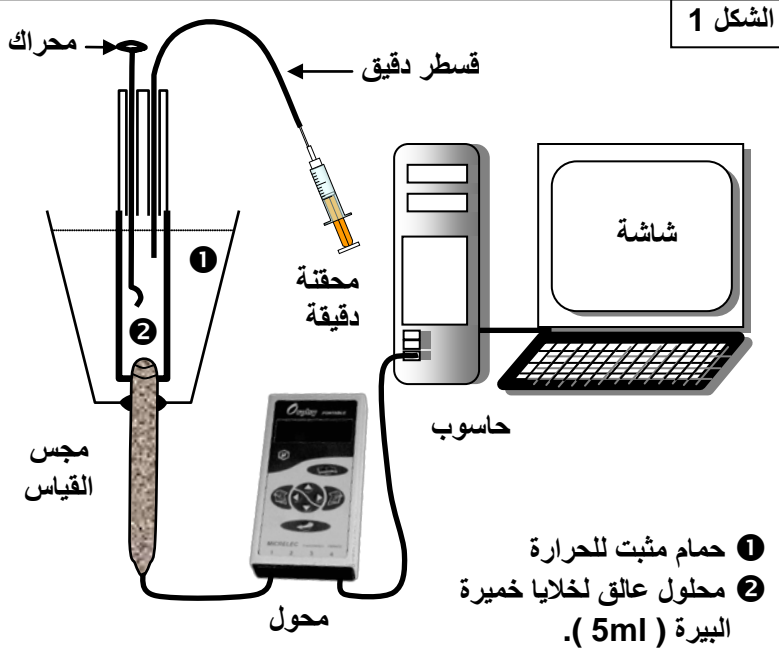


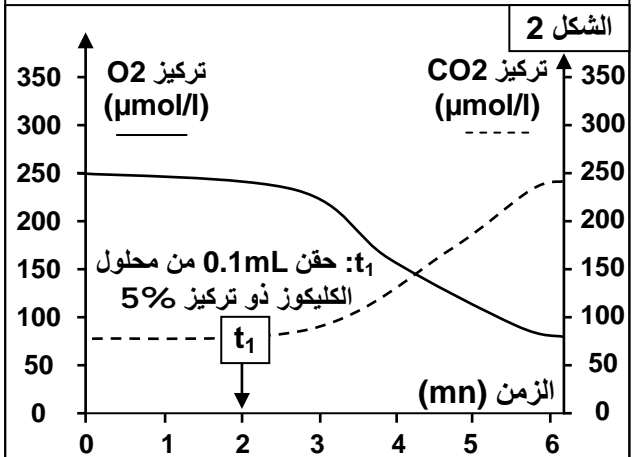
## الفصل الأول: تحرير الطاقة الكامنة في المواد العضوية

### الوثيقة 1: الكشف عن أنماط التفاعلات المسؤولة عن تحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية (تجربة 1):

نعرض محلولاً عالقاً لخلايا الخميرة (10g/l) للتهوية بواسطة مضخة لمدة 30 ساعة. نضع 5ml من هذا المحلول داخل مفاعل حيوي لعدة ExAO (الشكل 1). ننتبع بفضل العدة تطور تركيز الأكسجين ( $O_2$ ) المذاب داخل المفاعل الحيوي وتركيز ثنائي أكسيد الكربون ( $CO_2$ ). ينقل مجس القياس، إشارات كهربائية إلى المرافق البيئي (محول) الذي يحولها إلى معطيات رقمية يعالجها الحاسوب ويترجمها إلى مبيان (الشكل 2). في الزمن  $t_1$  نحقن داخل المفاعل 0.1ml من محلول الكليكوز بتركيز 5%.

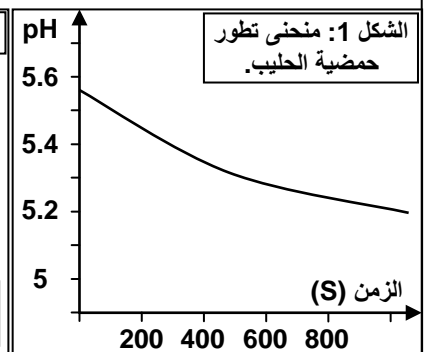
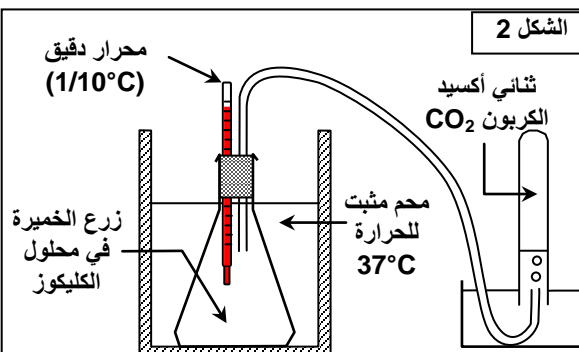
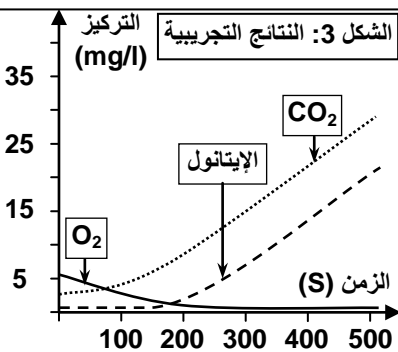


