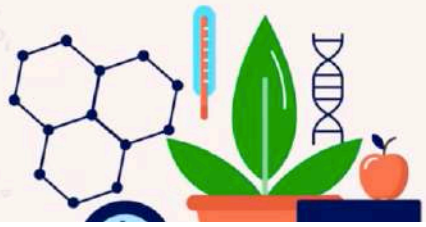
احياء مراجعة من فيديوهات الوزارة التعلم عن بعد صف ١١ علمي

تجميع شيماء الشهواني

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر العلمي

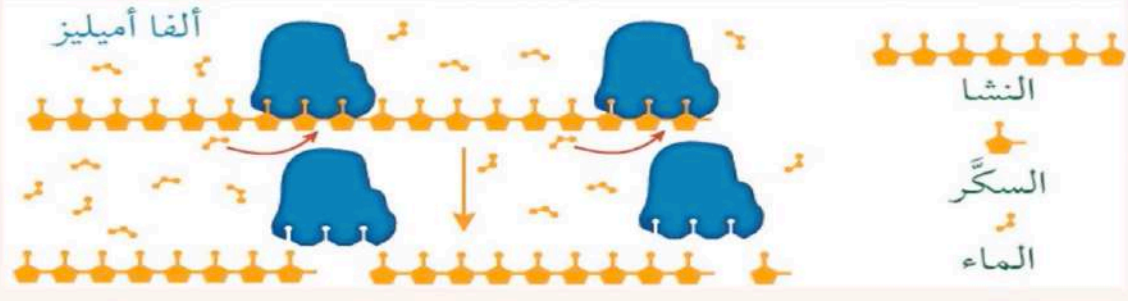


خصائص الإنزيمات وآلية عملها - 1

"التركيب الجزيئي للإنزيم وطاقة التنشيط"

إذا قمت بمضغ الخبز الأبيض لمدة دقيقة
أو أكثر سوف تبدأ تشعر بطعم حلو.
ما السبب في ذلك؟

- ✓ الخبز الأبيض مصنوع من الدقيق المكرر الذي يحتوي على أكثر من 80% نشا.
- ✓ يحتوي لعابك على إنزيم يسمّى ألفا أميليز الذي يكسر النشا إلى سكر.



❖ ما هي الإنزيمات؟

- أدوات بيولوجية تستخدمها الخلايا في العمل على الجزيئات.
- تقوم الإنزيمات بتسريع التفاعلات الكيميائية من خلال خفض طاقة التنشيط (محفّز حيوي).

تحفّز بعض الإنزيمات التفاعلات التي تفكك الجزيئات الكبيرة

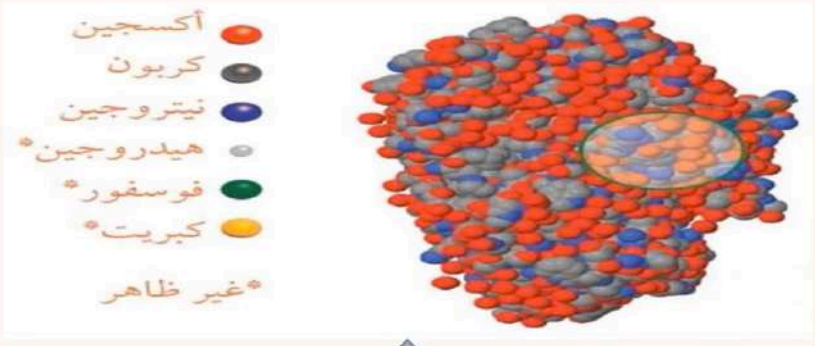
تحفّز بعض الإنزيمات التفاعلات التي تصنع جزيئات أكبر

الهدف الأول: التركيب الجزيئي للإنزيم

- الإنزيمات عبارة عن بروتينات كرويّة تحتوي آلاف الذرات.

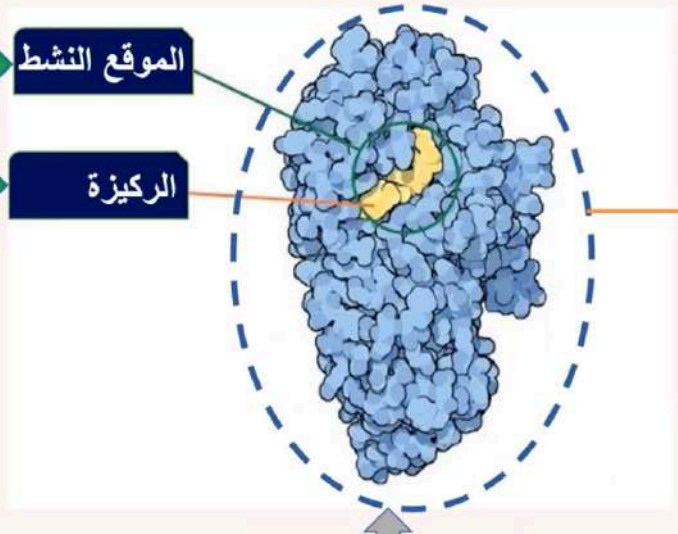
❖ ما المستوى التركيبي للإنزيم؟

✓ ثالثي



يكسّر إنزيم الألفا أميليز النشا إلى جلوكوز

التركيب الجزيئي للإنزيم



قيّم نفسك

❖ الإنزيمات في الأساس هي:

أ- دهون | ب- بروتينات | ج- كربوهيدرات | د- أحماض نووية

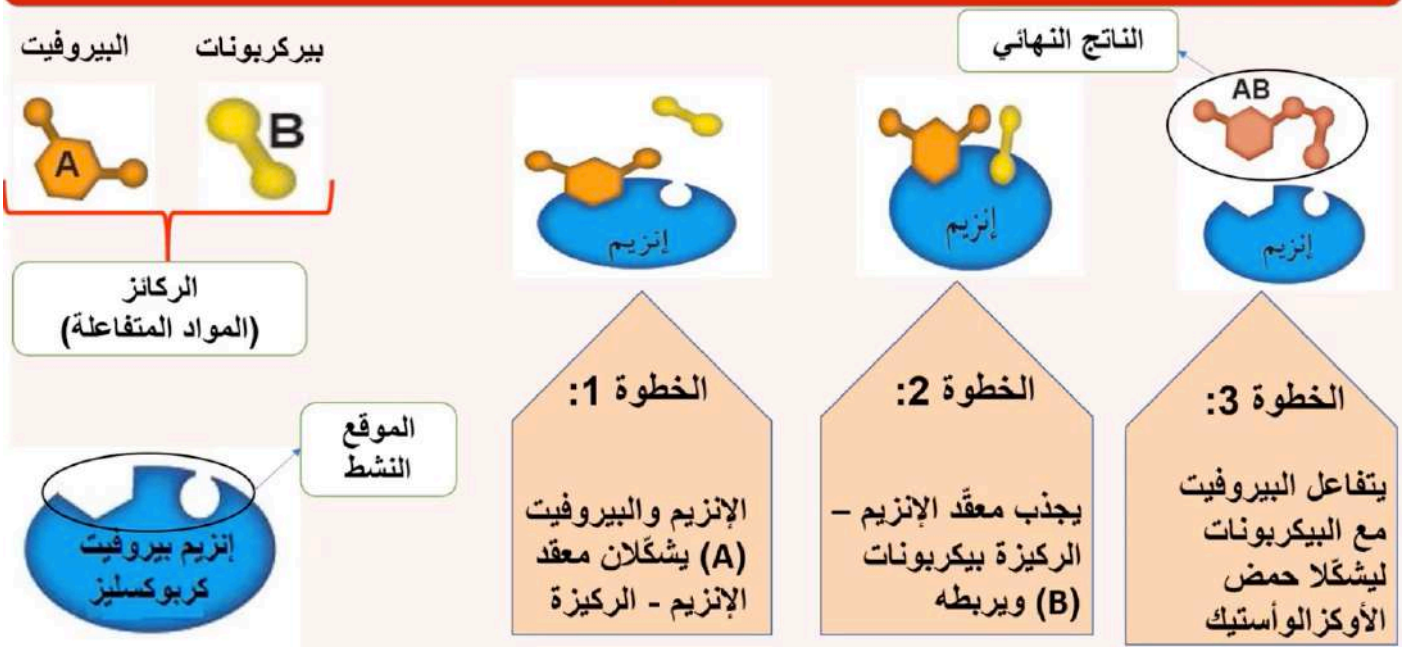
❖ ما شكل البروتينات؟

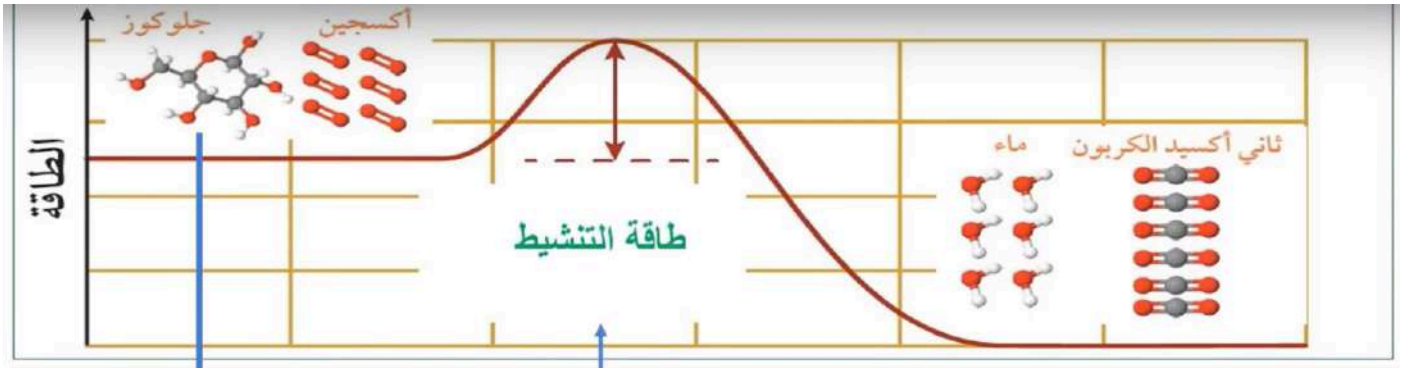
أ- خيطي | ب- ليفي | ج- كروي | د- حلزوني

❖ أي الإنزيمات التالية يكسّر النشا إلى جلوكوز؟

أ- السكريز | ب- الببتيديز | ج- المالتيز | د- الألفا أميليز

خطوات تفاعل بنائيّ محفّز إنزيميّاً





ما السبب في عدم تفكّك الجلوكوز عند درجة حرارة الغرفة؟

لأن الروابط الكيميائية يجب أن تنكسر قبل أن تتمكّن الذرات من إعادة ترتيب نفسها

الهدف الثاني: طاقة التنشيط

➢ **طاقة التنشيط:**

✓ هي الطاقة التي تُستخدم في تكسير الروابط الكيميائية الأولية.

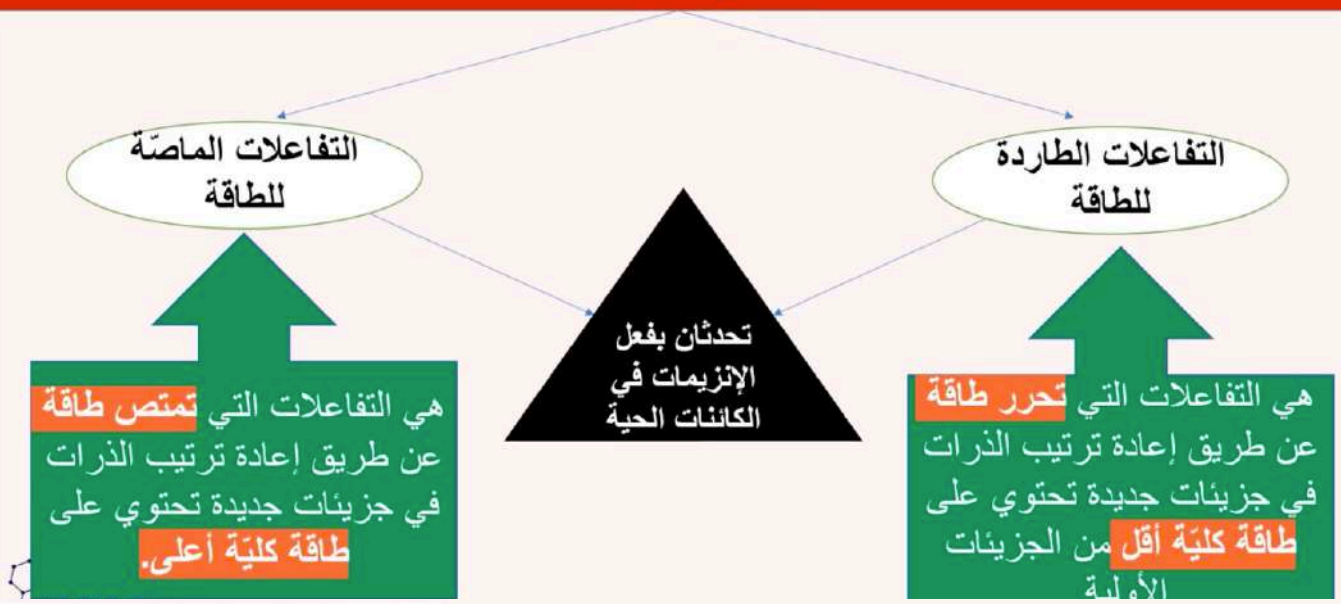
✓ الحدّ الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء حدوث التفاعل الكيميائي.

❖ **ما العلاقة بين الإنزيمات وطاقة التنشيط؟**

✓ الإنزيمات تخفّض طاقة التنشيط اللازمة لجعل التفاعلات الكيميائية تحدث.

✓ هذا يؤدي إلى تسريع التفاعل الكيميائي وحدوثه عند طاقة تنشيط أقل.

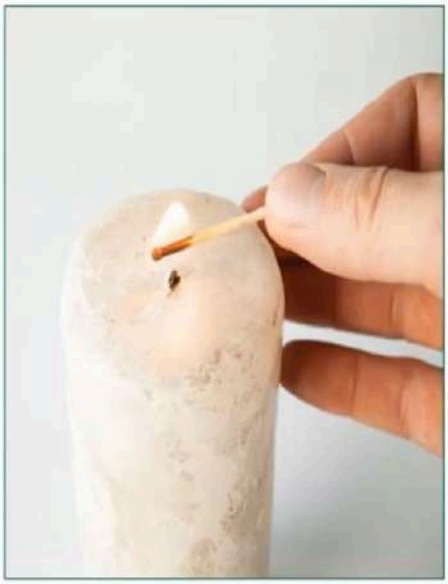
أنواع التفاعلات



❖ **ما نوع تفاعل الإشتعال؟**

✓ تفاعل طارد للطاقة

❖ **ماذا يمثل عود الثقاب في هذا التفاعل؟**



✓ توفّر شعلة عود الثقاب **طاقة التنشيط** التي ستستخدم في الفصل بين ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين لبدء التفاعل.

➢ لا يتضمّن النظام الحيوي شرارة، كما في عود الثقاب. ومع ذلك، فإن الذرّات والجُزيئات لها طاقة حرارية تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

➢ إذا كانت طاقة التنشيط كافية، فإن الطاقة الحرارية تكفي لبدء التفاعل.

➢ طوّرت الكائنات الحية مسارات تفاعل معقَّدة، تعتمد على **الإنزيمات**، **لخفض طاقة التنشيط** لكل خطوة من خطوات التفاعل.

