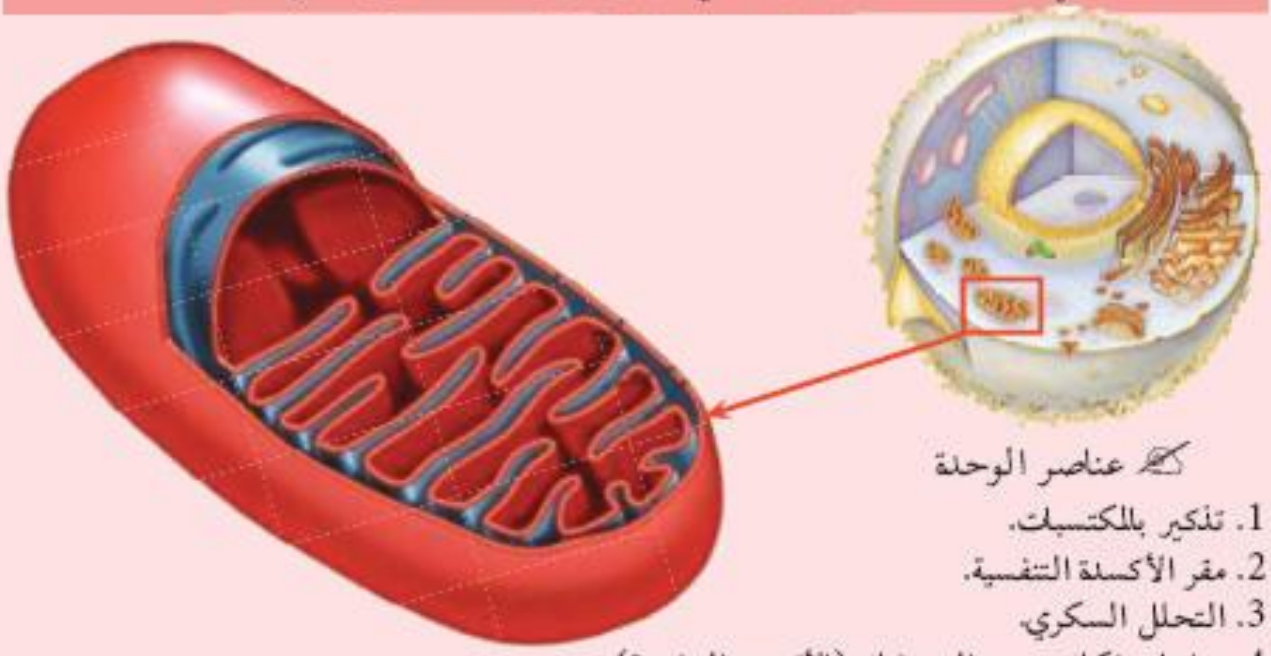
منتديات التعليم الثانوي في الجزائري
مثقن القل الاستاذ : بو الريش احمد
/http://www.p48.75.fr/bac/forum

تحضير بكالوريا 2008

المجال التعلمي 2: التحولات الطاقوية
الوحدة التعلمية2 : : آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP

تصرف الخلية الحية، سواء كانت منفردة أو مرتبطة على مستوى عضوية، طاقة للقيام بمختلف النشاطات الضرورية للحفاظ على الحياة في حالة الخلايا ذاتية التغذية، ينتج عن عملية التركيب الضوئي مواد عضوية تحتوي على طاقة كيميائية كامنة، أمّا الخلايا غير ذاتية التغذية فإنّها تستمد مؤونتها الطاقوية من العناصر المغذية العضوية أو المواد الأيضية. تشكل هذه المواد مخزونا طاقويا حيث يؤدي هدمها الكلي أو الجزئي إلى تحرير الطاقة الضرورية لتركيب الـ ATP.

- كيف تؤمّن هذه الخلايا تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال على شكل ATP ؟ وما هي البنيات الخلوية المتدخلة في ذلك ؟
- ما هي الآليات الكيموحيوية التي تؤمّن تحرير الطاقة على شكل ATP ؟



عناصر الوحدة

1. تذكير بالمكتسبات.
2. مقر الأكسدة التنفسية.
3. التحلل السكري.
4. مراحل تفكك حمض البيروفيك (الأكسدة التنفسية).
5. الفسفرة التأكسدية.
6. آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في وسط لا هوائي.

اولا: آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوسط الهوائي

النشاط 1 : تذكير بالمكتسبات

يهدف النشاط إلى التذكير بمظاهر التنفس وشروط حدوثه

مظاهر عملية التنفس وشروط حدوث الظاهرة

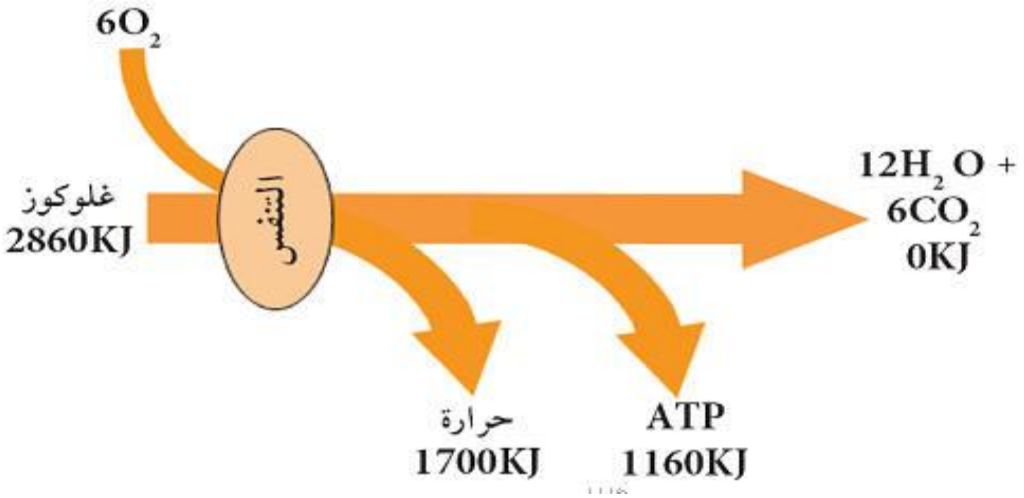
تحتوي المواد العضوية على طاقة كيميائية كامنة في روابطها الكيميائية، حيث يؤدي هدم هذه الروابط إلى تحرير طاقة، ويعتبر التنفس أهمّ آلية يحدث خلالها هذا الهدم.

تلخص المعادلة الإجمالية التالية ظاهرة هدم كلي لجزيئة الجلوكوز

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

- التنفس ظاهرة حيوية تُهدم خلالها الركيزة (مادة التفاعل) العضوية كليا 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
- مظاهر التنفس وهي: انطلاق CO_2 وإنتاج الطاقة على ATP وجزء يفقد على شكل حرارة .

مخططا يلخص فيه مجموع ظواهر هدم الغلوكوز على المستوى الخلوي في وجود الأكسجين



النشاط 2 : مقر الأكسدة التنفسية

يهدف هذا النشاط إلى توضيح بنية الميتوكوندري وتركيبها الكيميائي

1 – إظهار مقر الاكسدة الخلوية :

تجربة: نقوم بتحضير مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على محلول سكري؛ نسدّ الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي)، بعد مدة من الزمن، نأخذ عينة من كل إناء ونعالجها بمحلول أخضر جانوس الذي يعتبر ملوّنا حيويا حيث يكون أخضرا في الحالة المؤكسدة وشفافا في الحالة المرجعة.

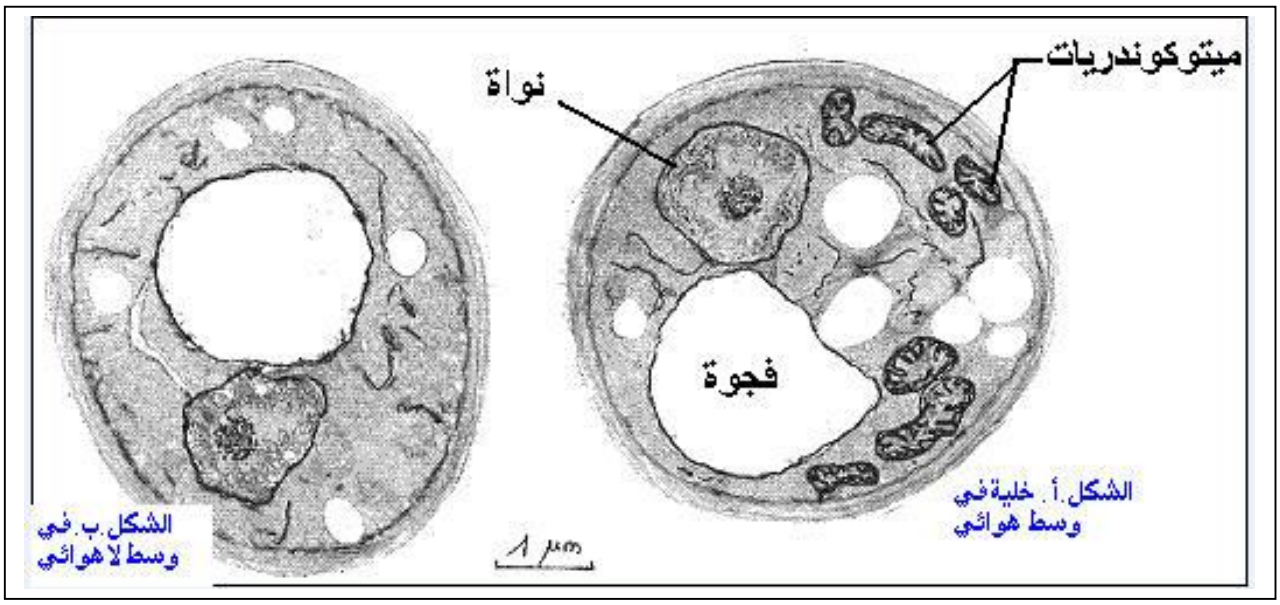
كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي: ظهور حبيبات ملونة بالأخضر في الخلايا المأخوذة من الوسط الهوائي وعدم ظهورها في الخلايا المأخوذة من الوسط اللاهوائي.

تفسير النتائج المحصل عليها

حدوث الأكسدة باستعمال أخضر جانوس يشير إلـــى مقـــر حـــدوث الأكســـدة وبالتـــالي وجـــود الميتوكوندري. ظهور اللون الأخضر يشير إلى حدوث الأكسدة ويشير في نفس الوقت إلى وجـــود الميتوكوندري.

2 – المشاهدة المجهرية :

سمحت المشاهدة بالمجهر الالكتروني النافذ لخلايا الخميرة بوضع الاشكال الموضحة في الوثيقة التالية



- **المقارنة بين خلايا الخميرة :**
- **في وسط لا هوائي (تخمر) :**
  - عدد قليل من الميتوكوندريات الغير نامية وذات اعراف قليلة
- **في وسط هوائي (تنفس) :**
  - عدد كبير من الميتوكوندريات النامية وذات أعراف عديدة
- *** العلاقة بين وجود الميتوكوندري وتهوية الوسط : الفرضية :**

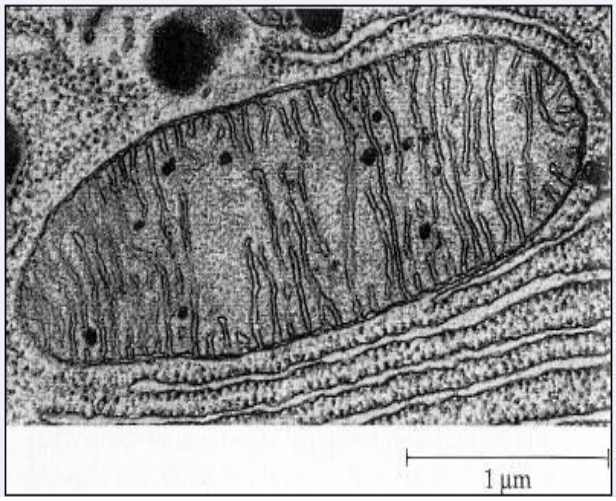
في الوسط : وجود ميتوكوندريات عديدة ونامية ⟵ حدوث اكسدة الركيزة او مادة التفاعل

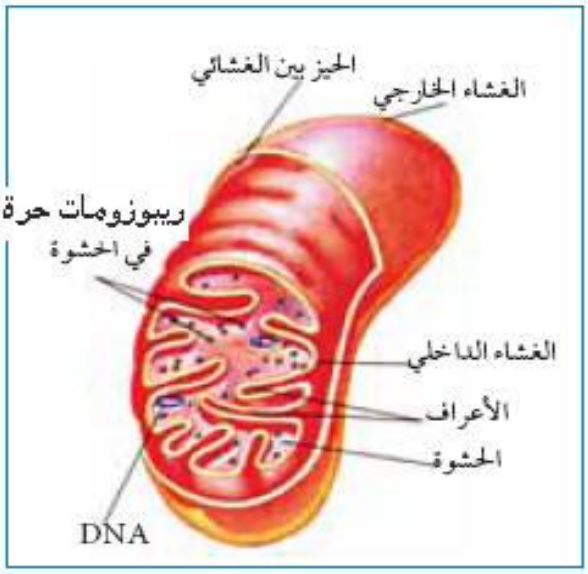
في وسط لاهوائي : عدد قليل من الميثوكندريات الضامرة ⟵ عدم حدوث أكسدة

- **مقر الاكسدة التنفسية :هي الميتوكندري**

3 – مقر الأكسدة التنفسية (بنية الميتوكوندري)

يهدف هذا النشاط الجزئي إلى توضيح بنية الميتوكوندري من خلال صورة المجهر الإلكتروني والرسومات التخطيطية التفسيرية المرافقة





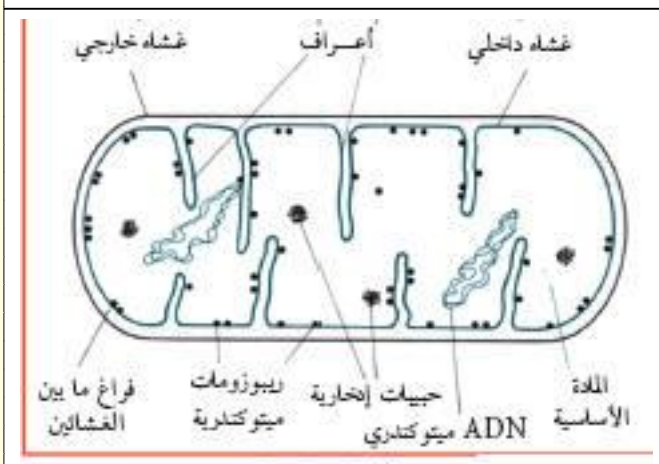
تركيب الميتوكوندري

* 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

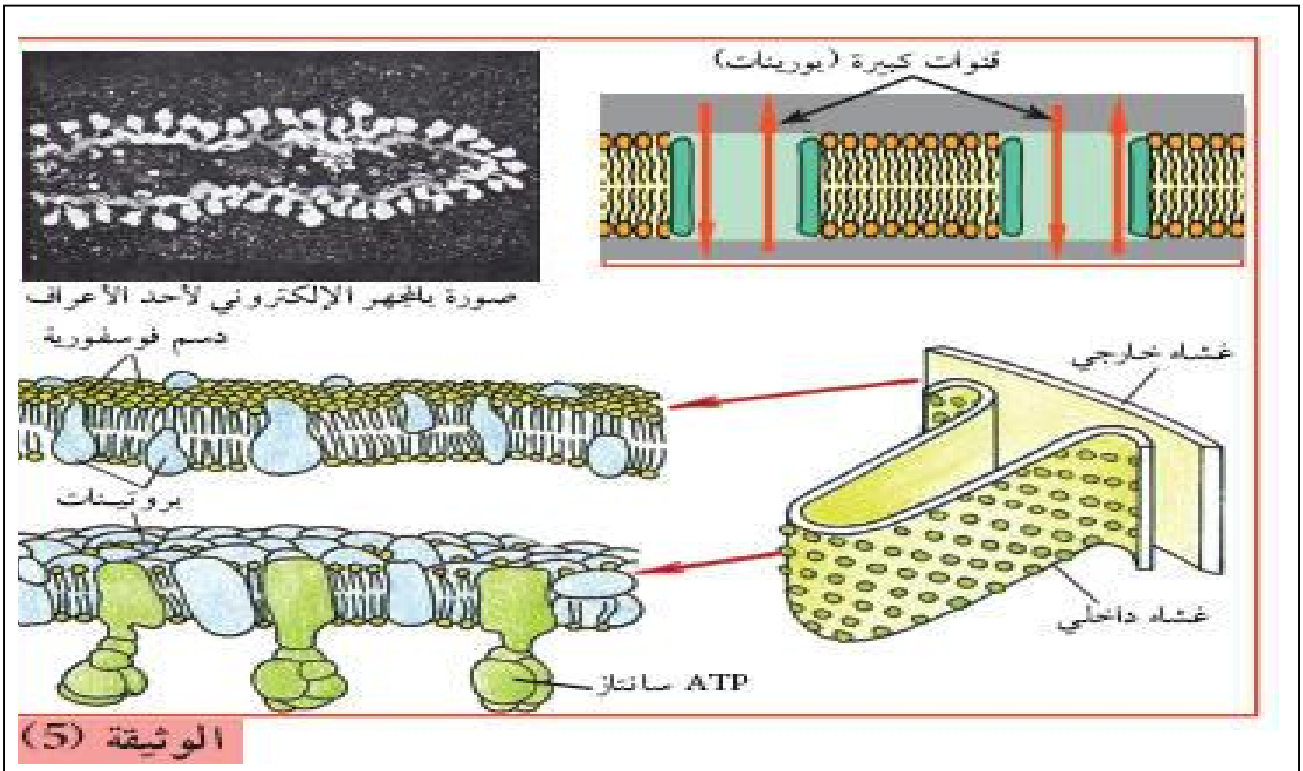
- يشغل تجويف الميتوكوندري مادة أساسية

4 – معطيات كيموحيوية :

يهدف الجدول الموضح في الوثيقة 4 إلى المكونات الكيميائية لكل من الحشوة والأغشية بالإضافة إلى الهيولى



رسم تخطيطي للميتوكوندري



أعطى التحليل الكيميائي لبعض مكونات الهيولى ولأجزاء ميتوكندرية محصل عليها بتقنية الطـ
المركزي النتائج المدونة في جدول الوثيقة (4)، كما توضح الوثيقة (5) توضع بعض هذه المكونات.

