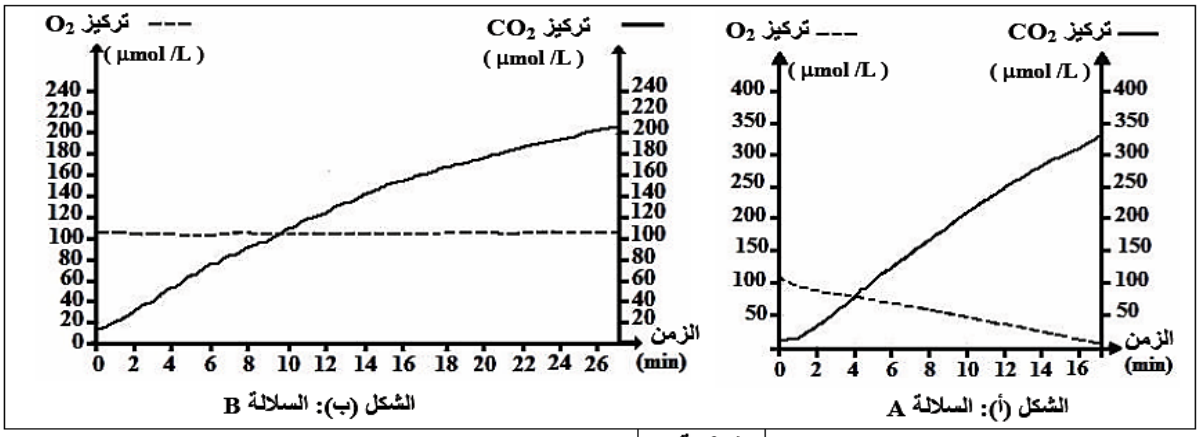
التمرين الاول

لمعرفة نوع الاستقلاب (الأيض) الخلوي المنتج للطاقة عند سلالتين من الخميرة A وB نجري الدراسة التالية :

- تم زرع السلالتين A وb في وسطي زرع ملائمين يحتويان على كمية كافية من ثنائي الأوكسجين والغلوكوز.

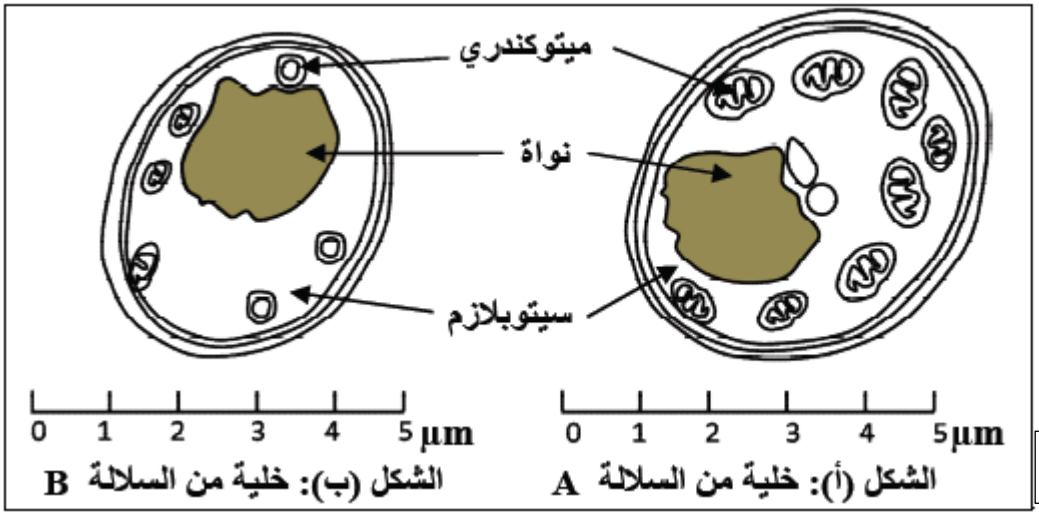
بعد ذلك تم قياس تطور تركيز كل من ثنائي الأوكسجين (O_2) وثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) حسب الزمن في الوسطين . يقدم الشكلان (أ) و(ب) من الوثيقة 1 النتائج المحصل عليها بالنسبة للسلالتين A وB نشير الى أنه تم تسجيل انخفاض في تركيز الغلوكوز في الوسطين عند نهاية التجربة.



الوثيقة 1

- تمثل الوثيقة (2) رسمين تخطيطين لخليتي الخميرة بالمجهر الالكتروني .الشكل (أ) لخلية من السلالة A والشكل (ب) لخلية من السلالة B.

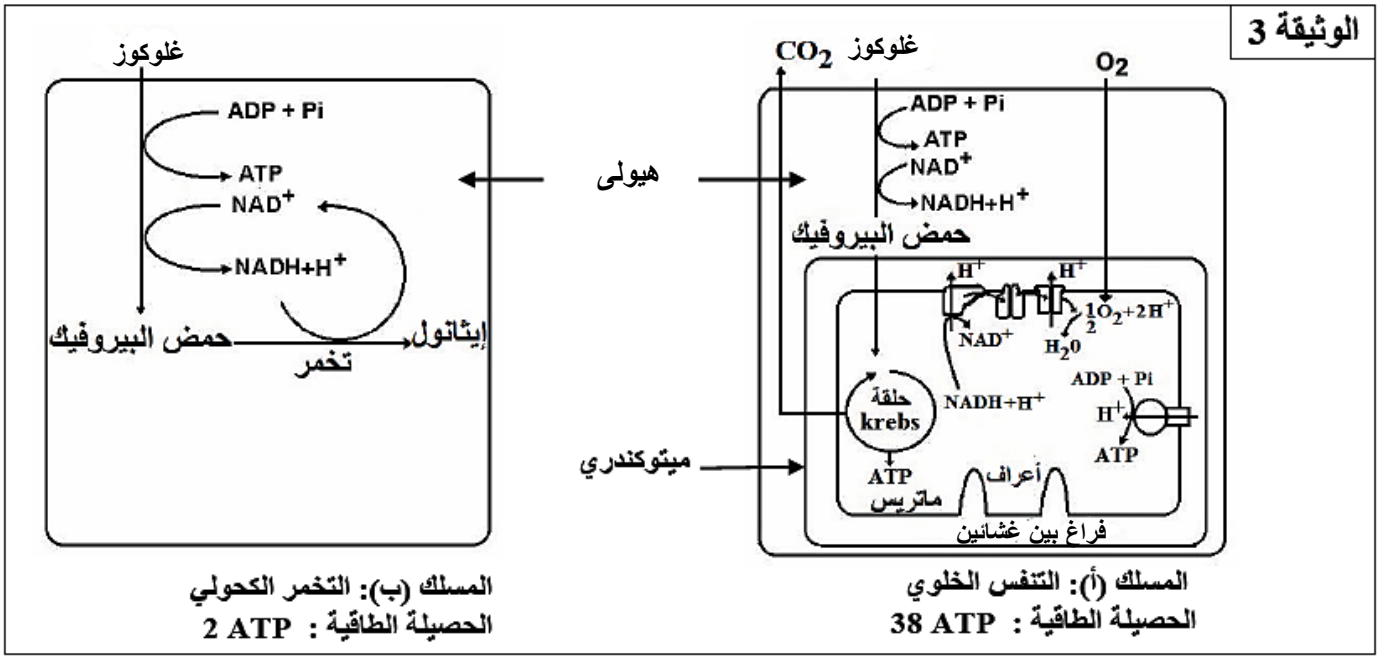
1 - باستغلالك لمعطيات الوثيقتين 1و2 ، حدد المسلك الأستقلابي المعتمد من طرف كل من السلالتين A وB.



الوثيقة 2

- تلخص الوثيقة (3) التفاعلات الأساسية لمسلكين استقلابيين يمكن أن تستمد منهما خلايا السلالتين A وB الطاقة الضرورية لنموها .

الوثيقة 3



2 - باستعانتك بمعطيا الوثيقة(3) وباعتمادك على المعطيات السابقة .

- **فسر الاختلاف الملاحظ في سرعة نمو خمائر السلالتين A وB**

3 – يتطلب استمرار التنفس والتخمر تجديد المرافقات الأنزيمية .

- **قارن آلية تجديد المرافقات الانزيمية في كل من التنفس والتخمر.**

4 – من خلال عرض واضح ومنظم بين الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكوندري .(مع الاشارة إلى التفاعلات الكيميائية) .

التمرين الثاني

تلعب الميتوكوندريات دورا أساسيا في تركيب ATP داخل الخلايا.

1 – انجز رسم تخطيطي لما فوق بينة الميتوكوندري ، ثم صف في بضعة اسطر ، بنية الميتوكوندري.

2 – استنتج من ذلك ما يدل على أن للميتوكوندري بنية حجيرية .

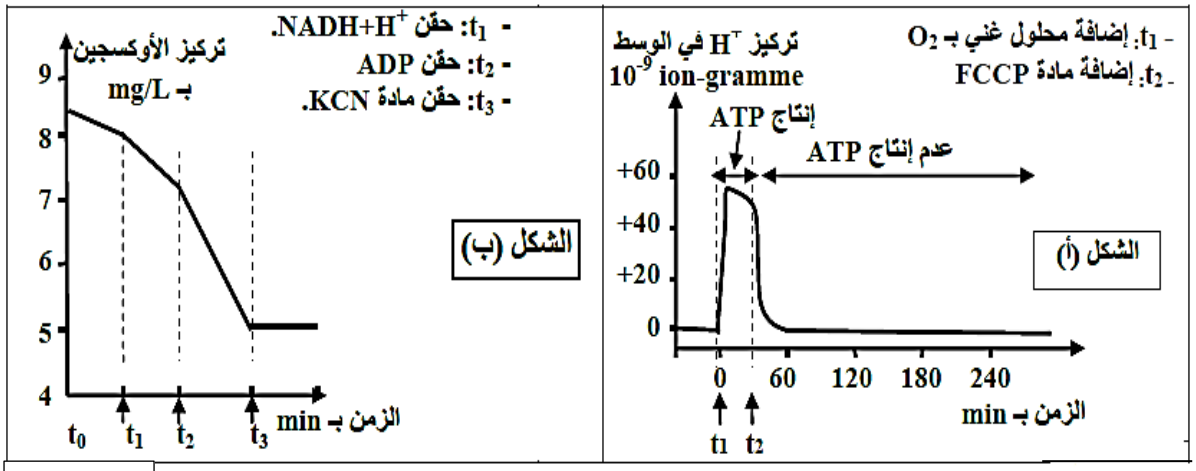
3 – لتحديد بعض شروط إنتاج ATP داخل هذه العضيات نعتمد على المعطيات التجريبية التالية :

<u>التجربة الأولى :</u> تم تحضير معلق من ميتوكوندريات غني بمركبات مرجعة $FADH_2$ و$NADH.H^+$ وخال من الأوكسجين ، وتم تتبع تطور تركيز H^+ وإنتاج الـ ATP في الوسط وفي الظروف التجريبية التالية :

في الزمن t_1 أضيف للوسط محلول غني بالأوكسجين ، وفي الزمن t_2 اضيفت مادة FCCP وهي مادة تجعل الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذا لأيونات H^+ . تبين الوثيقة 1 (الشكل أ) النتائج المحصل عليها .

