماذا ينتج NADH ثلاثة ATP بينما FADH ينتج اثنان؟؟ATP

NADH: يمتلك ال NADH طاقة اكبر من ال FADH، فيقوم بتنشيط المضخات البروتينية الثلاثة مكونًا ثلاثة جزيئات ATP بينما يقوم ال FADH بتنشيط مضختين من المضخات البروتينية بالتالي فينتج عنه جزيئي ATP (راجع الشرح+ الشكل)

سؤال مهم: وضح عملية تكوين ال ATP عن طريق سلسلة نقل الالكترون: (مهم ان تجاوب بالطريقة التالية:)

1. تعمل البروتينات الموجودة في الغشاء الداخلي للمايتوكندروين كمضخات للبروتونات، فتقوم بنقل البروتونات الموجودة في نواقل الطاقة (NADH و FADH2) في الحشوة الى الحيز بين الغشائين مستخدمة طاقة الالكترون كما في المعادلة (يجب ذكر المعادلة)

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

2. تتراكم البروتونات في الحيز بين الغشائين مما يؤدي الى زيادة تركيز البروتونات في الحيز، الامر فتنتقل البروتونات عائدة الى الحشوة بفعل فرق التركيز عبر انزيم بناء ATP

3. مرور البروتونات من انزيم بناء ATP ينشط الانزيم مؤديا الى دمج ذرات الفوسفات مع ال ADP منتجة ATP كما في المعادلة التالية:

$$ADP + Pi \xrightarrow[\text{بناء ATP}]{\text{أنزيم}} ATP$$

سؤال: وضح كيف يتكون الماء في سلسلة نقل الالكترون؟

الأوكسجين هو المستقبل النهائي للإلكترونات حيث يتم ربط الهيدروجين والأوكسجين لتكوين H_2O

راجع الجدول التالي: وافهمممم فهم لا تحفظ 😊 ثم حاول حل السؤال الذي يليه (ستكون الاجابات موجودة تحت الجدول ولكن حاول الحل قبل النظر للاجابات)

نتائج تحلل جزيء غلوكوز واحد هوائيا					
المرحلة	عدد جزيئات NADH الناتجة	عدد جزيئات $FADH_2$ الناتجة	عدد جزيئات CO_2 الناتجة	عدد جزيئات ATP الناتجة بشكل مباشر	عدد جزيئات ATP الناتجة في سلسلة نقل الإلكترون (غير مباشر)
التحلل الغلايكولي	2	0	0	2	2×3=6
تحول البيروفيت إلى أسيتل مرافق الأنزيم -أ	2	0	2	0	2×3=6
حلقة كربس	6	2	4	2	18+4=22
المجموع الكلي لجزيئات ATP		38	=	4 +	34

نتائج تحلل 4 غلوكوز واحد هوائيا					
المرحلة	عدد جزيئات NADH الناتجة	عدد جزيئات $FADH_2$ الناتجة	عدد جزيئات CO_2 الناتجة	عدد جزيئات ATP الناتجة بشكل مباشر	عدد جزيئات ATP الناتجة في سلسلة نقل الإلكترون (غير مباشر)
التحلل الغلايكولي					
تحول البيروفيت إلى أسيتل مرافق الأنزيم -أ					
حلقة كربس					
المجموع الكلي لجزيئات ATP					

مرحلة	NADH	FADH2	CO2	Direct ATP	Indirect ATP
تحلل	8	0	0	8	24
تحول	8	0	8	0	24
كريبس	24	8	16	8	88
مجموع	152				

التنفس الخلوي اللاهوائي

تحدث عملية التنفس اللاهوائي في بعض الكائنات الحية، حيث تقوم هذه الكائنات بتحليل الغلوكوز لاهوائيا بمعزل تام عن الأكسجين، وتشبه هذه العملية التنفس الهوائي في كل مراحلها، إلا أن المستقبل النهائي للالكترون لا يكون الأكسجين، وإنما مركبات أخرى، كما يحدث في بكتيريا الكزاز التي تستخدم $SO4^{-2}$ كمستقبل نهائي للالكترونات، وتكون كمية الطاقة اقل من التنفس الهوائي

ملخص الأسئلة

1. اذكر مثال على كائن حي يستخدم التنفس اللاهوائي؟

بكتيريا الكزاز

2. اذكر المستقبل الاخير للالكترون في التنفس اللاهوائي؟

$SO4^{-2}$

3. فسر: الطاقة الناتجة من التنفس اللاهوائي اقل من التنفس الهوائي؟

في التنفس اللاهوائي لا يوجد اوكسجين مما يعني ان حلقة كريبس و عملية تحول البيروفيت الى اسيتل مرافق الانزيم -أ لن تتم، وفي هذه الحالة فان مصدر الطاقة يكون من التحلل الجلايكوزي وسلسلة نقل الكترون تكون مختلفة عن التي تتم في التنفس الخلوي الهوائي