- 1) صف تطور تركيز كل من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون في المفاعل الحيوي، قبل إضافة الكليكوز وبعدها.
- 2) فسر النتائج المحصل عليها. ماذا تستنتج؟



### الوثيقة 2: الكشف عن أنماط التفاعلات المسؤولة عن تحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية (تجربة 2):

قصد دراسة سلوك خلايا الخميرة *La levure de bière* تجاه المواد العضوية في غياب الأكسجين (وسط حي لا هوائي)، نقوم بالتجارب التالية:  
 ★ نأخذ عينة من الحليب الكامل الطري ونفرغها في بوقال Bocal ذي حجم 250 ml. نحرص على ملء البوقال إلى آخره لطرد الهواء. نضع داخل الحليب مقياس pH الذي نربطه بعدة ExAO قصد تتبع تطور حمضية الحليب أثناء عملية التخمر (تحول الكليكوز المكون للاكتوز إلى حمض لبنني، ويتم ذلك دون طرح  $CO_2$ ). نترك التحضير لمدة 15 يوماً في درجة حرارة ملائمة ( $37^\circ C$ )، بعد ذلك ننتبع تطور قيمة pH بواسطة عدة ExAO، فنحصل على النتائج المبينة على الشكل 1.



1) صف تطور المنحنى واستنتج العلاقة بين هذا التطور وهدم الكليكوز علماً أن الوسط أصبح غنياً بالحمض اللبنني  
 ★ نضع في قارورة محلول الكليكوز (5g/l). نزرع في هذا المحلول خميرة البيرة. ثم نضع التحضير في ماء ساخن ( $37^\circ C$ ) (يمثل الشكل 2 العدة التجريبية). بعد ذلك استعملت عدة ExAO لقياس تغير تركيز كل من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والكحول الإيثيلي (الإيثانول Ethanol). يمثل الشكل 3، النتائج المحصل عليها.

- 2) حلل النتائج المحصل عليها خلال هذه التجربة.
- 3) فسر هذه النتائج ثم استنتج.
- 4) ماذا تستخلص من كل هذه المعطيات التجريبية؟

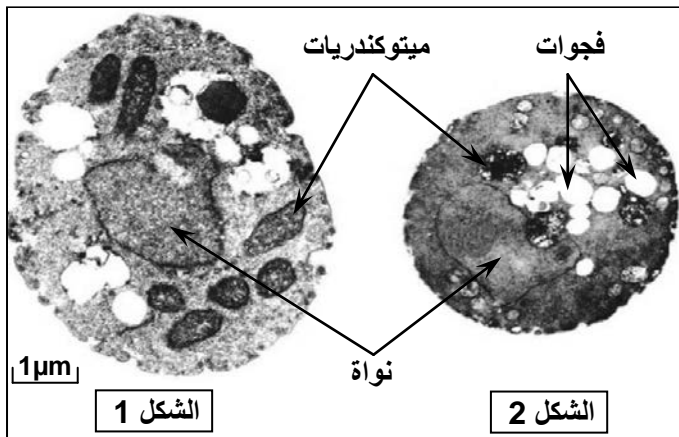
### الوثيقة 3: البنية الخلوية المتعددة في التنفس والتخمير

خميرة البيرة فطر مجهري وحيد الخلية، يمكن أن يعيش في وسط حي هوائي ووسط حي لاهوائي.

★ توضع الخميرة في وسط غني بالأكسجين يحتوي على الكليكوز، فيلاحظ بعد مرور يوم أن عدد الخمائر تضاعف كثيرا مع انخفاض كميتي الكليكوز والأكسجين، وارتفاع كميتي  $H_2O$  و  $CO_2$  في الوسط. وتبين الملاحظة المجهرية أن خلايا الخمائر غنية بعضيات خلوية تسمى الميتوكوندريات (الشكل 1).

★ توضع الخميرة في وسط يفتقر للأكسجين يحتوي على الكليكوز، فيلاحظ بعد مرور يوم أن عدد الخمائر زاد نسبيا، مع انخفاض كمية الكليكوز وارتفاع كمية  $CO_2$ ، مع تكون كحول الإيثانول  $C_2H_5OH$  في الوسط. وتبين الملاحظة المجهرية أن خلايا الخمائر تحتوي على ميتوكوندريات قليلة وضامرة (الشكل 2).