نوع المادة / المقر	الهيولى	الميتوكوندري		
		المادة الأساسية	الغشاء	
			الداخلي	الخارجي
البروتينات في الغشاء			% 80	% 50
الدسم في الغشاء			% 20	% 50
مواد الأيض				
حمض البيروفيك	+	+		
الغلوكوز	+	−		
أستيل مرافق الإنزيم (أ)	−	+		
البروتينات والانزيمات				
نازعات الهيدروجين	+	+	+	−
نازعات الهيدروجين والكربوكسيل	−	+	−	−
نواقل الإلكترونات	−	−	+	−
ATP Synthase	−	−	+	−
مضخات البروتونات	−	−	+	−

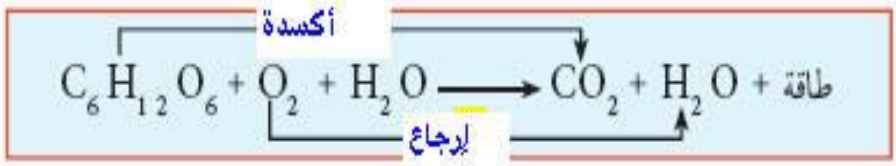
+ موجود − غير موجود

الوثيقة (4)

تحليل الوثيقتين

- يتميز الغشاء الداخلي بمحتواه العالي من البروتينات مقارنة بالغشاء الخارجي .
- كما يتميز الغشاء الداخلي بوجود عدد من نواقل للألكترونات تشكل ما يعرف بالسلسلة التنفسية (سلسلة انتقال الإلكترونات) ، بالإضافة الى كريات مذنبة او انزيم ATP SYNTHASA
- يتميز الغشاء الخارجي باحتوائه على قنوات غشائية كبيرة تسمح بمرورالعديد من الجزيئات في الاتحاهين ، بينما لا يسمح الغشاء الداخلي بمرور الجزيئات إلا عبر نواقل متخصصة.
- تحتوي المادة الاساسية على انزيمات منها : - نازعات الهيدروجين والكربوكسيل التي تحتاج الى مرافقات انزيمية أهمها (FAD- NAD+)
- الميتوكوندري لا تستعمل الغلوكوز كمادة أيض لكنها تستعمل حمض البيروفيك الذي ينتج من الهدم الجزئي للغلوكوز في الهيولى ، ويمكن اثبت ذلك بالتجربة التالية

❹ أمكن تلخيص التفاعلات الكيميائية للتنفس في المعادلة الإجمالية التالية:



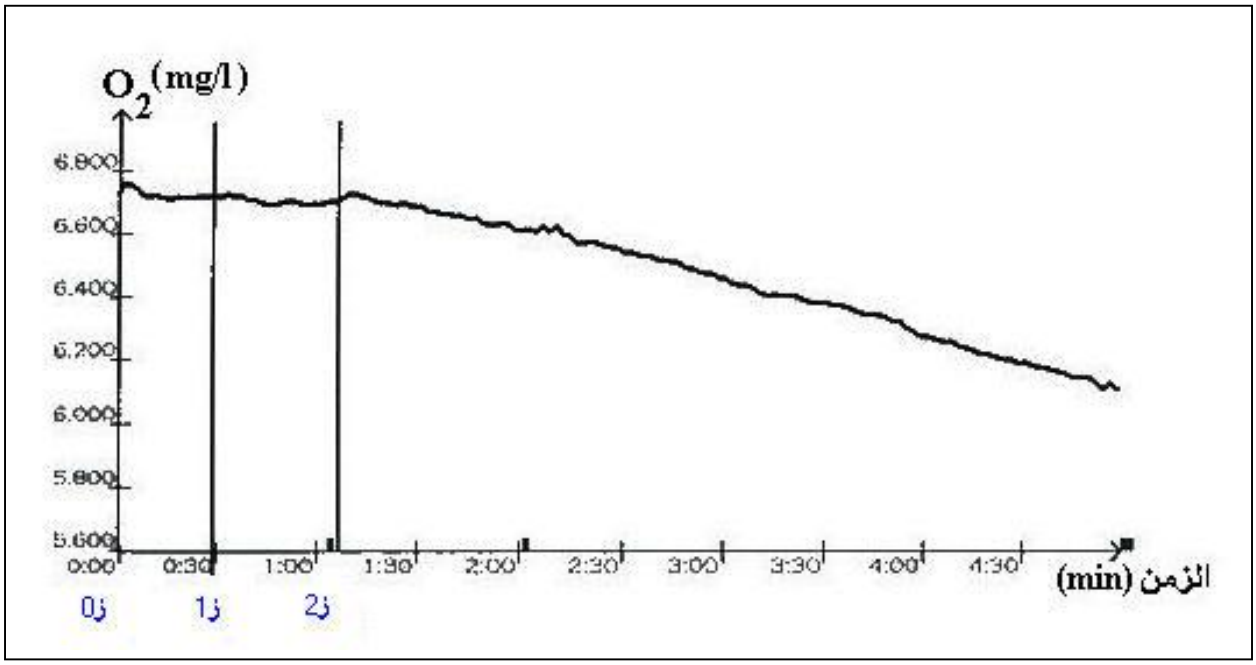
- وأن ظاهرة التنفس هي تفاعلات أكسدة إرجاعية
- حيث تتأكسد مادة الايض الجلوكوز ويتم ارجاع الاوكسجين وتشكيل الماء

النشاط 3 : التحلل السكري

يهدف النشاط إلى التعرف على مادة الأيض (الطاقة الكيميائية الكامنة) التي يتم استعمالها من طرف الميتوكوندري.

تجربة1 :

نقوم بعزل ميتوكوندريات مأخوذة من خلايا نباتية ثم نضعها في وسط به أكسجين و نقيس كمية هذا الأخير في الوسط بدلالة الزمن ، في الزمن ز0 نضع الميتوكوندريات في الوسط و في الزمن ز1 نضيف كمية قليلة من الغلوكوز و في الزمن ز2 نضيف كمية قليلة من حمض البيروفيك ، و يمثل الشكل التالي النتائج المحصل عليها



تحليل: عند إضافة الغلوكوز إلى الوسط في الزمن ز1 يلاحظ عدم استهلاك الأكسجين أما عند إضافة حمض البيروفيك في الزمن ز2 فيلاحظ ارتفاع في استهلاك الأكسجين.

استنتاج: الميتوكوندريات تستعمل حمض البيروفيك بوجود الأكسجين و لا تستعمل الغلوكوز مباشرة

خلاصة: يتعرض ايض الغلوكوز إلى تفككين :

ـ الأول خارج الميتوكوندري على مستوى السيتوبلازم و لا يحتاج إلى الأكسجين و يسمى التحلل السكري glycolyse

ـ الثاني على مستوى الميتوكوندري و يحتاج إلى الأكسجين و يسمى التأكسدات التنفسية و يعتبر حمض البيروفيك هو مادة الايض الذي يتعرض للتأكسدات التنفسية

التجربة 2 :

تجربة 2:

نقوم بتحضير مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوكوز المشع (G*)؛ نسدّ الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي). يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة (الهيولى أو الميتوكوندري) بعد فترات زمنية مختلفة، النتائج موضحة في الجدولين (أ وب) من الوثيقة (3).

P* = حمض البيروفيك المشع A_1* و A_2* و A_3* = نواتج مشتقة من حمض البيروفيك مشعة.

الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
$ز_0$	G*		
$ز_1$	G*	G*	
$ز_2$	P*	P*	P*
$ز_3$			A_1* + P*
$ز_4$	$*CO_2$		A_3*

الجدول (أ)

الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
$ز_0$	G*		
$ز_1$	G*	G*	
$ز_2$		P*	P*
$ز_3$			A_2* + P*
$ز_4$	$*CO_2$	A_2*	

الجدول (ب)

- **تحليل النتائج التجريبية :**

الجدول -أ- : وسط هوائي : ز0 : وجود الغلوكوز في الوسط الخارجي فقط

ز1 : انتقال الغلوكوز من الوسط الخارجي الى الهيولى

ز2 : ظهور حمض البيروفيك في الهيولى (ناتج عن تحلل الغلوكوز) وفي الميتوكوندري

ز3 : وجود حمض البيروفيك و نواتج مشعة مشتقة من حمض البيروفيكA1 في الميتوكوندري

ز4 : اختفاء حمض البيروفيك (تأكسده) وظهور مشتقاته فقط A3على مستوى الميتوكوندري

الجدول –ب- : وسط لا هوائي :

ز0 : وجود الغلوكوز في الوسط الخارجي فقط

ز1 : انتقال الغلوكوز من الوسط الخارجي الى الهيولى

ز2 : ظهور حمض البيروفيك في الهيولى فقط وعدم ظهوره في الميتوكوندري

ز3 : بالاضافة الى حمض البيروفيك يلاحظ ظهور مشتقاته A2 في الهيولى فقط

ز4 : ظهور CO_2 في الوسط الخارجي وظهور مشتقات حمض البيروفيك A2 في الهيولى

الاستخلاص

- حمض الغلوكوز يتحول إلى حمض البيروفيك في الهيولى في الحالة أ و ب
- حمض البيروفيك يدخل إلى الميتوكوندري في الحالة أ فقط
- حمض البيروفيك يتحول في الميتوكوندري إلى مركبات أخرى
- حمض البيروفيك يتحول إلى مركبات أخرى في الهيولى في الحالة ب .

A1* = أستيل مرافق الإنزيم أ

A2* = إيثانول

A3* = حمض الليمون أو مركبات أخرى من حلقة كريبس

* الحالة أ تمت في الظروف الهوائية لحدوث هدم الغلوكوز داخل الميتوكوندري

* الحالة ب في الظروف اللاهوائية.

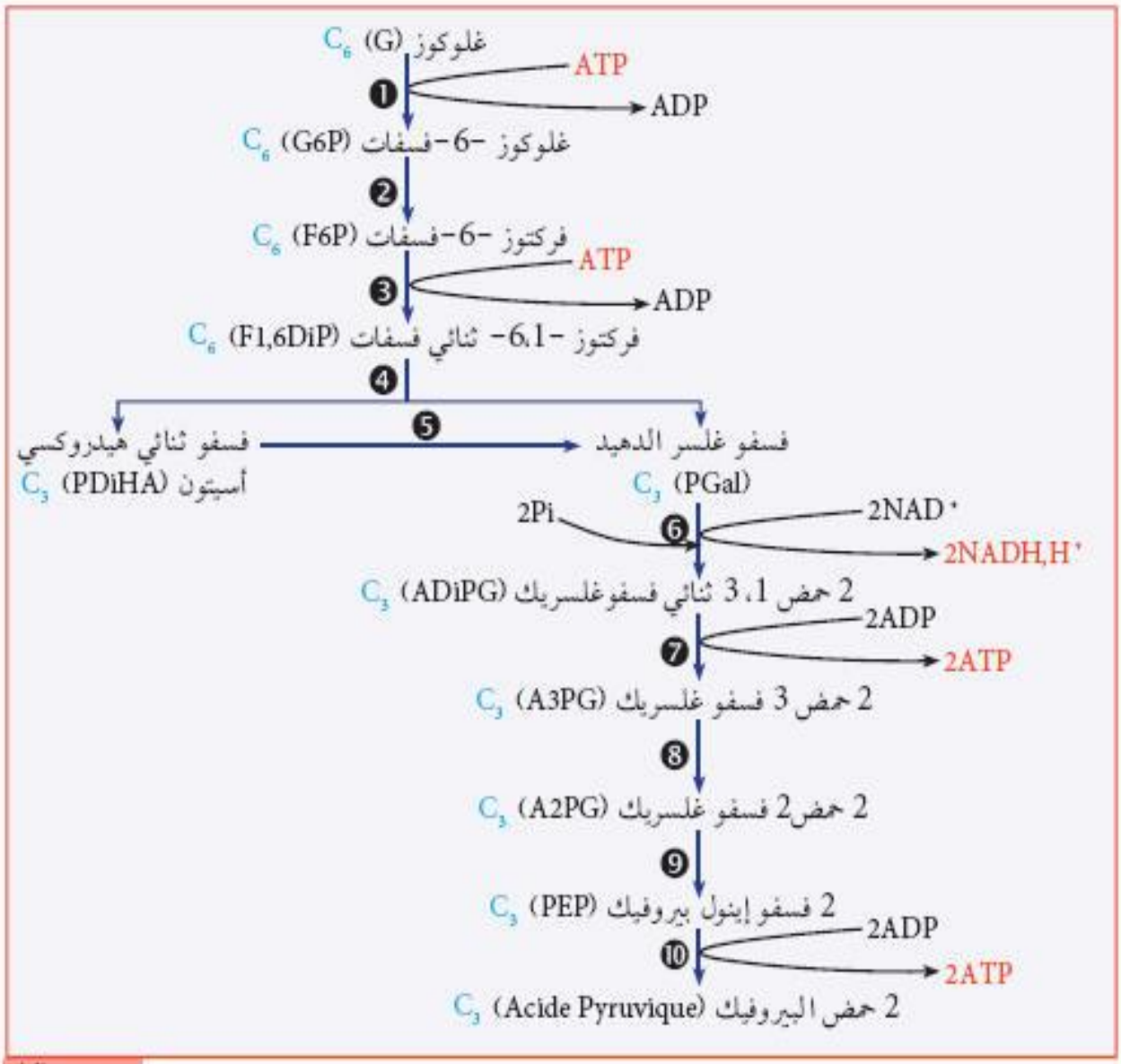
* مصير حمض البيروفيك (تحول إلى مشتقات داخل الميتوكوندري في الوسط الهوائي أو مشتقات أخرى في الهيولي في الظروف اللاهوائية). أما المقر فهو الهيولي أو الميتوكوندري.

2- مراحل التحلل السكري :

يهدف مخطط الوثيقة 4 إلى توضيح مراحل حدوث التحلل السكري

- تحدث هذه المرحلة على مستوى سيتوبلازم الخلية
- هذه المرحلة لا تتطلب O2

تم إظهار أن الميتوكوندري لا تستعمل الغلوكوز مباشرة حيث يتحلل الغلوكوز (مركب C_6) في الهيولى تدريجيا بوجود إنزيمات خاصة إلى حمض البيروفيك (مركب C_3) خلال سلسلة من التفاعلات، منها المستهلكة للـ ATP ومنها المنتجة لها، ومنها المؤدية إلى إرجاع المرافق الإنزيمي (NAD^+) كما يبينه المخطط الموالي:



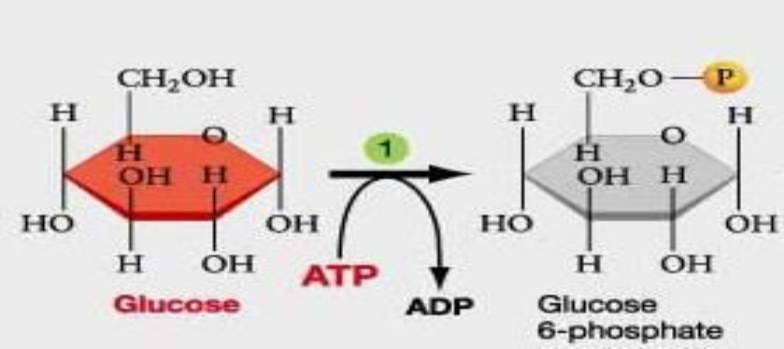
الوثيقة (4) مخطط يلخص مراحل التحلل السكري في الهيولى

تحليل المخطط :

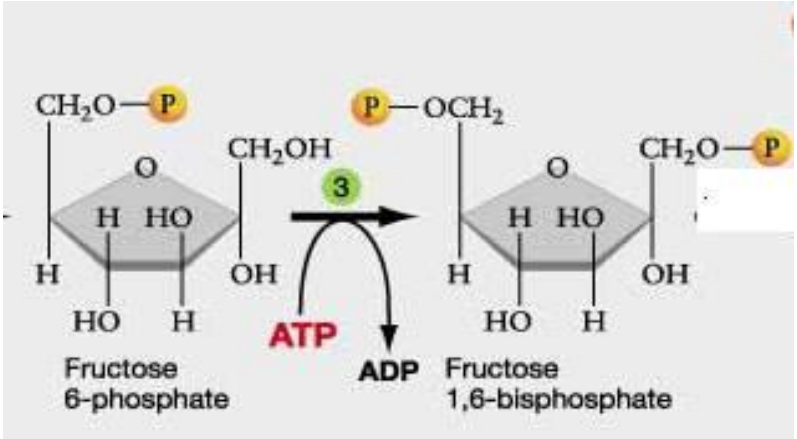
- المعادلة 1: فسفرة الجلوكوز الى غلوكوز6فوسفات يمكن تمثيلها كالتالي :

Glucose + ATP ⟶ Glu-6-P + ADP

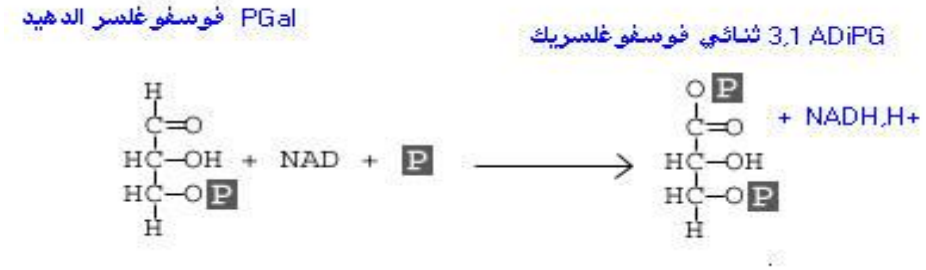
ونستعمل المعادلة التالية للتوضيح فقط :