التنفس الخلوي اللاهوائي

يحدث التخمر في غياب الاكسجين، حيث يمر جزيء الغلوكوز بمرحلة التحلل الغلايكولي؛ لينتج مركبين من البيروفيت، وبسبب عدم وجود الاكسجين يدخل البيروفيت الى احد مساري التخمر في السيتوسول، وهما التخمر اللبني والتخمر الكحولي

ملخص الأسئلة

1. عدد أنواع التخمر؟

تخمر كحولي وتخمر لبني

2. ما الخطوات التي يمر فيها التخمر؟

يمر فقط بالتحلل الغلايكوزي

3. أين تتم عملية التخمر؟

في السايتوسول

- تحدث عملية التخمر اللبني في بعض أنواع البكتيريا (والعضلات) ، حيث تقوم بانتاج الطاقة في غياب الأكسجين، وذلك بتحويل البيروفيت الى حمض اللبن.
- تحدث عملية التخمر الكحولي في بعض انواع البكتيريا عندما يقوم البيروفيت يستقبل الالكترون ويتحول في غياب الكسجين إلى إيثانول وذلك عن طريق تحرر جزيء CO_2 ليتم انتاج مركب ثنائي الكربون يسمى أسيتل الدهايد (ويكون المستقبل النهائي للالكترون) ليُختزل إلى مركب إيثانول بوساطة جزيء NADH ويستخدم التخمر الكحولي في صناعة الكحول والخبز والمعجنات.
- يكون الهدف من التخمر اعادة انتاج مركبات NAD^+ من NADH لضمان استمرارحدوث التحلل الغلايكولي، حيث يتم انتاج كمية قليلة من الطاقة تساوي جزيئين من ATP.
- ويستفيد الانسان من التخمر اللبني في صناعة المخللات واللبن، وتضطر العضلات أحياناً للقيام بالتخمر اللبني لإنتاج الطاقة اللازمة؛ ويحدث ذلك بسبب قيام العضلات بمجهودٍ عال، وعدم مقدرة الدم على نقل كمية كافية من الاكسجين لها.

ملخص الأسئلة

1. عرف التخمر اللبني؟

هي عملية انتاج الطاقة بغياب الاوكسجين التي تقوم بها بعض انواع البكتيريا والعضلات احيانا بتحويل البيروفيت الى حمض اللبن

2. عرف التخمر الكحولي ؟

هي عملية انتاج الطاقة بغياب الاوكسجين التي تقوم بها بعض انواع البكتيريا بحيث يتسقبل البيروفيت الالكترون ويتحول بغياب الاوكسجين الى ايثانول عن طريق تحرير جزيء CO_2 ليتم انتاج مركب ثنائي الكربون يسمى اسيتل الدهايد الذي يُختزل الى مركب ايثانول بواسطة جزيء NADH

3. فيم يستخدم التخمر الكحولي؟

في صناعة الكحول والخبر والمعجنات

4. اين يتم حدوث التخمر؟

في السيتوسول

5. من المستقبل الاخير للالكترون في التخمر الكحولي؟

اسيتيل الدهايد

6. من المستقبل النهائي للالكترون في التخمر اللبني؟

البيروفيت

7. ما الهدف من التخمر؟

اعادة انتاج مركبات NAD^+ من NADH لضمان استمرار حدوث التحلل الجلايكولوزي

8. ما الطاقة الناتجة من التخمر؟

ATP_2

9. فيم يستخدم التخمر اللبني؟

في صناعة اللبن والمخللات

10. لم تلجأ العضلات الى استخدام التخمر اللبني؟

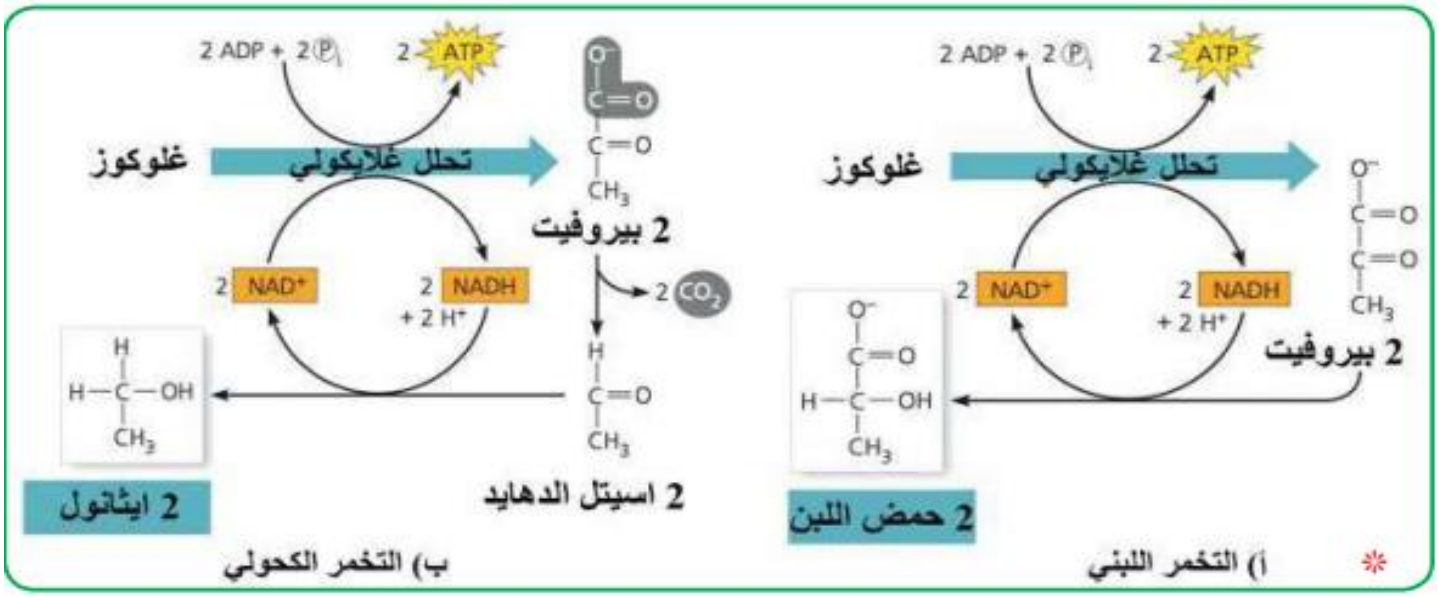
لانتاج الطاقة اللازمة عندما تقوم العضلات بمجهود عال وعدم مقدرة الدم على نقل كمية كافية من الاوكسجين لها