انطلاقا من هذه المعطيات التجريبية حدد العلاقة بين وجود الميتوكوندريات، ووجود ثنائي الأكسجين في الخلية، مبينا موقعي كل من التنفس والتخمير داخل الخلية.



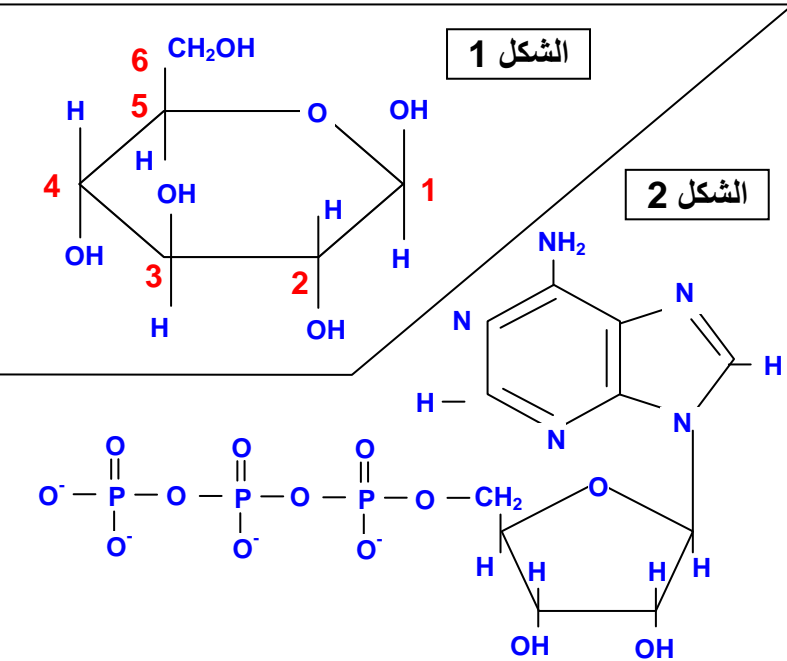
### الوثيقة 4:

#### الشكل 1: التركيب الجزيئي للكليكوز:

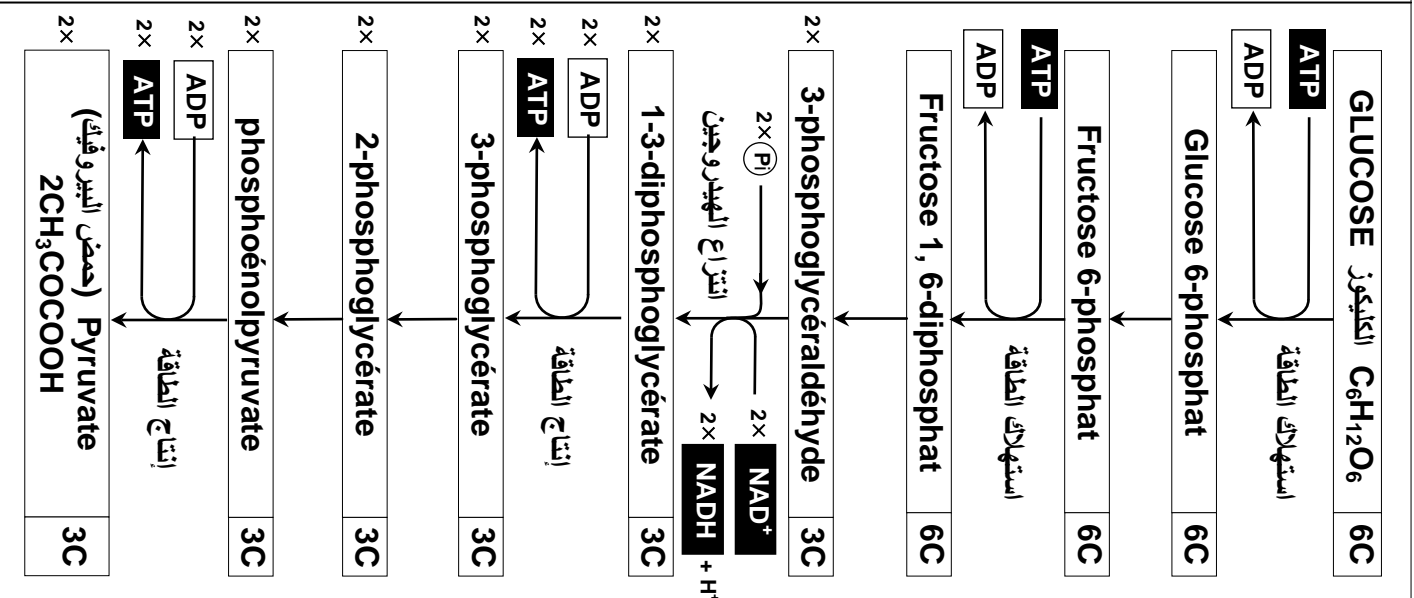
الكليكوز  $C_6H_{12}O_6$ : يتكون من ذرات الكربون والأكسجين والهيدروجين. ترتبط ذرات الكربون فيما بينها بروابط تساهمية.