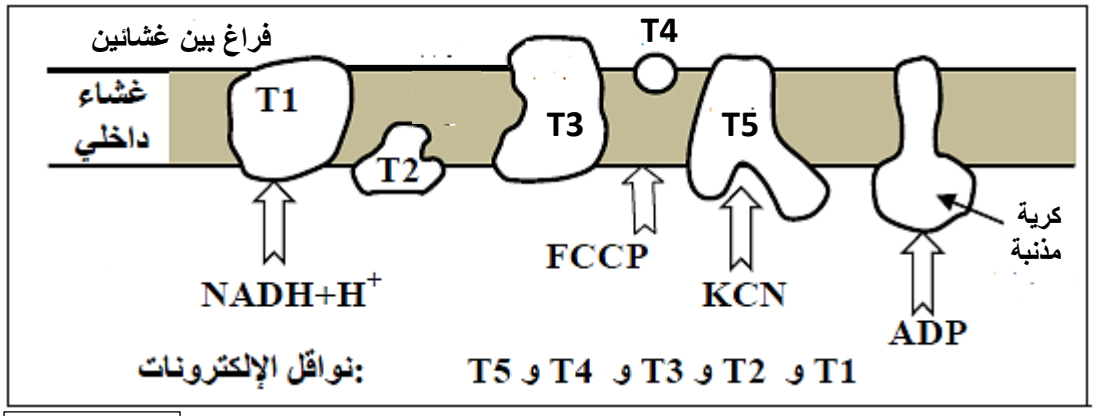
ملاحظة : الغشاء الخارجي للميتوكوندري نفوذ لـ H^+ .

<u>التجربة الثانية :</u> وضعت ميتوكوندريات في وسط غني بالأوكسجين ، وتم تتبع تركيزه في الوسط بعد إضافات متتالية لمجموعة من المواد . تبين الوثيقة 1 (الشكل ب) المعطيات التجريبية والنتائج المحصل عليها.



الوثيقة 1

تبين الوثيقة (2) مواقع تأثير المواد المستعملة في التجربتين الأولى والثانية على المستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.



الوثيقة 2

أ – بالأستعانة بمعطيات الوثيقة (2) وبتوظيف مكتسباتك ،أربط العلاقة بين تطور تركيز H^+ في الوسط وإنتاج الـ ATP بين الزمنين t_1 وt_2 وتوقفه بعد الزمن t_2 (الوثيقة 1 الشكل أ).

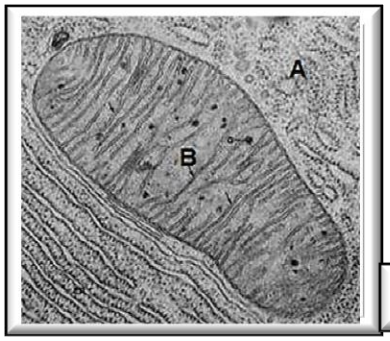
ب- فسر تطور تركيز الأوكسجين وعلاقته بوظيفة الغشاء الداخلي للميتوكوندري ، (الوثيقة 1 الشكل ب).

ج – ما إسم الآلية التي أدت إلى تشكل الـ ATP ؟

- **وضح ذلك بمعادلات كميائية.**

4 – انطلاقا من معطيات الوثيقة (2) ومن معارفك ، انجز رسم تخطيطي وظيفي يوضح الآلية المدروسة .

التمرين الثالث



الوثيقة 1

I - تبين الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية لأوساط خلوية A و B .

1 - تعرف على البنيات A و B .

➢ لفهم كيفية استعمال مادة الايض(الغلوكوز) من طرف الخلايا الحيوانية نقترح التجارب التالية :

❖ ***التجربة1 :***

- نحضر وسط زرع يحتوي على خلايا حيوانية و نزوده بالأكسجين و غلوكوزG موسوم بالكربون المشع C^{14} ونتتبع الإشعاع في الاوقات t0,t1, t2,t3 , t4 و يبين الجدول التالي النتائج المحصل عليها:

الزمن	وسط الزرع	الوسط A	الوسط B
t0	G +++++		
t1	G ++	G +++	
t2		P +++	P ++
t3	CO2 +		P +++
t4	CO2 ++		

P : حمض بيروفيك - الرمز + حسب درجة الأهمية (التركيز)

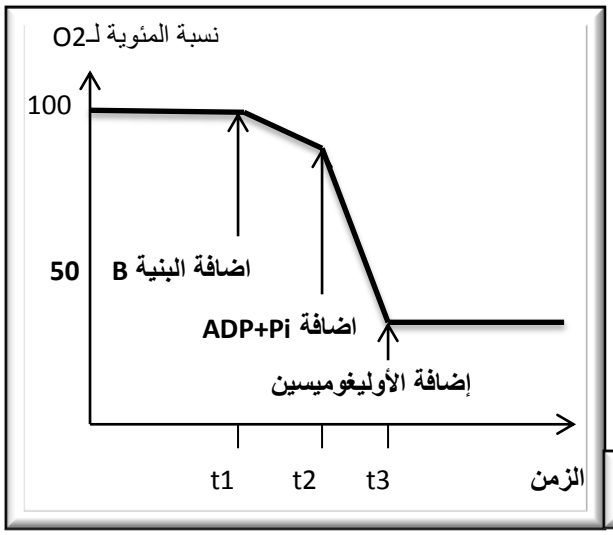
2 - حلل النتائج المبينة في الجدول.

3 - فسر هذه النتائج.

4 - اعتمادا على معلوماتك و نتائج هذه التجربة اكتب التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث:

أ - في الوسط A .

ب - في الوسط B.



الوثيقة 2

❖ ***التجربة 2 :***

بعد توفير وسط ملائم يحتوي على حمض البيروفيك وثنائي الأوكسجين (O_2)، أضيف إليه على التوالي :

- في الزمن t1 : البنيات B
- في الزمن t2 : كمية مهمة من ADP + Pi
- في الزمن t3 : كمية من الأوليغومسين (مضاد حيوي يسبب التعب العضلي عند الشخص المعالج بهذه المادة).

تلخص الوثيقة (2) نتائج قياس نسبة (O_2) بالوسط حسب الزمن.

- أعتمادا على تحليل نتائج التجربة (2) وعلى معلوماتك ،

❖ ***التجربة 3 :***

لتحديد موقع تأثير مادة الأوليغوميسين على مستوى البنية (B) ، تم عزل البنية (B) بواسطة تقنية الطرد المركزي وتعريضها لتأثير الموجات فوق الصوتية ، فتم الحصول على حويصلات بها كريات مذنبة على مستوى جهتها الخارجية . أخضعت عينة من هذه الحويصلات لتقنية خاصة تمكن من التخلص من الكريات المذنبة ، ثم وضعت الحويصلات في وسط تجريبي ملائم يحتوي على O_2 وعلى مركبات مرجعة RH2 (ناقل الهيدروجين) إضافة إلى ADP + Pi. يقدم الجدول التالي نتائج تتبع بعض الظواهر التنفسية .

الظوهر التي تم تتبعها	الوسط التجريبي به حويصلات محتوية على كريات مذنبة		الوسط التجريبي به حويصلات بدون كريات مذنبة
	في غياب الأوليغوميسين	بوجود الأوليغوميسين	
إعادة أكسدة RH2	+	+	+
إنتاج ATP	+	-	-

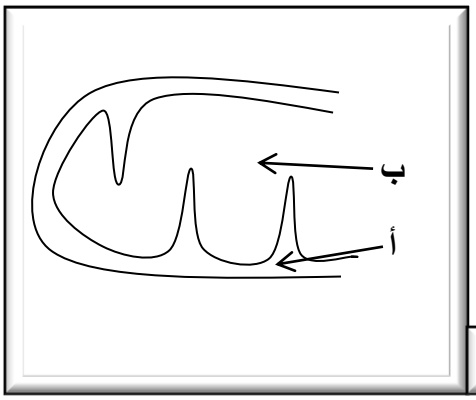
(+) : حدوث الظاهرة (-) : عدم حدوث الظاهرة

- **حدد معللا اجابتك موقع تأثير مادة الأوليغوميسين ؟**

❖ ***التجربة 4 :***

تمثل الوثيقة (3) الفحص المجهري للعضية (B) والجدول يلخص نتائج سلسلة من القياسات المتعلقة بالنشاط الحيوي لهذه العضية .

المواد المضافة للبنية (B)	PH (أ)	PH (ب)	ATP
غلوكوز + O2	7	7	-
حمض البيروفيك +O2	4	7	+
نواقل مرجعة + O2	4	7	+
حمض البيروفيك	7	7	-



الوثيقة 3

- **ماهي المعلومات الإضافية التي يمكن استخراجها من الجدول ؟**

II – بواسطة رسم تخطيطي وظيفي متقن ، بين الآلية المؤدية إلى تركيب الـ ATP على مستوى ا لعضية (B).

التمرين الرابع

I- طحلب Chlamydomonas وحيد الخلية يتوفر على مجموعة من العضيات ممثلة في الوثيقة (1):

1- تعرف على العضي X من خلال بنيته.

التجربة 1: نضع العضيات X في وسط هوائي يحتوي على ADP و Pi ومستقلب (مادة أيضية) قابل للتأكسد فنلاحظ:

- انخفاض في نسبة المستقلب و الأكسجين و ADP و Pi.
- ارتفاع في نسبة ATP في الوسط و CO2 .

2- فسر النتائج المحصل عليها في التجربة 1 .

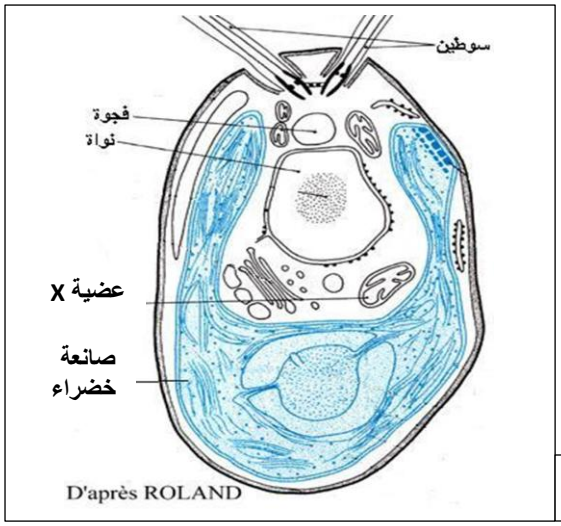
3 - استخلص طبيعة الاستقلاب الذي يتم على مستوى العضي X .

التجربة 2: نعالج العضيات X لإزالة الكريات المذنبة من الغشاء الداخلي و نعيد التجربة 1 فنلاحظ:

- انخفاض في نسبة المستقلب و الأكسجين .
- ارتفاع في نسبة CO2 في الوسط.
- ثبات نسبة ADP و Pi.
- غياب ATP

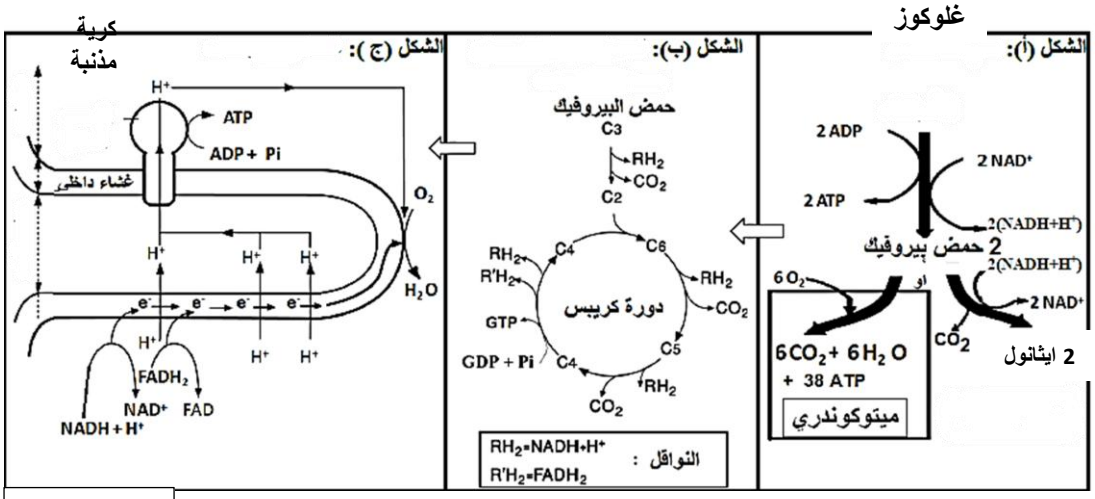
4 - فسر النتائج المحصل عليها في التجربة 2.