11. من يقوم بالتخمر اللبني؟

البكتيريا وبعض انواع العضلات

12. من يقوم بالتخمر الكحولي ؟

البكتيريا



أسئلة: على التخمر اللبني

1. **كم عدد ال NADH الناتجة والمستخدمة في كل عملية تخمر لبني؟** 2
2. **كم عدد ذرات الكربون في حمض اللبن؟** 3
3. **كم عدد ذرات الكربون في البيروفيت؟** 3
4. **المستقبل النهائي للالكترون في التخمر اللبني؟** البيروفيت
5. **كم عدد ATP الناتج في نهاية العملية؟** 2
6. **المنتج النهائي من التخمر اللبني؟** 2 حمض اللبن، 2 بيروفيت، 2ATP 2 NADH

أسئلة: على التخمر الكحولي

1. **كم عدد ال NADH الناتجة والمستخدمة في كل عملية تخمر الكحولي؟** 2
2. **كم عدد ذرات الكربون في الايثانول؟** 2
3. **كم عدد ذرات الكربون في البيروفيت؟** 3
4. **كيف يختلف التخمر الكحولي عن اللبني؟** يقوم البيروفيت بالتحول الى مركب ثنائي الكربون (اسيتل الدهايد) مطلقا غاز ثاني اوكسيد الكربون ويكون اسيتل الدهايد هو المستقبل الاخير للالكترون.
5. **المستقبل النهائي للالكترون في التخمر الكحولي؟** اسيتل الدهايد
6. **كم عدد ATP الناتج في نهاية العملية؟** 2

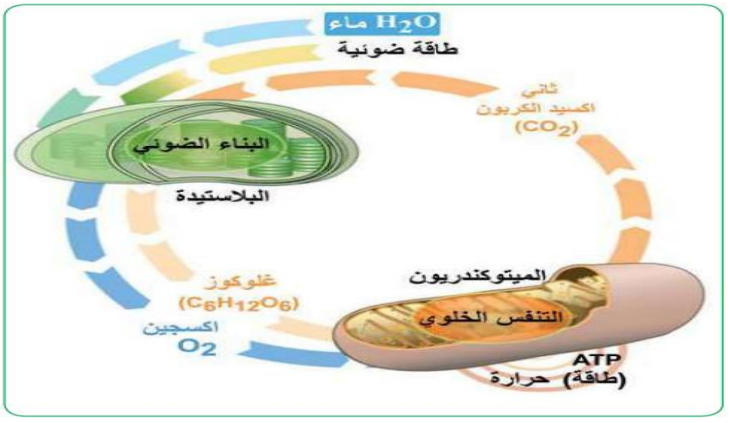
7. **المنتج النهائي من التخمر الكحولي؟** 2 ايثانول، 2 CO2، ATP2، NADH2

مراجعة

1. **اكتب نواتج البناء الضوئي.؟** اوكسجين + جلوكوز
2. **اعـدد المـواد الداخلـة فـي تفاعـلات التنفـس الخلـوي؟** اوكسجين + جلوكوز
3. **اذا استنتج من مقارنة الاجابتين السابقتين؟** ان عملية البناء الضوئي هي المحفز الاساسي للبدء بالتنفس الخلوي عند الكائنات التي تمتلك بلاستيدات خضراء (نباتات، طحالب، بعض البكتيريا)
4. **قارن بين NADP+ في البناء الضوئي و+NAD في التنفس من حيث الوظيفة؟**

NADP+ وال NAD+ يتم اختزالهم لينقلو الاكترونات المحملة بالطاقة، ولكن ال NADP+ يستخدم في البناء الضوئي، اما ال NAD+ في التنفس الخلوي

5. **ماذا تسمى البروتينات المتواجدة في أغشية البالستيدات الخضراء والميتوكندريا ؟** سايتوكرومات (سلسلة نقل الالكترون)