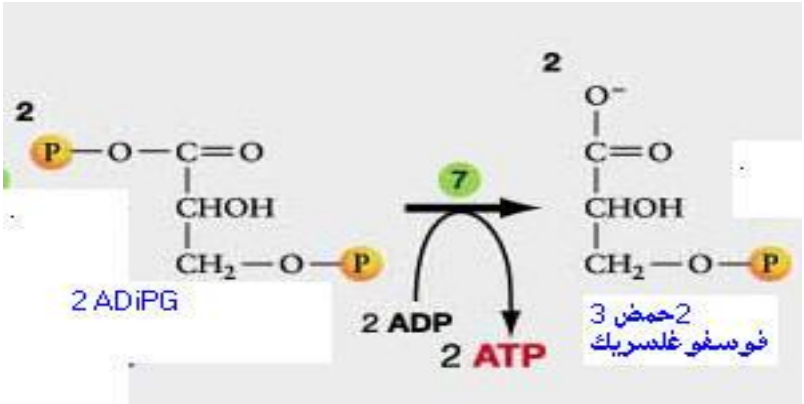
*** المعادلة 3 : فراكتوز -6- فوسفات + ATP ⟵ فراكتوز 1.6 ثنائي الفوسفات + ADP**



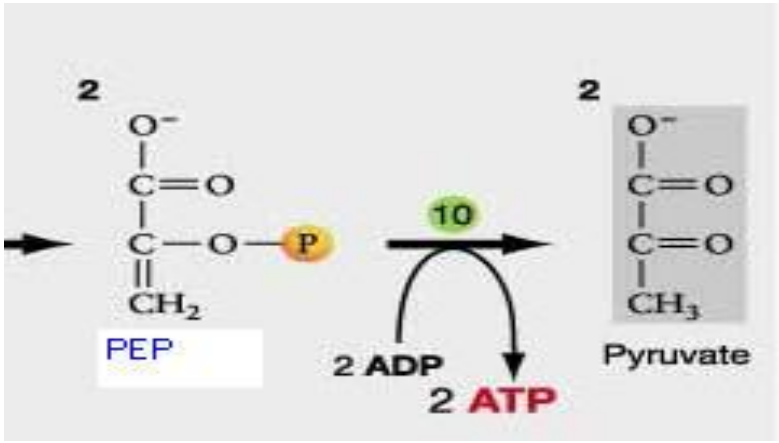
المعادلة6 :



المعادلة 7 :



المعادلة 10 :



نوع التفاعل التي حدث في كل تفاعل

- التفاعل 1 و 3 هي تفاعلات حدث فيها إماهة لــ ATP وهي في نفس الوقت فسفرة للسكر
- التفاعل 7و10 هي تفاعلات حدتث فيها فسفرة ADP الىATP
- التفاعل 6 هو تفاعل أكسدة السكر وارجاع NADP
- عدد جزيئات ATP الناتجة = 2ATP X2 = 4ATP
- عدد الجزيئات المستهلكة في التحلل السكري هو 2ATP
- حصيلة عدد ATPإيجابية التعليل المحصلة تساوي 2ATP

تلخيص التحلل السكري في تفاعل واحد يشمل البداية والنهاية وعدد ATP و +NADH,H

$$Glucose + 2NAD^{+} + 2ADP + 2Pi \longrightarrow 2Acide\ pyruvique + 2ATP + 2NADH,2H^{+}$$

الخلاصة :

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

على مستوى الهيولى:

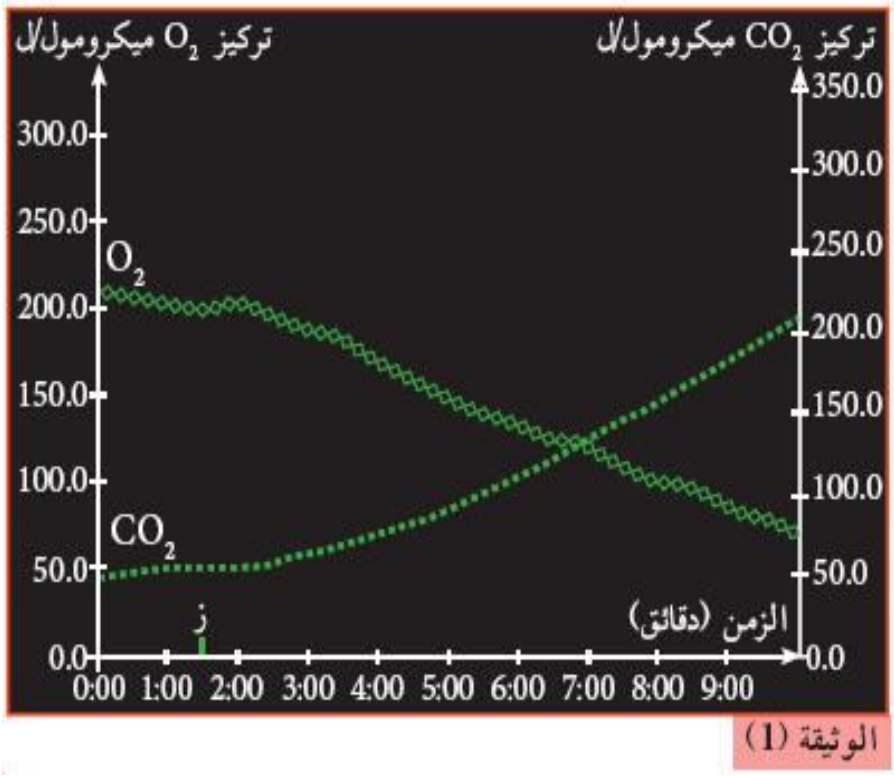
- **يُهَدم الغلوكوزــ فوسفات إلى جزيئتين من حمض البيروفيك (C_3) خلال ظاهرة كيموحيوية : التحلل السكري (الغلكزة).**
- **يرافق التحلل السكري بـــ :**
- **أكسدة مادة التفاعل بأنزيمات نازعات الهيدروجين التي تسمح إرجاع نواقل الهيدروجين : إنها تفاعلات الأكسدة و الإرجاع .**
- **فسفرة الــ ADP إلى الــ ATP**
- **يمكن تلخيص حصيلة التحلل السكري كما يلي**

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ NAD + 2\ ADP \longrightarrow 2\ C_3H_4O_3 + 2\ ATP + 2\ NADH,H^{+}$$

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

يهدف هذا النشاط إلى تتبع مراحل هدم حمض البيروفيك داخل المادة الأساسية للميتوكوندري.

1 – إظهار هدم حمض البيروفيك من طرف الميتزكوندري



الوثيقة (1)

باستعمل التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (1) تم وضع معلق من الميتوكوندري في وسط غني بالأكسجين ثم حقنت كمية من حمض البيروفيك في الزمن (ز). تم قياس تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عن طريق لاقطين. النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (1).

- حلل منحنى الوثيقة (1)، ماذا تستنتج ؟

الوثيقة 1 تهدف إلى عرض نتائج تجارب مدعمة بالاسوب توضح المظاهر التي تدل على هدم حمض البيروفيك وهي امتصاص الأكسجين وطرحCO2 .

تحليل المنحنى :

- ز = 0الى1.5 دقيقة : قبل اضافة حمض البيروفيك الى الوسط يلاحظ انخفاض طفيف في تركيز O2 وارتفاع طفيف في تركيز CO2 (الميثوكوندري استعملت حمض البيروفيك الموجود بتركيز محدود بداخلها)
- في ز = 1.5 دقيقة : عند حقن حمض البيروفيك نلاحظ انخفاض سريع في تركيزO2 ويصل الى قيمة50.5 ميكرومول/ل وفي نفس الوقت ارتفاع سريع في تركيز CO2 ويصل الى قيمة 200.1 ميكرومول/ل في الدقيقة 10

الاستنتاج :

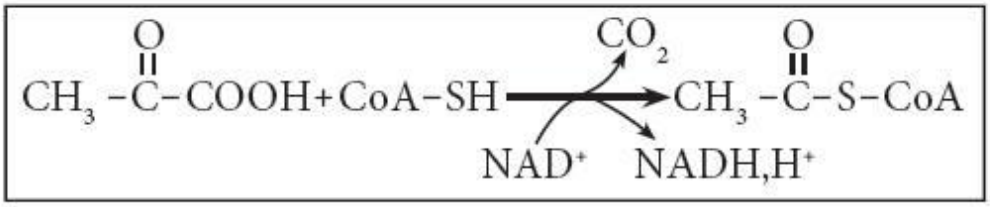
***الميتوكوندري تستعمل حمض البيروفيك حيث تقوم بهدمه في وجود O2 وينتج عن ذلك غازCO2**

* **الميتوكوندري هي مقر التأكسدات التنفسية**

2 – تحول حمض البيروفيك إلى الاستيل المرافق الانزيمي (أ)

تهدف المعادلة إلى توضيح المرحلة الأولى من هدم حمض البيروفيك داخل المادة الأساسية للميتوكوندري وهي المرحلة التمهيدية لحلقة كريبس

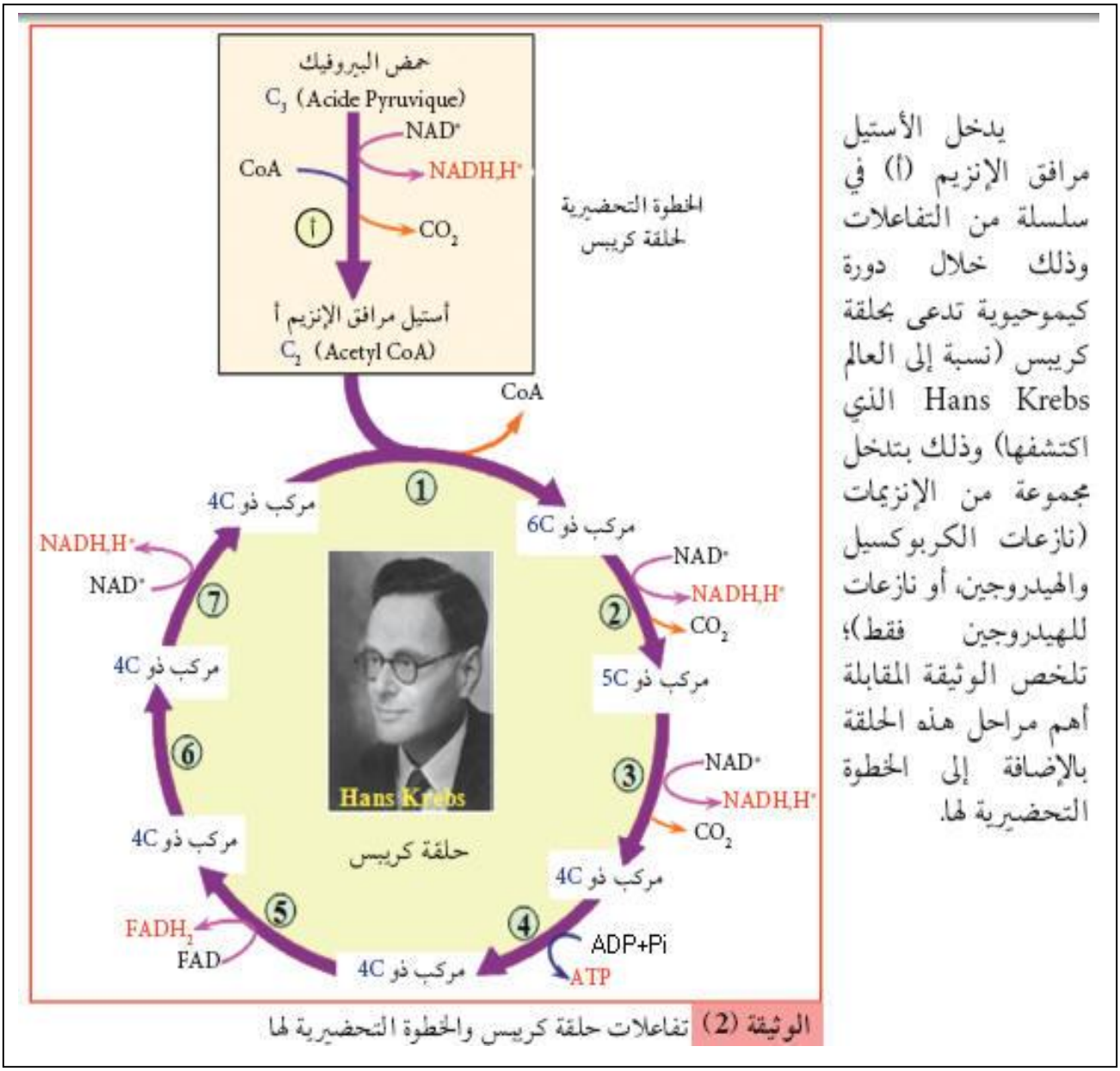
بينت التجارب أن تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم (أ)، يتم بواسطة معقد إنزيمي كبير يقوم بنزع الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وفق المعادلة التالية:



يعتبر هذا التفاعل خطوة تحضيرية للمرحلة اللاحقة (حلقة كريبس) لذلك يكتب عادة مع الحلقة.

3 – تفاعلات حلقة كريبس

تهدف الوثيقة إلى توضيح مراحل حلقة كريبس والمرحلة التمهيدية الموضحة في الوثيقة السابقة.



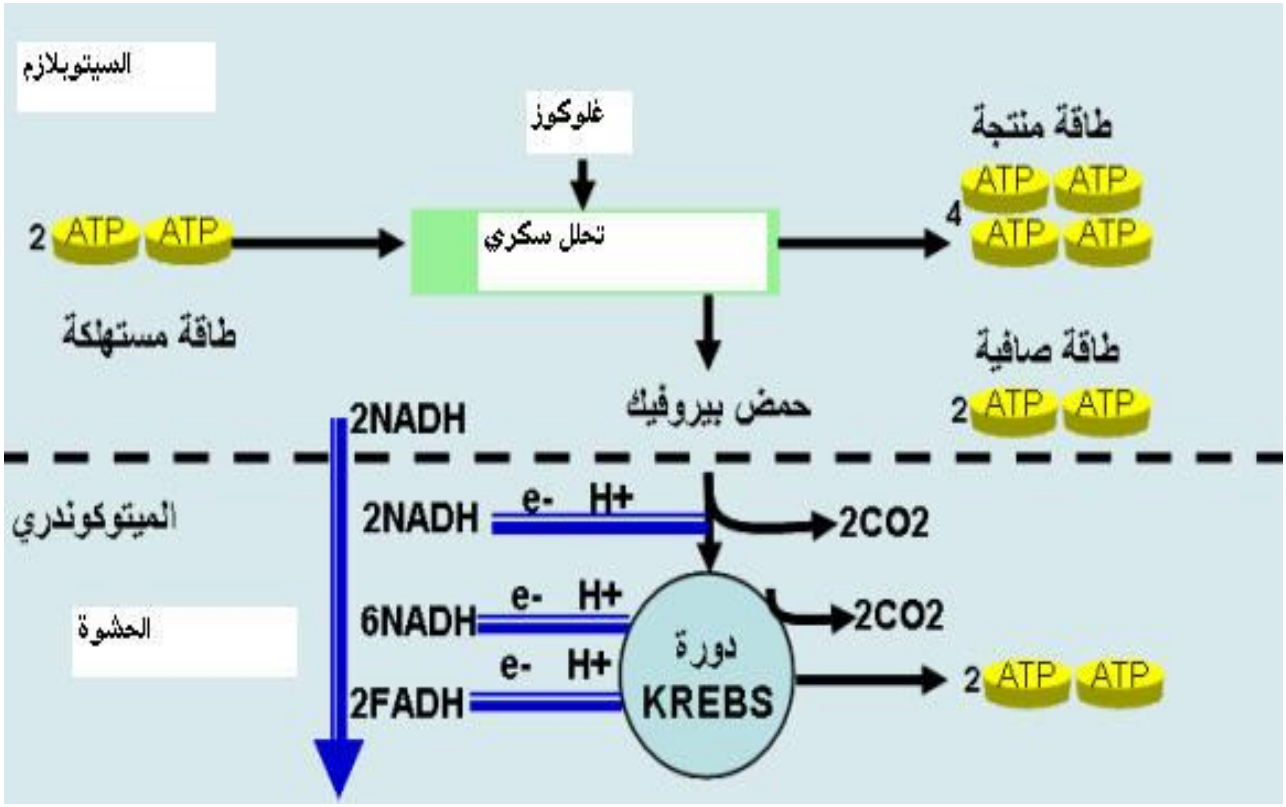
يدخل الأستيل مرافق الإنزيم (أ) في سلسلة من التفاعلات وذلك خلال دورة كيموحيوية تدعى بحلقة كريبس (نسبة إلى العالم Hans Krebs الذي اكتشفها) وذلك بتدخل مجموعة من الإنزيمات (نازعات الكربوكسيل والهيدروجين، أو نازعات للهيدروجين فقط)؛ تلخص الوثيقة المقابلة أهم مراحل هذه الحلقة بالإضافة إلى الخطوة التحضيرية لها.

الوثيقة (2) تفاعلات حلقة كريبس والخطوة التحضيرية لها

دراسة الوثيقة 2 :

- نوع التفاعلات :
- التفاعل 1 : يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ــ أ ــ مع مستقبل رباعي الكربون C_4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C_6)
- التفاعلان 2 و 3 : يتم فيهما عملية نزع كربوكسيل وأكسدة وهو مايسمى بنزع الكربوكسيل التأكسدية
- التفاعل4 : تركيب ATP (فسفرة ال ADP)
- التفاعلان 5و6 : اكسدة (نزع الهيدروجين)
- عدد جزيئات CO_2 و المرافقات الإنزيمية انطلاقا من جزيئة غلوكوز واحدة (4 جزيئات CO_2 + 6 جزيئات $NADH,H^+$ + جزيئتين من $FADH_2$)
- ملخص التفاعل –أ- انظر الصفحة أعلاه

الحوصلة :



الحصيلة الأولية لعدد ATP و عدد $NADH,H^+$ وعدد $FADH_2$ وكذا عدد جزيئات CO_2 لكل من التحلـــل السكري وحلقة كريبس معا بما في ذلك الخطوة التمهيدية لحلقة كريبس.