#### الشكل 2: التركيب الجزيئي لـ ATP:

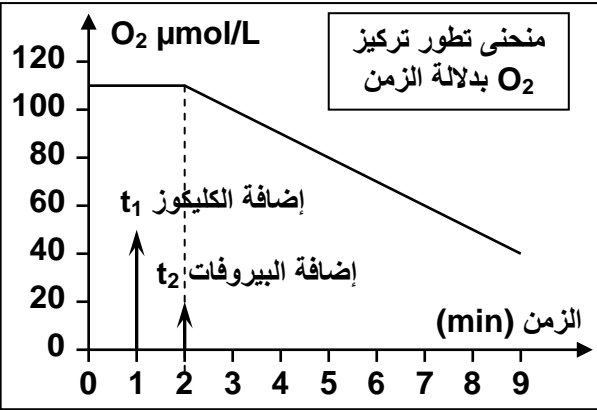
الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP، جزيئة طاقة تتكون من قاعدة آزوتية وسكر ريبوزي، إضافة إلى ثلاث مجموعات فوسفاتية. تُخزن الروابط التساهمية بين المجموعات الفوسفاتية، طاقة مهمة، يتم توفيرها للخلية للقيام بمختلف أنشطتها وذلك بتحرير إحدى المجموعات الفوسفاتية، فيتحول الـ ATP إلى ADP (أدينوزين ثنائي الفوسفات).



### الوثيقة 5 : مراحل انحلال الكليكوز. صف مختلف التحولات التي تتعرض لها جزيئة الكليكوز خلال مراحل انحلالها

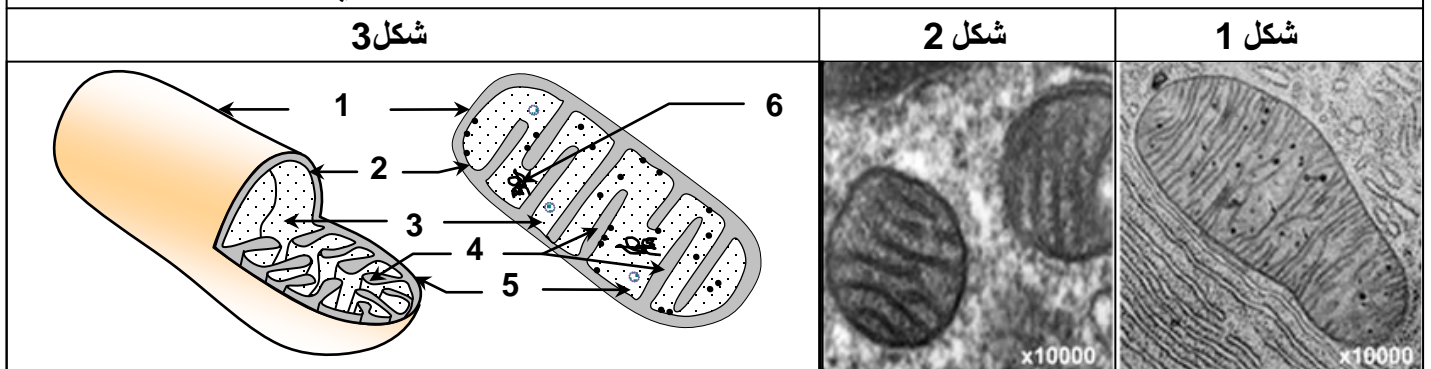


**الوثيقة 6 : مصير حمض البيروفيك بعد انحلال الكليوز** نهرس خلايا كبد فأر في محلول عيار له  $ph=7.4$ ، لأجل عزل الميتوكوندريات. نعرض الخليط لنبذ ذي سرعة كبيرة يمكن من الحصول على قعيرة *culot* من الميتوكوندريات. نخلط جزءا من القعيرة بمحلول عيار ملائم، ونضعه في مفاعل إحيائي لعدة *ExAO*، ثم نتتبع على شاشة الحاسوب تطور تركيز ثنائي الأوكسجين (المبيان أمامه). في الزمن  $t_1$  نضيف إلى المفاعل الإحيائي كمية قليلة من الكليوز، وفي الزمن  $t_2$  نضيف كمية قليلة من حمض البيروفيك.