النجاح ليس حكرًا على أحد، إنما
يحصده من يدفع ثمنه

أسئلة الكتاب

1 ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحلل 2 مول من ATP الى AMP (غالبا ما تاتي اسئلة الامتحانات على شكل اختر من متعدد)

$ATP \rightarrow ADP + 1Pi + 7.3\ Kcal/Mol$

$ADP \rightarrow AMP + 1Pi + 7.3 Kcal/Mol$

اجمع الطاقة الناتجة من 1 مول، وتساوي 14.6 ثم اضرب الناتج بعدد المولات المطلوبة وهي 2، فيكون الناتج

$29.214.62 * 2 = 29.2$

2 اتتبع الشكل(2 صفحة 6 من الكتاب) ثم اجيب عن الاسئلة الاتية

(أ) اعدد الاجزاء التي تتكون منها البلاستيدات؟ الغشاء الخارجي، الغشاء الداخلي، الحيز بين الغشائين، الاثايلاكويد، الغرانم، الستروما

(ب) اي اجزاء البلاستيدة تتم فيها عملية البناء الضوئي؟ الثايلاكويد

3 ادرس الشكل (3 من الكتاب صفحة 7) ثم اجب عن الاسئلة التالية

(أ) يشير الشكل الى حدوث نوعين من التفاعلات في البناء الضوئي، اذكرهما. : التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية(حلقة كالفن)

(ب) اعدد المواد اللازمة لحدوث البناء الضوئي. (الضوء، صبغة الكلوروفيل في الثايلاكويد،الماء، $NAD+$، ADP، $CO2$

(ت) احدد المواد الناتجة من التفاعل؟ غليسر الدهايد احادي الفوسفات و $O2$، $NADPH$، ATP

(ث) اين تحدث هذه التفاعلات؟ التفاعل الضوئي في الثايلاكويد اما حلقة كالفن في الستروما

4 ادرس الشكل (4 صفحة 8 من الكتاب) ثم اجب عن ما يلي

(أ) ما الموجات الضوئية التي يتم امتصاصها عن طريق كلوروفيل a & b ؟ يتم امتصاص موجات الضوء المرئي من 380 الى 750 ما عدا الموجات ذات اللون الاخضر (ويتم امتصاص الموجات الزرقاء والحمراء اكثر من غيرها وزاري)

(ب) ما طول الموجات التي يتم فيها اعلى امتصاص للضوء ؟ من 380 الى 500 و من 600 الى 750

(ت) ما طول الموجات التي يتم فيها اقل امتصاص للضوء؟ من 500 الى 600 (اللون الاخضر)

(ث) اي اجزاء البلاستيدة تحتوي على صبغة الكلوروفيل الخضراء؟ في غشاء الثايلاكويد

5 كيف افسر ظهور اللون الاخضر في النباتات؟ (وزاري)

لا تمتص صبغة الكلوروفيل موجات الضوء الخضراء، مما يسبب انعكاس الموجات على اعيننا فنرى اللون الاخضر في النبات.

6 ما وظيفة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟ (صفحة 9)

اطلاق الكترونات نشطة الى نواقل الكترونات لتصل الى السيتوكرومات لتكمل العمليات الضوئية من البناء الضوئي.

7 الاعتماد على الشكل (6 صفحة 10 من الكتاب) الذي يوضح المسار الالكتروني اللاحلقي، أجيب عن الأسئلة الآتية:

(أ) **اذكر اهمية امتصاص الضوء في بداية هذا المسار؟** تمتص الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الثاني الموجات الضوئية؛ مما يسبب انتقال الالكترونات الى مستوى طاقة اعلى في جزيء الصبغة الواحدة، بعد ذلك تنتقل طاقة الالكترونات من جزيء كلوروفيل الى اخر حتى تصل مركز التفاعل ليتم تنشيطه ليصبح مانحاً قوياً للالكترونات

(ب) **ما الذي يسهم في وصول الالكترون الى المستقبل الأولي؟** جزيئا الكلوروفيل في مركز التفاعل

(ت) **ما دور جزيئات كلوروفيل a الموجودة في مركز التفاعل لكل نظام ضوئي؟** تقوم بمنح اللالكترونات الى المستقبل الأولي

(ث) **ما أهمية تحلل الماء؟** تعويض الكترونات بدلا عن المفقودة في تفاعلات النظام الضوئي الثاني

(ج) **عدد نواتج هذا المسار؟** NADPH/ ATP/ O2

(ح) **يحتوي المسار الالكتروني اللاحلقي على نظام ضوئي اول ونظام ضوئي ثان، الا ان بداية المسار تكون عند النظام الضوئي الثاني. كيف افسر ذلك؟** لا يصف اسم النظام الضوئي ترتيبه في عملية تصنيع الطاقة، انما تم اكتشاف النظام الضوئي الاول قبل الثاني وهذا سبب التسمية.