الحصيلة هي : 4 ATP + 10 جزيئات $NADH,H^+$ و جزيئتين من $FADH_2$ و6 جزيئات من CO2

يمكن تلخيص حصيلة حلقة كريبس بالمعادلة الإجمالية البسيطة التالية:

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

الخلاصة :

- على مستوى المادة الأساسية : يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم-أ- و هذا بـــ :
- نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO2 (E. CO_2= 0)
- نزع الهيدروجين ، تحت تأثير أنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع نواقل الهيدروجين NAD ¬ $NADH,H^{+=}$
- يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ــ أ ــ 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

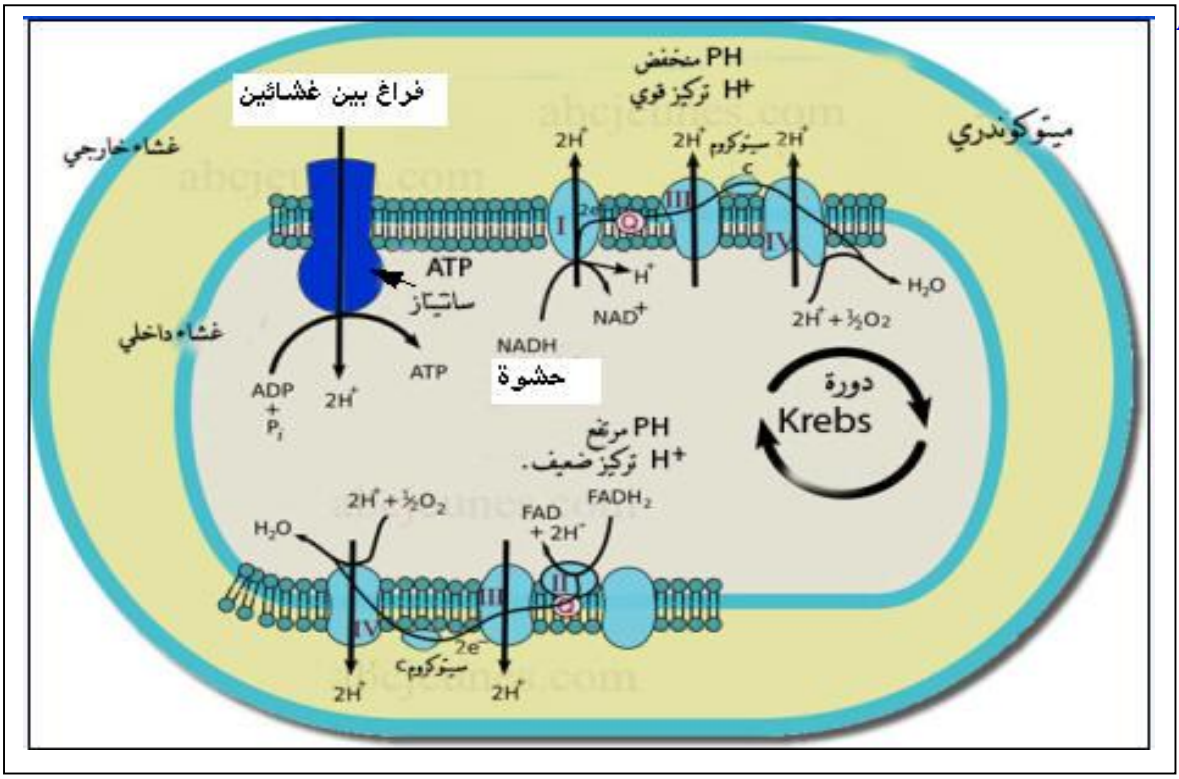
تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C_4 و فسفرة الـــADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي(Pi).

ــ ينتج عن كل حلقة (حلقة كربس) : - جزيئتان من CO_2 - جزيئة واحدة من ATP

- جزيئة واحدة من FADH2 - ثلاث جزيئات من+ NADH,H

النشاط 5 : الفسفرة التأكسدية

يهدف هذا النشاط إلى توضيح آلية أكسدة المرافقات الإنزيمية واستعمال الطاقة الناتجة من الأكسدة لغرض إنتاج ATP



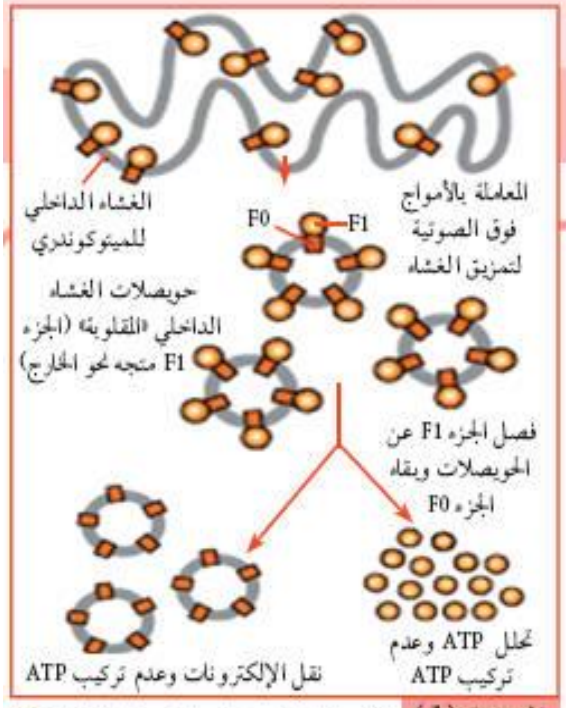
يتطلب استمرار مرحلتي التحلل السكري وحلقة كريبس تجديد المرافقات الإنزيمية المرجَعَة (NADH,H+، FADH2) وذلك بأكسدتها وتشكل جزيئات الماء بالإضافة إلى تركيب جزيئات ATP.

➢ فأين تتمّ هذه التفاعلات ؟ وماهي مراحلها ؟

❶ دور الغشاء الداخلي للميتوكندري

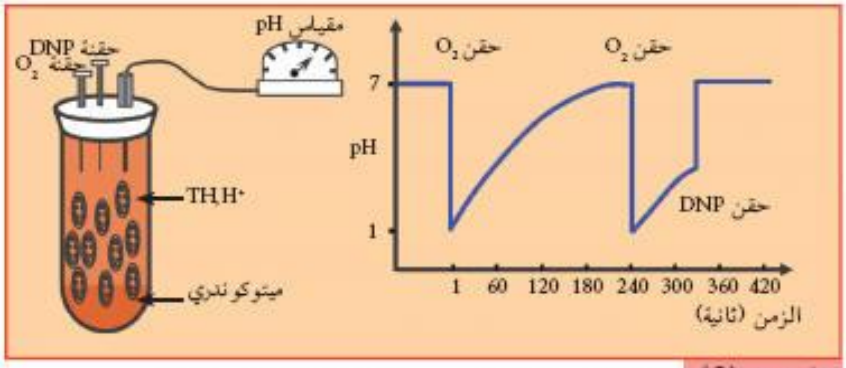
لإظهار دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الفسفرة التأكسدية نستعرض التجارب التالية:

التجربة 1: باستعمال الأمواج فوق الصوتية تمت تجزئة الميتوكندري فتشكلت حويصلات للأغشية الداخلية «المقلوبة» بها كريات مذنبة. كما أن فصل الجزء الكروي (F_1) من الإنزيم ATP Synthase عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء (F_o) سمح بتحديد دور كل منهما في تركيب ATP في شروط تجريبية مناسبة. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1) نتائج التجارب على الحويصلات الناتجة من الغشاء الداخلي للميتوكوندريا

- ما هي المعلومات التي تقدمها نتائج التجربة فيما يخص دور مكونات الحويصلات الغشائية (الغشاء والإنزيم) ؟



الوثيقة (2) تفاعلات حلقة كريبس والخطوة التحضيرية لها

التجربة 2: لتحديد سلوك الغشاء الداخلي للميتوكندري تجاه البروتونات H^+ تم قياس pH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندري المعزولة يحتوي على معطي الإلكترونات (TH,H^+). يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة ثنائي نتروفينول (Di Nitro Phenol) DNP عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في منحنى الوثيقة (2)

1. حلل منحنى الوثيقة (2).
2. حدد تأثير كل من الأكسجين ومادة DNP ؟
3. علل انخفاض الـ pH خارج الميتوكوندريا ثم عودته إلى الوضعية الأصلية ؟
4. قارن زمن عودة pH إلى الوضعية الأصلية في غياب وفي وجود DNP. قدم تفسيرا لذلك ؟

التجربة 1: المعلومات هي :

- أن نقل الإلكترونات يتم بواسطة مكونات الغشاء
- تركيب ATP يتم بواسطة الجزء الكروي (F_1) من الإنزيم ATP Synthase عند وجوده ضمن غشاء سليم (في الميتوكوندري أو في حويصلة غشائية).

التحربة 2:

فتوضح ظاهرة انتقال البروتونات H^+ أثناء حدوث التنفس في معلق من الميتوكوندري. كما تثبت دور المركبات التي يمنع تشكل ATP مثل مركب DNP

تحليل منحنى الوثيقة 2 :

مركب DNP يمنع تشكيل الـــ **ATP** كما يجعل هذا المركب قشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات

- قبل حقن O2 كان PH مرتفع ويساوي 7 ، اما عند حقن O2 فأنه يسبب في انخفاض pH خارج الميتوكوندري (زيادة تركيز البروتونات H^+) وذلك راجع لأكسدة TH,H+ .
- بعد 1 ثانية من اضافة O2يلاحظ ارتفاع قيمة PH (انخفاض تركيز البروتونات H^+) ، وعند اعادة حقن O2 من جديد في الزمن 240 ثانية يلاحظ انخفاض pH خارج الميتوكوندري
- عند حقن **DNP** في الزمن 360ثانية يلاحظ ارتفاع درجة pH خارج الميتوكوندري مما يشير أنها تساهم في تخفيض تركيز البروتونات H^+ في الخارج . مصدر البروتونات يكون من داخل الميتوكوندري

تعليل انخفاض الـــ PH خارج الميتوكوندري ثم عودته الى الوضعية الأصلية :

يفسير الانخفاض والعودة عن طريق نفاذية الغشاء الداخلي وليس الخارجي الذي يتميز بنفاذية لمعظم الجزيئات الصغيرة.

المقارنة بين زمن عودةPH إلى الوضعية الأصلية في غياب ووجودDNP مع التفسير :

أن خروج البروتونات سريع وعودته الطبيعية بطيئة لكن إضافة مركب DNP يسرع من دخول H^+ إلى داخل الميتوكوندري ويعود السبب إلى أن DNP يقوم بإدخال البروتونات بسرعة من الخارج إلى الداخل.

التجارب	pH الداخلي	pH الخارجي	وجود الكريات المذنبة	الملاحظات
1	7	7	نعم	عدم فسفرة الـ ADP
2	4	7	نعم	فسفرة الـ ADP
3	4	7	لا	عدم فسفرة الـ ADP

الوثيقة (3) جدول يبين نتائج التجارب الثلاثة لتحديد شروط تركيب ATP

التجربة 3:

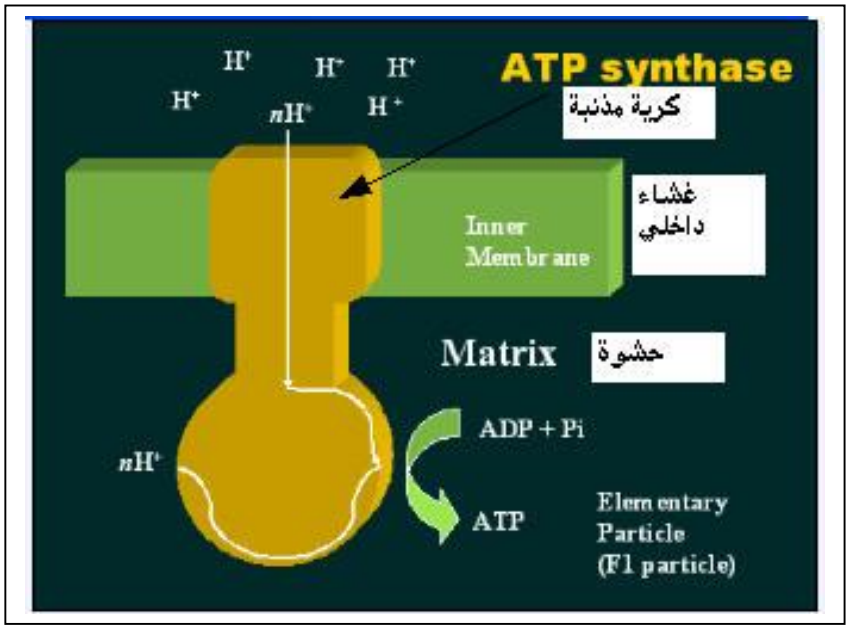
يتم وضع حويصلات غشائية محتوية على كريات مذنبة في أوساط مختلفة من درجة الـ pH بوجود ADP وPi. يتم الكشف عن فسفرة الـ ADP إلى ATP في كل حالة. نتائج التجارب مدونة في الجدول الموالي:

- استنتج من نتائج التجربة شروط تركيب ATP ؟

تهدف التجربة إلى تحديد شروط تركيب ATP وهي فرق تركيز H^+ ووجود الكرية المذنبة (إنزيم ATP Synthase)

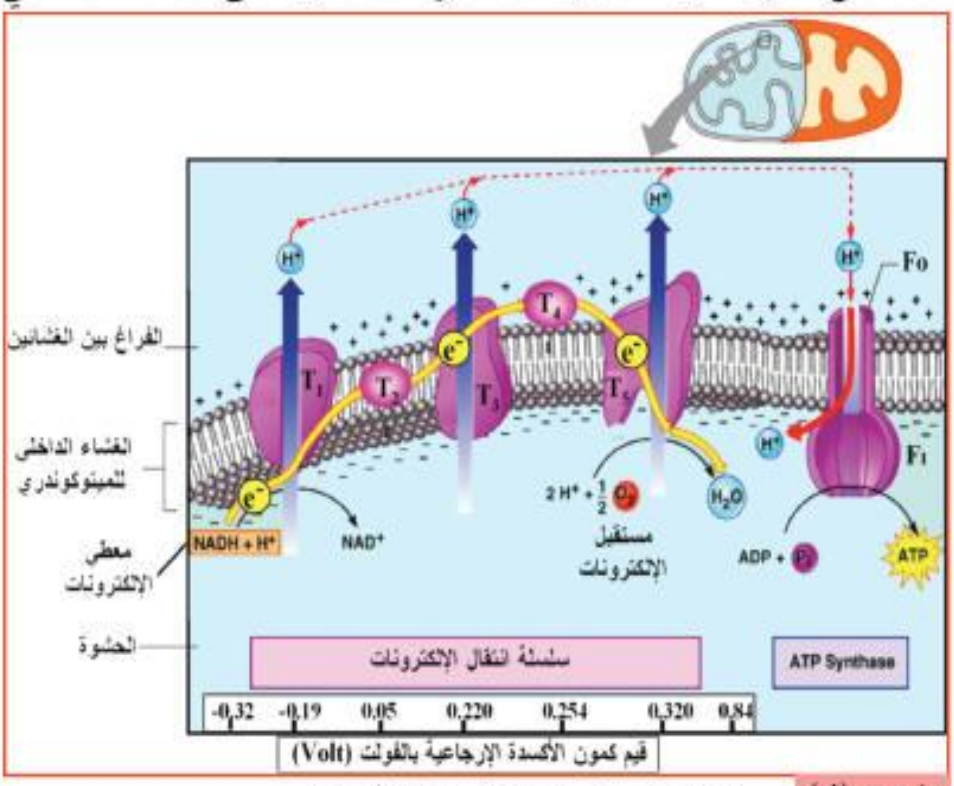
نستنتج من نتائج التجربة : شروط تركيب ATP وهي فرق تركيز H^+ ووجود الكرية المذنبة (إنزيم ATP Synthase) بالاضافة توفر ADP و Pi كما يجب ان يكون مرور البروتونات عبر الكريات المذنبة حسب تدرج التركيز

.



