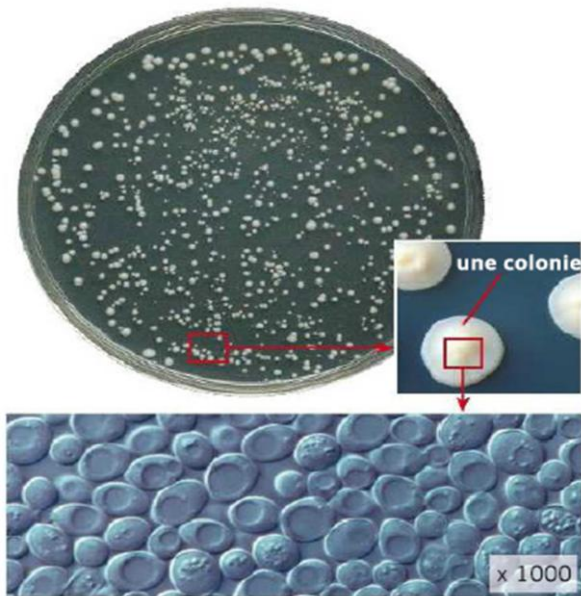
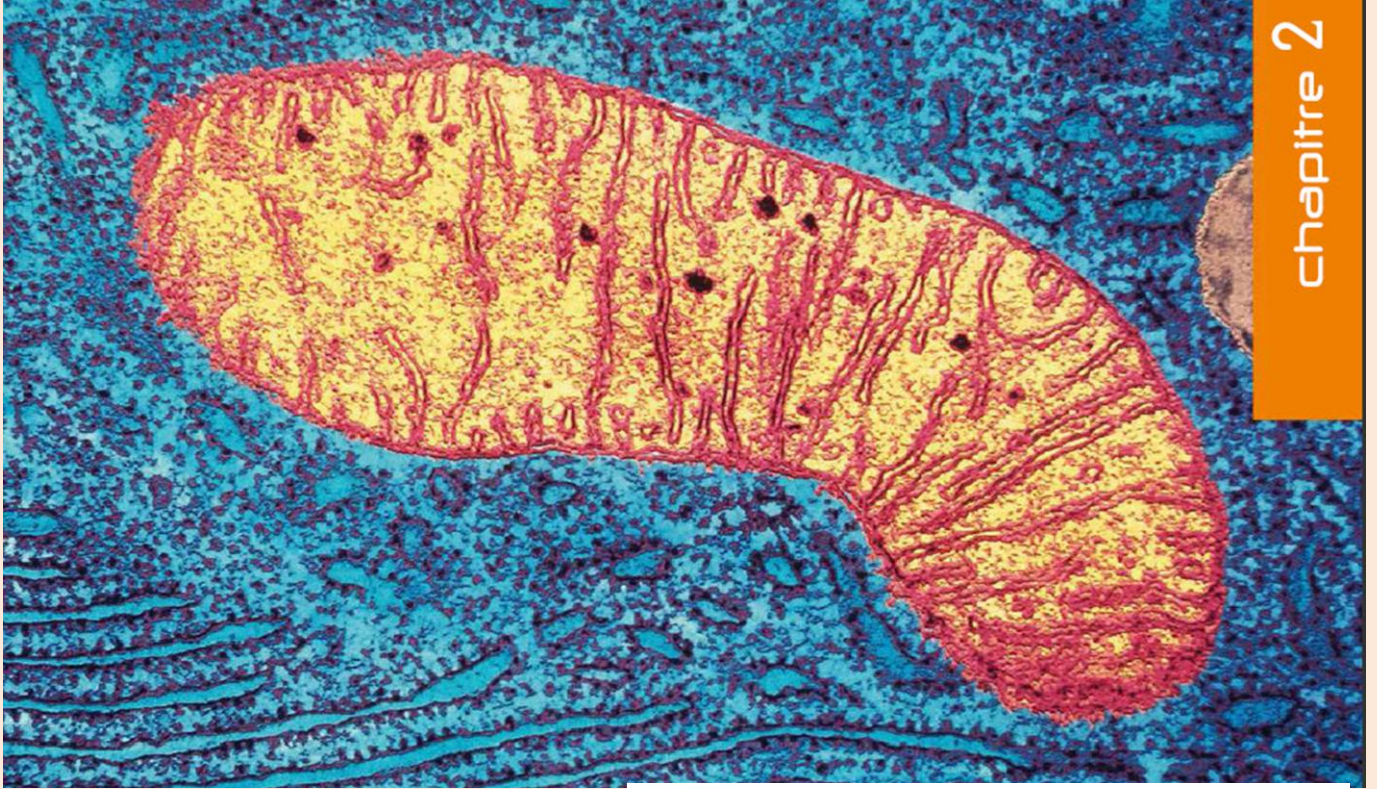