8 تطبيقات رياضية على حلقة كالفن: في حلقة كالفن اذا تم استهلاك 18 جزيئاً من ATP اوجد ما ياتي: (صفحة 13 من الكتاب) (سؤال ثابت في الامتحان)

(أ) **عدد جزيئات G3P الكلية**

في كل حلقة يتم استهلاك 9 ATP، بحيث 6 منها يتم استهلاكها في عملية صنع حمض جليسرين احادي الفوسفات و 3 في اعادة صناعة رايبلوز ثنائي الفوسفات، طريقة الحل هي تقسيم عدد ال ATP المستهلك على 9 (العدد المستخدم في كل حلقة) والناتج هنا هو 2، ف نقوم بضرب عدد جزيئات ال G3P الناتجة بشكل طبيعي من كل حلقة وهو 6، فالعملية تكون 2*6 والناتج هو 12

(ب) **عدد جزيئات الغلوكوز التي يتم انتاجها**

في كل دورة ينتج نصف جلوكوز، نقوم بنفس العملية في الخيار السابق، اولا حدد كم دورة قد حدثت (هنا الجواب هو دورتين) ثم قم بضرب الناتج (2) في عدد جلوكوز الناتج من الدورة الواحدة (0.5) والناتج يكون (1)

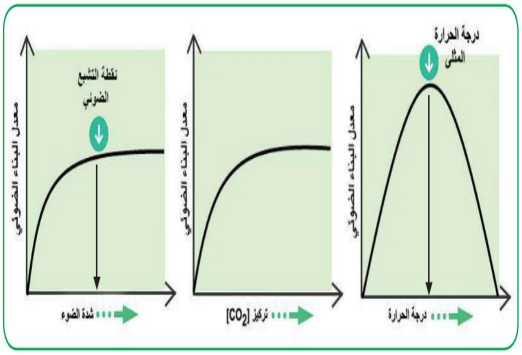
(ت) **عدد CO2 التي يتم تثبيتها**

نفس العمليات السابقة، 3*2 ويكون الناتج (6)

(ث) **عدد جزيئات رايبولوز ثنائي الفوسفات التي يتم استخدامها (استهلاكها)؟**

3*2 ويساوي (6)

9 ما اثر كل من شدة الضوء، تركيز CO2 و درجة الحرارة على معدل البناء الضوئي، افسر الاجابة (صفحة 15)



- زيادة شدة الضوء على النبات يزيد من معدل البناء الضوئي، ولكن عند وصول شدة الضوء الى مكان نسميه نقطة التشبع الضوئي، تتوقف الزيادة في معدلات البناء الضوئي ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن.

- زيادة تركيز CO2 في مياه النبات يزيد من معدل البناء الضوئي، ولكن عند وصول CO2 في النبتة الى مكان نسميه نقطة تشبع Co2 ،تتوقف زيادة معدل البناء الضوئي ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن.

- عند درجة الحرارة المنخفظة يكون معدل البناء الضوئي منخفظ، وعند زيادة درجة الحرارة تتزايد معدلات البناء الضوئي الى مرحلة نسميها درجة الحرارة المثلى حيث يكون فيها اعلى معدل للبناء الضوئي، ويكون البناء الضوئي في هذه المرحلة اعلى ما يمكن، وعند زيادة درجة الحرارة عنها فان معدلات البناء الضوئي تبدا بالانخفاظ.

10 الاسئلة الوزارية السابقة ركزت على اشكال المنحنيات، تعلم رسمهم، و افهم كل رسمة،

(أ) وضح أثر شدة الضوء على معدل البناء الضوئي وارسم المنحنى الدال عمى ذلك سؤال وزاري سابق في سنة 2021

(ب) اي الاشكال التالية يمثل العلاقة بين شدة الضوء و معدل البناء الضوئي (2017)

(ت) الشكل التالي يمثل اثر الضوء على معدل البناء الضوئي لنبات ما الرقم الدال على شدة الضوء عند التشبع الضوئي؟4

(ث) عند تنفيذ دراسة أثر درجة الحرارة على معدل عمليات البناء الضوئي، ما التغير الذي يحدث عند رفع درجة الحرارة إلى 37 درجة مئوية مع العلم أن درجة الحرارة المثلى للنبات هي 35 C ، مع بقاء باقي العوامل في الحالة المثلى لها؟ (سؤال خيارات وزاري والجواب هو نقصان فقاعات الاوكسجين (قل الاوكسجين الناتج من العمليات الضوئية لان الحرارة زادت عن الحد الامثل لها) وزاري 2019

(ج) ارسم العلاقة بين تغير الحرارة ومعدل البناء الضوئي (2017)

(ح) ارسم علاقة الحرارة ومعدل البناء الضوئي مفسرا كيف قد تكون الحرارة سبب في توقف عملية البناء الضوئي (2020)؟ زيادة درجة الحرارة عن حدودها المثلى قد يسبب تحلل المواقع النشطة في الانزيمات الخاصة بعمليات البناء الضوئي مسببا توقف البناء الضوئي.