❷ آلية الفسفرة التأكسدية

مكنت الدراسات المختلفة من تحديد آلية حدوث الفسفرة التأكسدية على الغشاء الداخلي للميتوكوندري. الوثيقة (4) تلخص مراحل هذه الآلية:



الوثيقة (4) رسم تخطيطي يوضح آلية الفسفرة التأكسدية

1. باستغلال معطيات الجدول حدد الآلية الفيزيائية لإنتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية ؟
2. علل انخفاض pH خارج الميتوكوندريا في التجربة الثانية بالإستعانة بمخطط الفسفرة التأكسدية ؟
3. أحسب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية بين الثنائيتين $NAD^+/NADH,H^+$ والناقل T_2. ماذا تستنتج؟
4. إذا علمت أن هذا الفرق في الكمون يمثل طاقة متحررة، فيما تستعمل هذه الطاقة مستعينا بمخطط الفسفرة التأكسدية ؟
5. حدد المستقبل الأخير للإلكترونات في السلسلة التنفسية ؟

تهدف الوثيقة 4 إلى توضيح آلية حدوث الفسفرة التأكسدية من خلال عرض رسم تخطيطي وظيفي

دراسة الوثيقة:

1 - الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات وهي من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع أي وفق تدرج كمون الأكسدة الإرجاعية

2 - تفسير لنخفاض pH في التجربة 2 **:** 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. ويتم هذا الضخ عكس تدرج التركيز **اي نقل فعال.**

3 - تحديد الفرق في كمون الأكسدة الإرجاعية الذي يحدد مستوى طاقة الإلكترون.**:**

كمون الأكسدة الإرجاعية لـــ $NADH,H^+$ والتي تقدر بـــ -0.32 فولت و 0.05 فولت تقريبا للناقل T2 أي فرق الكمون بينهما يساوي -0.27 فولط مما يؤدي إلى الاستنتاج أن الفرق معتبر ، أي أن هناك انخفاض معتبر في طاقة الإلكترون

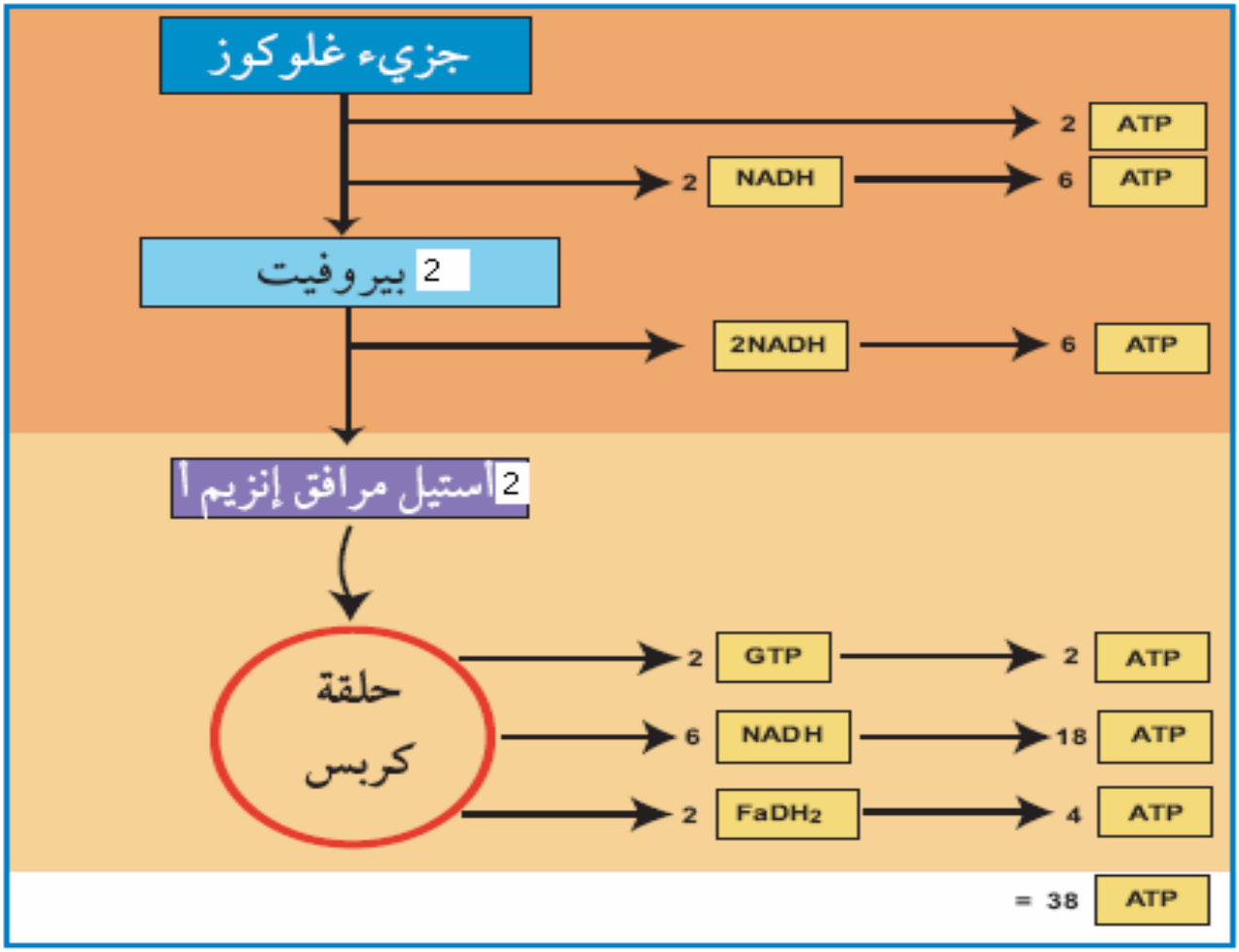
4 - هذه الطاقة تستعمل في إخراج البروتونات عكس تدرج التركيز لأن ذلك يتطلب طاقة

5- المستقبل الأخير من المخطط وهو الأكسجين الذي يتحول إلى جزيئة ماء H_2O .

معادلة تشكل الماء انطلاقا من الأكسجين والإلكترونات والبروتونات كالتالي:

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

حساب حصيلة عدد ATP (الطاقة القابلة للأستعمال من طرف الخلية الناتجة من هدم جزيئة غلوكوز هدما كاملا . انظر المخطط



ملخص عملية إنتاج الطاقة من جزيء غلوكوز

الخلاصة

على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري

- تعطي النواقل المُرجعة ($NADH,H^+$) و ($FADH_2$) الإلكترونات لسلسلة الأكسدة و الإرجاع ،التي تكون فيها مختلف النواقل مرتبة حسب كمون الأكسدة و الإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية.
- يكون ثاني الأكسجين (O_2) المستقبل النهائي للإلكترونات في السلسلة التنفسية
- يرتبط ثاني الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء :

$$O_2 + 4é + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$$

- 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 الـــ ATP سنتيتاز
- تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرات المذنبة إنها الفسفرة التأكسدية

تمر عماية التنفس بالمراحل التالية :

المرحلة الأولى: تتم في الهيولى وتعرف بالتحلل السكري.

المرحلة الثانية: تتم في المادة الأساسية للميتوكوندري وتعرف بحلقة كريبس.

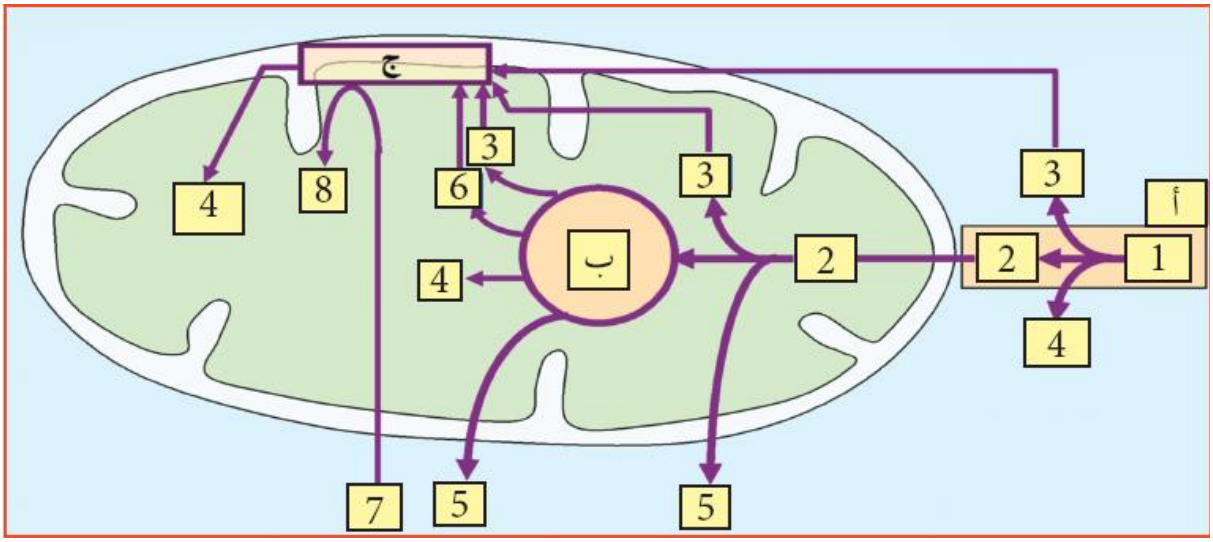
المرحلة الثالثة: تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري وتعرف بالفسفرة التأكسدية.

تعرف المرحلة الثانية والثالثة بالأكسدة التنفسية ويرتبط حدوثها بالميتوكوندري.

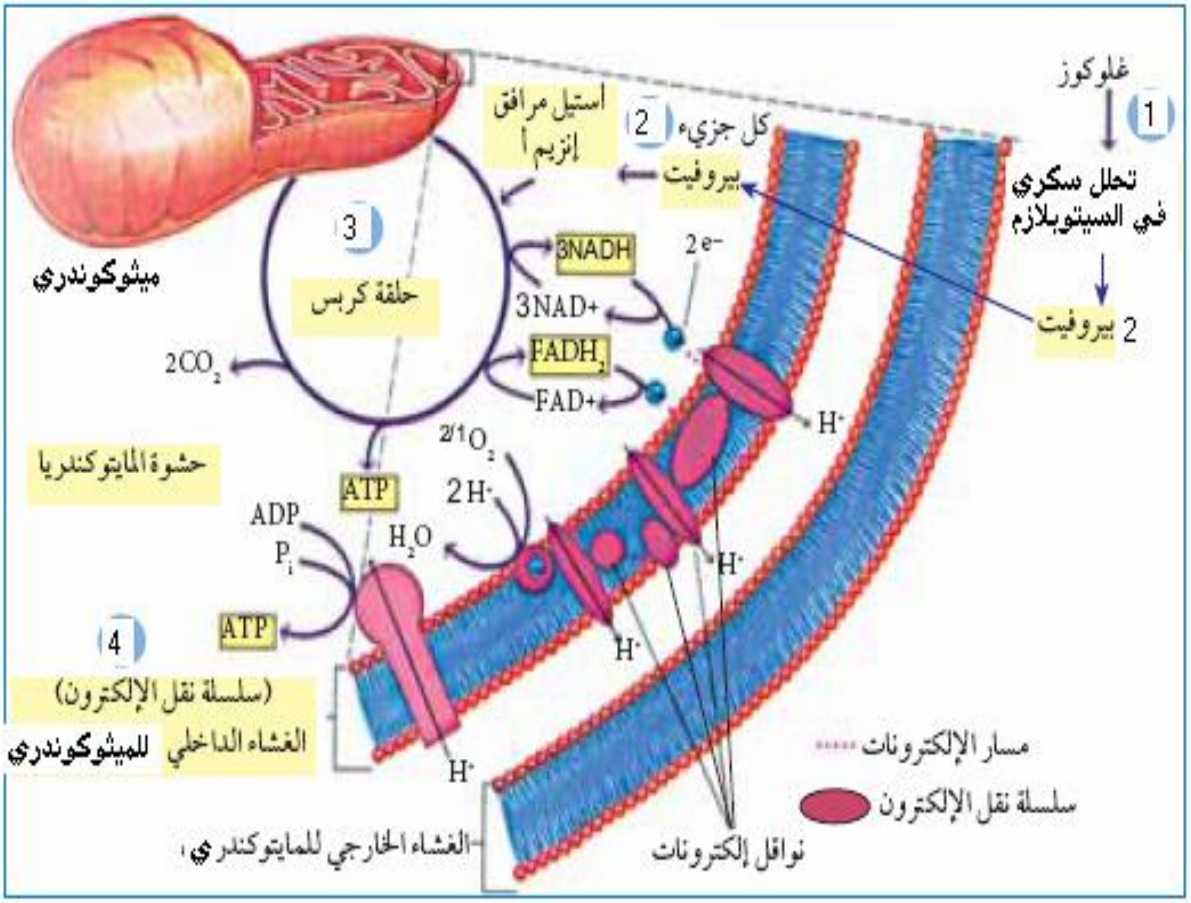
المعادلة الاجمالية للتنفس :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة} \ (ATP)\ 38$$

مخطط يلخص فيه الظواهر التي تم التطرق إليها وهي مراحل هدم الغلوكوز في الوسط الهوائي.



=غلوكوز	CO_2 =5	أ= التحلل السكري
2=حمض البيروفيك	$FADH_2$ =6	ب= حلقة كريبس
NADH,H+ = 3	O_2 =7	ج= الفسفرة التأكسدية
ATP = 4	H_2O = 8	

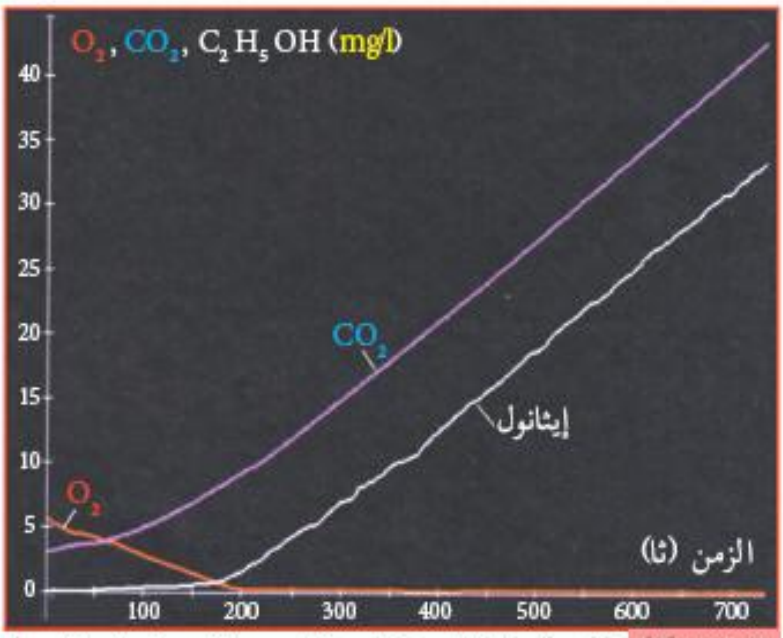


مراحل التنفس الخلوي الهوائي.

النشاط 6 : II – آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوسط اللاهوائي (التخمر)

يهدف النشاط إلى توضيح طرق أخرى لهدم المادة العضوية لغرض إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال في غياب الأكسجين وهو ما يعرف بالتخمر. وقد تم اختيار أحد أنواع التخمر المعروف بالتخمر الكحولي

1 : هدم الغلوكوز في غياب الأكسجين :



الوثيقة (3) نتائج تجربة قياس نواتج التخمر الكحولي في الوسط اللاهوائي

التجربة 1:

باستعمال نفس التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (1) من النشاط (3) والمزود بلاقط لـ O_2 وآخر لـ CO_2 ولاقط لقياس الإيثانول... يتم وضع خلايا خميرة الخبز في وسط غني بالغلوكوز. نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1).

1. حلل المنحنى، ماذا تستنتج فيما يخص نواتج التخمر ؟
2. مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ما حدث في التجربة.

تهدف التجربة إلى التعرف على نواتج التخمر الكحولي باستعمال التجريب المدعم بالحاسوب وذلك في وسط يحتوي عل الخميرة والغلوكوز

تحليل المنحنى :

في غياب O2 ، وجود الغلوكوز يلاحظ ارتفاع في كمية كحول الايثانول و co2 المطروح

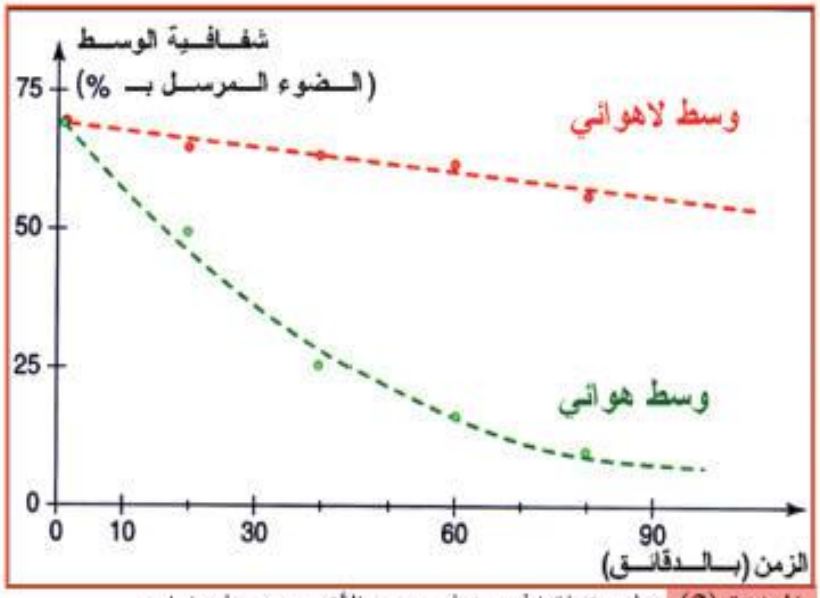
الاستنتاج : نستنتج ان نواتج التخمر الكحولي وهي **CO_2 وكحول الإيثانول**. كما يلاحظ أن هذا الانطلاق لا يحتاج إلى الأكسجين

❷ تطور كتلة الخميرة في غياب وفي وجود الأكسجين

تجربة:

تم توزيع معلق من خميرة الخبز في محلول من الغلوكوز (0،2 غ/ل من الخميرة و5غ/ل من الغلوكوز) في إناءين موضوعين في حمام مائي في 30°م.

يتم تهوية الإناء الأول باستمرار لتوفير الأكسجين. تستهلك الخميرة في الإناء الثاني الأكسجين المتواجد في بداية التجربة (يصبح الوسط لاهوائيا)، نأخذ عيّنات من الوسط على فترات زمنية منتظمة



الوثيقة (2) تطور كتلة الخميرة في وجود الأكسجين وفي غيابه

(كل 20 دقيقة) لقياس تطور كتلة الخميرة.

يرتكز هذا القياس على مبدأ بسيط حيث أن شفافية الوسط تقل بزيادة عدد الخلايا في وحدة الحجم.

استغلال الوثائق:

1. حلل نتائج التجربة، ماذا تستنتج حول مردود إنتاج الخميرة في الحالتين ؟
2. قارن بين مردود إنتاج الخميرة في الحالتين (هوائي ولاهوائي) ؟ قدم تفسيرا لذلك ؟

* مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ظاهرة التخمر إنطلاقا من جزيئة غلوكوز واحدة.

في هذه التجربة يتم قياس كتلة الخميرة من خلال قياس شفافية الوسط . لأن زيادة أعداد خلايا الخميرة نتيجة تكاثرها ونموها يقلل من شفافية الوسط. نمو الخميرة يرتبط بتوفر الطاقة اللازمة لذلك والذي يتم توفيرها من التنفس أو التخمر.