5 - استنتج دور الكريات المذنبة.



الوثيقة 1

II – تلخص أشكال الوثيقة (2) مراحل هدم الغلوكوز داخل الخلية .



الوثيقة 2

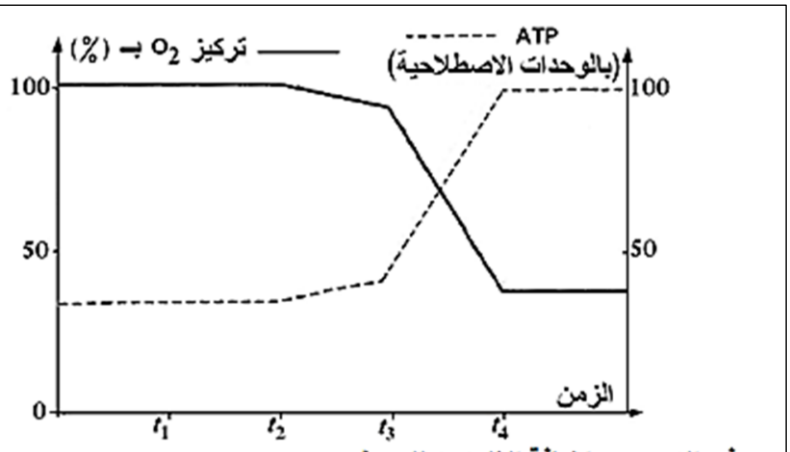
1 – تعرف على المراحل الممثلة في الأشكال (أ),(ب)و(ج) من الوثيقة (2) .
2- حدد المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مرحلة من مراحل الوثيقة (2)
3 – لخص كل مرحلة من هذه المراحل بمعادلات كيميائية إجمالية .
4 - احسب الحصيلة الطاقوية لهدم جزيئة واحدة من الغلوكوز.

التمرين الخامس

تؤدي ظاهرة التنفس على مستوى الخلية الحية إلى استهلاك تام لجزيئة الغلوكوز وإنتاج ATP . تتم هذه العملية عبر سلسلة من تفاعلات أكسدة – ارجاع داخل الهيولى الاساسية وداخل الميتوكوندري.

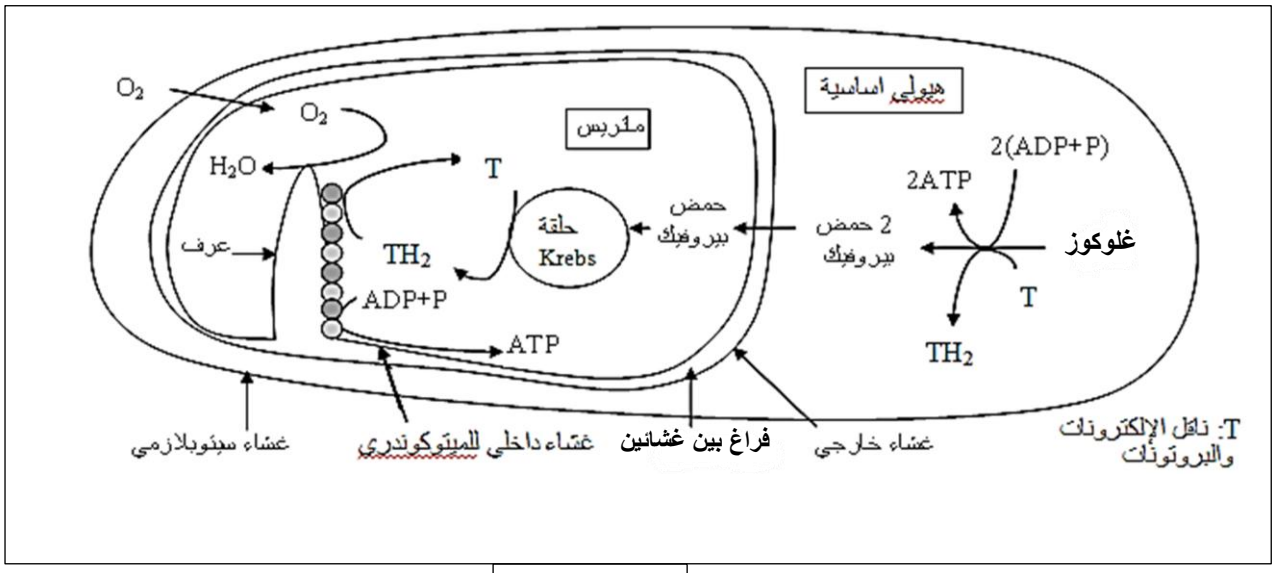
لفهم كيفية إنتاج ATP عن طريق هذه التفاعلات نقترح المعطيات الآتية:

- وُضِعَت ميتوكوندريات حية في وسط ملائم مشبع بثنائي الأوكسجين ذي pH = 7,5 . بواسطة تقنية خاصة تم تتبع تطور تركيز كل من ATP و O_2 في هذا الوسط وذلك في الحالات المبينة في الوثيقة 1. وتبين هذه الوثيقة النتائج المحصل عليها.



الوثيقة 1

- تلخص الوثيقة 2 المراحل الأساسية لهدم الغلوكوز خلال التنفس.



الوثيقة 2

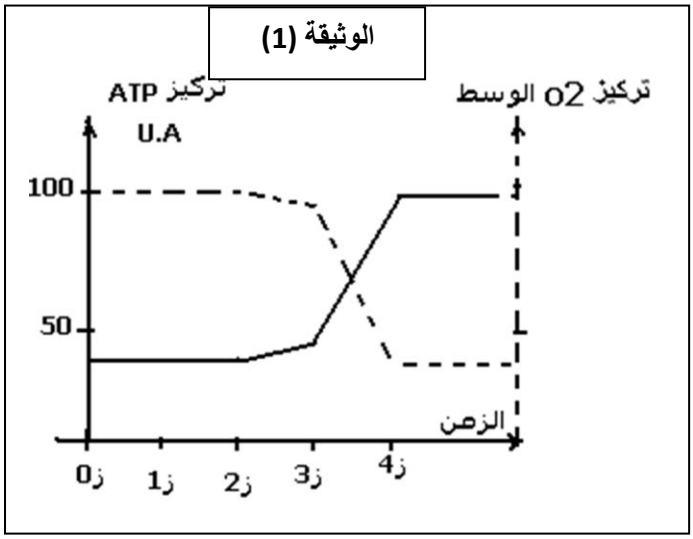
1) انطلاقا من الوثيقة 2، حدد داخل الخلية، موقع التفاعلات (تفاعلات هدم الغلوكوز وإنتاج ATP) التي تتطلب O_2 وموقع التفاعلات التي لا تتطلب O_2.
2) مستعينا بالوثيقة 2، فسر النتائج المحصل عليها في الوثيقة 1 في حالة إنتاج ATP عن طريق ظاهرة التنفس.

التمرين السادس

لمعرفة آلية إنتاج الـ ATP داخل الخلية نقترح ما يلي :
1. التجربة (1) : توضع ميتوكندريات معزولة في وسط مناسب مغلق يحتوي على تركيز كاف من الاكسجين ،ثم نقيس تركيز الـ ATP وأكسجين الوسط وذلك في الشروط التجريبية التالية .

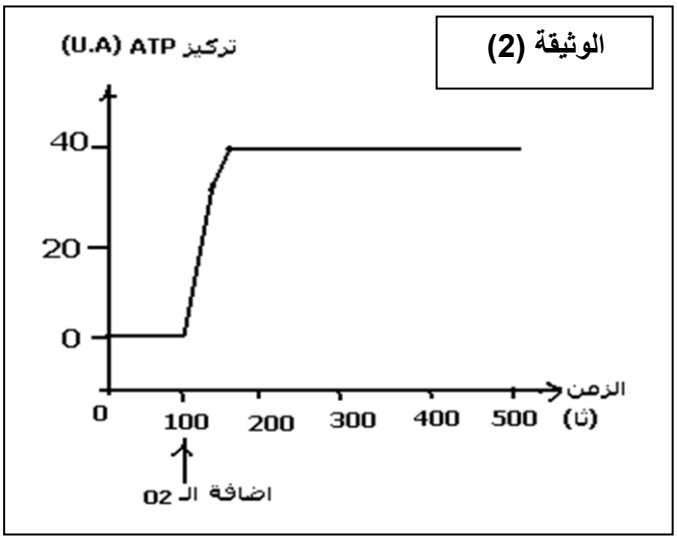
- ز0 : نضيف للوسط السكروز .
- ز1 : نصيف للوسط الغلوكوز.
- ز2 : نضيف الى الوسط حمض البيروفيك .
- ز3 : نصيف للوسط حمض البيروفيك+ADP +Pi .
- ز4 : نصيف للوسط مادة كابحة للنشاط الأنزيمي.

الوثيقة (1)



النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1) .
أ – حلل ثم فسر النتائج المحصل عليها .
2. نعيد التجربة السابقة في وسط مغلق خالي من الأكسجين وفي وجود حمض البيروفيك و Pi و ADP ثم نقيس تركيز الـ ATP قبل وبعد إضافة الاكسجين للوسط والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) .

الوثيقة (2)



أ – قارن النتائج قبل وبعد إضافة الـ O2 . وماذا تستنتج ؟

ب – اعتمادا على المعطيات التجريبية ومعلوماتك وضح العلاقة التي تربط الاكسجين وإنتاج الـ ATP .

3. بتقنيات خاصة عزلت كل مكونات الميتوكندريا ومقارنتها بمكونات الهيولية لخلية الخميرة والجدول التالي يوضح النتائج المحصل عليها .

		المكونات الكيميائية	الخاصيات الإنزيمية
الميتوكندري	الغشاء الخارجي	40- 50 % دسم 60- 50% بروتين	مشابهة للغشاء الهيولي
	الغشاء الداخلي	20 %دسم 80% بروتين	عدة أنزيمات منها المنتجة للـ ATP
	الحشوة	وجود حمض البيروفيك والـ ATP	أنزيمات نازعة للهيدروجين وللكربون
الهيولى	الهيولى	وجود الغلوكوز وحمض البيروفيك	أنزيمات نازعة للهيدروجين

أ – اعتمادا على الجدول فسر اختلاف وظيفة الغشائيين الداخلي والخارجي للميتوكندري

ب – أكتب التفاعل الإجمالي المنتج للـ ATP انطلاقا من الجلوكوز .

4. لتحديد أهمية هذه التفاعلات بالنسبة للخلية ، تم اعداد مزرعتين متماثلتين من معلق خلايا الخميرة، وضعت الأولى في وسط لا هوائي والثانية في وسط هوائي ، وسمحت قياسات كتلة الخميرة المتشكلة(بالغرام) من الحصول على النتائج المدونة في الجدول التالي .

الزمن بالساعات	0	0.5	1	1.5	2	2.5
العينة 1	0.20	0.26	0.28	0.29	0.29	0.30
العينة 2	0.20	0.28	0.32	0.34	0.35	0.36

أ- ارسم منحنى تغير كتلة الخميرة بدلالة الزمن في الوسطين .ثم حدد الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 1 والعينة 2 .

ب – أكتب التفاعل الاجمالي لكل ظاهرة .