11 استعين بالشكل 10 صفحة 16 من الكتاب في الاجابة عن التالي:

(أ) **اجزاء الميتوكندريون**: غشاء داخلي وخارجي، الاعراف، الحيز بين الغشائين، الحشوة، رايبوسومات حرة في الحشوة

(ب) **يمتاز الميتوكندريون** بقدرته على التضاعف والامر الذي يزيد من عدد الميتوكندريا في الخلية، بالتالي تزيد كمية الطاقة المنتجة

(ت) **مـا الوظيفـة الاساسـية التـي يقـوم بهـا الميتوكندريـون؟** انتاج الطاقة عن طريق تحليل المركبات العضوية (الجلوكوز)عن طريق عمليات التنفس الخلوي

(ث) **أقـارن بيـن الميتوكندريـون والبلاسـتيدة مـن حيـث التركيـب والوظيفـة:**

	المايتوكندريا	البلاستيدات الخضراء
التركيب	تتكون من غشائين خارجي وداخلي، بحيث يحتوي الغشاء الداخلي على انحناءات تسمى بالاعراف، ويحتوي الميتوكندريون بداخله على الحشوة ، و ريبوسومات حرة تسبح فيه	تتكون من غشائين داخلي وخارجي، من الجزء الداخلي نجد تراكم للثايلوكويدات التي تحتوي على الكلوروفيل، و عند ترتيب الثايلوكويدات فوق بعضها يتكون الغرانم، و اخيرا نجد الستورما وهي السائل الموجود بداخل البلاستيدة
الوظيفة	نتاج الطاقة من خلال عملية التنفس الخلوي التي تقوم بوساطتها الكائنات الحية بتحليل المواد الغذائية مثل: الكربوهيدرات، وتحرير الطاقة المخزونة في الروابط الكيميائية الموجودة بين جزيئاتها.	تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية، بحيث اما يتم استخدام هذه الطاقة او تخزينها كمواد غذائية مثل النشا

12 سؤال صفحة 18:

(أ) **اتتبع الشكل (12) الذي يوضح خطوات تحول البيروفيت الى اسيتل مرافق الانزيم-أ:** ينتقل البيروفيت من السيتوسول الى حشوة الميتوكندريون عند توفر الاوكسجين عن طريق ناقل بروتيني، فيطلق جزيء CO_2 و يتم اختزال NAD^+ الى NADH ، ثم يرتبط مرافق الانزيم أ مع المركب الناتج و يكون مركب اسمه اسيتل مرافق الانزيم-أ

(ب) **احسب المواد الداخلة والخارجة من العملية اذا افترضت دخول جزيء جلوكوز كامل للعملية؟**

مدخلات التفاعل ل: 2 بيروفيت+ 2 من NAD^+، و 2 مرافق الانزيم-أ

مخرجات التفاعل : 2 NADH2، 2 اسيتل مرافق الانزيم-أ ، 2 Co2))

13 صفحة 18 من الكتاب (يمر السـيتريت بعـدة مراحل لاعادة بناء الأوكسالواستيت من جديد. مـا أهمية ذلك؟

ليشارك بدورة جديدة ينتج فيها2(Co2)، 3(NADH)، 1ATP، 1(FADH2)

14 ما ناتج تحلل ثلاثة جزيئات غلوكوز في حلقة كربس؟

12(Co2)، 18(NADH)، 6ATP، 6(FADH2)

نتائج تحلل جزيء غلوكوز واحد هوائيا					
المرحلة	عدد جزيئات NADH الناتجة	عدد جزيئات $FADH_2$ الناتجة	عدد جزيئات CO_2 الناتجة	عدد جزيئات ATP الناتجة بشكل مباشر	عدد جزيئات ATP الناتجة في سلسلة نقل الإلكترون (غير مباشر)
التحلل الغلايكولي	2	0	0	2	2×3=6
تحول البيروفيت إلى أسيتل مرافق الأنزيم -أ	2	0	2	0	2×3=6
حلقة كربس	6	2	4	2	18+4=22
المجموع الكلي لجزيئات ATP		38	=	4	+ 34

15 اتامل الشكل 17 (صفحة 22 من الكتاب)

(أ) **اكتب نواتج البناء الضوئي.؟**

اوكسجين + جلوكوز

(ب) **اعـدد المـواد الداخلـة فـي تفاعـلات التنفـس الخلـوي؟**

اوكسجين + جلوكوز

(ت) **اذا استنتج من مقارنة الاجابتين السابقتين؟**

ان عملية البناء الضوئي هي المحفز الاساسي للبدء بالتنفس الخلوي عند الكائنات التي تمتلك بلاستيدات خضراء (نباتات، طحالب، بعض البكتيريا)

(ث) **قارن بين +NADP في البناء الضوئي و+NAD في التنفس من حيث الوظيفة؟**

+NADP وال +NAD يتم اختزالهم لينقلو الاكترونات المحملة بالطاقة، ولكن ال +NADP يستخدم في البناء الضوئي، اما ال +NAD في التنفس الخلوي

(ج) **ماذا تسمى البروتينات المتواجدة في أغشية البالستيدات الخضراء والميتوكندريا ؟**

سايتوكرومات (سلسلة نقل الالكترون)

أسئلة الفصل

1. أي المركبات العضوية الآتية تحتوي كمية أكبر من الطاقة؟

أ. 6 غم كربوهيدرات.
ب. 3 غم ليبيدات.
جـ. 7 غم بروتينات.
د. 3 غم بروتينات و3 غم كربوهيدرات.