تحضير بكالوريا 2014

الحصيلة المعرفية للوحدة 2 :

آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP

chaptre 2



الأستاذ : بوالريش أحمد
متقن القل

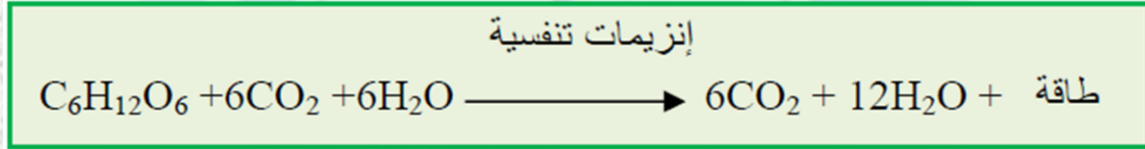
النشاط 1: تذكير بالمكتسبات:

- التنفس ظاهرة حيوية تُهدم خلالها الركيزة (مادة التفاعل) العضوية كلياً في وجود الأكسجين و يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة للركيزة (مادة التفاعل) إلى مادة أيضية وسطية: ATP التي تمثل شكل الطاقة القابلة للاستعمال من طرف الخلية لمختلف نشاطاتها

في الوسط الهوائي

1 - مظاهر عملية التنفس وشروط حدوث الظاهرة:

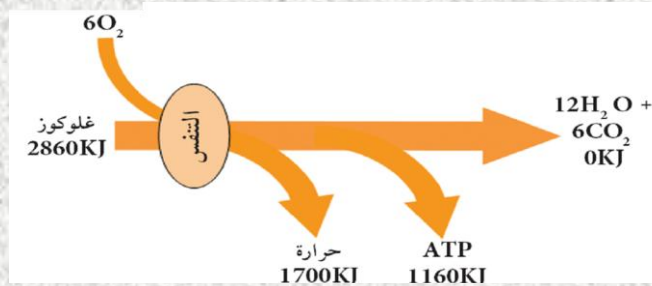
- تلخص المعادلة التالية مجموع ظواهر هدم الجلوكوز على المستوى الخلوي في وجود الـ O_2



- شروط حدوث ظاهرة التنفس: إنزيمات تنفسية.
- مظاهر حدوث ظاهرة التنفس: استهلاك الـ O_2 وانطلاق CO_2 و إنتاج طاقة.

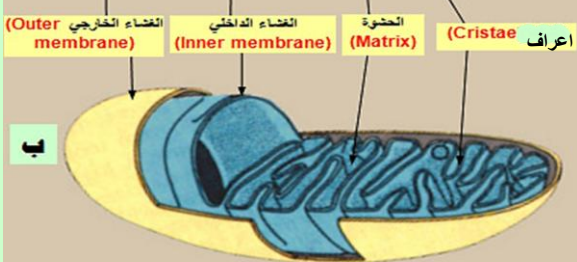
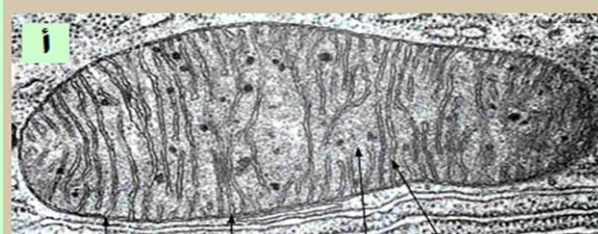
2 - تعريف ظاهرة التنفس:

- التنفس ظاهرة حيوية، يتمثل في الهدم الكلي للركيزة العضوية (مادة التفاعل) وبما أن جزيئات O_2 و CO_2 الناتجين خاليين من الطاقة الكامنة، فهذا يعني أن تحرير الطاقة يكون كلياً (2840 كيلوجول/مول) جزء من الطاقة المحررة تنطلق على شكل حرارة، أما الجزء الآخر من الطاقة المحررة يكون قابلاً للاستعمال (على شكل ATP) من طرف خلايا العضوية.

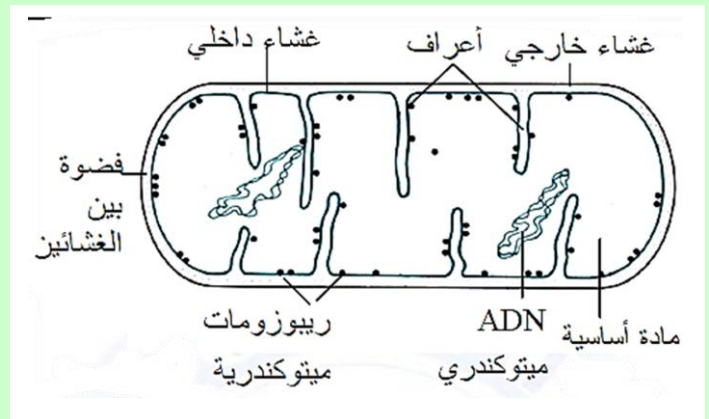


النشاط 2: مقر الأكسدة التنفسية :

- يتم هدم الركيزة العضوية داخل الميتوكوندري



شكل (3-23): الميتوكوندريا. أ- صورة بالمجهر الإلكتروني. ب- رسم تخطيطي.