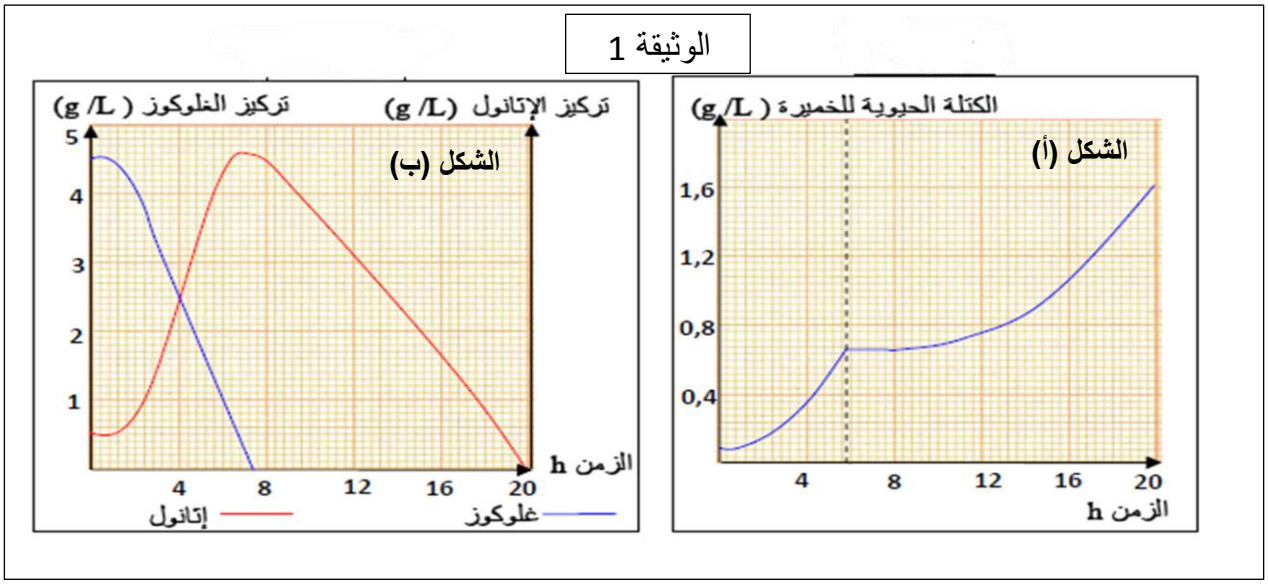
جـ - فسر الأختلاف الملاحظ في تغير كتلة الخميرة عند العينتين1 و2 .

التمرين السابع

للتعرف على آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى الطاقة قابلة للاستعمال ،نعتمد على النشاطات التالية:

I- نضيف كمية من فطر خميرة الجعة إلى جهاز يحتوي على محلول الجلوكوز ذو تركيز مناسب وعلى 20% من غاز O_2 . نتتبع تطور الخميرة ونموها في هذا الوسط ، النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (1).

الوثيقة 1



1 – حلل كل منحنى من منحنيات الوثيقة (1).

2 – ما الظاهرة التي قامت بها الخميرة والتي تفسر المرحلة الأولى من النتائج ؟ دعم إجابتك بمعادلة كيميائية.

3 – اقترح فرضية حول ما يحدث في المرحلة الثانية إذا علمت ان للخميرة قدرة على استغلال مواد عضوية أخرى في حالة نفاد الجلوكوز.

II – 1 - يحضن معلق الميتوكوندري في وسط يحتوي معطي الإلكترونات (TH,H^+) و خال من الاوكسجين في البداية التجربة ثم يتم تحقن شحنة من الاوكسجين في z_0 .سمح تتبع تأثير ذلك على تركيز البروتونات H^+ في هذا الوسط من الحصول على منحنى الوثيقة (2) .

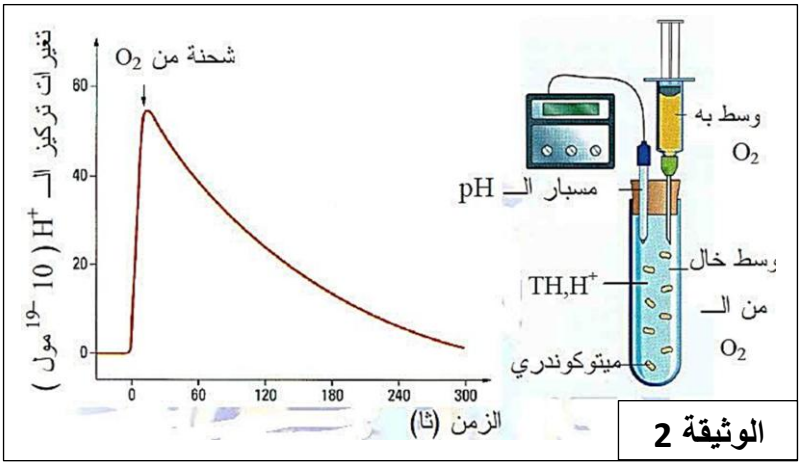
ملاحظة : تركيز H^+ في ماتريس الميتوكوندري ثابت طيلة فترة التجربة و ذلك بإضافة بروتونات النواقل المرجعة

أ – حلل منحنى الوثيقة (1) .

ب – فسر النتائج المحصل عليها.

جـ – ماذا تستنتج .

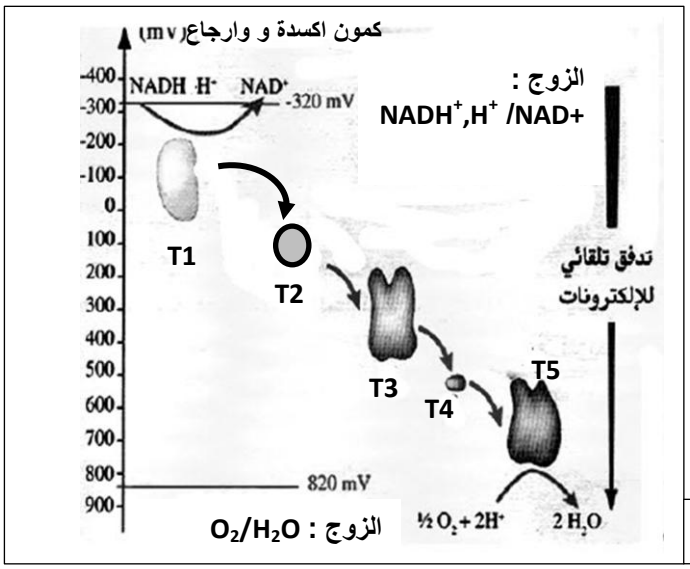
2 – يضم الغشاء الداخلي للميتوكوندري عدة بروتينات يشكل مجموع هذه العناصر "سلسلة أكسدة وإرجاع"



الوثيقة 2

أ – علل هذه التسمية.
تمثل الوثيقة (3) كمون اكسدة و ارجاع لهذه العناصر
بـ - حدد انطلاقا من الوثيقة (3) :
- مصدر الالكترونات و البروتونات التي يتم نقلها على مستوى الأغشية.
- الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل الالكترونات .
- مصير الالكترونات و البروتونات في نهاية سلسلة النقل.

جـ - أكتب التفاعلين الكيميائيين الأول والأخير في هذه السلسلة.

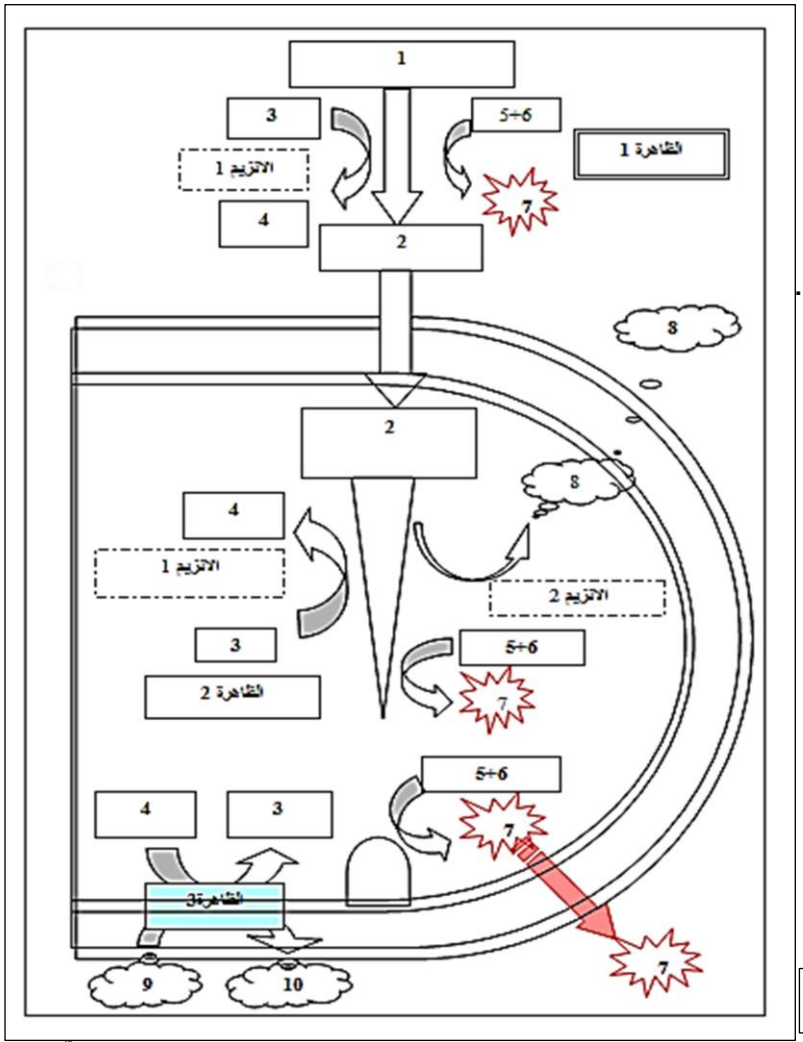


الوثيقة 3

III – تمثل الوثيقة (4) رسم تخطيطي يلخص آليات تحويل الطاقة في خلية حية

1 – اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى10.
2 – تعرف على الانزيمين1و2 ثم حدد دور كل منهما.
3 – الظواهر 3,2,1 تمثل مراحل لظاهرة حيوية يتم خلالها تحويل للطاقة.
- **تعرف على هذه الظواهر، مع تحديد مقر حدوث كل ظاهرة على المستوى الخلوي.**

4 – لخص الظاهرة (1) بتفاعلاتها الاساسية.
5 – أكتب المعادلة الاساسية الملخصة للتفكيك الكلي لجزيئتين من العنصر 2 (بمعزل عن الظاهرة3)

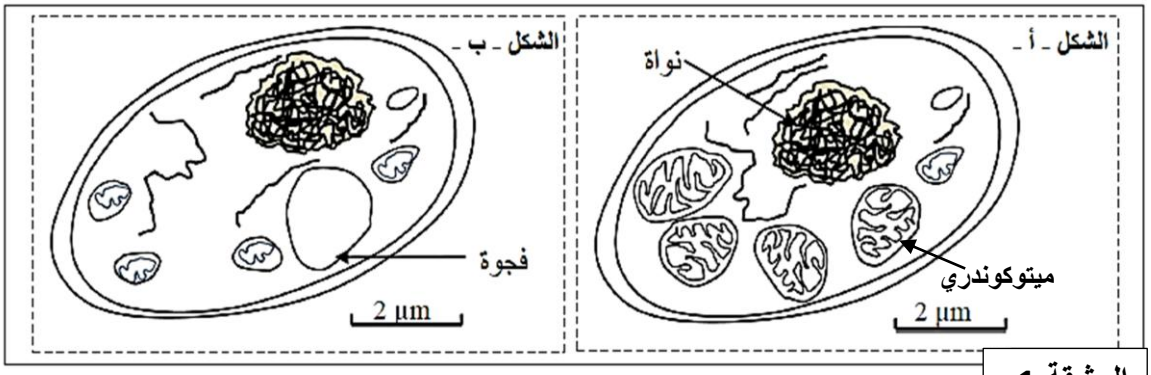


الوثيقة 4

التمرين الثامن

لدراسة بعض الظواهر الحيوية المنتجة للطاقة نقترح الدراسة التالية :

I – يمثل شكلا الوثيقة (1) رسمين لصورتين لخليتين من خلايا الخميرة تمت ملاحظة إحداهما في وسط هوائي (الشكل-أ-) والأخرى في وسط لا هوائي (الشكل-ب-) .