2. أي الموجات الضوئية الآتية يتم امتصاصها بكفاءة عالية بواسطة النباتات؟

أ. الأزرق والأخضر.
ب. الأحمر والأزرق.
جـ. الأحمر والأخضر.
د. الأحمر والنيلي.

3. ما عدد جزئيات O_2 و NADPH

أ. $6O_2$ و 6NADPH
ب. $3O_2$ و 3NADPH
جـ. $3O_2$ و 6NADPH
د. $6O_2$ و 3NADPH

4. كم يلزم من جزيئات ATP في حلقة كالفن لإنتاج جزيئين من سكر الغلوكوز؟

أ. 9
ب. 12
جـ. 24
د. 36

5. ما مستقبل الإلكترون الأخير في مسار الإلكترونات اللاحلقي في عملية البناء الضوئي؟

أ. الماء.
ب. $NADP^+$
جـ. ATP
د. الأكسجين.

السؤال الثاني

أبو عمر مزارع فلسطيني من مدينة أريحا، يرغب بزيادة انتاجه من نبات الملوخية بتعريض النبات للضوء

أ. أي الأجزاء في النباتات يمتص الضوء؟

صبغة الكلوروفيل الموجودة في البلاستيدات الخضراء في النبتة

ب. أتتبع التغيرات التي تحدث في النظام الضوئي عند سقوط أشعة الشمس عليه.

تمر بالمسار الالكتروني اللاحلقي والحلقي كالتالي:

اللاحلقي: امتصاص الضوء في الصبغات يثير الاكترونات فينتقل الى المستويات العليا ثم الى جزيئ كلوروفيل اخر حتى يصل لمركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني، فتنتقل الالكترونات النشطة الى المستقبل الاولي الذي له جاذبية عالية للالكترونات .

يتم افراز انزيم يحلل الماء منتجا الكترونين ليعوضو الفاقد من النظام الضوئي، و بروتونان و نصف O2، بحيث تندمج نصف ال O2 مع نصف اخر مشكلة ذرة اوكسجين .

تنتقل الالكترونات من المستقبل الاولي الى السايتوكروم عن طريق نواقل بروتينية، فتتحول الطاقة الضوئية الى كيميائية منتجة ATP بحسب المعادلة

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{أنزيم بناء ATP}} ATP$$

يتم اعادة تنشيط الالكترونات بعد وصولها النظام الضوئي الاول فيتم نقلهم الى مركز التفاعل ثم الى المستقبل الاولي

تمر الالكترونات في عمليات اكسدة واختزال حتى تصل الى الانزيم المختزل NADP+، فيختزل NADP+ الى NADPH

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow[NADP^+]{\text{أنزيم مختزل}} NADPH + H^+$$

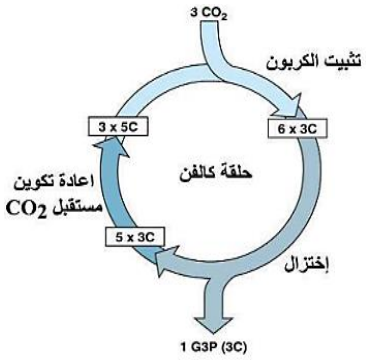
الحلقي: تصل الالكترونات إلى مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول، وتكون قد استنفدت طاقتها؛ ليتم إعادة تنشيطها من خلال الأصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية، ومن ثم تنتقل إلى المستقبل الأولي في النظام الضوئي الأول، ثم إلى سلسلة نقل الالكترون التي تربط بين النظامين الضوئيين؛ ليتم إنتاج جزيئات حاملات الطاقة ATP فقط.

جـ. لو كنت مكان هذا المزارع، أي الموجات الضوئية تستخدم لزيادة المحصول. إفسر إجابتي؟

الموجات الاحمر والازرق لانها اكثر الموجات قابلية للامتصاص من النباتات

السؤال الثالث

الشكل الآتي يمثل حلقة كالفن التي تحدث في النباتات بهدف إنتاج جزيئات G3P التي تدخل في بناء المركبات العضوية (مثل الغلوكوز):



أ. أوضح على الشكل المرحلة التي يتم فيها استخدام جزيئات ATP وNADPH مع عدد هذه الجزيئات.