ملخص الدرس

- الإنزيمات عبارة عن بروتينات كرويّة تحتوي آلاف الذرات.
- تقوم الإنزيمات بتسريع التفاعلات الكيميائية من خلال خفض طاقة التنشيط (محفّز حيوي).
- يكسّر إنزيم الألفا أميليز النشا إلى جلوكوز
- الموقع النشط الموقع الخاصّ الذي يرتبط به جزيء الركيزة ويتوافق معه وينتج عن ارتباط الإنزيم بالركيزة معقّد الإنزيم - الركيزة
- طاقة التنشيط هي الطاقة التي تستخدم في تكسير الروابط الكيميائية الأولية وهي لازمة لبدء التفاعل.

التقويم الختامي

❖ سؤال رقم 1 صفحة 133:

ما الفرق بين التفاعل الكيميائي الماصّ للطاقة والتفاعل الكيمائي الطارد للطاقة؟

✓ الإجابة:

- التفاعل الكيميائي الماصّ للطاقة يمتصّ طاقة فينتج جزيئات تحتوي على كمية من الطاقة أعلى من المتفاعلات الأولية.
- التفاعل الكيميائي الطارد للطاقة يحرر الطاقة ويُنتِج جزيئات لها طاقة أقل من طاقة المتفاعلات الأولية.

❖ سؤال رقم 3 صفحة 133:

وضّح لماذا يمكن تسمية الإنزيمات "أدوات" حيوية.

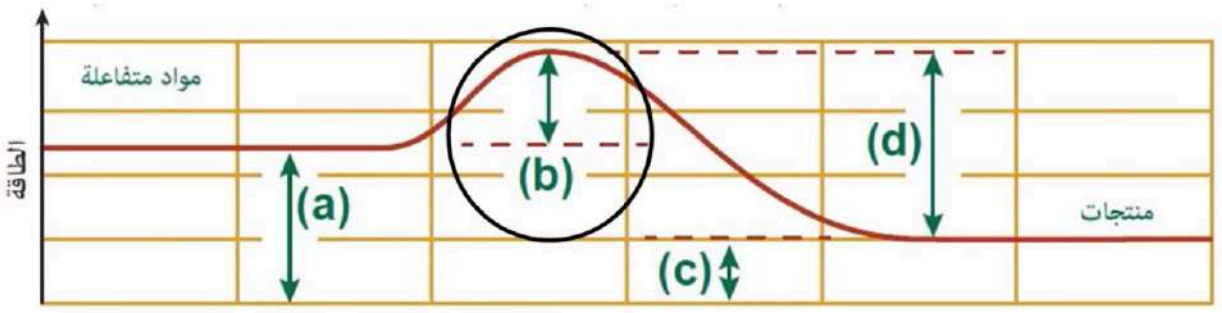
✓ الإجابة:

يمكن للإنزيمات أن تعمل مثل أداة تلتقط الجزيئات وتوجهها بطريقة خاصة نحو موقعها النشط.

التقويم الختامي

❖ سؤال رقم 2 صفحة 133:

أيّ كميّة من الكميات الآتية في الرسم البياني تمثّل طاقة التنشيط لتفاعل كيميائي؟



التقويم الختامي

❖ سؤال رقم 5 صفحة 133:

عرف المصطلحات الآتية في ضوء دراستك لموضوع الإنزيمات:

a. الموقع النشط:

✓ جزء الإنزيم (البروتين) الذي يرتبط بجزيء الركيزة.

b. الركيزة:

✓ الجزيء الهدف الذي يعمل عليه الإنزيم (المادة المتفاعلة)

c. معقد الإنزيم – الركيزة:

✓ المركب الناتج من ارتباط الإنزيم بالركيزة ويثبت جزيء الركيزة في مكانه لبدء التفاعل الكيميائي.

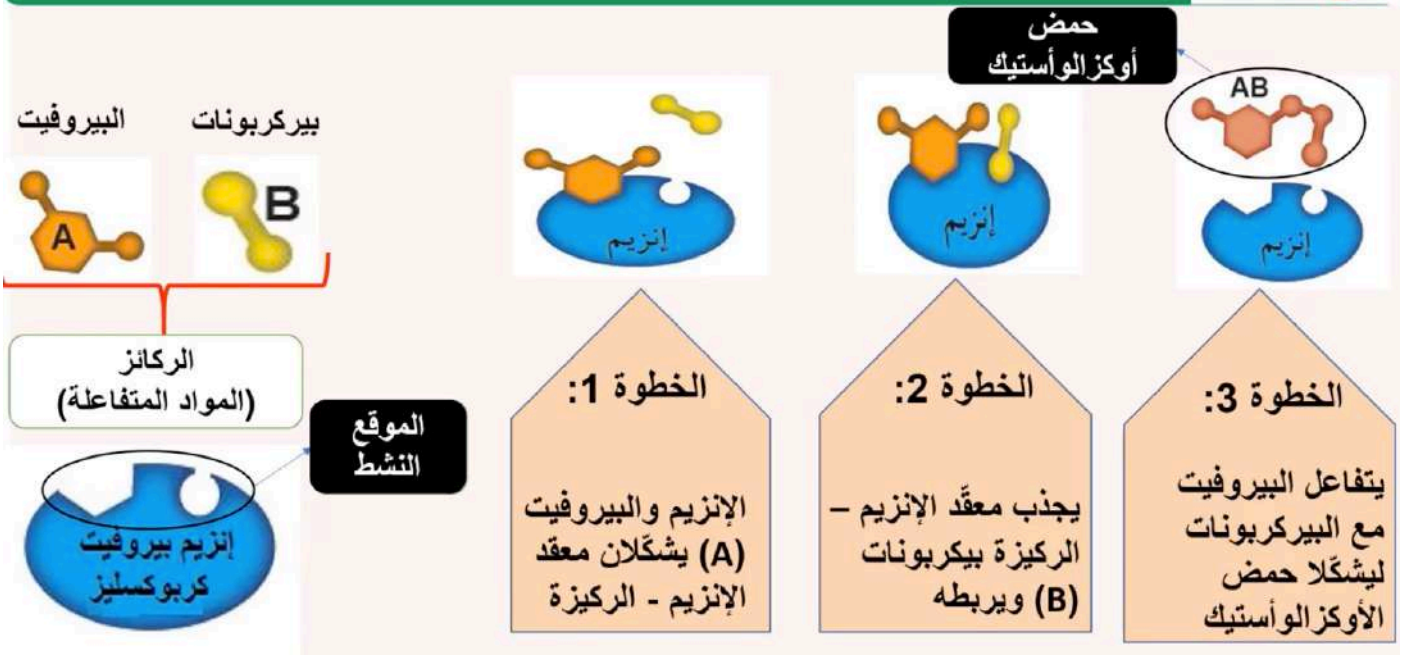
❖ سؤال رقم 21 صفحة 147:

وضّح العلاقة بين الإنزيمات والأحماض الأمينية.

✓ الإجابة:

الإنزيمات بروتينات، والبروتينات تتكون مونومرات من الأحماض الأمينية المترابطة بروابط ببتيدية.

التقويم الختامي



وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر العلمي

خصائص الإنزيمات وآلية عملها - 2

"الإنزيمات محفزّات حيوية ـ التخصّصية في عمل الإنزيمات"

الإنزيمات محفزات حيوية

➢ المحفّز: مادة كيميائية تشارك في التفاعل ولكنّها لا تتغيّر جراء هذا التفاعل.