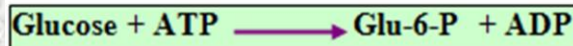


- تبدي الميتوكوندريات بنية مجزأة يحيط بها غلاف مزدوج يتألف من غشاءين بلازميين ، يرسل الداخلي منهما نتوءات تدعى الأعراف الميتوكوندرية التي يرتبط عددها بالشروط الهوائية للوسط.
- يشغل تجويف الميتوكوندري مادة أساسية.
- يتميز الغشاء الداخلي للميتوكوندري بوجود ، نواقل البروتونات و الإلكترونات / أو الإلكترونات التي تشكل سلاسل الأكسدة و الإرجاع و وجود الـ ATP سنتيتاز .
- تحتوي المادة الأساسية على عدة أنزيمات من نوع نازعات ثاني أكسيد الكربون ، نازعات الهيدروجين ، التي تستعمل عوامل مساعدة مؤكسدة (NAD^+ و FAD) ، و الـ ATP
- حمض البيروفيك هو الركيزة العضوية المستعملة من طرف الميتوكوندري و هي غير قادرة على استعمال الجلوكوز مباشرة كمادة أيضية.
- ينتج حمض البيروفيك من هدم الجلوكوز في الهيولى وتعرف هذه المرحلة بالتحلل السكري.

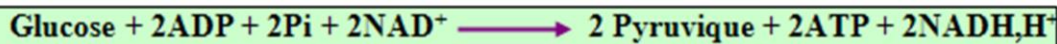
مراحل الأكسدة الخلوية

النشاط 3: التحلل السكري (على مستوى الهيولى):

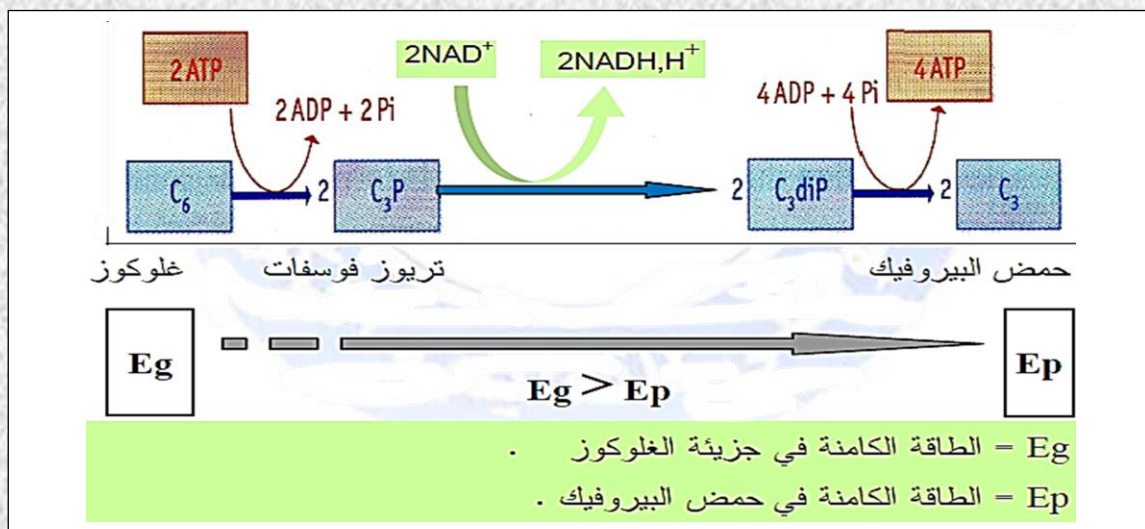
- يستعمل الجلوكوز من طرف الخلية على شكل مفسفر (C_6-P)