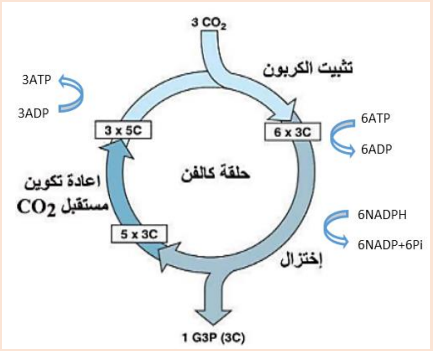
ب. في هذه الحلقة يتم إنتاج 6 جزيئات من G3P بشكل كلي، كيف تفسر دخول جزئ واحد من G3P (نهائي) فقط في إنتاج المركبات العضوية؟

جـ. إذا تم تثبيت (12) جزيئًا من CO_2 أجيب عما يأتي:

1. ما عدد جزيئات رايبولوز ثنائي الفوسفات التي يتم إعادة تصنيعها بواسطة جزيئات G3P؟
2. ما عدد جزيئات G3P الناتجة بشكل كلي؟
3. ما عدد جزيئات ATP التي يتم استهلاكها في مرحلة إعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات؟
4. ما عدد جزيئات ATP التي يتم استهلاكها لإنتاج حمض غليسرين ثنائي الفوسفات؟

الحل:

أ.



ب. لانه سيتم استخدام 5 من جزيئات ال G3P في اعادة تصنيع مركب اريبولوز ثنائي الفوسفات ليتم استخدامه في حلقة أخرى .

جـ. 24/12/24/12

السؤال الرابع

بالرجوع إلى الشكل الذي يمثل المسار الالكتروني اللاحلقي، ما أهمية المسار ؟

تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية تخزن في الجزيئات حاملات الطاقة ال NADPH وال ATP وإنتاج الاوكسجين

السؤال الخامس

اتتبع خطوات دخول جزيئًا واحداً من أسيتل مرافق الأنزيم - أ إلى حلقة كربس وأوضح عدد جزيئات ATP/$FADH_2$/NADPH/Co2

الحل:

1. تبــدأ الحلقــة بتفاعل جزيء اسيتل مرافق الأنزيم – أ مع مركب رباعي الكربون (C4) يسمى أوكسالواسيتيت ينتج مركبًا سداسي الكربون (C6) هو السيتريت حيث يمر السيتريت بعــدة مراحل لاعادة بناء الأوكسالواستيت من جديد

2. يتحرر أثناء هذه الدورة مرافق الأنزيم –أ ليكرر عمله في دورة أخرى، وينتج جزيئان من ثاني أكسيد الكربون وجزيء ATP كما وينتج ثلاث جزيئات NADH، وجزيء واحد من ال $FADH_2$ وذلك في كل دورة.

السؤال السادس

عدد مراحل عملية تحلل الغلوكوز هوائيًا في النباتات، واذكر النواتج

الحل:

التحلل الجلايكوزي /تحويل البروفيت الى الاسيتل مرافق الانزيم-أ/ حلقة كربس/ سلسلة نقل الالكترون

النواتج من كل مرحلة:

التحلل الجلايكوزي: 2 جزيء بيروفيت/ 2ATP / 2NADH / $2H^+$

تحويل البيروفيت الى الاسيتل مرافق الانزيم-أ: $2CO_2$/2NADH/ 2 من اسيتل مرافق الانزيم-أ

حلقة كريبس: 2ATP/ $6NADH$ / $2FADH_2$ / $4CO_2$

سلسلة نقل الالكترون: 34ATP / $1H_2O$

السؤال السابع

أقارن بين التنفس الهوائي والتخمر من حيث:

المقارنة	التنفس الهوائي	التخمر
الكائنات الحية التي تحدث فيها	الانسان والحيوان والنبات	البكتيريا، الخلايا العضلية،الخميرة
ATP من كل جزيء جلوكوز	38	2
المستقبل الاخير للالكترون	O_2	البيروفيت او اسيتل الدهايد

السؤال الثامن

على شكل مخطط سهمي أوضح عملية الحصول على الطاقة من جزيء غلوكوز في غياب الأكسجين في الحالتين الأيتين:

أ . خلايا العضلات: تخمر لبني.

جلوكوز—>يتحلل الى 2 بيروفيت منتجا 2 ATP و 2 NADH --> يستقبل البيروفيت الالكترون ك مستقبل نهائي -->يتحول البيروفيت الى 2 من حمض اللبن

ب. الخميرة: تخمر كحولي.

جلوكوز—>يتحلل الى 2 بيروفيت منتجا 2 ATP و 2 NADH--> يخسر كل بيروفيت جزيء CO_2--> يتحول ال2 بيروفيت الى 2 اسيتل الدهايد الذي يكون المستقبل النهائي للالكترون--> يتحول 2 اسيتل الدهايد الى 2 الايثانول

السؤال التاسع

بين التكامل بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي الهوائي مستخدمًا المعادلات

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

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + 38\ ATP$$

السؤال العاشر

توفي أحد الأشخاص في ظروف غامضة، حيث عثر على آثار لمادة السيانيد في جسمه، وهي مادة كيميائية سامة تؤثر على عمل السيتوكرومات. فسر سبب الوفاة

ترتبط جزيئات مادة السيانيد بالسيتوكرومات موقفة عملية نقل الالكترونات، الامر الذي يسبب توقف انتاج الـ ATP في الجسم

السؤال الحادي عشر

افسر وجود مذاق حمضي ذو نكهة مميزة في اللبن. (وزارة 2019)

تقوم البكتيريا بعمل تخمر لبني لإنتاج الطاقة، مسببة انتاج حمض اللبن الذي يكون طعمه طاغي في اللبن.