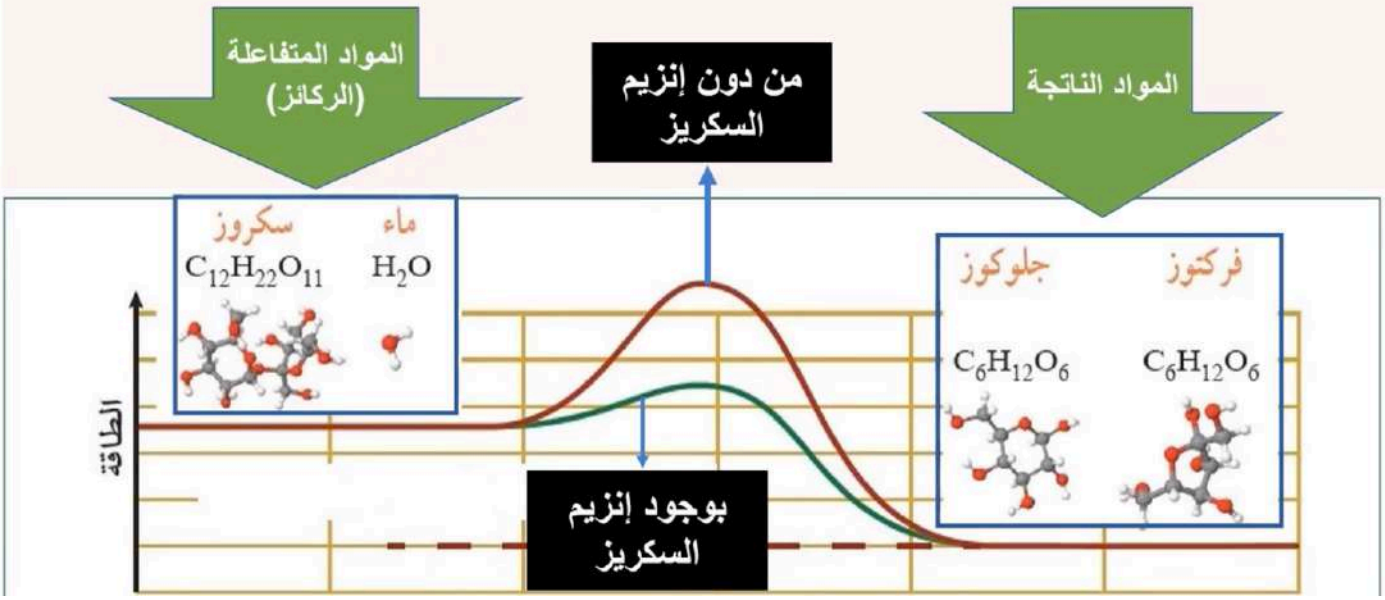
❖ ما الوظائف التي يؤديها المحفز؟

✓ 1- خفض طاقة التنشيط للتفاعل

✓ 2- خفض طاقة التنشيط الخاصّة بمسار محدّد واحد للتفاعل

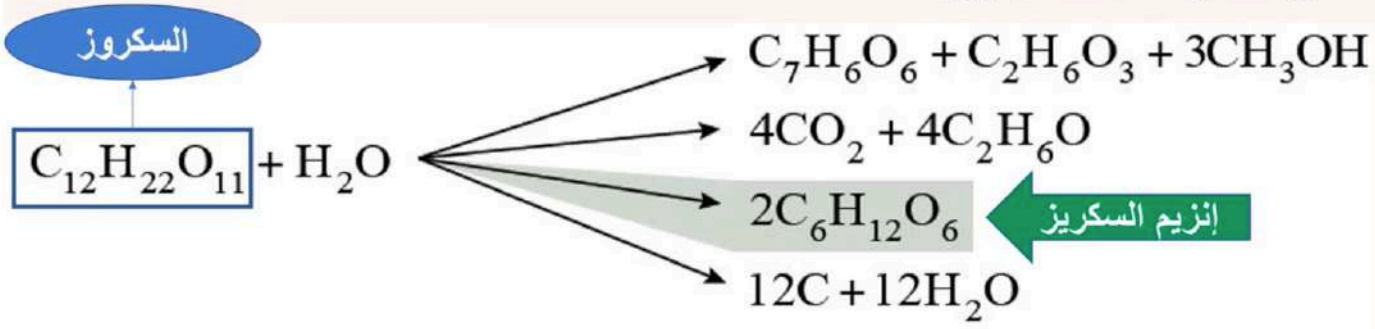
الإنزيمات تخفّض طاقة التنشيط للتفاعل.

➢ من خلال خفض طاقة التنشيط، تحدث التفاعلات بسرعة تفوق مليون مرة سرعة التفاعل غير المحفّز.



الإنزيمات تخفّض طاقة التنشيط الخاصة بمسار واحد محدد.

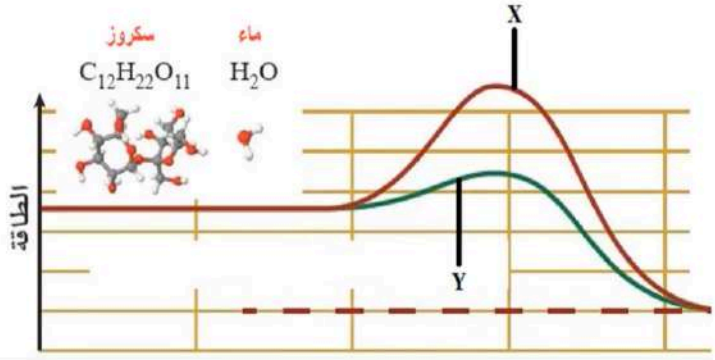
- الإنزيم المحفّز يختار مسار تفاعل واحداً بكفاءة عالية ويخفّض طاقة التنشيط لهذا التفاعل دون سواه من المسارات الممكنة الأخرى.



- يقوم إنزيم السكريز بخفض طاقة التنشيط للتفاعل كما يوجّه التفاعل نحو مسار محدد دون غيره وهو تحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز.

قيّم فهمك

❖ مستعينا بالشكل التالي الذي يمثل تفاعل تفكّك السكروز أجب عن الأسئلة التالية:



أ- ما اسم الإنزيم الذي يعمل في هذا التفاعل؟

✓ إنزيم السكريز.

ب- ما ناتج هذا التفاعل؟

✓ جلوكوز وفركتوز

ج- إلى ماذا تشير كل من المنحنيات المشار إليها بالرموز (X) و (Y)؟

✓ المنحنى X: يشير إلى التفاعل من دون وجود إنزيم السكريز (طاقة تنشيط أعلى).

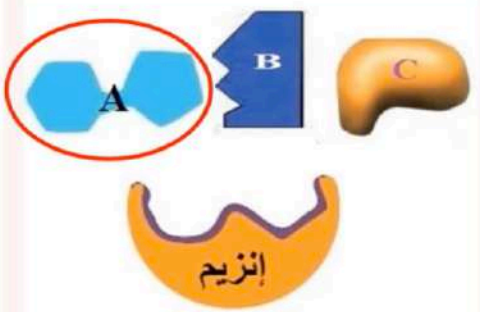
✓ المنحنى Y: يشير إلى التفاعل مع وجود إنزيم السكريز (طاقة تنشيط أقل).

التخصّصية في عمل الإنزيمات

- الإنزيمات متخصصة جدا في عملها، عادةً يحفّز إنزيم معيّن تفاعلا كيميائياً محدداً أو مجموعة من التفاعلات الوثيقة الصلة.
- يعتقد علماء الأحياء بوجود أكثر من 1300 نوع من الإنزيمات في الخلية البشرية الواحدة.

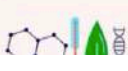
❖ من أين تأتي خصوصية الإنزيم؟

✓ من شكل الأحماض الأمينية التي تشكّل الموقع النشط وتسلسلها.