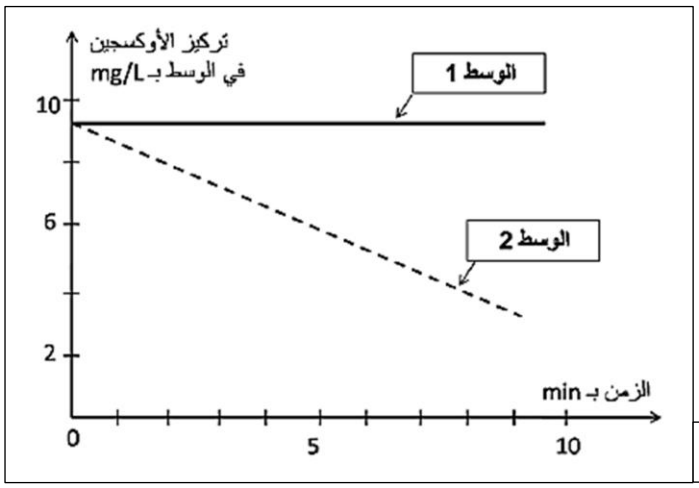
الوثيقة 1

1 – انجز رسم تخطيطي عليه جميع البيانات يوضح بنية الميتوكوندري.
2 – تتميز الميتوكوندري ببنية حجيرية ، علل؟
3 – حدد الأختلاف الملاحظ بين الخليتين في الوسطين الهوائي والاهوائي.
4 – لخص بمعادلة كيميائية الظاهرة الحيوية التي تحدث في الوسط الهوائي .
5 – بالاعتماد على ما توصلت اليه ، اقترح فرضية فيما يخص مقر الاكسدة التنفسية .

II - تم سحق خلايا الخميرة وإخضاعها لعملية الطرد المركزي،وذلك قصد عزل الميتوكوندريات عن باقي مكونات الخلية .بعد ذلك تم تحضير وسطين ملائمين يحتويان على حمض البيروفيك.

- **الوسط الأول** : يحتوي على الجزء السيتوبلازمي للخلية بدون ميتوكوندريات.
- **الوسط الثاني :** يحتوي على الميتوكوندريات .

بعد ذلك تم قياس تطور تركيز الاوكسجين في الوسطين. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) .



الوثيقة 2

1 – حلل نتائج الوثيقة (2).
2 – هل تؤكد هذه النتائج صحة الفرضية المقترحة في السؤال (I-5)؟ علل اجابتك؟
3 – بعد إضافة جلوكوز مشع في كل من الوسطين (1و2) ، كشف تحليل الوسط الخلوي في أزمنة متتالية (من $ز_0$ إلى $ز_4$) عن ظهور مواد كيميائية جديدة مشعة. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).

الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الخلوي2		الوسط الخلوي1
		الهيولى الاساسية	ميتوكوندري	الهيولى الاساسية
ز0	G^{+++}			
ز1	G^{+}	G^{++}		G^{++}
ز2		$A.P^{++}$	$A.P^{+}$	$A.P^{++}$
ز3			$A.P^{+++}$ ، $A.K^{+}$	
ز4	CO_2^{+}		$A.K^{++}$	

الوثيقة 3

الرموز : G : جلوكوز ، **A.P :** حمض البيروفيك ، **A.K** : احماض حلقة كريبس
+ : اشعاع ضعيف ، **++** : اشعاع متوسط ، **+++** : اشعاع قوي

أ - فسر النتائج المبينة في الوثيقة (3)
ب – بالاعتماد على الوثيقة (3) فقط، لخص بمعادلة كيميائية المرحلة التي تمت على مستوى الهيولى وتلك التي حدثت على مستوى الميتوكوندري ، في الوسط الخلوي 2.
III – استنادا إلى الوثيقة 3 ومكتسباتك ، انجز مخطط تركيبي تبرز مراحل هدم الجلوكوز في الخلية بالنسبة للوسط 2.

التصحيح

التمرين الاول

1 - المسلك الأستقلابي المعتمد من طرف كل من السلالتين A و B

بالنسبة للسلالةA :

- انخفاض في تركيز O_2 يرافقه ارتفاع كبيرفي تركيز CO_2 بالاضافة الى انخفاض في تركيز الغلوكوز ويفسر ذلك باستهلاك O_2 لأكسدة الغلوكوز مع طرح CO_2 .
- تتوفر خلايا السلالة A على عدد كبير من الميتوكوندريات ذات أعراف نامية.
- المسلك المعتمد من طرف السلالة A : التنفس

-بالنسبة للسلالة B :

- ثبات تركيز O_2 يرافقه ارتفاع في تركيز CO_2 بالاضافة الى انخفاض تركيز الغلوكوز يفسر ذلك باستهلاك الغلوكوز مع طرح CO_2 دون استهلاك O2.
- تتوفر خلايا السلالة B على عدد قليل من الميتوكوندريات ذات أعراف غير نامية.
- المسلك المعتمد من طرف السلالة B : التخمر الكحولي

2 - فسر الاختلاف الملاحظفي سرعة نمو خمائرالسلالتين A و B

– بالنسبة للسلالة A :

- وجود عدد كبير من الميتوكوندريات ذات اعراف نامية ، هدم كلي للغلوكوز عبر تفاعلات الاكسدة الارجاعية على مستوى السيتوبلازم (التحلل السكري) والميتوكوندريات (التأكسدات التنفسية التي تشمل حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية) مع اعطاء عناصر معدنية (CO_2) وH_2O (عديمي الطاقة) ، وانتاج كمية كبيرة من الطاقة (38ATP) مما ادى الى نمو سريع لخلايا الخميرة من السلالة B.

- بالنسبة للسلالة B :

- قلة الميتوكوندريات واعرافها غير النامية ، هدم جزئي للغلوكوز على مستوى السيتوبلازم عن طريق التخمر الكحولي مع انتاج الايثانول وانتاج كمية ضعيفة من ATP(2ATP) مما أدى الى نمو بطيء لخلايا الخميرة من السلالة B.

3 - آلية تجديد لمرافقات الانزيمية في كل من التنفس والتخمر:

- تجديد المرافق الإنزيمي NAD^+ في التخمر الذي لا يتطلب تدخل الأكسجين ولا يتطلب عملية الفسفرة التأكسدية داخل الميتوكوندريا وهو يتم كليا في الهيولى.
- يتم تجديد المرافقات الإنزيمية من خلال الفسفرة التأكسدية في الظروف الهوائية التي تتم داخل الميتوكوندري

4 - الآليات المنتجة للطاقة على مستوى الميتوكوندري :

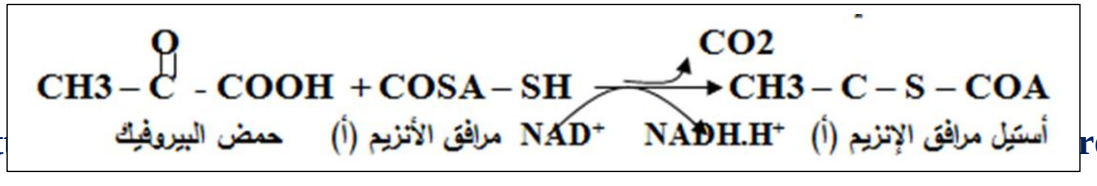
يعتبر حمض البيروفيك الناتج من التحلل السكري هو مادة الايض الذي يتعرض للتفكيك على مستوى الميتوكوندري ، وبالضبط على مستوى الحشوة خلال المراحل التالية :

❖ **الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس :**

➢ يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم-أ- و هذا بـ :

❖ نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO_2 E. (CO_2= 0)

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



➢ **حلقة كريبس :**

❖ يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ـ أ ـ مع مستقبل رباعي الكربون C4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C6)

❖ يطرأ على المركب C6 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 C4 و فسفرة الـADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي(Pi).

❖ ـ ينتج عن كل حلقة (حلقة كربس)

❖ - جزيئتان من CO_2

❖ - جزيئة واحدة من ATP

❖ - جزيئة واحدة من FADH2

❖ - ثلاث جزيئات من $NADH,H^+$

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

➢ **الفسفرة التأكسدية :**

• تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري

➢ - تعطي النواقل المُرجعة ($NADH,H^+$) و (FADH2) الإلكترونات لسلسلة الأكسدة و الإرجاع ،التي تكون فيها مختلف النواقل مرتبة حسب كمون الأكسدة و الإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية.

➢ - يكون ثاني الأكسجين (O2) 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 الـ ATP سنتيتاز .

➢ - تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي **(Pi)**

في مستوى الكرات المذنبة

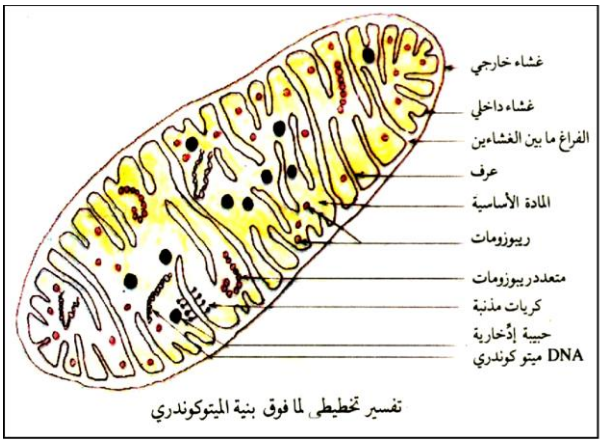
➢ **إنها الفسفرة التأكسدية.**

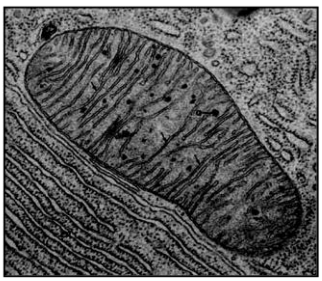
$$ADP + PI \longrightarrow ATP + H2O$$

ATP سنتيتاز

التمرين الثاني

1 - رسم تخطيطي لما فوق بينة الميتوكوندري





وصف بنية الميتوكوندري من خلال الوثيقة : الميتوكوندري عضية عصوية طولها 0.5 إلى 2 ميكرون وقطرها 0.1 إلى 0.5 ميكرون محاطة بغشائين بينهما فراغ يرسل الغشاء الداخلي إلى الداخل أعراف تحمل كريات مذنبة ويحصر مادة أساسية تحتوي على ريبوزومات و DNA ومواد ادخارية

2 - أن للميتوكوندري بنية مقسمة إلى حجرات وهي : الفراغ بين الغشائين والمادة الأساسية.

3 – أ - العلاقة بين تطور تركيز H^+ في الوسط وإنتاج لـ ATP بين الزمنين t1 وt2 وتوقفه بعد الزمن t2 (الوثيقة 1 الشكل أ):

- **بين الزمنين t1 وt2 :** يعود انتاج ATP الى تدفق H^+ من المادة الاساسية الى الوسط الخارجي عبر السلسلة التنفسية فيتشكل تدرج في تركيز H^+ التي تعود الى المادة الاساسية عبر الكريات المدنبة مما يؤدي الى تركيب الـ ATP.
- **بعد الزمن t2 :** عند اضافة مادة Fccp يصبح الغشاء الداخلي نفود للبروتونات مما يؤدي الى غياب تدرج البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي ، وبالتالي عدم تركيب الـ ATP من طرف الكريات المدنبة .