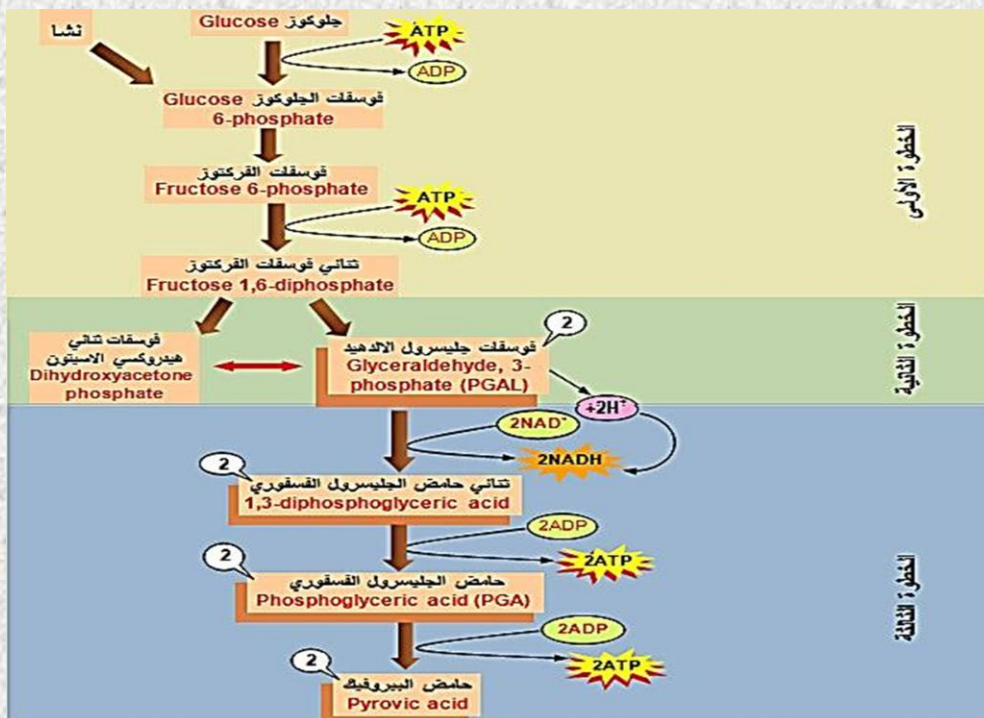
- يُهدم الجلوكوز- فوسفات إلى جزيئين من حمض البيروفيك (C_3) خلال ظاهرة كيميائية: التحلل السكري (الغلزة)
- يرافق التحلل السكري بـ:
- فسفرة السكريات عن طريق إمالة الـ ATP
- أكسدة مادة التفاعل بأنزيمات نازعات الهيدروجين التي تسمح إرجاع نواقل الهيدروجين : إنها تفاعلات الأكسدة و الإرجاع .
- فسفرة الـ ADP إلى ATP عن طريق نزع الفوسفات P_i من مادة التفاعل وهذا ما يعرف بالتركيب المباشر للـ ATP
- يمكن تلخيص حصيلة التحلل السكري في المعادلة الإجمالية التالية:



- يلخص المخطط التالي تفاعلات التحلل السكر:



ملحق خاص بالتحلل السكري



مخطط يوضح مراحل التحلل السكري الذي

يحدث على مستوى الهيولى

النشاط 4: مراحل تفكك حمض البيروفيك (تفاعلات حلقة كريبس) : تحدث على الميتوكوندري:

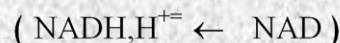
- جزيئات حمض البيروفيك الناتجة عن تفاعلات التحلل السكري تنفذ في وجود الأكسجين إلى المادة الأساسية للميتوكوندري حيث تتواصل عملية التفكيك:

1 - تحول حمض البيروفيك إلى أستيل المرافق الانزيمي (أ) :

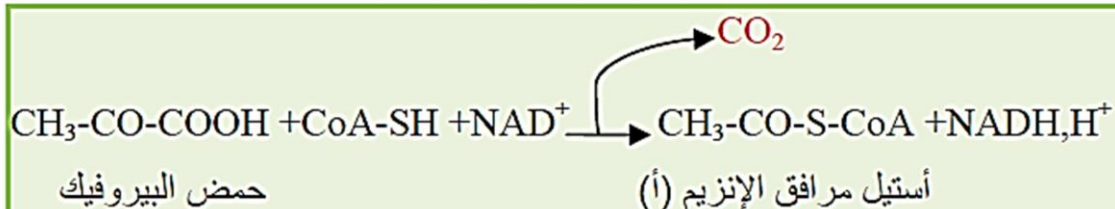
- يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم-أ- وهذا ب :

✓ نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO_2 (E. $\text{CO}_2 = 0$).