- يمكن أن تكون الفروق بين الإنزيمات من حيث كونها:

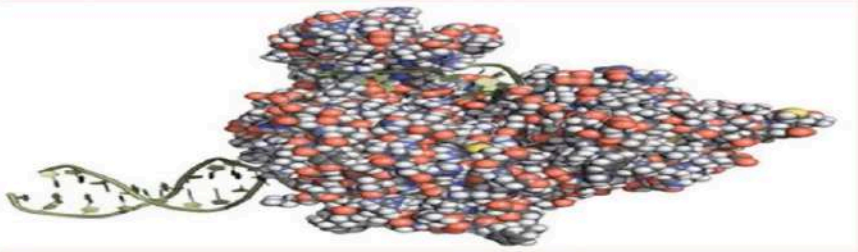
1- حمضية أو قاعدية
2- محبة للماء أو كارهة للماء
3- ذات شحنة موجبة أو سالبة أو متعادلة الشحنة



أمثلة على تخصّص عمل الإنزيمات

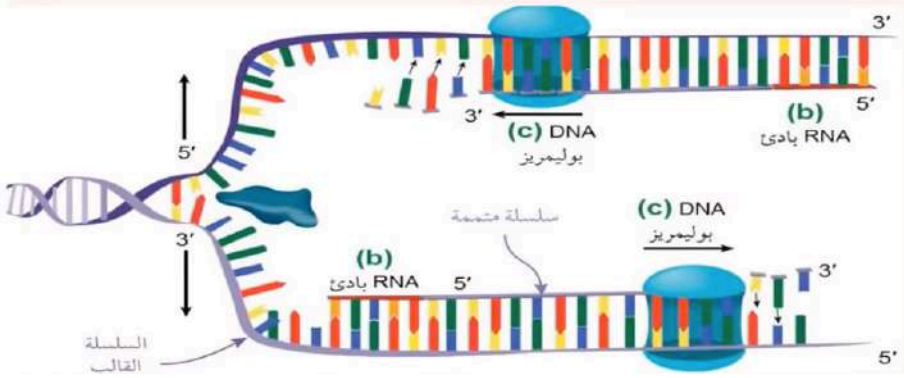
اسم الإنزيم	التخصّص (الوظيفة)	مكان العمل
الليبيز	يساعد على هضم الدهون إلى جليسيرول وأحماض دهنية	الأمعاء
ألفا أميليز	يساعد على تحويل النشويّات إلى سكريات بسيطة	الفم - الأمعاء
المالتيز	يكسّر سكر المالتوز إلى جزيئات جلوكوز	الأمعاء
التربسين	يكسّر البروتينات إلى أحماض أمينية	الأمعاء
اللاكتيز	يكسّر سكّر الحليب (اللاكتوز) إلى جلوكوز وجلاكتوز	الأمعاء
أستيل كولين استريز	يكسّر الناقل العصبي الأستيل كولين	العضلات والأعصاب

أمثلة على تخصّص عمل الإنزيمات أثناء تضاعف DNA وبناء البروتينات



➢ إنزيم الهليكيز:

يقوم بفصل سلسلتي DNA.



➢ إنزيم DNA البوليميريز:

يبني DNA من النيوكليوتيدات الريبوزية المنقوصة الأكسجين.

➢ من أشكال التفاعلات بين الإنزيم والركيزة:

- ✓ في بعض التفاعلات تتكسّر ركيزة متفاعلة مفردة إلى نواتج عدّة.
- ✓ بعض التفاعلات الأخرى قد يجتمع جزيئا ركيزتين لتكوين جزيء واحد أكبر.
- ✓ قد ترتبط مادتان متفاعلتان بالإنزيم أثناء التفاعل فيجري تعديل كل منهما ويغادران الإنزيم كمادتين ناتجتين.
- ✓ قد تعمل ركيزة ثالثة منبّها لتنشيط الإنزيم او لتزويد التفاعل بالطاقة.

ملخص الدرس

- الإنزيمات تعمل كمحفزات حيوية تخفّض طاقة التنشيط الخاصة بالتفاعل وتختار مسار تفاعل واحداً بكفاءة عالية.
- الإنزيمات متخصّصة في عملها في العادة، حيث يحفّز إنزيم معيّن تفاعلا كيميائيا محددا أو مجموعة من التفاعلات الوثيقة الصلة.
- تكمن الفروق بين الإنزيمات من حيث كونها: حمضية أو قاعدية، محبّة للماء أو كارهة للماء، ذات شحنة موجبة أو سالبة أو متعادلة الشحنة

التقويم الختامي

❖ سؤال رقم 7 صفحة 133:

أي من الجمل الآتية صحيحة بخصوص عمل الإنزيمات؟ (قد يكون هناك أكثر من جملة واحدة).

a- تحفّز معظم الإنزيمات تفاعلات مختلفة كثيرة.
b- معظم الإنزيمات متخصّصة بتفاعل كيميائي واحد لكلّ منها. (√)
c- يتشكّل معقّد الإنزيم – الركيزة أثناء المسارات الهدمية والبنائية على حد سواء. (√)
d- يتشكّل معقد الإنزيم – الركيزة في المسارات البنائية، وليس في المسارات الهدمية.

❖ سؤال رقم 4 صفحة 145:

أي وظيفتين من الوظائف الآتية هما أساس عمل الإنزيم؟

a- خفض طاقة التنشيط للتفاعل. (√)
b- اختيار مسار واحد من مسارات كثيرة متعددة. (√)
c- تحويل التفاعل الماصّ للطاقة إلى تفاعل طارد للطاقة.
d- جعل احتمال تصادم ثلاثة جسيمات أكبر.

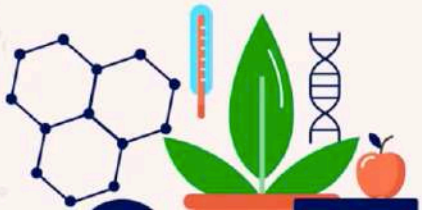
التقويم الختامي

اسم الإنزيم	التخصّص (الوظيفة)	مكان العمل
الليبيز	يساعد على هضم الدهون إلى جليسيرول وأحماض دهنية	الأمعاء
ألفا أميليز	يساعد على تحويل النشويّات إلى سكريات بسيطة	الفم - الأمعاء
المالتيز	يكسّر سكر المالتوز إلى جزيئات جلوكوز	الأمعاء
التربسين	يكسّر البروتينات إلى أحماض أمينية	الأمعاء
اللاكتيز	يكسّر سكّر الحليب اللاكتوز إلى جلوكوز وجلاكتوز	الأمعاء
أستيل كولين استريز	يكسّر الناقل العصبي الأستيل كولين	العضلات والأعصاب
الهليكيز	يفصل سلسلتي DNA	أثناء تضاعف DNA وأثناء بناء البروتينات
DNA بوليميريز	يبني DNA من النيوكليوتيدات الريبوزية منقوصة الأكسجين	

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر العلمي



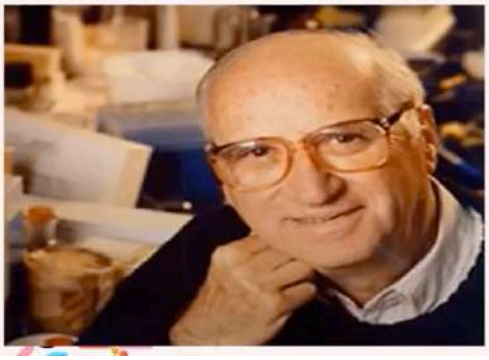
خصائص الإنزيمات وآلية عملها - 3

"نموذج القفل والمفتاح ـ نموذج التلاؤم المُسْتَحَثّ"

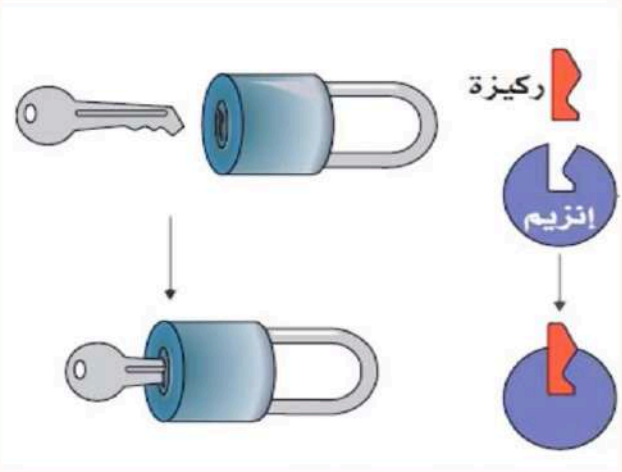
الفرضيات (النماذج) التي فسرت تخصص عمل الإنزيمات