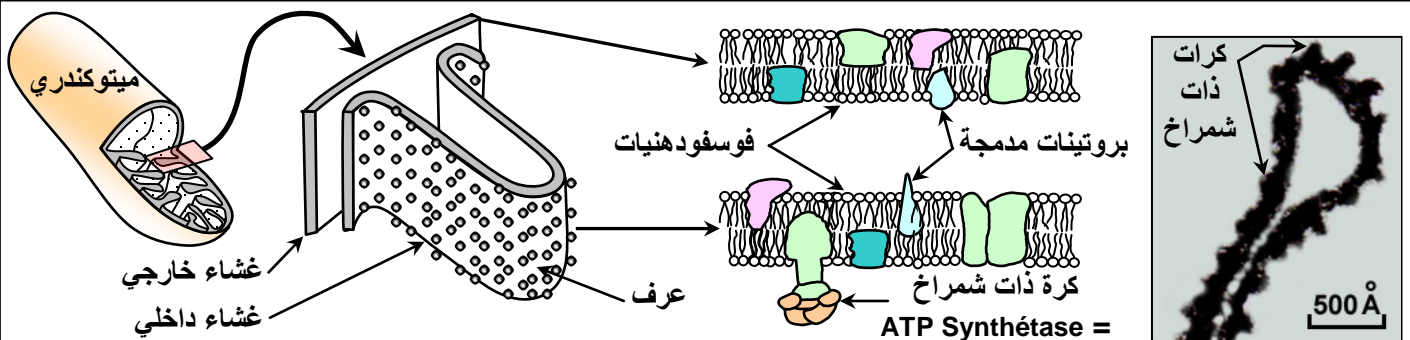


- حل منحنى تطور تركيز  $O_2$  بدلالة الزمن.
- على ماذا يدل تغير كمية  $O_2$  في الوسط؟
- ما هي الظاهرة الفيزيولوجية التي يعبر عنها المنحنى وأين تتم؟
- ماذا تستنتج بخصوص التفاعلات التي تتم داخل الميتوكوندري؟

**الوثيقة 7: فوق بنية الميتوكوندري.** تظهر الوثيقة صوراً الكترنوغرافية للميتوكوندريات ورسوماً تفسيرية لها. اعتماداً على هذه المعطيات تعرف بنية الميتوكوندري.



**الوثيقة 8: التركيب البيوكيميائي للميتوكوندري** يعطي الشكل أسفله من الوثيقة صورة الكترنوغرافية للغشاء الداخلي للميتوكوندري، بالإضافة إلى رسم تفسيري للبنية الجزيئية للغشاءين الداخلي والخارجي للميتوكوندري.



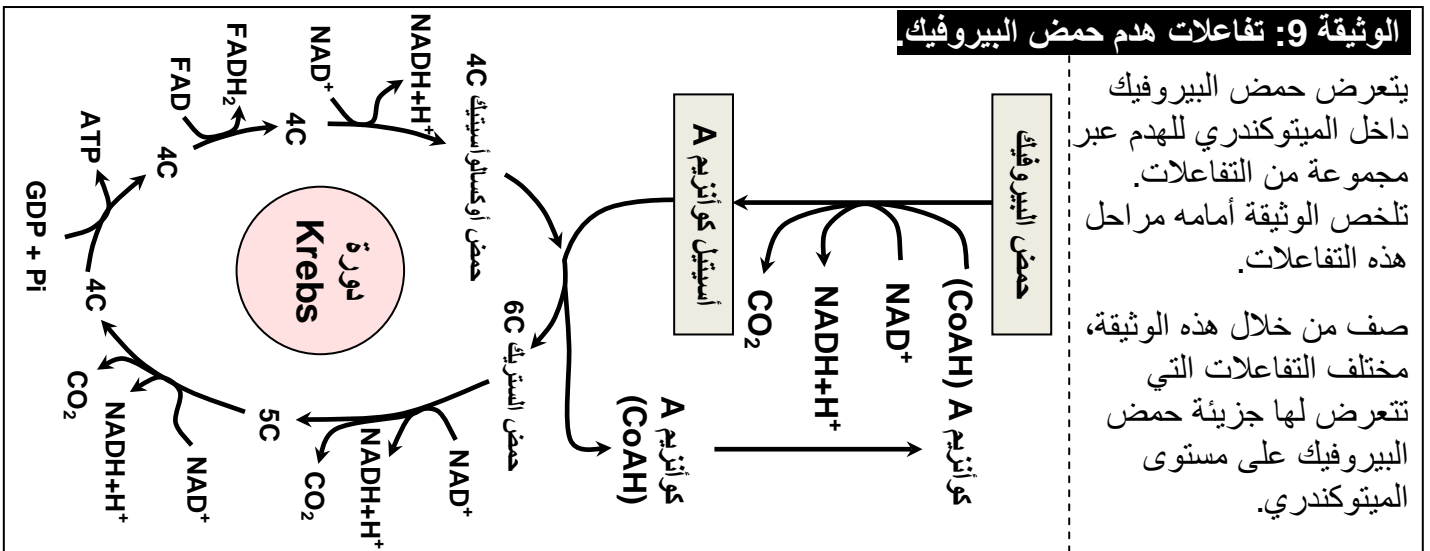
(1) ماذا تستخلص من مقارنة البنية الجزيئية للغشاءين الداخلي والخارجي للميتوكوندري؟