ب- تفسير تطور تركيز الأوكسجين وعلاقته بوظيفة الغشاءالداخلي للميتوكوندري :

- **عند اضافة $NADH.H^+$ في الزمن t1** تزداد سرعة انخفاض O_2 في الوسط ، نفسر ذلك بانتقال الالكترونات من $NADH.H^+$ عبر نواقل للالكترونات المشكلة للسلسلة التنفسية الى المستقبل النهائي O_2 الذي يرجع الى H2O وبالتالي انخفاض تركيزه.
- **عند اضافة ADP** تزداد سرعة انخفاض O_2 في الوسط ، نفسر ذلك بزيادة سرعة تركيب ATP من طرف الكريات المذنبة انطلاقا من ADP، يؤدي ذلك الى زيادة اشتغال السلسلة التنفسية واستهلاك اكثر لـ O_2..
- **عند اضافة KCN** يبقى تركيز O_2 ثابتا في الوسط ، نفسر ذلك بعدم اشتغال السلسلة التنفسية نتيجة كبح ناقل الالكترونات T5

ج – إسم الآلية التي أدت إلى تشكل الـ ATP : الفسفرة التأكسدية

المعادلات كميائية:

- اكسدة النواقل المرجعة :

نازعات الهيدروجين

$$RH2 \text{ ----------} > R + H^{2+} + 2e$$

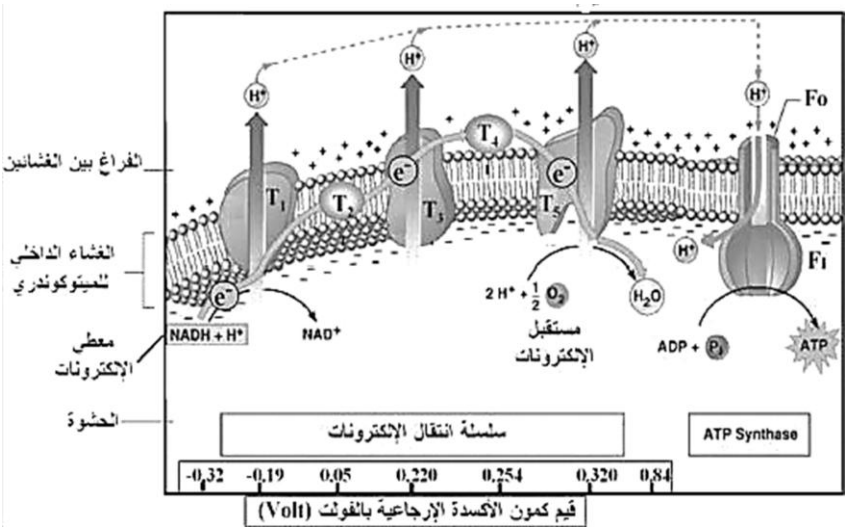
- **ارجاع الاوكسجين :**

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

- **فسفرة الـ ADP الى الـ ATP**

$$ADP + Pi \xrightarrow{\text{سنتتاز ATP}} ATP$$

4 - رسم تخطيطي وظيفي يوضح الآلية المدروسة



التمرين الثالث

I - 1 - التعرف على البنيات A و B :

- **البنية A :** تمثل الهيولى الأساسية
- **البنية B :** تمثل الميتوكوندري

التجربة1 :

2 - تحلل النتائج المبينة في الجدول :

- في t1 : ينخفض الاشعاع في وسط الزرع ويظهر في الوسط A داخل الغلوكوزبكميات مرتفعة.
- في t2 : اختفاء الاشعاع الداخل في الغلوكوز وظهوره في حمض البيروفيك في الوسط A والوسط B.
- في t3 : يختفي الاشعاع من حمض البيروفيك في الوسط A ، ويزداد في الوسط B . مع ظهور الاشعاع في وسط الزرع داخل CO_2.
- في t4 : يختفي الاشعاع من الوسط B ويزداد في وسط الزرع داخل CO_2

3 - تفسير هذه النتائج :

الغلوكوز يدخل إلى الخلية و يفكك داخل الهيولى الأساسية إلى حمض البيروفيك هذا الأخير يدخل إلى الميتوكوندري لتتم أكسدته و انتزاع الكربون على شكل CO_2الذي يغادر إلى خارج الخلية.

4 - التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث في :

أ - في الوسط A :(السيتوبلازم)

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

ب - في الوسط B : (الحشوة)

$$2Ac.pyruvique + 2ADP + 2Pi + 8NAD + 2FAD \dashrightarrow 6CO_2 + 2ATP + 8NADH + 2FADH_2$$

التجربة 2 : تحليل النتائج :

- قبل t1 : يلاحظ ثبات نسبة O2 لعدم أستهلاكه لغياب الميتوكوندري .
- في t1 : عند إضافة الميتوكوندري يلاحظ تناقص معتبرة للـ O_2 ، فالميتوكوندري تستهلك O_2.
- في t2 : عند إضافة ADPوPi يلاحظ تناقص كبير للـ O_2 ، فتفاعلات تركيب الـ ATP من طرف الميتوكوندري تستهلك كمية كبيرة من O_2 عند توفر ADPوPi.
- في t3 : عند إضافة الاوليغوميسن يلاحظ ثبات تركيز O_2 لعدم استهلاكه .

الفرضية :

يرتبط إنتاج الـ ATP بتفاعلات الأكسدة التنفسية على مستوى الميتوكوندري ، يؤثر الاوليغوميسين على تفاعلات الفسفرة التأكسدية المؤدية إلى إنتاج الـ ATP .

التجربة 3 :

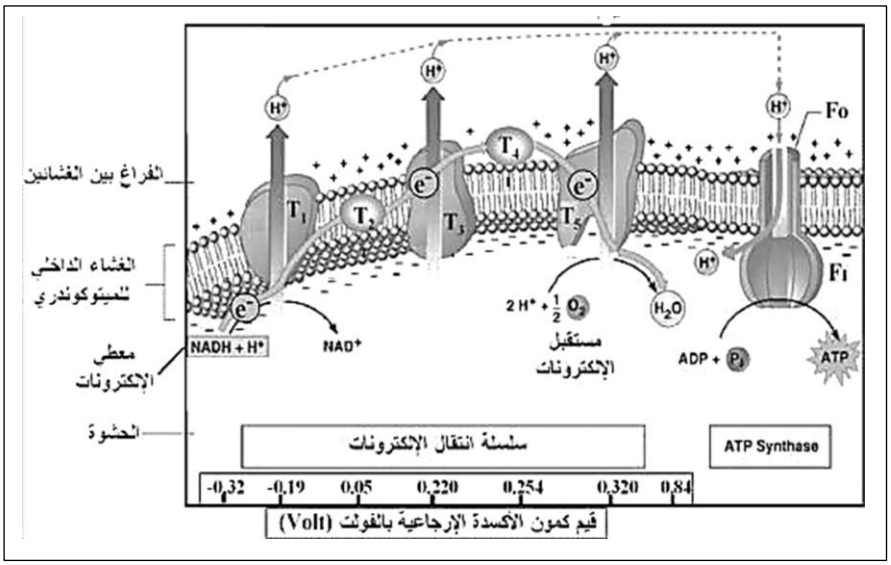
تؤثر مادة الأليغوميسين على مستوى الكريات المذنبة ، بحيث نلاحظ عدم انتاج الـ ATP في الوسط الذي لا يحتوي على الكريات المذنبة وفي الوسط الذي يحتوي على مادة الأوليغوميسن .

التجربة 4:

المعلومات الإضافية :

- الميتوكوندري لا تستعمل الغلوكوز بل تستعمل حمض البيروفيك .
- تشكل الـ ATP يتطلب تدرج في تركيز H^+ على مستوى الفراغ بين الغشائين والحشوة .
- تشكل الـ ATP يتطلب نواقل مرجعة مثل $NADH.H^+$.
- تشكل الـ ATP يتطلب توفر O2 اللازم لاكسدة حمض البيروفيك.
- تشكل الـ ATP يتطلب سلامة الكريات المذنبة (من التجربة3) .
-

II - رسم تخطيطي وظيفي متقن ، بين الآلية المؤدية إلى تركيب الـ ATP على مستوى ا لعضية الميتوكوندري (الفسفرة التأكسدية)



التمرين الرابع

I- 1- تعرف على العضية X : هي الميتوكوندري

2- تفسير النتائج المحصل عليها في التجربة 1:

- انخفاض في نسبة مادة الأيض نتيجة أكسدته على مستوى الميتوكوندري حيث يتم انتزاع الكربون على شكل CO_2 الذي ارتفع في الوسط و انخفاض الأكسجين نتيجة استهلاكه كمستقبل نهائي للالكترونات المنتزعة من مادة الأيض و الطاقة الناتجة عن انتقال الالكترونات تسبب دخول البروتونات من الحشوة إلى الفراغ بين غشائين و أثناء رجوعها إلى الحشوة تساعد على الفسفرة التأكسدية أي انخفاض ADP و Pi و ارتفاع في نسبة ATP .

3 - استخلص طبيعة الاستقلاب (الأيض) الذي يتم على مستوى العضي X :

- التأكسدات التنفسية

4 - تفسير النتائج المحصل عليها في التجربة 2:

- انخفاض في نسبة مادة الأيض نتيجة أكسدته على مستوى الميتوكوندري حيث يتم انتزاع الكربون على شكل CO_2 الذي ارتفع في الوسط و انخفاض الأكسجين نتيجة استهلاكه كمستقبل نهائي للالكترونات المنتزعة منمادة الايض أما ثبات نسبة ADP و Pi و غياب ATP فيفسر بغياب الكريات المذنبة أي عدم مرور البروتونات من الفراغ بين غشائين إلى الحشوة و بالتالي غياب الفسفرة التأكسدية.

5 - دور الكريات المذنبة:

دورها هو فسفرة ADP إلى ATP أي الفسفرة التأكسدية.

II - 1 – التعرف على المراحل الممثلة في الأشكال (أ),(ب)و(ج) من الوثيقة (2):

- الشكل (أ) : هدم الغلوكوز(في الوسط الهوائي والوسط اللاهوائي)
- الشكل (ب) : الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس (تكوين الاستيل المرافق الانزيمي أ) + حلقة كريبس .
- الشكل (ج) : تمثل الفسفرة التأكسدية.

2 - تحديد المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مرحلة من مراحل الوثيقة (2) :

- **الشكل (أ) :هدم الغلوكوز :** التخمر الكحولي (التحلل السكري مع هدم حمض البيروفيك في غياب O2 مقره الهيولى)
- **التنفس :** (التحلل السكري مقره الهيولى الاساسية) +(التأكسدات التنفسية ومقرها الميتوكوندري)
- **الشكل (ب):** مقرها المادة الاساسية (الحشوة)
- **الشكل (ج) الفسفرة التأكسدية :** الغشاء الداخلي للميتوكوندرية

3 – تلخيص كل مرحلة من هذه المراحل بمعادلات كيميائية إجمالية .

- **الشكل (أ) :**

- **التخمر الكحولي :**

$$\text{Glucose} + 2ADP + 2Pi \longrightarrow 2\ \text{Ethanol} + 2ATP + 2CO_2$$

- **التنفس :**

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O + E\ (\text{طاقة})$$

- **الشكل (ب) :**

- **المرحلة التحضيرية لحلقة كريبس :**

$$\text{Acide pyruvique} + CoA\text{-}SH + NAD^+ \longrightarrow \text{Acetyl-CoA} + CO_2 + NADH,H^+$$

- **حلقة كريبس :**

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

- **الشكل (ج) :**

- **الفسفرة التأكسدية :**

TH_2 ----------> $T + 2H^+ + 2e^-$

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

ADP +Pi —ATP Synthase→ ATP

4 - حساب الحصيلة الطاقوية لهدم جزيئة واحدة من الغلوكوز.