فرضية القفل والمفتاح

فرضية التلاؤم المُسْتَحَثّ



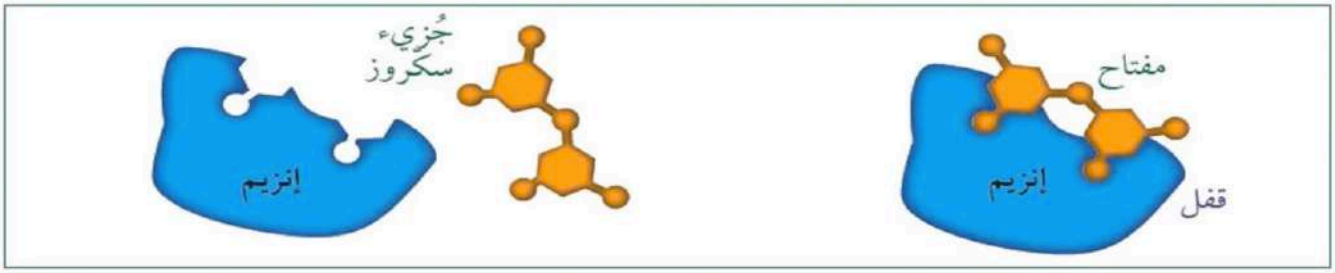
ماذا تقول فرضية القفل والمفتاح؟



- ❑ الركيزة تناسب الموقع النشط للإنزيم كما يناسب القفل المفتاح.
- ❑ يكون شكل الموقع النشط في الإنزيمات ثابت.
- ❑ يكون شكل الركيزة مطابق تماما لشكل الموقع النشط.
- ❑ يكون الإنزيم مخصّص بدقّة لجزيء الركيزة.
- ❑ غالبا ما توجد أحماض أمينية قطبية في الموقع النشط أو بقربه تجذب جزيء الركيزة.

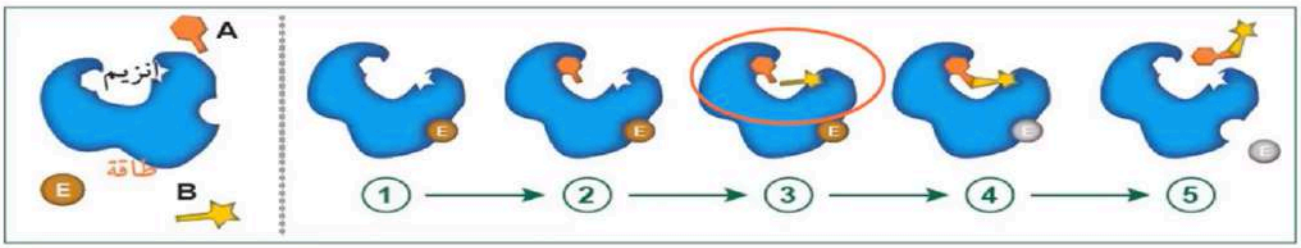
أمثلة على إنزيمات تعمل حسب فرضية القفل والمفتاح:

- ❑ إنزيم السكريز الذي يحول السكروز إلى جلوكوز وفركتوز.



- ❑ حين يحدث ارتباط جزيء الركيزة بالموقع النشط للإنزيم الهدميّ يتحوّل إلى نواتج التفاعل التي تنفصل بعد ذلك عن الإنزيم.

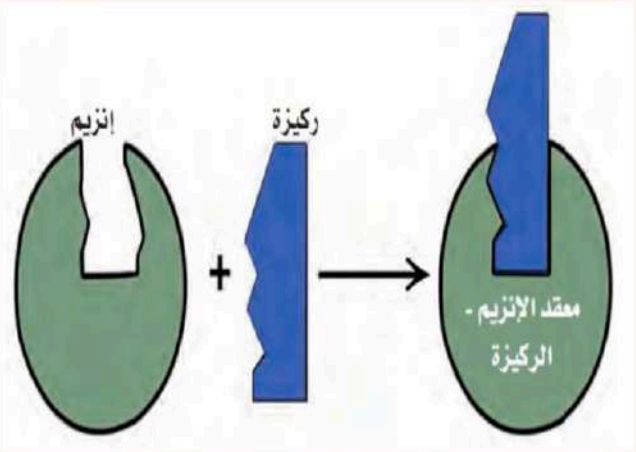
نموذج القفل والمفتاح لتفاعل بنائي ماصّ للطاقة



❖ ماذا نستنتج من التفاعل الموضّح في الشكل؟

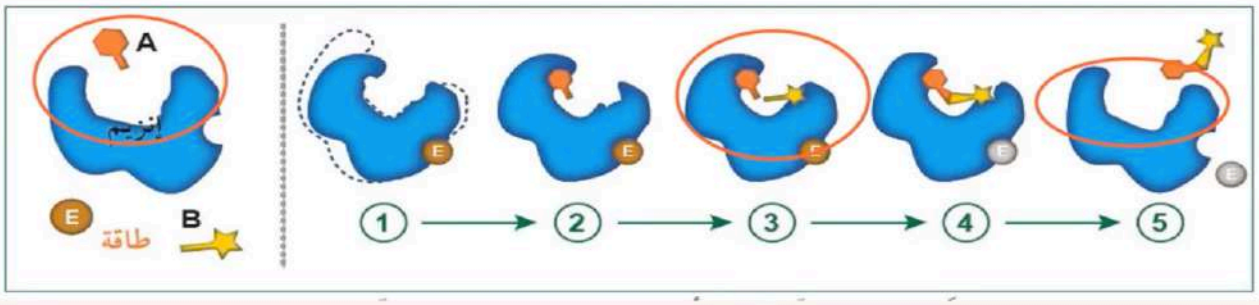
- ✓ إنزيمات البناء لديها أكثر من موقع نشط (موقعان أو أكثر) يستهدف كل منهما ركيزة مختلفة.
- ✓ في بعض الإنزيمات قد يرتبط موقع نشط ثالث بجزيء ناقل للطاقة مثل ATP.
- ✓ مثال على تفاعلات بنائية: بناء البروتينات من الأحماض الأمينية.

ماذا تقول فرضية التلاؤُم المُسْتَحَثّ؟



- ❑ الركيزة والإنزيم يتغير شكلهما عندما ترتبط الركيزة بالموقع النشط.
- ❑ شكل الموقع النشط للإنزيمات مرن وقد يتغير تغير بسيط عند ارتباطه بالركيزة.
- ❑ لا يتطابق شكل الموقع النشط للإنزيم مع الركيزة.
- ❑ يُعدّ تمدد الروابط الناجم عن تشوّه الركيزة جزءًا من طريقة حثّ الإنزيم للتفاعل الكيميائي.

نموذج التلاؤُم المُسْتَحَثّ لتفاعل بنائي ماصّ للطاقة



❖ ماذا نستنتج من التفاعل الموضّح في الشكل؟

✓ ينشطّ ATP الإنزيم ليغيّر شكل الموقع النشط الذي يجتذب الركيزة لاحقا. **(الخطوة 1)**

✓ يتحول الشكل ثانية ليحرر ناتج التفاعل. **(الخطوة 4 و5)**

ملخص الدرس

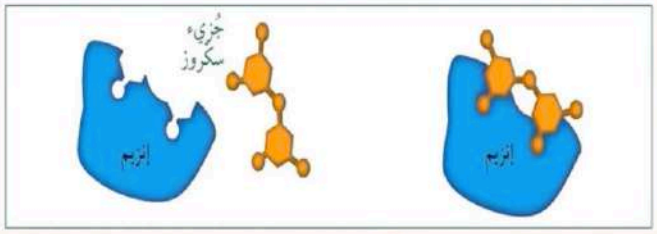
هناك فرضيتان تفسّران تخصّصية عمل الإنزيمات:
1- فرضية القفل والمفتاح.
2- فرضية التلاؤم المستحث.