1 – تحليل النتائج :

* **في وسط لا هوائي :** يلاحظ انخفاض بسيط في شفافية الوسط أي ان عدد خلايا الخميرة المتشكلة قليل نتيجة تكاثر ونمو ضعيف للخميرة ويرجع ذلك الى كمية الطاقة الناتجة تكون ضعيفة

في وسط هوائي : يلاحظ انخفاضكبير في شفافية الوسط أي ان عدد خلايا الخميرة المتشكلةكبير نتيجة تكاثر ونمو كبير للخميرة ويرجع ذلك الى كمية الطاقة الناتجة تكون كبيرة

الاستنتاج :

أن مردود إنتاج الخميرة يكون كبيرا في الوسط الهوائي مقارنة بالوسط اللاهوائي من خلال الانخفاض الكبير في شفافية الوسط

2 – المقارنة بين تطور كتلة الخميرة في الوسطين الهوائي و اللاهوائي مع التعليل :

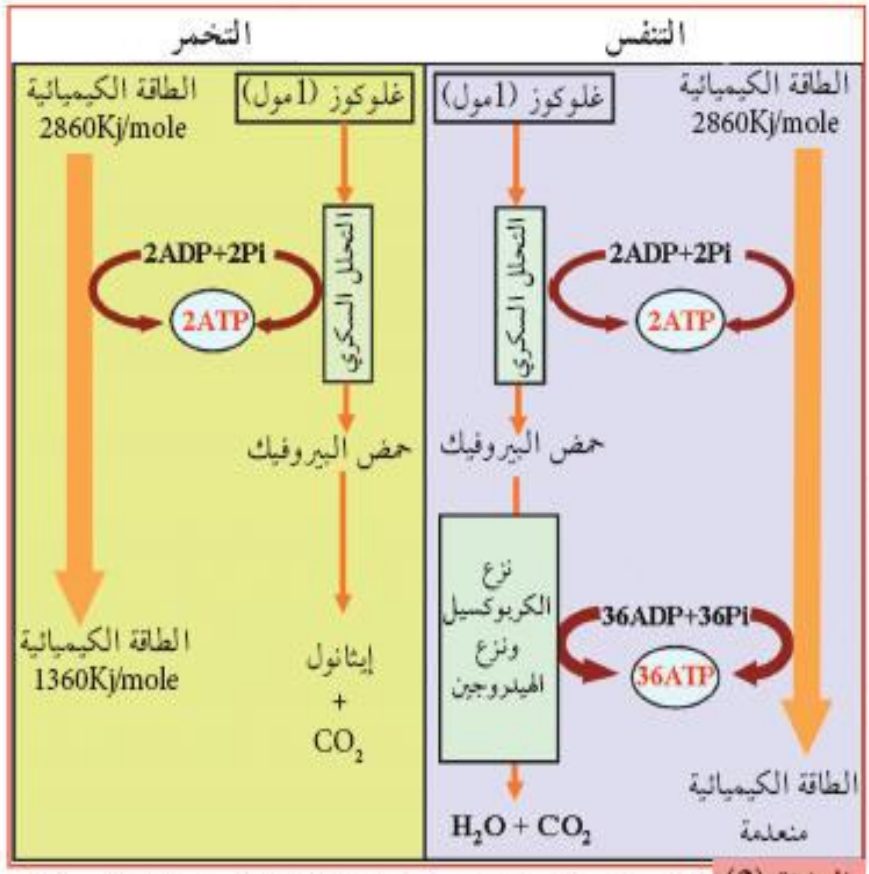
في الوسط الهوائي تقوم الخميرة : تستهلك الخميرة كمية كبيرة من الغلوكوز وتفككه كليا فتنتج كمية كبيرة من الطاقة ، وبالتالي زيادة كبيرة في كتلتها. حيث المواد الناتجة من التفكك وهي H_2O و CO_2 عديمي الطاقة.

في وسط لاهوائي (تخمر كحولي) : تقوم الخميرة بتفكيك جزئي للغلوكوز فتنتج كمية قليلة من الطاقة وبالتالي زيادة قليلة في كتلتها حيث المواد الناتجة من التفكك وهي جزيئتان من كحول الايثانول تخزنا كمية كبيرة من الطاقة

المعادلة الاجمالية للتخمر الكحولي

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

❸ دراسة مقارنة للحصيلة الطاقوية لآلتي التنفس والتخمر



الوثيقة (2) مخطط يوضح أنواع المواد ومستوى الطاقة فيها خلال مراحل التنفس والتخمر

يعتبر كل من التنفس والتخمر ظاهرتان تعملان على تحرير الطاقة ولكن مردودهما جدّ مختلف كما تبينه الوثيقة المقابلة:

- حدد كمية الطاقة الناتجة عن هدم جزيئة واحدة من الغلوكوز أثناء كل آلية.

يهدف إلى مقارنة ظاهرتي التنفس والتخمر من حيث المردود الطاقوي لكل منهما. يمكن حساب كمية الطاقة التي تم تحويلها فعليا بعدد جزيئات ATP وهي 38 جزيئة في التنفس و2 ATP في التخمر.

تطبيق :

إذا علمت بأن الطاقة الكامنة في 1مول غلوكوز = 2860 كيلوجول ، وأن تحلل جزيئة واحدة من ATP تعطي 30.5 كيلوجول.

1 – ماهي الطاقة المتحررة المستخدمة في النشاطات الحيوية خلال مرحلتي التنفس الهوائي والتخمربكل مراحله من جزيئة واحدة من الغلوكوز.

2 – ماهو المردود الطاقوي لمول واحد من الغلوكوز لكل مرحلة ؟

1 – الطاقة المتحررة المستخدمة في النشاطات الحيوية خلال :

*** مرحلة التنفس = 38ATP * 30.5 = 1159 كيلوجول**

*** مرحلة التخمر = 2ATP * 30.5 = 21 كيلوجول**

2 – حساب المردود والضياع الطاقوي :

*** خلال التنفس :**

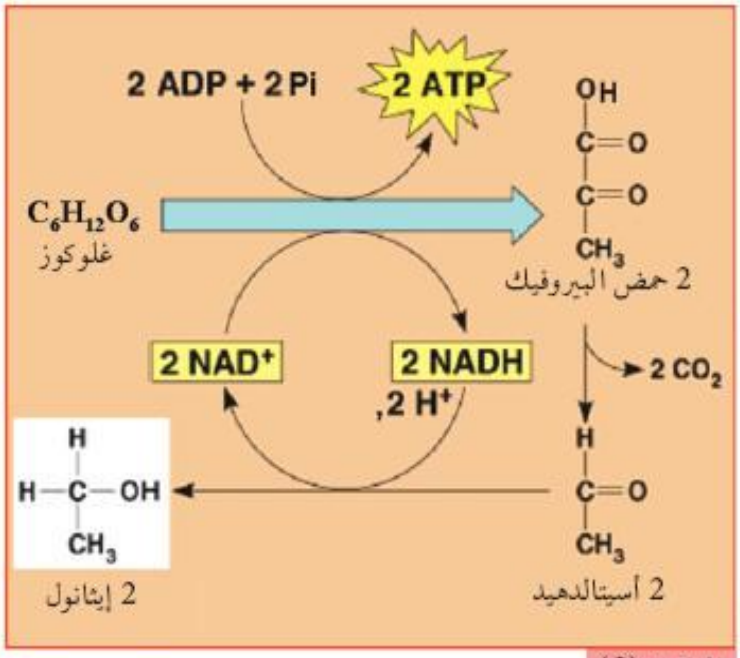
المردود الطاقوي = 38*30.5*100/2860 = 40.5 %

الضياع الطاقوي = 100 - 40.5= 59.5 % على شكل حرارة

- **خلال التخمر :**
- **المردود الطاقوي = 2*30.5*100/2860 =2.1%**
- **الضياع الطاقوي = 100 - 2.1 = 97.9 % : - 2.7 % على شكل حرارة**

- 95.26 % طاقة كامنة في جزيئتين من الكحول الاتيلي او حمض اللبن

❹ إظهار كيفية تجديد نواقل الهيدروجين خلال التخمر



الوثيقة (2)

يتطلب استمرار التحلّل السكري تجديد نواقل الهيدروجين؛ تلخص الوثيقة المقابلة هذه الآلية.

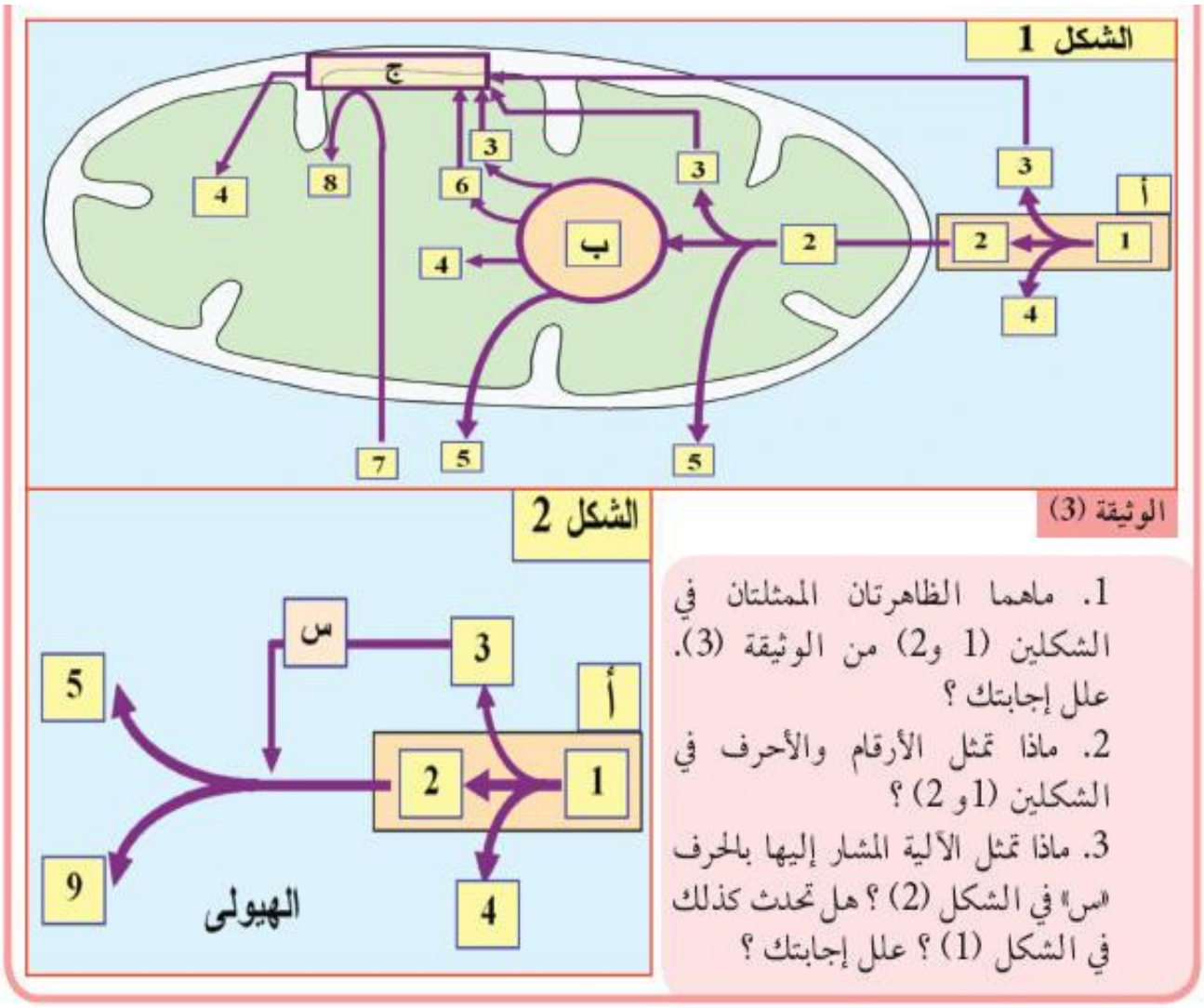
-كيف يتم تجديد المرافقات الإنزيمية لاستمرار التحلل السكري وتركيب الـ ATP خلال عملية التخمر؟

- قارن آلية تجديد المرافقات الإنزيمية في كل من التنفس والتخمر.

يهدف إلى لفت إنتباه التلميذ إلى وجود فرق أساسي بين الآليتين (التنفس والتخمر) في تجديد نواقل الهيدروجين (المرافقات الإنزيمية $NADH,H^+$ و $FADH_2$)

الوثيقة 2 توضح طريق تجديد المرافق الإنزيمي +NAD في التخمر الذي لا يتطلب تـدخل الأكسـجين ولا يتطلب عملية الفسفرة التأكسدية داخل الميتوكوندريا وهو يتم كليا في الهيولى.

بينما يتم تجديد المرافقات الإنزيمية من خلال الفسفرة التأكسدية في الظروف الهوائية التـــي تـــتم داخـــل الميتوكوندري.



- الطاهرة الممثلة في الشكل 1 : هي التنفس الهوائي
- الظاهرة الممثلة في السكل 2 : هي التنفس اللاهوائي (التخمر)

التعليل :

في التنفس : تتطلب الاوكسجين وتتم على مستوى الميتوكوندري هدم الركيزة او الغلوكوز

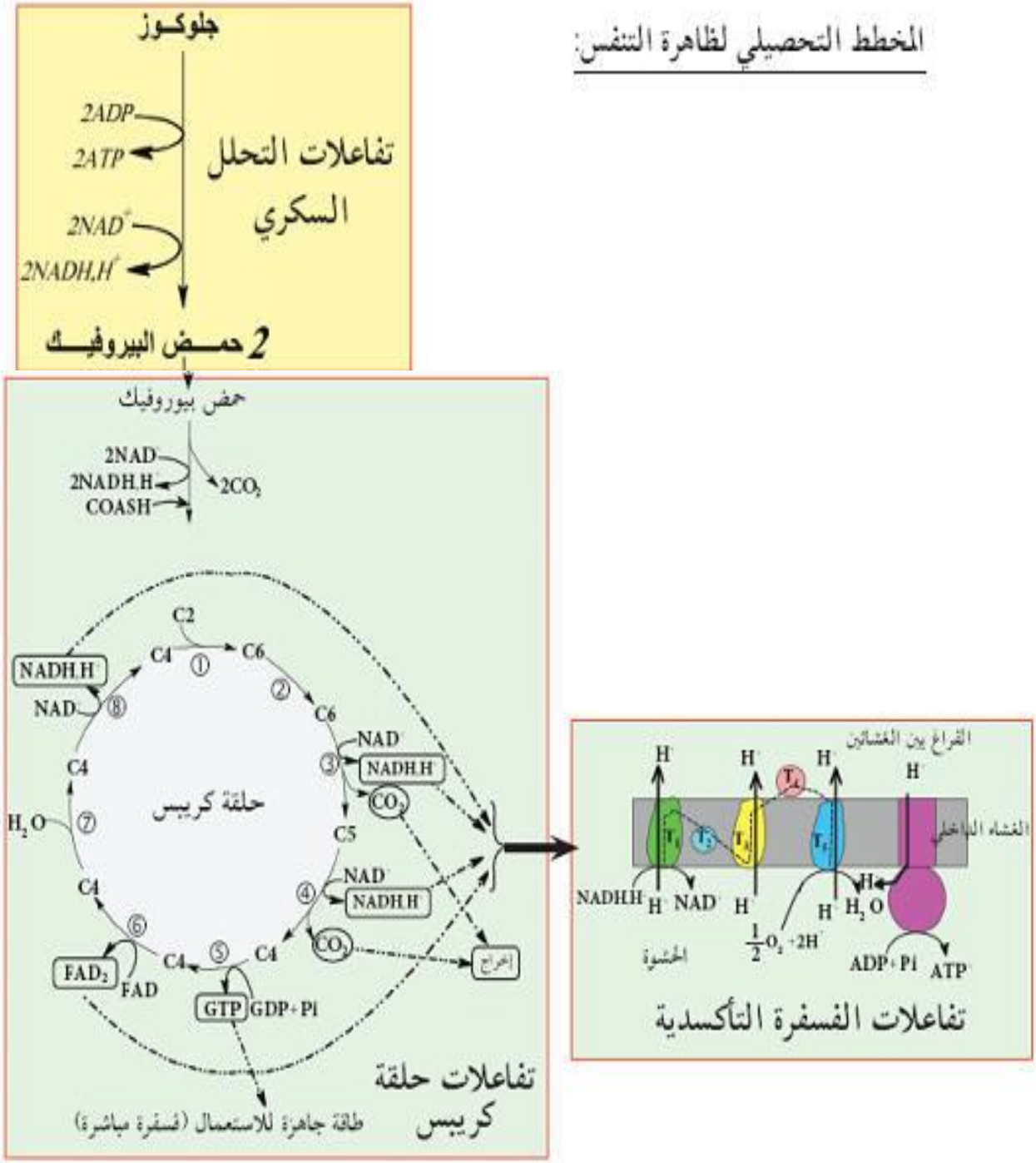
التخمر : تتم في غياب الاوكسجين وتتم على مستوى السيتوبلازم وينتج 2 ايتانول

2 -*بيانات الشكل2 : 1 غلوكوز 2 –حمض البيروفيك 3 - $(NADH,H^+)$ 4 - الـــ ATP

5 - CO_2 9 – 2 إيثانول

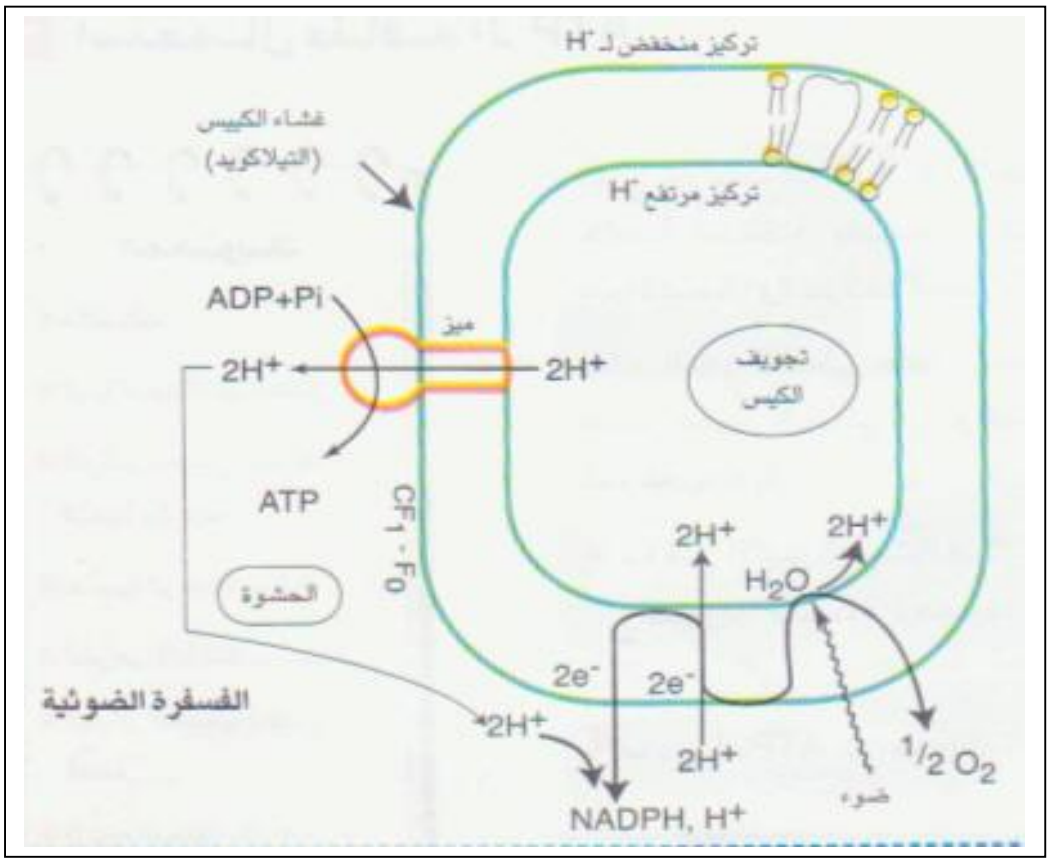
3 - الآلية (س) : مراحل عملية التخمر و لا تحدث في الشكل 1 لوجود الميتوكوندري