★ يعطي الجدول التالي بعض مميزات أهم مكونات الميتوكوندري:

الماتريس	الغشاء الداخلي	الغشاء الخارجي
<ul style="list-style-type: none"> <li>جزيئات صغيرة كربونية.</li> <li>أنزيمات متنوعة.</li> <li>ناقلات الالكترونات والبروتونات.</li> <li>ATP و ADP و Pi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>بروتينات 80 %.</li> <li>دهنيات 20 %، طبيعتها مختلفة عن الجزيئات الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي.</li> <li>أنزيمات تساهم في تفاعلات أكسدة اختزال.</li> <li>ATP سنتتاز.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>بروتينات 62 %.</li> <li>دهنيات 38 % ذات طبيعة شبيهة بتلك الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي.</li> </ul>

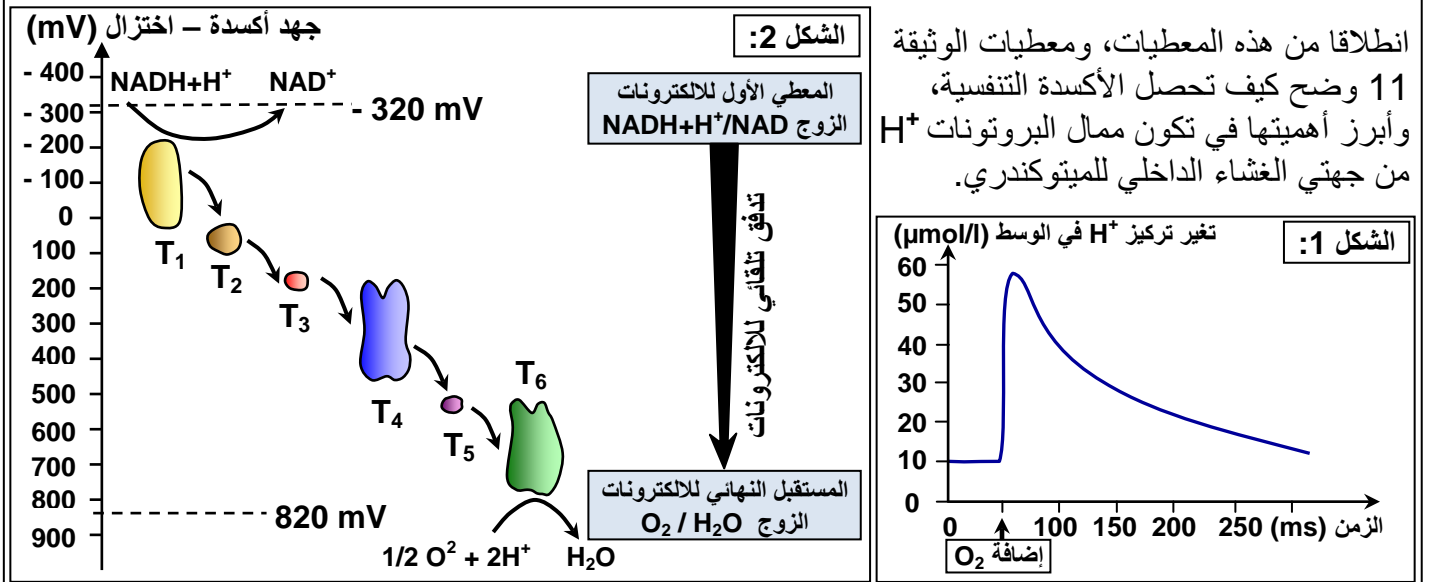
(2) قارن التركيب الكيميائي لكل من الغشاء الداخلي والخارجي للميتوكوندري والماتريس، واربط بين هذه المعطيات وبنية الميتوكوندري.