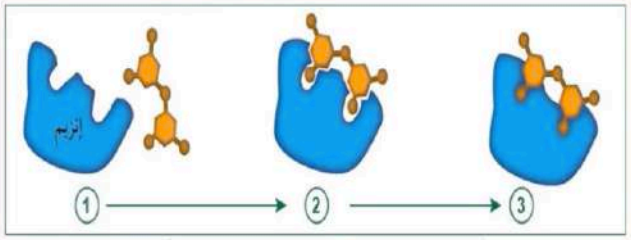
تنص فرضية القفل والمفتاح على أن الركيزة تناسب الموقع النشط للإنزيم كما يناسب القفل المفتاح. (تخصص عالي)

تنص فرضية التلاؤم المستحث على أن الركيزة والإنزيم يتغير شكلهما عندما ترتبط الركيزة بالموقع النشط (تخصص منخفض).

التقويم الختامي

❖ مستعينا بنماذج الإنزيمات التالية أي النموذجين يمثّل فرضية القفل والمفتاح وأيهما يمثّل فرضية التلاؤم المستحث.(مع ذكر السبب).





فرضية القفل والمفتاح

السبب: شكل الموقع النشط للإنزيم يتطابق مع شكل الركيزة ولم يتغير عند الارتباط.

فرضية التلاؤم المستحث

السبب: شكل الموقع النشط للإنزيم لا يتطابق تماما مع شكل الركيزة وحدث له تغيير عند الارتباط.

التقويم الختامي

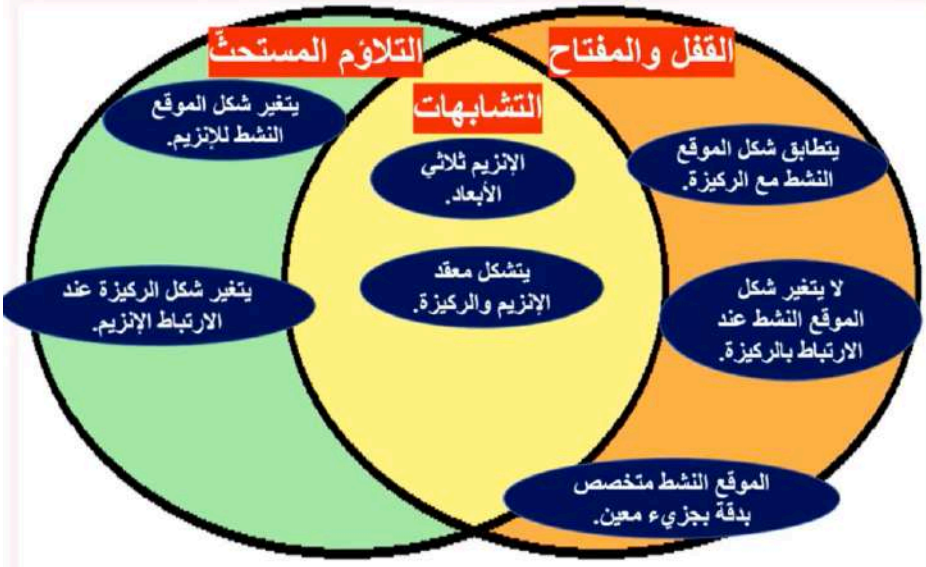
❖ سؤال رقم 23 صفحة 148:

صف الفرق بين نموذج القفل والمفتاح ونموذج التلاؤم المستحثّ لعمل الإنزيم.

وجه المقارنة	فرضية القفل والمفتاح	فرضية التلاؤم المستحث
شكل الموقع النشط عند ارتباطه بالركيزة	لا يتغير	يتغير تغيراً طفيفاً
تطابق شكل الركيزة مع الموقع النشط للإنزيم	تتطابق مع الموقع النشط للإنزيم	لا يشترط تطابق شكل الركيزة مع شكل الموقع النشط للإنزيم
تخصص الإنزيم	تخصص مطلق عالي	تخصص منخفض
مثال لإنزيم	السكريز (يحطم السكروز فقط)	الببتيديز (يحطم البروتينات)

التقويم الختامي

❖ بالاستعانة بمخطط فن التالي، ضع الجمل التالية في مكانها الصحيح بما يتناسب مع فرضيات القفل والمفتاح والتلاؤم المستحث:



وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر علمي

نشاط الإنزيمات والعوامل المؤثرة فيه

(1)

العوامل المؤثرة في نشاط الإنزيم

الإنزيمات بروتينات كروية كبيرة

الإنزيمات أدوات بيولوجية تستخدمها الخلايا في العمل على الجزيئات.

تجمّع بعض الإنزيمات الجزيئات في جزيئات أكبر.

بينما تحول إنزيمات أخرى الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر.

تحتوي الإنزيمات على الموقع النشط ترتبط من خلاله بالجزيء الهدف(الركيزة).

تعمل الإنزيمات على تخفيض طاقة التنشيط للتفاعل اللازمة لبدء حدوث التفاعل.

الإنزيمات متخصصة جداً في عملها.

- تعتمد إنزيمات كثيرة على جُزيء منظّم.
- ينتج الكائن الحي الجُزيء المنظّم بمعدّل يطابق الحاجة إلى نواتج التفاعل.
- فعلى سبيل المثال يحتاج إنزيم الأميليز (إنزيم يفكك النشأ إلى سكر المالتوز) إلى أيون الكلوريد Cl^- . ويُعد تركيز أيونات الكلوريد أحد طرائق التحكم بمُعدّل التفاعل.

ملخص الدرس

- نشاط الإنزيم حسّاس للرّقم الهيدروجيني ، درجة الحرارة ، الملوحة ، وتركيز الجزيئات المساعدة.
- يزداد معدّل التفاعلات الكيميائية بشكل عام مع ازدياد درجة الحرارة إلى أن تصل إلى درجة الحرارة المثلى.
- إنَ ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى يفقد الإنزيم فعاليته

ملخص الدرس

لكل إنزيم قيمة pH محددة تكيف الإنزيم للعمل ضمن نطاقها.

يزيد التركيز العالي لجزيئات الإنزيم والركيزة من فرص التصادم ويرفع معدَل سرعة التفاعل.

التقويم الختامي

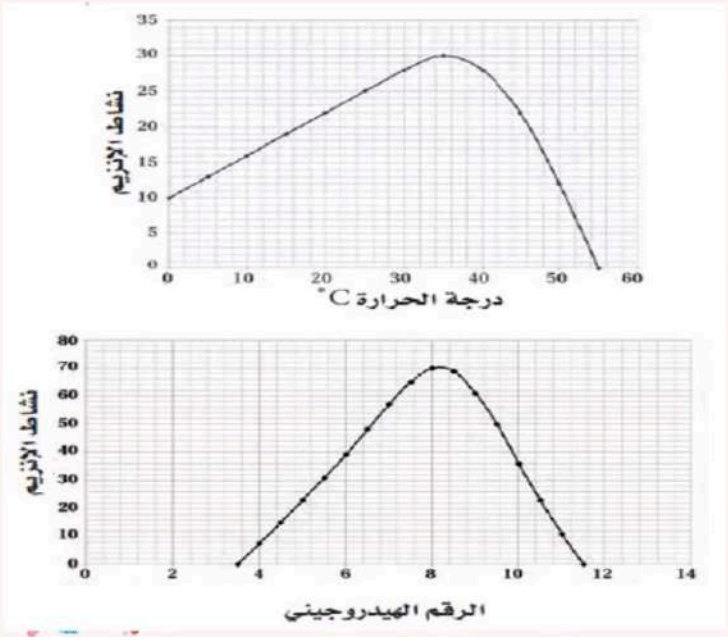
السؤال الأول: أي العبارات التالية تصف نشاط الإنزيم في الرسوم المقابلة؟

a. درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني لا يؤثران في نشاط الإنزيم.

b. يكون نشاط الإنزيم أعلى ما يمكن عند درجة حرارة 35 ورقم هيدروجيني 8.

c. يكون نشاط الإنزيم أعلى ما يمكن عند درجة حرارة 50 ورقم هيدروجيني 12.

d. يكون نشاط الإنزيم أعلى ما يمكن عند درجة حرارة أكثر من 50 ورقم هيدروجيني أعلى من 12.



التقويم الختامي

السؤال الثاني: فسّر سبب موت الإنسان عند زيادة درجة حرارة جسمه لفترة من الزمن عن 40 درجة مئوية.