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



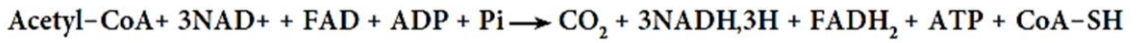
- ويمكن تلخيص ذلك بالمعادلة الاجمالية التالية:



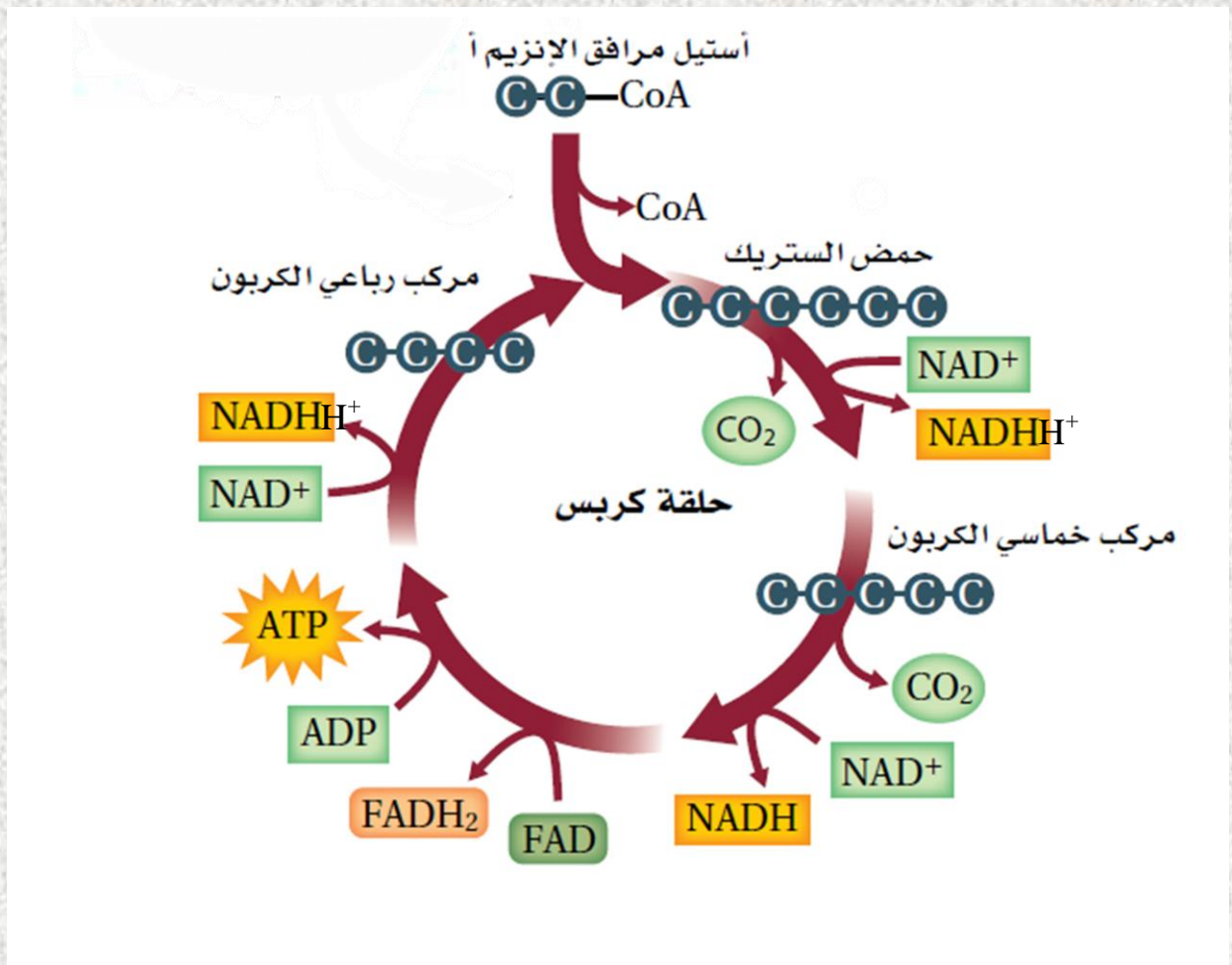
2 - تفاعلات حلقة كريبس

- يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم - أ - 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 إلى CO_2) وسلسلة من العمليات يتم فيها نزع الهيدروجين مؤدية إلى إرجاع نواقل الهيدروجين .
- تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C_4 و فسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي (Pi).
- ينتج عن كل حلقة (حلقة كريبس)
- جزيئتان من CO_2
- جزيئة واحدة من ATP
- جزيئة واحدة من $FADH_2$
- ثلاث جزيئات من $NADH, H^+$