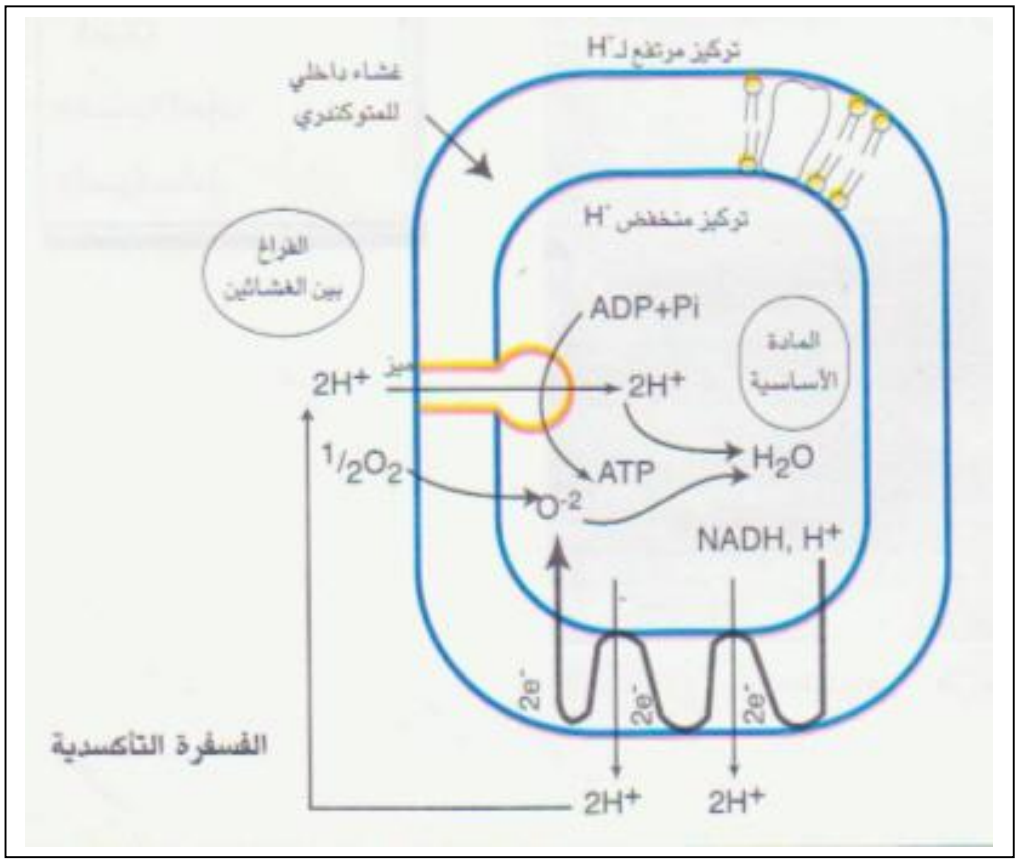
المخطط التحصيلي لظاهرة التنفس:



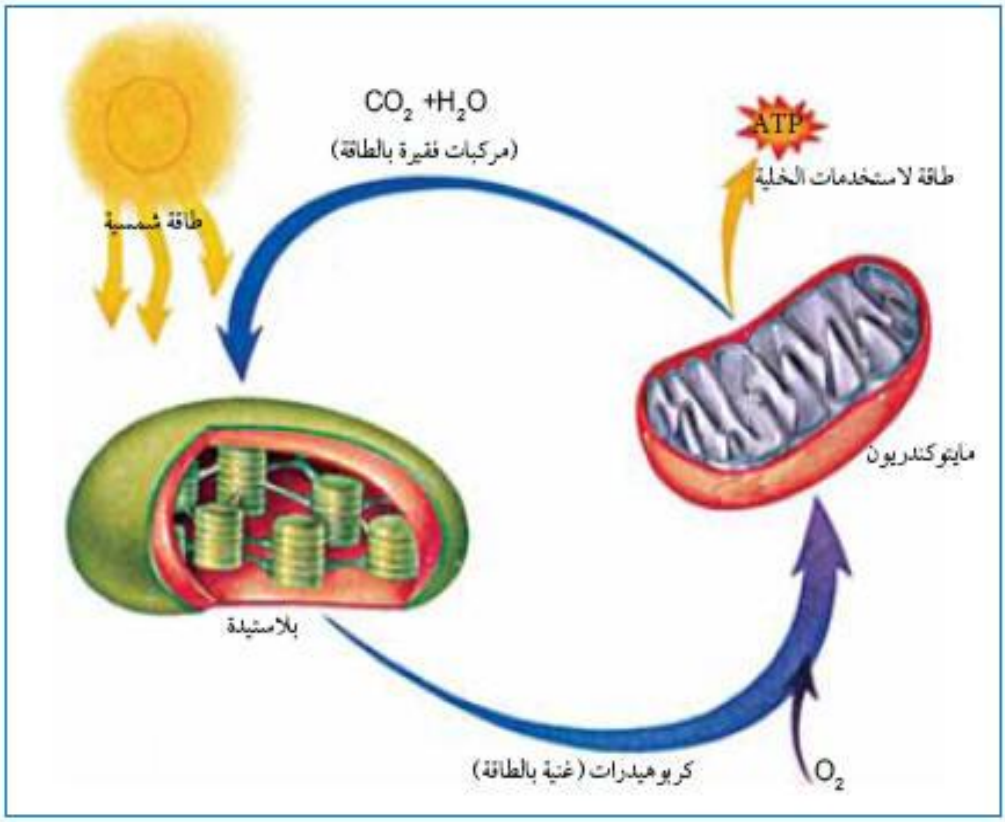
ملحق خاص بالوثائق

العلاقة بين التركيب الضوئي والتنفس





تلاحظ أن نواتج عملية البناء الضوئي (سكر الغلوكوز والأكسجين) يستخدمان في عملية التنفس الخلوي كمواد متفاعلة. وأن نواتج عملية التنفس الخلوي (ثاني أكسيد الكربون والماء) يستخدمان في عملية البناء الضوئي كمواد متفاعلة؛ أي إن العمليتين مترابطتان، وتتمم كل منهما الأخرى، وهناك عدة أمور مشتركة بين العمليتين، فمساعد الإنزيم NAD^+ في التنفس الخلوي، ومساعد الإنزيم $NADP^+$ في البناء الضوئي متشابهان في التركيب تقريباً. كما أن العمليتين تحتويان سلاسل نقل الإلكترون. انظر الشكل (٢٠).



التكامل بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

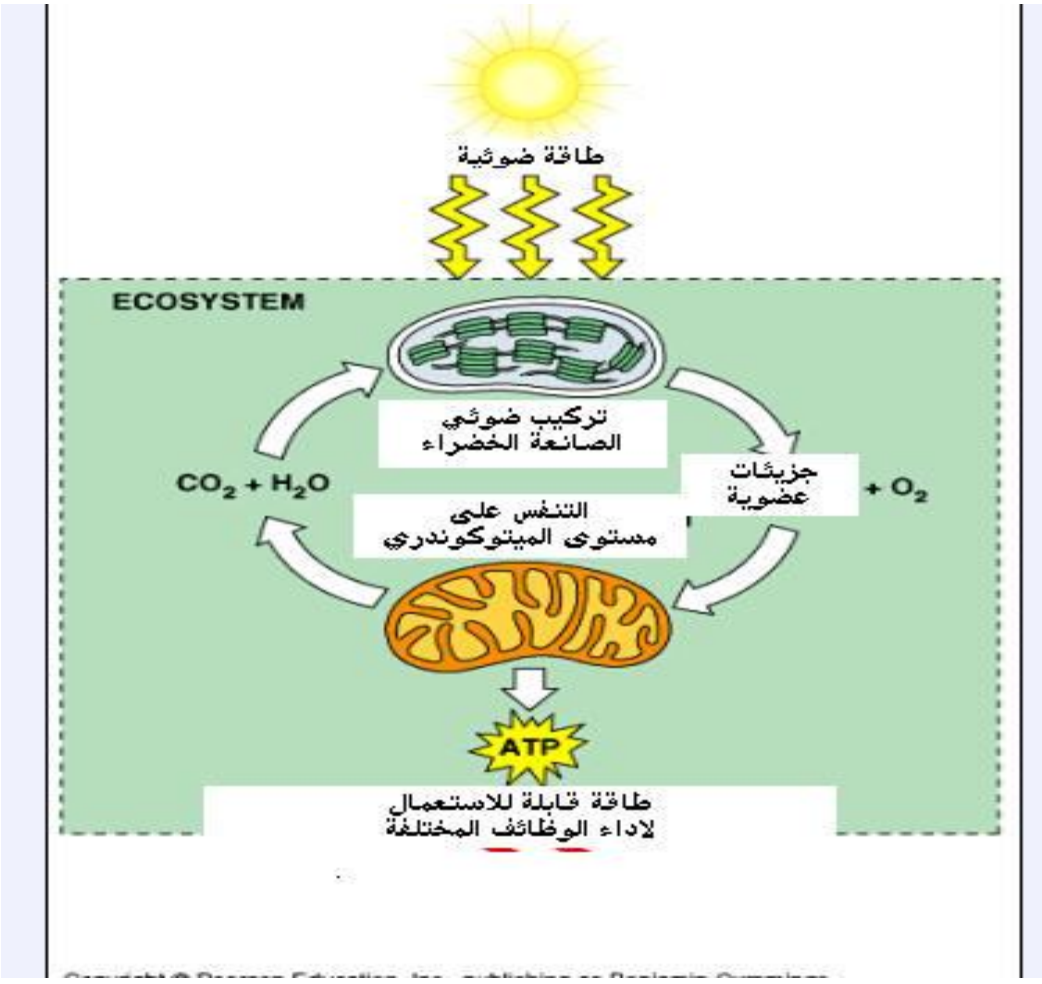
الوحدة 3 : تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية

النشاط

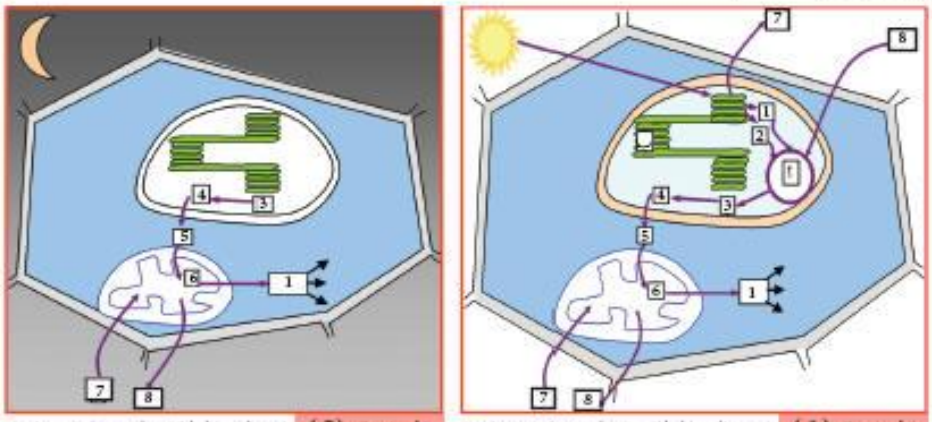
التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي

تحتاج الكائنات الحية إلى إمداد مستمر من المواد وبالطاقة لأداء مختلف الوظائف الحيوية والمحافظة على حياتها. تتكون الكائنات العليا (نباتية أو حيوانية) من خلايا مقسمة إلى حجرات (هيولى، ميتوكوندري، صانعات خضراء...) تحدث فيها تحولات للمادة والطاقة تختلف حسب نوع الخلية وشروط الوسط.

- فما هي صور المواد والطاقة التي تدخل وتخرج إلى الخلية الحية والتحولات الطاقوية المصاحبة لها ؟
- ما هي صورة الطاقة اللازمة لأداء الوظائف الحيوية وأنواع الوظائف التي تتطلب الطاقة ؟



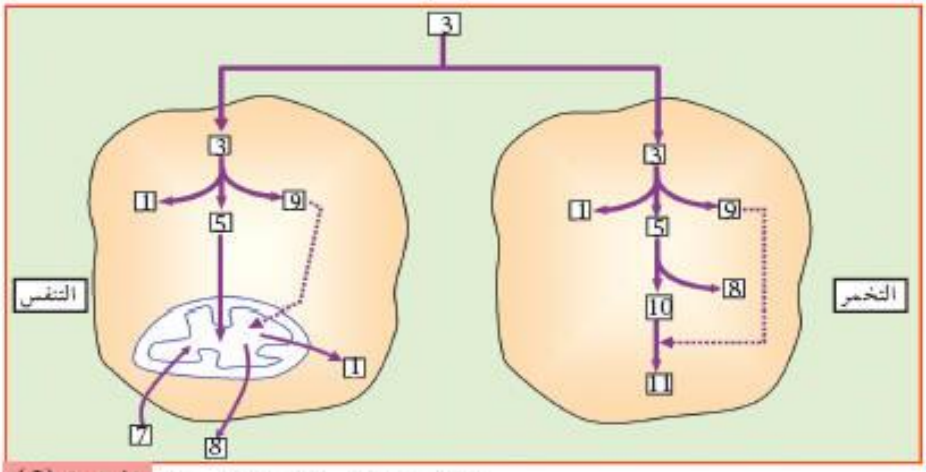
❶ إنتاج الطاقة وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستعمال



الوثيقة (1) انتقال الطاقة في خلية نباتية يخضورية أثناء النهار

الوثيقة (2) انتقال الطاقة في خلية نباتية يخضورية أثناء الليل

توضح الوثيقتين (1 و2) رسومات تخطيطية إجمالية حول تحولات الطاقة في خلية غير يخضورية وأخرى نباتية يخضورية.



الوثيقة (3) انتقال الطاقة في خلية غر يخضورية

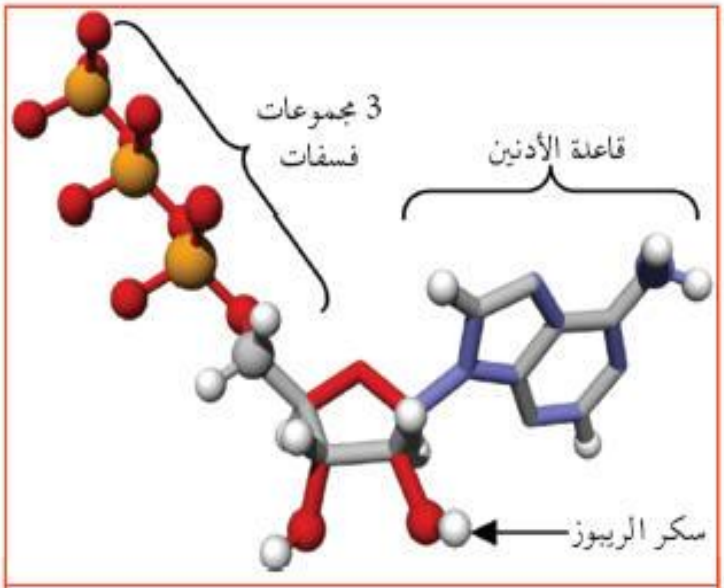
- ضع المعلومات الصحيحة في مكان الأرقام في كل وثيقة من الوثائق (1، 2، 3).

تحتاج الكائنات الحية إلى إمداد مستمر من المواد ومن بالطاقة لأداء مختلف الوظائف الحيوية والمحافظة على حياتها. تتكون الكائنات العليا (نباتية أو حيوانية) من خلايا مقسمة إلى حجرات مختلفة (هيولى، ميتوكوندري، صانعات خضراء) تحدث فيها تحولات للمادة والطاقة تختلف حسب نوع الخلية وشروط الوسط.

ففي الخلايا النباتية اليخضورية أثناء النهار تقوم الخلية بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في صورة جزيئات عضوية أثناء عملية التركيب الضوئي التي تتم في الصانعة الخضراء. كما تقوم كذلك بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للإستعمال في صورة جزيئات ATP خلال عملية التنفس الخلوي التي تتم في الميتوكوندري. أثناء الليل تتوقف عملية التركيب الضوئي وتحصل الخلية النباتية على طاقتها من عملية التنفس الخلوي.

تمتاز الخلايا غير اليخضورية (حيوانية، فطريات، بكتريا...) بقدرتها على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (سكريات، دسم، بروتينات) إلى طاقة قابلة للإستعمال خلال عملية التنفس الخلوي في الظروف الهوائية. بعض أنواع الخلايا تستطيع إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال دون استعمال الأكسجين عن طريق آلية أخرى تعرف بالتخمر.