يتطلب حساب الحصيلة الطاقوية الإجمالية للهدم الكلي لجزيء واحد من الغلوكوز إلى CO_2 و H_2O في الظروف الهوائية (التنفس) تحديد ما يلي:
1) عدد جزيئات ATP التي يتم تركيبها بصورة مباشرة.
2) عدد جزيئات ATP التي يتم تركيبها في الفسفرة التأكسدية نتيجة لأكسدة المرافقات الإنزيمية $NADH,H^+$ و $FADH_2$ الناتجة في الهيولى أو داخل الميتوكوندري.

	عدد ATP المباشرة	عدد $NADH,H^+$	عدد $FADH_2$
التحلل السكري (الهيولى)	2	2	0
حلقة كريبس (+الخطوة التحضيرية)	2	2 + 6	2
الفسفرة التأكسدية		أكسدة 10 $NADH,H^+$	أكسدة 2 $FADH_2$
حصيلة عدد ATP	4	30	4
الحصيلة الإجمالية	38ATP		

التمرين الخامس

1- تحديد موقع التفاعلات (تفاعلات هدم الغلوكوز وإنتاج ATP) التي تتطلب O_2 وموقع التفاعلات التي لا تتطلب O_2:
- التفاعلات التي لا تتطلب ثنائي الأوكسجين تتم في مستوى الهيولى الاساسية.
- التفاعلات التي تتطلب ثنائي الأوكسجين تتم في مستوى الميتوكوندري.

2- تفسير النتائج المحصل عليها في الوثيقة 1 في حالة إنتاج ATP عن طريق ظاهرة التنفس:
توظيف تتالي التفاعلات التنفسية الممثلة في الوثيقة 2 لتفسير النتائج التجريبية المحصل عليها الممثلة في الوثيقة 1:
- **في الزمن t1 :** إضافة الغلوكوز لم تصحب باستهلاك O2 وبإنتاج ATP لكون الغلوكوز لا يستعمل مباشرة من طرف الميتوكوندري بل يتم انحلاله في الهيولى الاساسية.
- **في الزمن t2 :** يعود تزامن إضافة حمض البيروفيك واستهلاك ضئيل لـ O2 وإنتاج ضعيف لـ ATP، إلى انطلاق الأكسدة التنفسية ولكن كون كمية ADP + Pi محدودة جعل تطور تركيز هاتين المادتين ضعيفا.
- **في الزمن t3 :** يعود الانخفاض السريع لتركيز O2 إلى استهلاكه إثر تفاعلات الأكسدة التنفسية التي تتجلى في إعادة أكسدة مستقبلات الإلكترونات والبروتونات المقترنة بالفسفرة التأكسدية الذي يسمح بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في هذه المستقبلات إلى طاقة كامنة في ATP انطلاقا من ADP + Pi. وهذا يفسر الارتفاع السريع لتركيز ATP.
- **في الزمن t4 :** يفسر توقف استهلاك O2 وتوقف إنتاج ATP بعد إضافة السيانور بتوقف تفاعلات الأكسدة التنفسية الضرورية لنقل الإلكترونات إلى الأوكسجين (المستقبل النهائي للإلكترونات)، وبما أن تركيب ATP مقترن بالأكسدة التنفسية فإن توقف هذه الأخيرة يؤدي إلى توقف تركيب ATP .

التمرين السادس

1 - أ – تحليل ثم تفسير النتائج المحصل عليها .

- **التحليل :** لايحدث أي تغيير في تركيز ATP وأكسجين الوسط بعد إضافة السكروز في ز0 والجلوكوزفي ز1 ، ولكن يزداد تركيز الـ ATP بشكل نسبي ويتناقص تركيز O2 الوسط بعد إضافة حمض البيروفيك في ز2 ويكون تزايد الـ ATP وتناقص أكسجين الوسط بشكل معتبر في ز3 عند إضافة حمض البيروفيك + ADP+ Pi ، أما في ز4 فيتوقف تزايد الـ ATP وتناقص الأكسجين وذلك بإضافة مادة مثبطة للنشاط الأنزيمي .
- **التفسير :** الميتوكندي لاتستعمل السكروز والجلوكوز كمادة ايضية بل تستعمل حمض البيروفيك لتفكيكه وإنتاج الـ ATP عن طريق فسفرة ADP بوجود Pi ويتطلب هذا التفاعل وجود أنزيمات ميتوكندرية تتدخل في مراحل حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية .

الميتوكندري لا تستعمل الـ o2 بوجود السكروز والجلوكوز بينما تستعمله في وجود حمض البيروفيك شريطة وجود Pi و ADP وهذا النشاط يتطلب وجود أنزيمات .

2 – أ - مقارن النتائج قبل وبعد إضافة الـ

- **المقارنة:**

قبل اضافة الـ o2 كانت نسبة الـ ATP منعدمة وبعد إضافة الـ O2 ارتفع تركيز الـ ATP بشكل كبير .

- **الاستنتاج :** يتطلب إنتاج الـ ATP من طرف الميتوكندري توفر الـ O2 .

ب – العلاقة التي تربط الاكسجين وإنتاج الـ ATP .

- يؤثر الـ O2 بطريق غير مباشر على النواقل المرجعة وبالتالي تتأكسد معطية الكترونات تنتقل عبر السلسلة التنفسية ، وبروتونات تعبر إلى الفراغ بين غشائي محدثة فرقا في تدرج تركيز البروتونات (+H) وبالتالي تنتقل عبر الكريات المذنبة مؤدية إلى فسفرة ADP وإنتاج الـ ATP .

3 - أ – تفسير اختلاف وظيفة الغشائين الخارجي والداخلي :

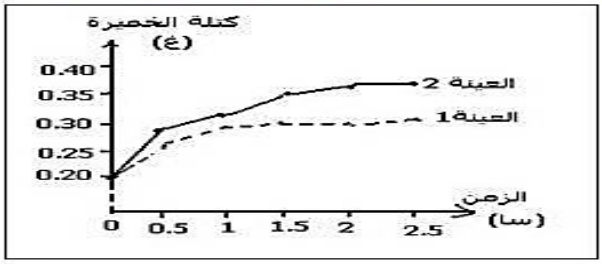
- يحتوي الغشاء الداخلي مقارنة بالغشاء الخارجي على نسبة كبيرة من البروتينات الغشائية وأنزيمات تركيب الـ ATP وبالتالي فهو مقر ا للسلسلة التنفسية والفسفرة التأكسدية .

الغشاء الخارجي يشبه بنية الغشاء السيتوبلازمي فهو إذا يسمح بالتبادلات بين الهيولى والميتوكندري .

4 - ب – التفاعل المنتج للـ ATP انطلاقا من الجلوكوز :

$$C_6H_{12}O_6+2ADP+2Pi+2NAD^+ \longrightarrow 2CH_3COCOOH+2ATP+2NADH.H^+$$

أ- رسم المنحنى :



الظاهرة : العينة 1 : التخمر
العينة 2 : التنفس

ب – التفاعل الاجمالي لكل ظاهرة :

التخمر :

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{2ADP+2Pi \quad 2ATP} 2C_2H_5OH+2CO_2$$

التنفس:

$$C_6H_{12}O_6+6O_2+6H_2O \longrightarrow 6CO_2+12H_2O$$

$$38ADP+38Pi \longrightarrow 38ATP$$

ج - التفسير : تتعلق كتلة الخميرة المتشكلة بكمية الطاقة الموفرة .
العينة 1 : انتاج ضعيف للطاقة يؤدي الى تكاثر ضعيف الخميرة .
العينة 2 : انتاج كبير للطاقة يؤدي الى تكاثر مهم للخميرة

التمرين السابع

I- 1 تحليل المنحنيين :

منحنى الشكل(أ) :

- ز= 0سا الى6سا : في البداية يلاحظ تباث كتلة الخميرة ، وابتداءمن الساعة4 يلاحظ زيادة معتبرة في الكتلة الحيوية لتصل الى 0.7 غ/ل عند الساعة6 .
- بعد الساعة 6 يلاحظ زيادة طفيفة في كتلة الخميرة ، وابتداء من الساعة 16 يلاحظ زيادة معتبرة وسريعة في كتلة الخميرة لتصل الى 1.6 غ/ل عند الساعة20.

منحنى الشكل(ب) :

- خلال الساعة الاولى يلاحظ ثبات كل من تركيز الجلوكوز والايثانول
- ابتداء من الساعة2 : يلاحظ انخفاض سريع في تركيز الجلوكوز الى ان ينعدم عند الساعة 8 ، يقابله ارتفاع في تركيز الايثانول لتصل الى قيمة قصوى تقدر بـ 5غ/ل عند الساعة 8 .
- بعد اختفاء الجلوكوز في الساعة8 ،يبدأ تناقص تركيز الايثانول الى ان ينعدم عند الساعة20 من بداية التجربة.

2 – الظاهرة التي قامت بها الخميرة والتي تفسر المرحلة الأولى من النتائج :

- التخمر الكحولي
- **المعادلة الكيميائية :** $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ CH_3CH_2OH + 2\ ATP$

3 – الفرضية :

- خلال المرحلة الثانية عند نفاد الجلوكوز يلاحظ استمرار نمو الخميرة مما يعني توفر طاقة كافية لنموها ، كم نلاحظ انخفاض تركيز الايثانول خلال هذه الفترة وبالتالي الفرضية هي "استعمال الخميرة لجزيئات الايثانول كمادة ايضية للحصول على الطاقة"

II – 1 – أ – تحليل منحنى الوثيقة (1) :

- أدت إضافة شحنة من الأكسجين إلى زيادة معتبرة و بسرعة في تركيز ال H^+ في الوسط الخارجي أي انخفاض قيمة الوسط الخارجيPH(من 0 لتقارب60 X 10^{-9}مول) ثم تتناقص تدريجيا إلى أن تنعدم عند الزمن 300ثانية.

ب – تفسير النتائج المحصل عليها:

- بعد إضافة O2 مباشرة يلاحظ ارتفاع سريع للبروتونات في الوسط الخارجي : يفسر ذلك بخروج البروتونات +H الناتجة عن أكسدة النواقل TH,H^+ من داخل الماتريس (الحشوة) الى الفراغ بين الغشائين ثم منه الى الوسط الخارجي لان الغشاء الخارجي نفود للبروتونات.
- انخفاض تركيز البروتونات التدريجي والبطيء في الوسط الخارجي : يفسر بدخول البروتونات من الوسط الخارجي الى الداخل أي الى الحشوة عبر الكريات المدنبة مرورا بالفراغ بين غشائين.

جـ –الاستنتاج :

- O2 يحفز اكسدة النواقل +TH,H في الحشوة ، يرافق أكسدة النواقل المرجعة خروج البروتونات من المادة الأساسية نحو الوسط الخارجي و تراكمها (تولد تدرج في تركيز H^+ عل جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري) .

2 – أ - تعليل تسمية" سلسلة أكسدة و إرجاع:"

- لأنه يتم على مستوى هذه السلسلة تتالي تفاعلات الأكسدة و الإرجاع بنقل بروتونات و إلكترونات من ناقل غشائي إلى آخر على امتداد السلسلة مرتبة حسب كمون ألأكسدة و الإرجاع متزايد.

3 – استغلال الوثيقة3 :

- **مصدر الالكترونات و البروتونات التي يتم نقلها على مستوى الأغشية:**
اكسدة النواقل المرجعة: NADH,H+ او $FADH_2$
- **الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل الالكترونات :**
من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع أي وفق تدرج كمون الأكسدة الإرجاعية
- **مصير الالكترونات و البروتونات في نهاية سلسلة النقل:**
يكون ثاني الأكسجين (O2) المستقبل النهائي للإلكترونات في السلسلة التنفسية. يرتبط ثاني الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء.