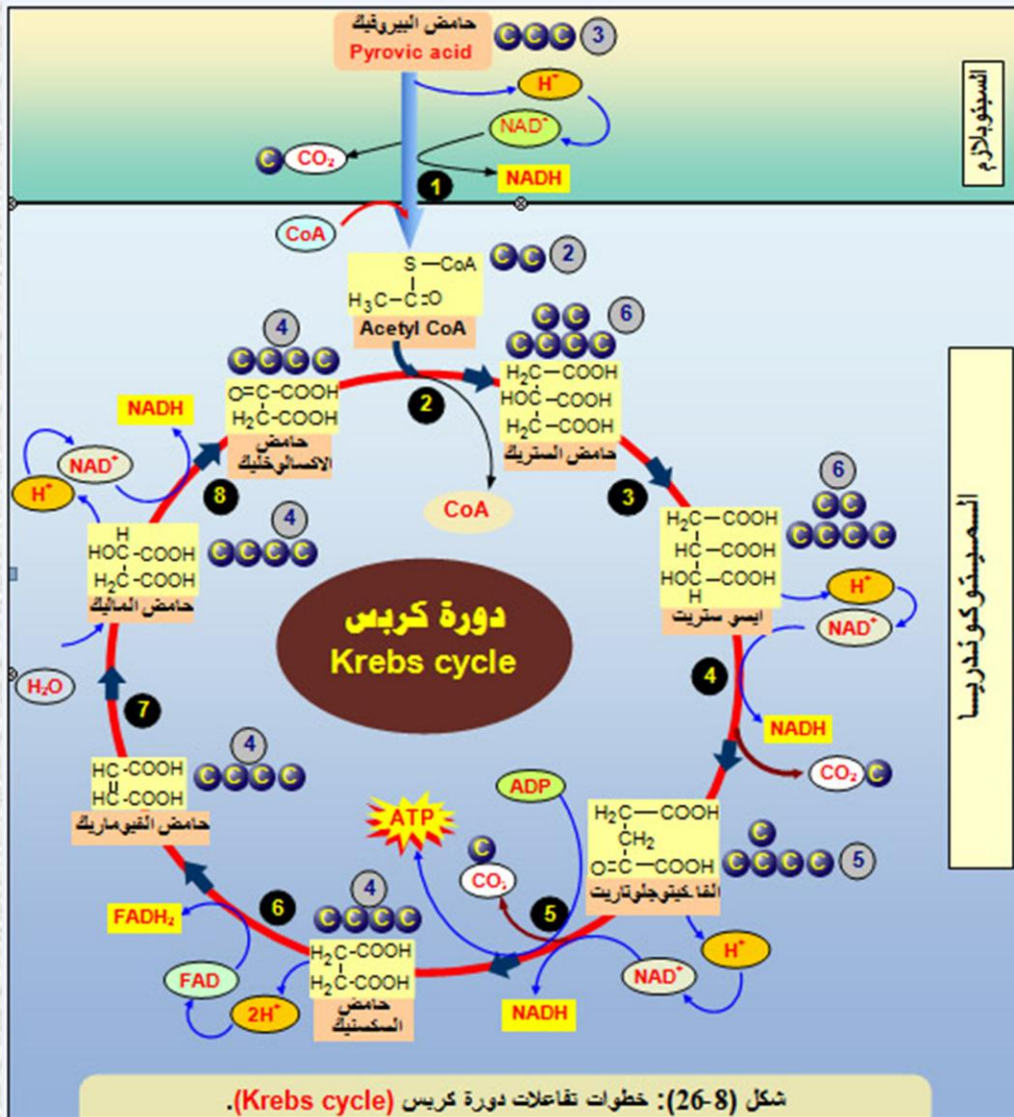
معادلة الاجمالية لحصيلة كريبس



مخطط يوضح تفاعلات حلقة كريبس والخطوة التحضيرية لها



ملحق



النشاط 3: الفسفرة التأكسدية

- تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري

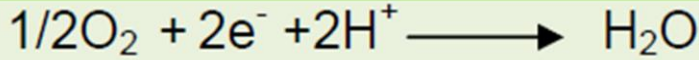
1 - أكسدة المرافقات الإنزيمية المرجعة:

- تحتوي المرافقات الإنزيمية المرجعة (10NADH, H⁺ و 2FADH₂) الناتجة من التحلل السكري و تفاعلات حلقة كريس، على إلكترونات عالية لطاقة (كمون أكسدة وإرجاع منخفض).
- يتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري أكسدة مرافقات الإنزيم (NADH, H⁺ و FADH₂) ذات كمون أكسدة و إرجاع منخفض (32 فولت و - 0.19 فولت) على التوالي.



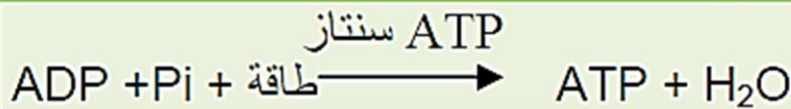
2 - السلسلة التنفسية

- الإلكترونات الناتجة تنتقل عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات المتواجدة بالغشاء الداخلي للميتوكوندري حيث تكون مختلف النواقل مرتبة حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية. تنخفض طاقة الإلكترونات تدريجياً 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:



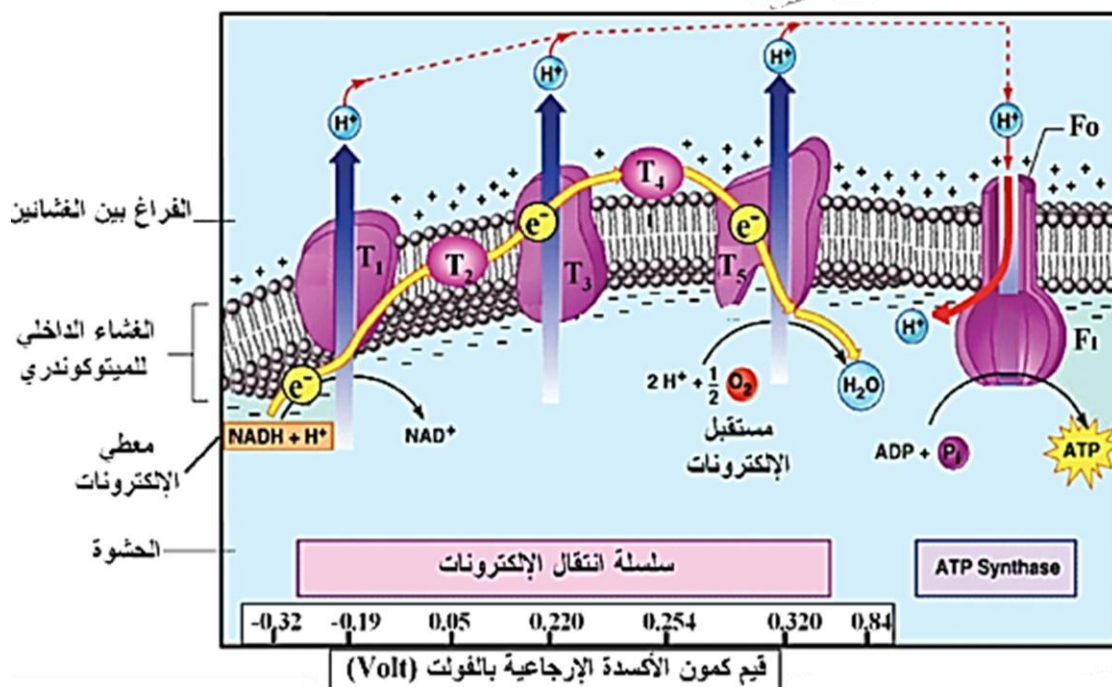
3 - فسفرة الـ ADP

- 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 مرتفعاً في الجهة الخارجية للغشاء (PH حامضي).
- يتم تشتت هذا التدرج الإلكتروني (البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين) بسيل (تدفق) عائد من البروتونات نحو المادة الأساسية بالانتشار عبر الـ ATP سنتاز.
- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرات المذبذبة إنها الفسفرة التأكسدية.

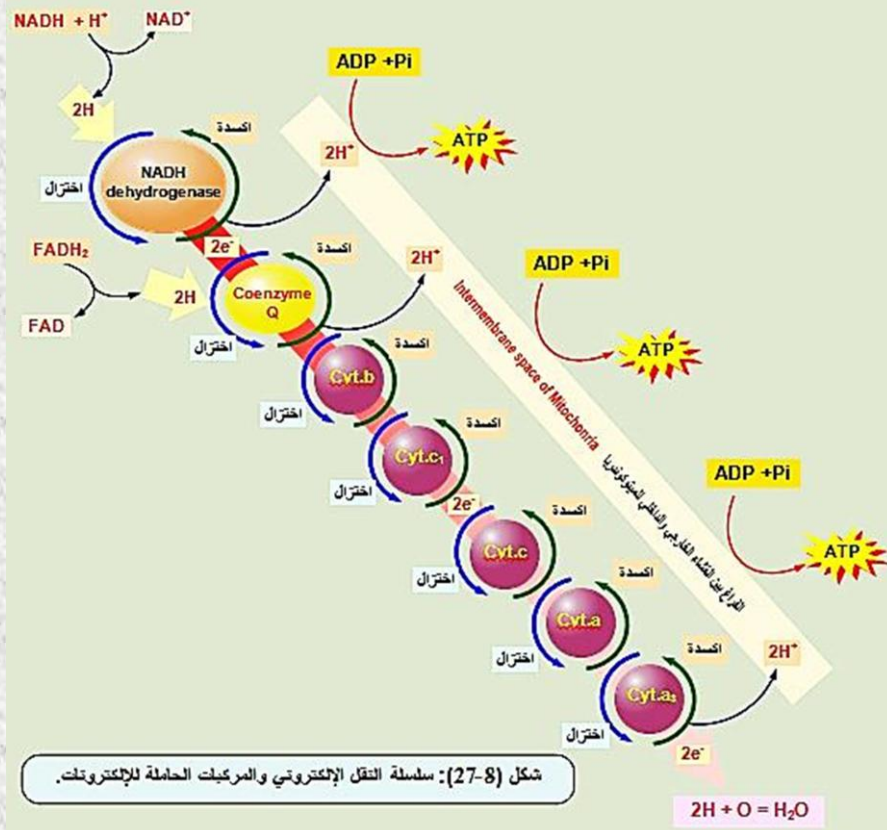


- تعرف عملية أكسدة المرافقات الإنزيمية وما يرافقها من فسفرة الـ ADP إلى ATP بالفسفرة التأكسدية . Phosphorylation oxidative.