❷ مصدر الطاقة القابلة للاستعمال الـ ATP

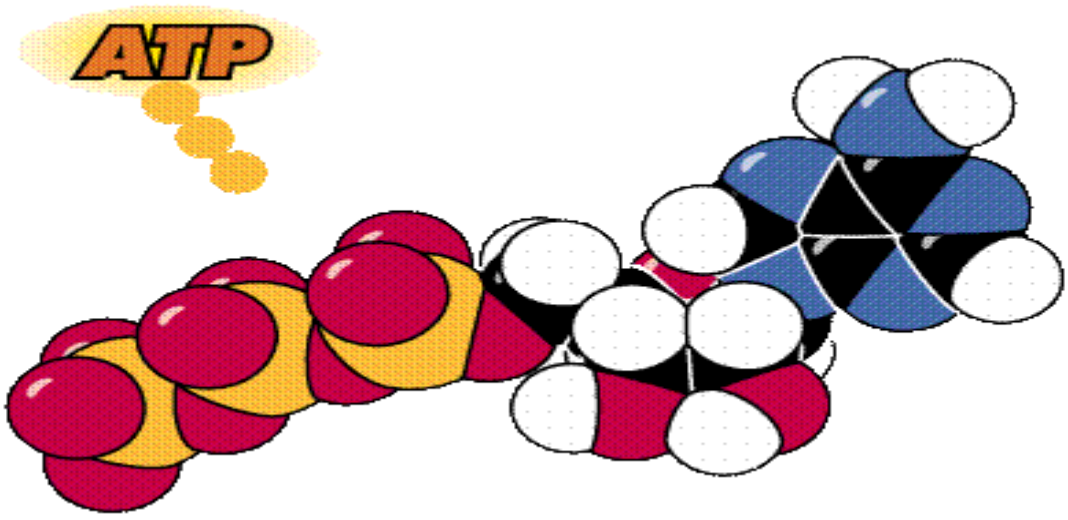


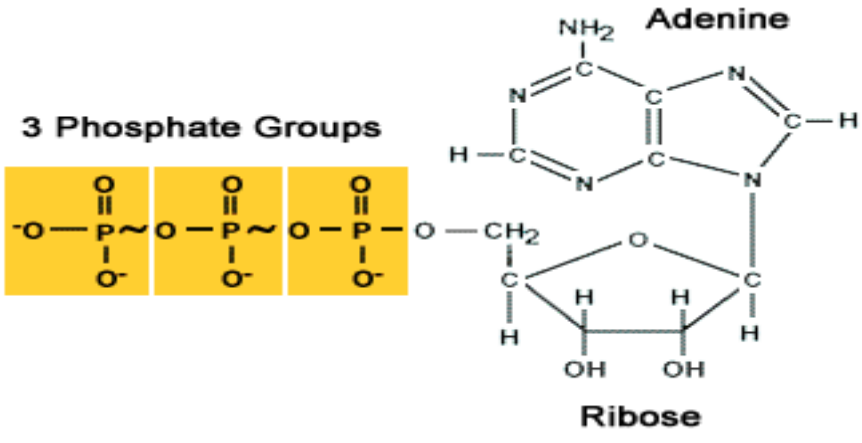
جزيئة الأدينوزين ثلاثي الفسفات

Adenosine Tri Phosphate (ATP)

يعتبر الأدينوزين ثلاثي الفسفات ATP مركب غني بالطاقة نظرا لاحتواءه على رابطتين غنيتين بالطاقة. عند إماهة إحدى الرابطتين يمكن تحرير طاقة تستعمل في العديد من الوظائف التي تقوم بها الخلية.

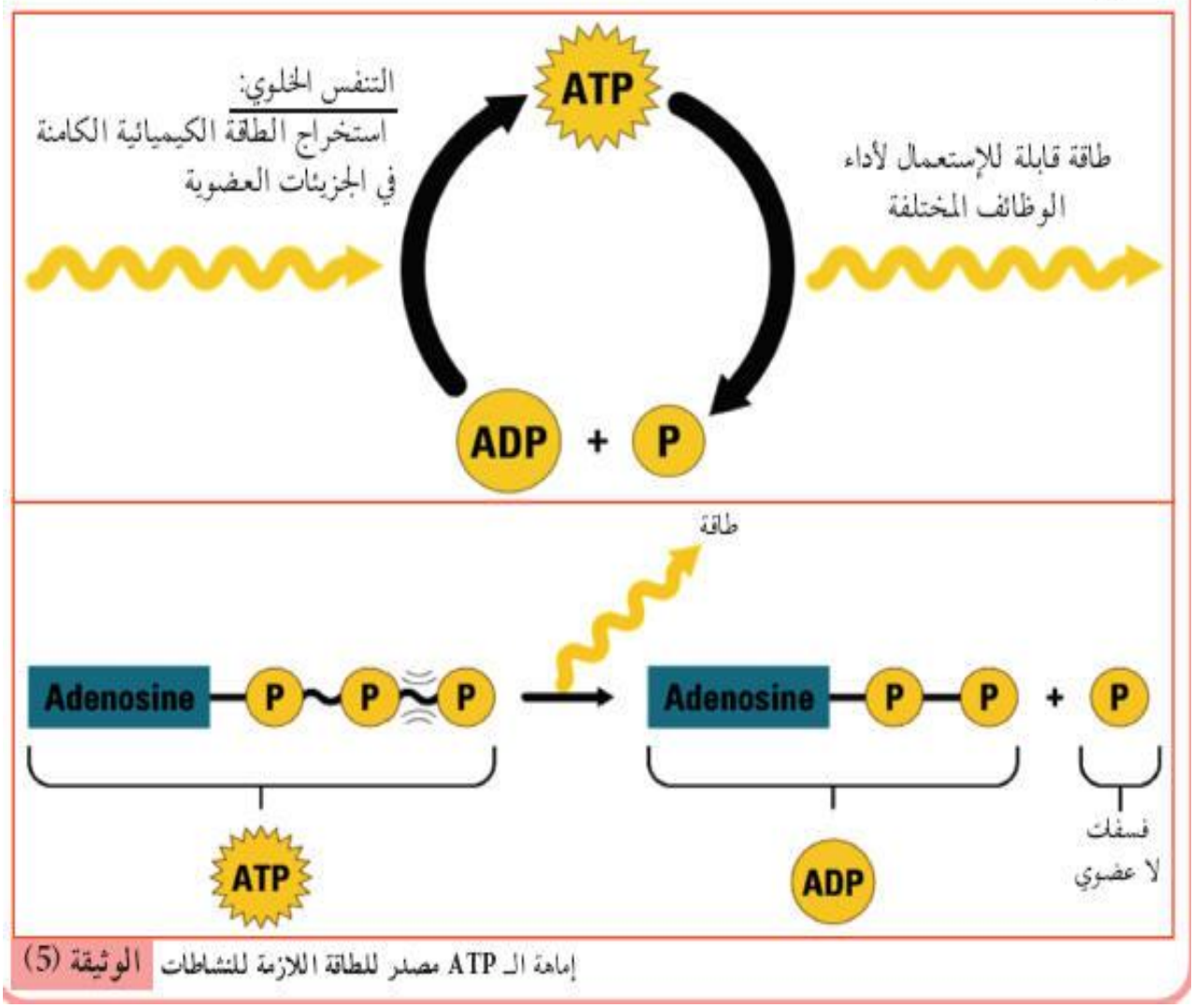
تؤدي تحولات الطاقة في عملية التركيب الضوئي والتنفس في النهاية إلى إنتاج صورا من الطاقة قابلة للإستعمال والمتمثلة أساسا في جزيئات ATP. وقد مرت بنا في الوحدات السابقة حالات مختلفة يتم فيها استعمال الطاقة لأداء الوظائف المختلفة. فما هي هذه الوظائف التي تحتاج إلى ATP ؟





الوثيقة (4)

أ) جزيئة ATP:



الوثيقة (5) إماهة الـ ATP مصدر للطاقة اللازمة للنشاطات

تستعمل الخلايا الحية جزيئات ATP في أداء الوظائف المختلفة أهمها:

الحركة: حيث تصرف جزء من الطاقة لأنواع مختلفة من الحركة مثل تقلص العضلات وحركة الأسواط وحركة الصبغيات وغيرها....

البناء: تحتاج الخلايا الحية لبناء العديد من المركبات الكبيرة انطلاقا من جزيئات بسيطة وتصرف لذلك طاقة لتكوين الروابط الجديدة مثل بناء البروتين وبناء السكريات الثنائية والمتعددة وغيرها.

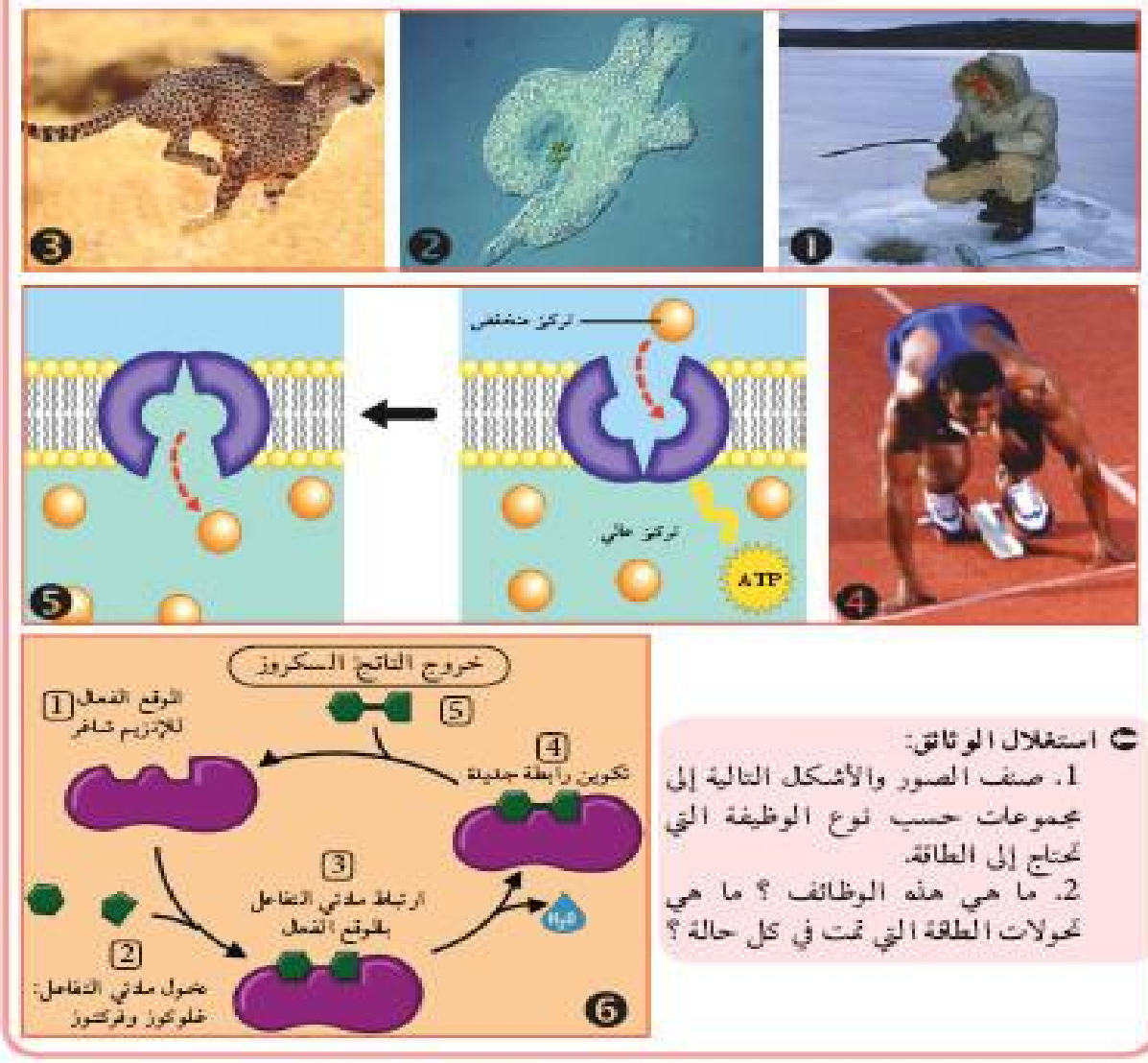
النقل الفعال: تحتاج الخلايا الحية إلى المحافظة على فرق في تركيز العديد من الأيونات والمواد عبر الغشاء ولهذا الغرض تصرف طاقة لنقل المواد عكس تدرج التركيز مثل مايحدث في أغشية الألياف العصبية للمحافظة على ظاهرة الإستقطاب (كمون الراحة).

المحافظة على الحرارة: تحتاج الخلايا والكائنات الحية للمحافظة على درجة حرارة ثابتة ضرورية لعمل الإنزيمات والتفاعلات المختلفة وهي لهذا تصرف طاقة لغرض إنتاج الحرارة إذا كان الوسط باردا أو تصرف طاقة للتبريد إذا كان الوسط حارا.

لا يمكن للحياة أن تستمر دون الإمداد المستمر من الطاقة والقدرة على تحويل الطاقة من صورة لأخرى بشكل مستمر.

ب) بعض استعمالات الـ ATP:

توضح صور ورسومات الوثيقة التالية أمثلة عن وظائف يتم فيها استعمال الطاقة:



استغلال الوثائق:

1. صنف الصور والأشكال التالية إلى مجموعات حسب نوع الوظيفة التي تحتاج إلى الطاقة.
2. ما هي هذه الوظائف ؟ ما هي تحولات الطاقة التي تمت في كل حالة ؟

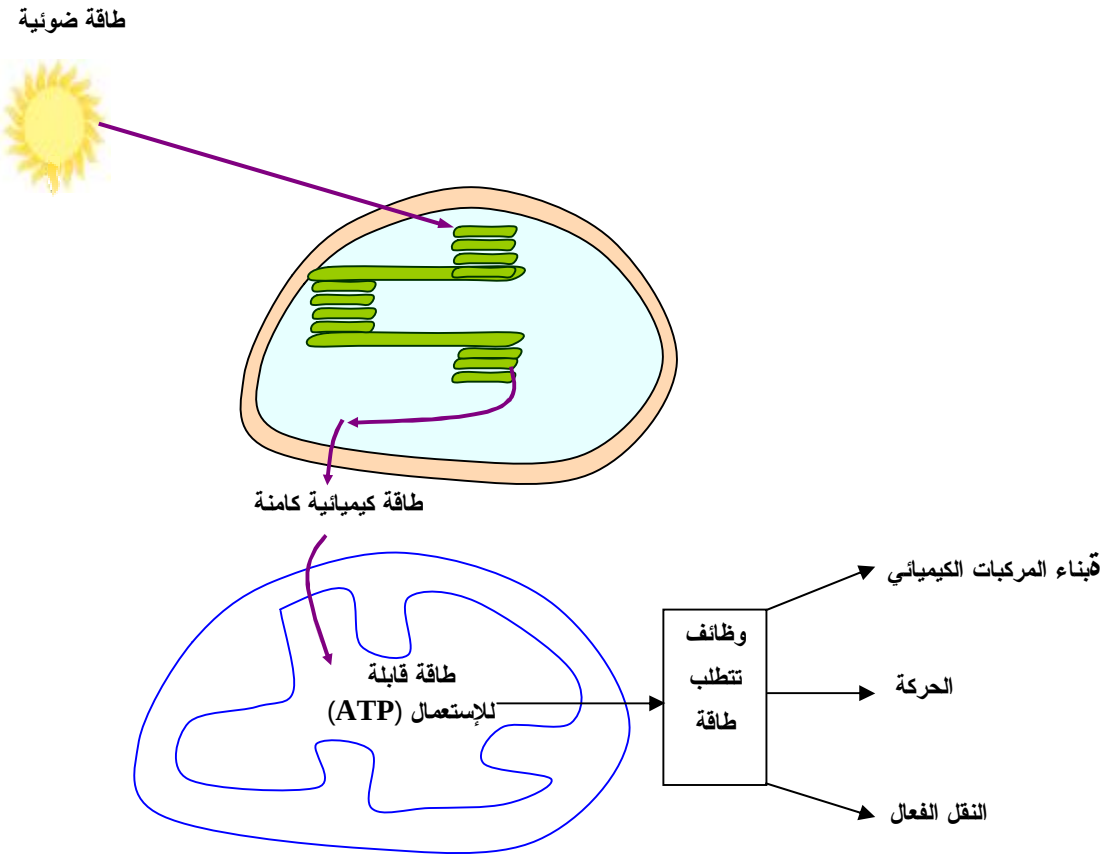
الخلاصة :

مصدر الطاقة القابلة للاستعمال هي جزيئة ATP تحتوي على روابط الغنية بالطاقة ودور ATP كوسيط بين تفاعلات الهدم (التنفس الخلوي) ومختلف الوظائف التي تتطلب استعمال الطاقة.

بعض استعمالات ATP :

- **المحافظة على حرارة الجسم** ويظهر ذلك جليا في المناطق شديد البرودة.
- **الحركة** وهي موضحة في أنواع مختلفة من الكائنات: الأميبا (حيوان أحادي الخلية) والفهد والإنسان خاصة عند الإنسان الذي يقوم بحركات رياضية.
- **النقل الفعال** للمواد عكس تدرج التركيز وقد تم التعرف على أهميته في الوحدة الخامسة في الاتصال العصبي.
- **البناء** والذي يتطلب تدخل إنزيمات تقوم بتكوين روابط جديد وتتطلب طاقة مثل بناء سكر السكروز انطلاق من سكريين هما الغلوكوز والفركتوز

عناصر الرسم خلية نباتية وأخرى حيوانية توضحان تحولات الطاقة في كل منهما والاستعمالات المختلفة للطاقة بعد ذلك.



المحتوى المعرفي للمجال (2): التحولات الطاقوية

تؤدي النباتات الخضراء وظيفة حيوية هامة ،تعتبر أهم ضمان لاستمرار الحياة ، حيث تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائة كامنة ، وفق تسلسل جملة من التفاعلات الكيموحيوية بآليات دقيقة و محددة

يسمح استخراج الطاقة الكامنة في الجزيئات العضويةوتحويلها إلى طاقة قابلة للإستعمال (ATP) على مستوى البنيات فوق الخلوية ،وفق آلييات محددة ودقيقة ،بالمحافظة على العضوية واستمرار نشاطها

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى التزود بالطاقةبصورة دائمة للمحافظة على حياتها،يتم ذلك بفضل تدفق وتحولات الطاقة على مستوى البنيات فوق الخلوية وفق آليات دقيقة ومحددة

تعتبر إماهة جزيئة ال(ATP)أهم مصدرمباشرلإستعمال الطاقة على مستوى البنيات الخلوية التي تؤدي وظائف مختلفة ، فهو مظهر من مظاهرالتحولات الطاقوية ، ويتطلب التعرف على هذه الوظائف المختلفة إلمام بمختلف التحولات الطاقوبة في صورها المختلفة على مستوى البنيات قوق الخلوية ، تجسد فى مخطط شامل