**الوثيقة 9: تفاعلات هدم حمض البيروفيك**

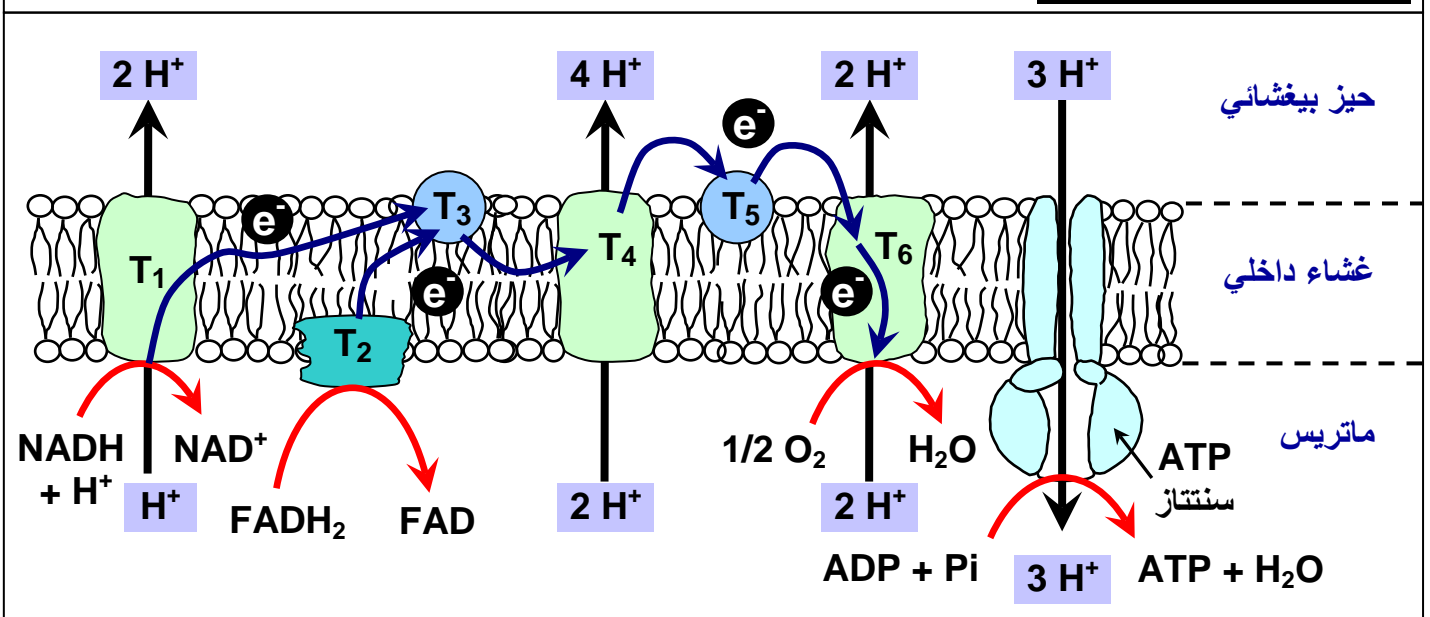


**الوثيقة 10: دور بروتينات السلسلة التنفسية في أكسدة النواقل المختزلة**

للتعرف على الدور الذي تلعبه بروتينات السلسلة التنفسية، نقترح دراسة المعطيات التجريبية التالية: تم وضع ميتوكوندريات في شكل محلول عالق في وسط مغلق خال من الأوكسجين  $O_2$ ، ثم تم تتبع تغير تركيز البروتونات  $H^+$  قبل وبعد إضافة الأوكسجين (الشكل 1). كما نعطي قيم جهد الأوكسدة اختزال لدى بروتينات السلسلة التنفسية (T).



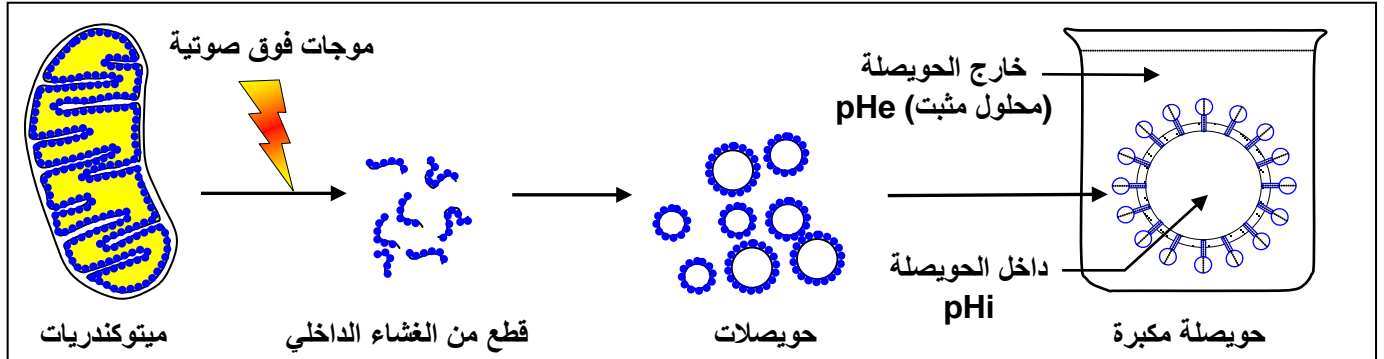
**الوثيقة 11: الأوكسدة التنفسية**



**الوثيقة 12: الكشف عن دور الكرات ذات شمراخ. ( نقل البروتونات والتفسفر المؤكسد لجزيئة ATP ).**

**\* التجربة a:**

بعد عزلها، تخضع الميتوكوندريات لفعل الموجات فوق الصوتية مما يؤدي إلى تقطيعها وجعل أعراف الغشاء الداخلي تنقلب وتكون حويصلات مغلقة، تكون الكرات ذات شمراخ المرتبطة بها موجهة نحو الخارج. توضع هذه الحويصلات بحضور ADP و Pi في محاليل مثبتة تختلف من حيث pH. المعطيات والنتائج التجريبية مبينة على الرسم أسفله:



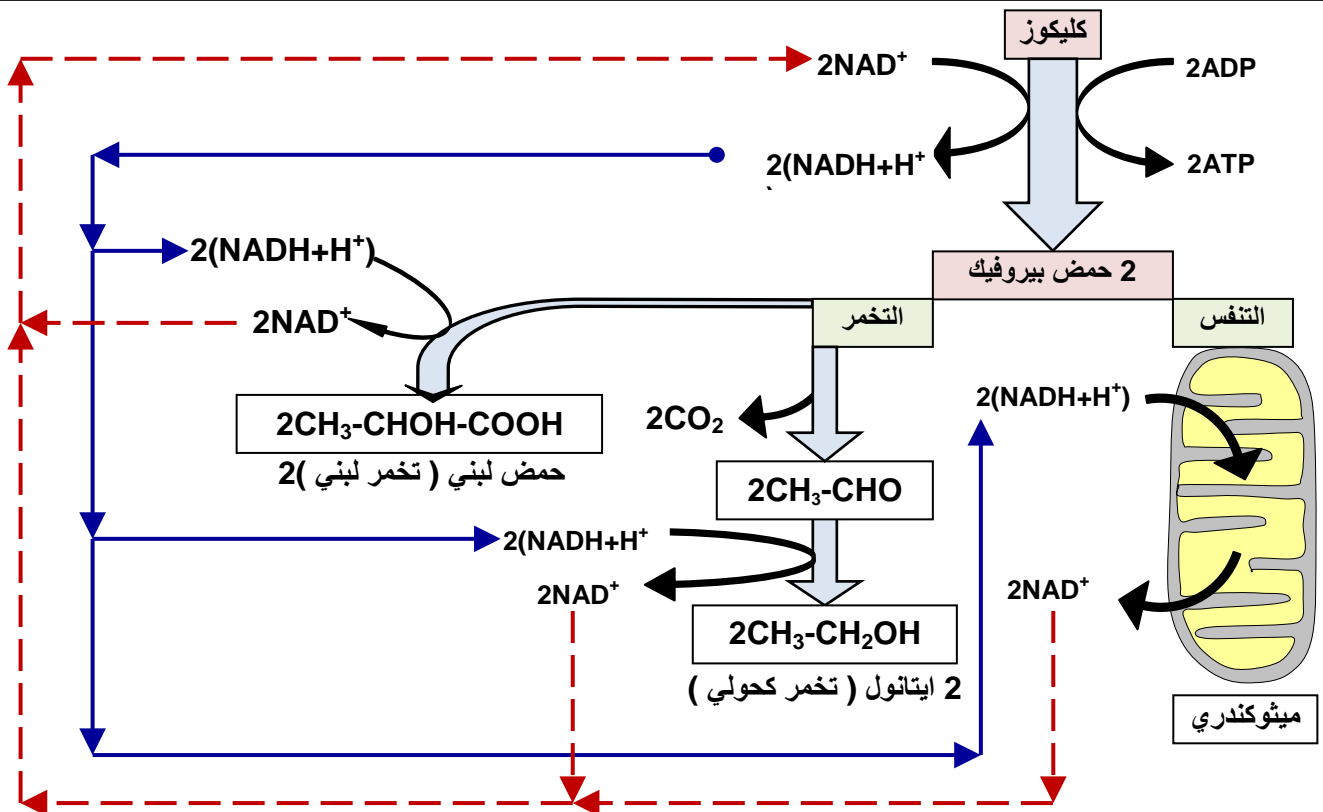
- إذا كان pH الداخلي (pHi) أصغر من pH الخارجي (pHe)، يلاحظ تفسفر ADP.
- إذا كان pH الداخلي (pHi) يساوي pH الخارجي (pHe)، يلاحظ انعدام تفسفر ADP.

**\* التجربة b:**

DNP (2,4dinitrophénol) مادة ذوابة في الدهون، بحضور هذه المادة يصبح الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذا للبروتونات، في هذه الحالة يلاحظ أن اختزال الأوكسجين يتم بصفة عادية بينما يتوقف تفسفر ADP. انطلاقا من هذه المعطيات التجريبية استخرج شروط تركيب ATP داخل الميتوكوندري. ثم أبرز العلاقة بين اختزال الأوكسجين والتفسفر المؤكسد.

**الوثيقة 13: مصير حمض البيروفيك بعد انحلال الكليكوز.**

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة، بين ما هو مصير حمض البيروفيك خلال التخمر.



الوثيقة 14: خفاضة تركيبية تلخص العلاقة بين مختلف التفاعلات المحررة للطاقة.