جـ - التفاعلين الكيميائيين الأول والأخير في هذه السلسلة:

- **التفاعل الاول : وهو اكسدة النواقل :**

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

$FADH_2 \longrightarrow FAD^+ + 2e + 2H^+$

III – 1 كتابة البيانات :

1	جلوكوز	6	Pi
2	حمض البيروفيك	7	ATP
3	T^+ (NAD^+ او FAD^+)	8	CO2
4	$TH.H^+$ ($NADH.H^+$ او $FADH_2$)	9	O2
5	ADP	10	H2O

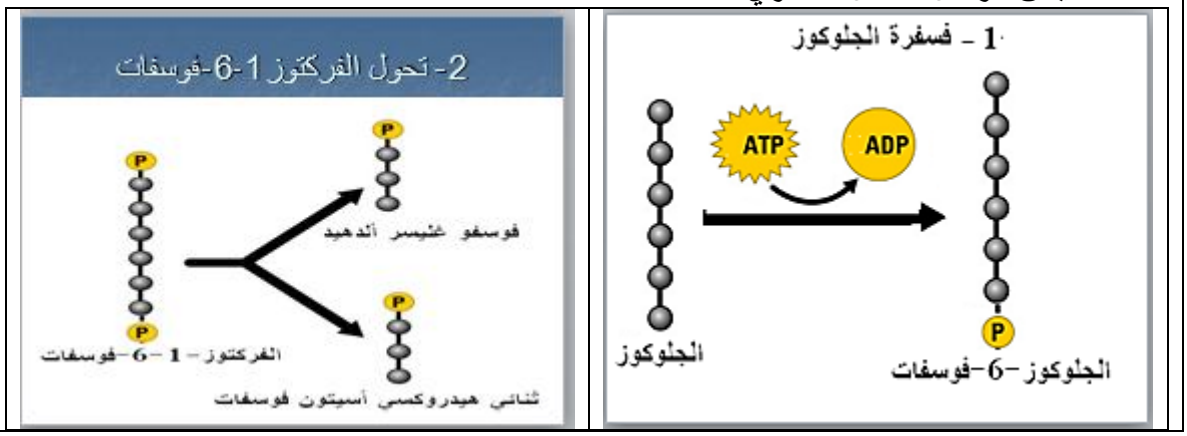
2 – التعرف على الانزيمين1و2 و حدد دوركل منهما:

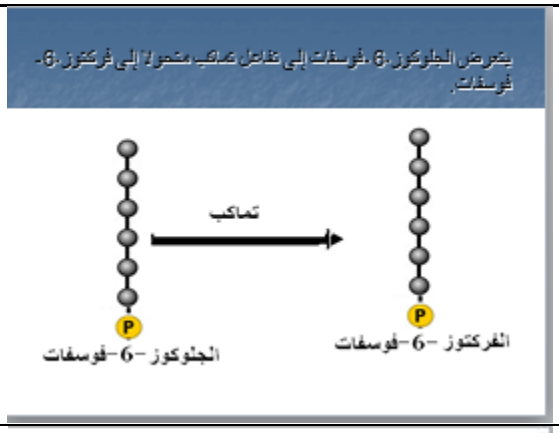
- **الانزيم1 :** الديهيدروجيناز
دوره : نزع الهيدروجين من مادة الايض (خلال تفاعلات الاكسدة والارجاع)
- **الانزيم2 :** الديكربوكسيلاز
دوره : نزع مجموعة الكربوكسيل(CO2) من مادة الايض

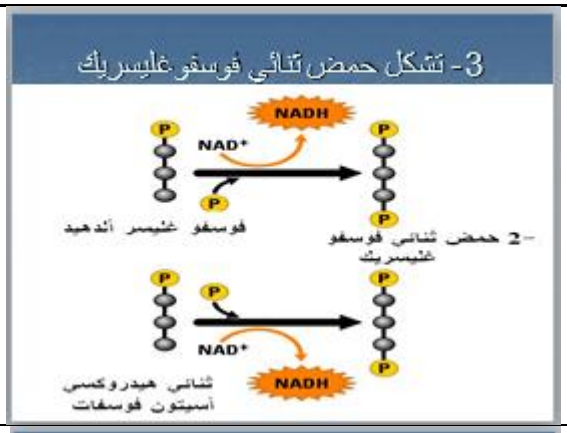
3 – التعرف على الظواهر :

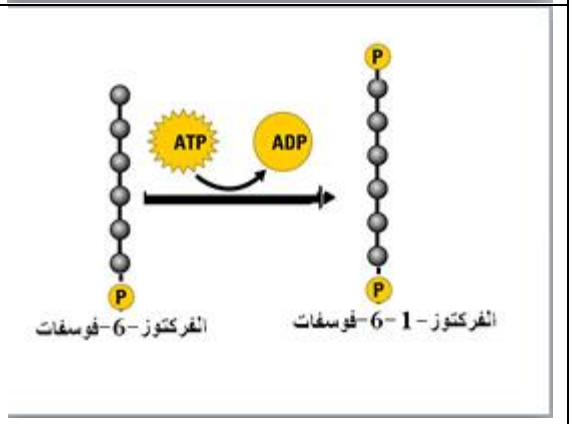
- **الظاهرة1 :** التحلل السكري ومقرها الهيولى الاساسية
- **الظاهرة2 :** الخطوة التحصيرية+حلقة كريبس ومقرها الحشوة
- **الظاهرة3 :** الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري (الاعراف)

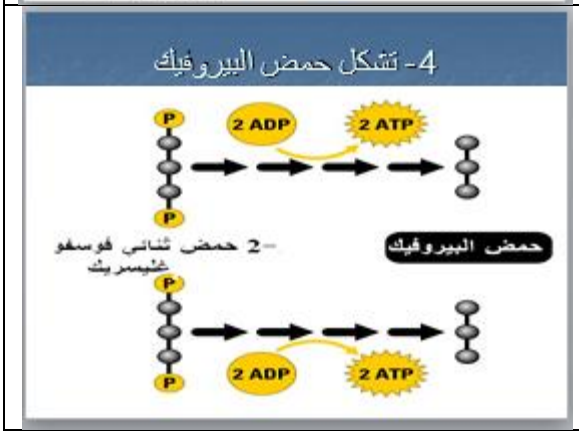
4 – تلخيص مراحل التحلل السكري :









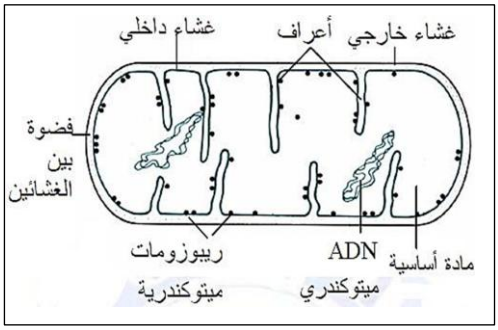


5 – $2Ac.pyruvique + 2ADP + 2Pi + 8NAD + 2FAD \longrightarrow 6CO_2 + 2ATP + 8NADH.H+ + 2FADH_2$

التمرين الثامن

I - 1 – رسم تخطيطي عليه جميع البيانات يوضح بنية الميتوكوندري.

2– الميتوكوندري ذات بنية حجيرية :



- **التعليل :** للميتوكندري بنية مقسمة إلى حجرات وهي : الفراغ بين الغشائين والمادة الأساسية.

3 – تحديد الاختلاف بين الخليتين في الوسطين الهوائي واللاهوائي :

- **في الوسط الهوائي :** تكون الميتوكوندريات كبير الحجم نسبيا و عديدة وذات أعراف نامية.
- **في الوسط اللاهوائي :** تكون الميتوكوندريات صغيرة الحجم نسبيا وقليلة العدد وذات أعراف غير نامية.

4 – معادلة كميائية للظاهرة التي تحدث في الوسط الهوائي(التنفس).

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38\ ATP + \text{حرارة}$$

5- الفرضية :

- مقر الأكسدة التنفسية هي الميتوكوندري

II – 1 – تحليل النتائج :

- **في الوسط1 :** يبقى تركيز الاكسجين ثابت تقريبا عند القيمة 9 ملغ/ل طول مدة التجربة.
- **في الوسط2 :** انخفاض تركيز الاكسجين كلما زاد الزمن ليصل الى القيمة 4ملغ/ل عند الدقيقة 9 .

2 – نعم تؤكد هذه النتائج صحة الفرضية المقترحة

- **التعليل :**في الوسط2 الذي يحتوي على الميتوكوندريات يلاحظ انخفاض تركيزالاكسجين لاستعماله في اكسدة مادة الايض ، على العكس في الوسط2 وفي غياب الميتوكوندريات يلاحظ عدم استهلاك الاكسجين وهذا يدل على عدم اكسدة مادة الايض(عدم حدوث الاكسدة التنفسية) .

3 – أ - فسر النتائج المبينة في الوثيقة (3):

الوسط الخلوي2 (هوائي):

- **$ز_0$- $ز_1$:** ظهور الجلوكوز في الهيولى ، يفسر بانتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولى.
- **في $ز_2$:** يختفي الغلوكوز نهائيا من الوسط الخارجي ويظهر حمض البيروفيك في كل من الهيولى و الميتوكوندري ، ويفسر ذلك باكسدة الجلوكوز على مستوى الهيولى وتحوله الى حمض البيروفيك الذي ينتقل من الهيولى الى الميتوكوندري.
- **في $ز_3$:** تزداد كمية حمض البيروفيك من الهيولى وظهور نواتج مشتقة من حمض البيروفيك (A.K : احماض حلقة كريبس) ، **ويفسر** ذلك باستمرار دخول حمض البيروفيك الى الميتوكوندري حيث يتأكسد هناك معطيا احماض حلقة كريبس.
- **في $ز_4$:** يختفي حمض البيروفيك نهائيا من الميتوكندري و تظهر مركبات **مشتقة** من حمض البيروفيك ، كما يظهر CO_2 في الوسط الخارجي ، يفسر ذلك بنزع مجموعة الكربوكسيل من مادة الايض (مشتقات حمض البيروفيك) بتدخل انزيمات نازعات الكربوكسيل (ديكربوكسيلاز).

الوسط الخلوي1 (لاهوائي) :

- **$ز_0$- $ز_1$:** ظهور الجلوكوز في الهيولى ، يفسر بانتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولى.
- **في $ز_2$** : ظهور حمض البيروفيك في الهيولى وعدم انتقاله إلى لميتوكندري. ويفسر ذلك باكسدة الجلوكوز على مستوى الهيولى وتحوله الى حمض البيروفيك.
- **$ز_3$-$ز_4$** : اختفاء حمض البيروفيك من الهيولى الاساسية ، يفسر ذلك بتحول حمض البيروفيك الى مشتقات اخرى (كحول الايثانول) مع تحرير CO_2.

ب – معادلة كيميائية تلخص المرحلة التي تمت في الهيولى : التحلل السكري

$$\underset{\text{غلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} + 2ADP + 2Pi + 2NAD^+ \longrightarrow \underset{\text{2 حمض بيروفيك}}{2C_3H_4O_3} + 2ATP + 2NADH, H^+$$

- **معادلة كيميائية تلخص المرحلة التي تمت في الميتوكوندري : حلقة كريبس + الخطوة التحضيرية**

$$2Ac.pyruvique + 2ADP + 2Pi + 8NAD + 2FAD \longrightarrow 6CO_2 + 2ATP + 8NADH + 2FADH_2$$

III – المخطط : يشمل :**1 -** التحلل السكري **2 -** الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس **3-** حلقة كريبس