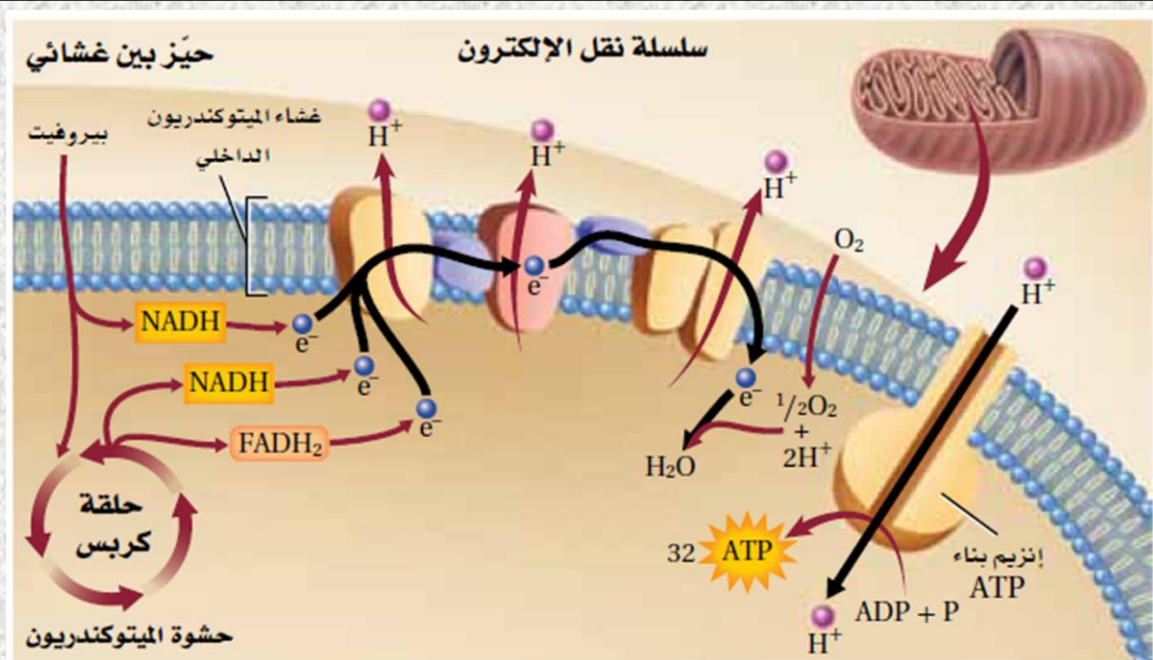
رسم تخطيطي يوضح آلية الفسفرة التأكسدية



ملحق 1



ملحق 2



4- الحصلة الطاقوية

- الحصلة الطاقوية الإجمالية (كمية الـ **ATP** المتشكلة) للهدم الكلي لجزيئة جلوكوز واحدة.
خلال التحلل السكري:

الاستهلاك **2ATP**
تركيب الـ **ATP** بطريقة مباشرة **4ATP**
أكسدة النواقل المرجعة: $2: \text{NADH.H}^+$ يعادل $(3\text{ATP} \times 2)$ يساوي **6ATP**

خلال الأكسدة التنفسية :

- من حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الإنزيم (أ)
انتاج NADH^+ عند أكسدتها تتحرر طاقة تعادل $(3\text{ATP} \times 2)$ يساوي **6ATP**
- خلال حلقة كريس:
تركيب الـ **ATP** بطريقة مباشرة **1 ATP**
أكسدة النواقل المرجعة: $3: \text{NADH.H}^+$ يعادل $(3\text{ATP} \times 3)$ يساوي **9ATP**
أكسدة النواقل المرجعة: $1: \text{FADH}_2$ يعادل $(1\text{ATP} \times 2)$ يساوي **2ATP**
- حصلة دورة كريس **12 ATP** أي **24ATP** لكل جزيئة جلوكوز

الحصلة الطاقوية للتنفس

$$8\text{ATP} + 6\text{ATP} + 24\text{ATP} = 38\text{ATP}$$

$$\left. \begin{array}{l} 2\text{ATP} \text{ تركيب في الهولي} \\ 36\text{ATP} \text{ تركيب في الميتوكوندري بوجود الـ } \text{O}_2 \end{array} \right\} 38\text{ATP}$$