نتيجة تغير طبيعة الإنزيم في خلايا جسم الإنسان ؛مما يسبب فقدان الموقع النشط لشكله ويصبح الإنزيم غير قادر على الارتباط بالركيزة فيتوقف عن العمل فتتوقف التفاعلات الكيميائية اللازمة للحياة.

تقويم الدرس 3-2ص 142

السؤال الأول: اذكر على الأقل سبباً واحداً لما يأتي:

a . يؤثر تغيير درجة الحموضة pH في نشاط الإنزيم.

لأنه يغيّر من خصائص الأحماض الأمينية الحمضية أو القاعدية (التي تدخل في تركيب الإنزيم) والتي تعمل ضمن نطاق محدود من درجة الحموضة pH.

b . قد يؤثر تغيير درجة الحرارة في نشاط الإنزيم.

لأنها تغير شكل الموقع النشط للإنزيم مما يقلل من فعاليته.

تقويم الوحدة ص 148

س31 :لا يعمل الإنزيم على نحو جيّد، عندما يكون البرد شديدًا؛ وكذلك عندما يكون الحرّ شديدًا. اذكر سببًا لكل من الحالتين.

لا تعمل الإنزيمات بشكل جيّد خارج درجة الحرارة المثلى.

درجات الحرارة المنخفضة جدًا سوف تبطئ الطاقة الحركية للجُزيئات ، لذلك لن يحدث التصادم فتقل سرعة التفاعل.

كما أن درجات الحرارة المرتفعة سوف تغير شكل البروتينات(الإنزيمات)، وقد تغيّر من التفاف البروتين وهذا يسبب انخفاض معدل سرعة التفاعل.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

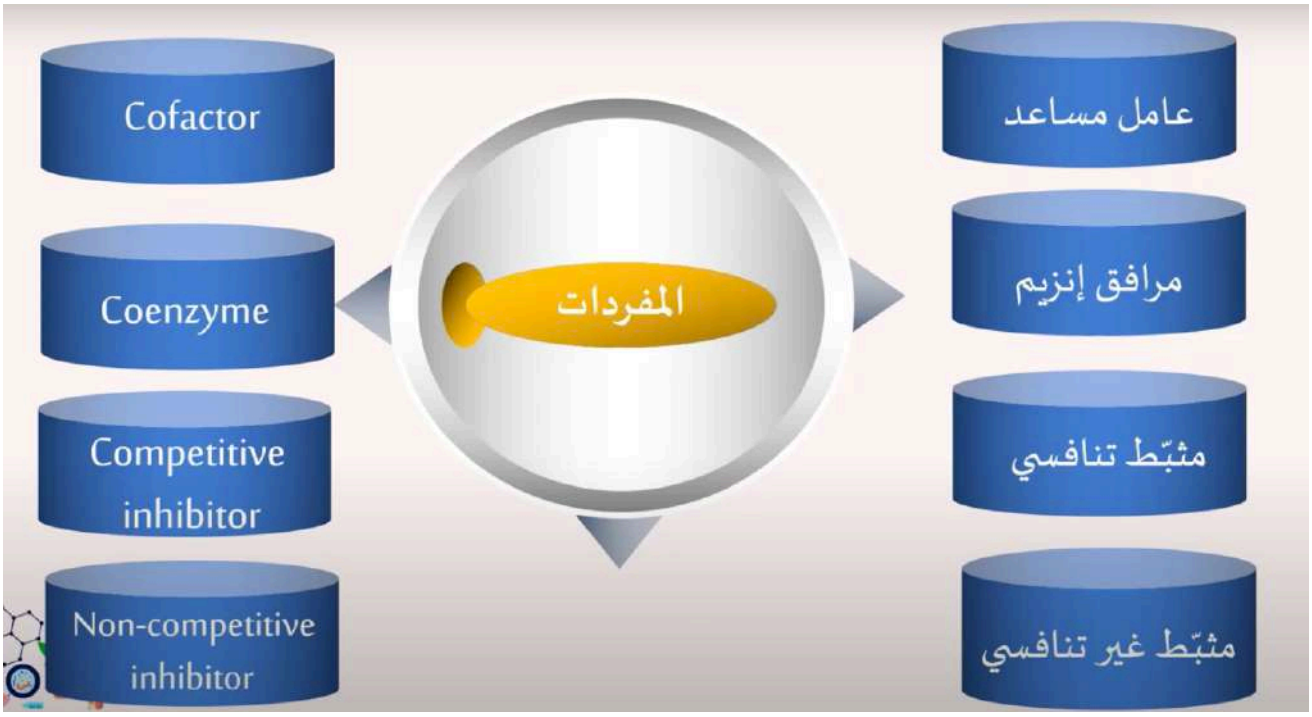
الصف الحادي عشر

علمي

نشاط الإنزيمات

والعوامل المؤثرة فيه (3)

التنظيم الإنزيمي



يحتاج كلّ كائن حيّ إلى تنظيم معدّل حدوث التَّفاعل الكيميائيّ الواحد، من أجل الحفاظ على استقرار عمليّات الأيض.

الأيض هو العمليات الكيميائية الحيوية التي تحدث داخل الكائنات الحية، والتي تشمل البناء والهدم .

غالبًا ما يجري ذلك عن طريق السيطرة على عمل الإنزيمات.

وبما أنّ صنع المزيد من الإنزيمات، أو تحلُّلها، يتطلّب وقتًا طويلًا، ويحتاج إلى طاقة كبيرة فلابد للخلايا أن تمتلك المجموعة الكاملة من الإنزيمات.

إذاً لابد من تنظيم عمل الإنزيمات دون أن تتأثر هذه الإنزيمات وبما يكفل تنظيم العمليات الأيضية ولكن كيف ذلك؟

هناك العديد من الجُزيئات الكيميائيّة التي تؤثّر في نشاط الإنزيم

جزيئات التَّثبيط التي تغلق الموقع النَّشط.

مرافقات الإنزيم، وهي جُزيئات مُساعِدة تُنشّط الإنزيم.

العوامل المساعدة، وهي أيونات، أو أنواع ذائبة أخرى، تشارك في التَّفاعل المحفَّز بالإنزيم.

التقويم البنائي

أذكر الجُزيئات الكيميائيّة التي تؤثّر في نشاط الإنزيم.

1) جزيئات التثبيط التي تغلق الموقع النشط.

2) مرافقات الإنزيم، وهي جزيئات مساعدة تنشّط الإنزيم.

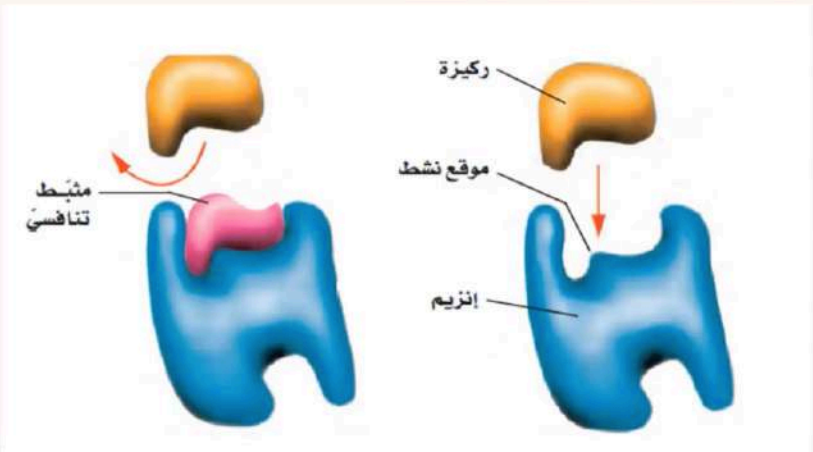
3) العوامل المساعدة وهي أيونات أو أنواع ذائبة أخرى تشارك في التفاعل المحفّز بالإنزيم.

مثبّطات الإنزيم : هي مواد كيميائية ترتبط بإنزيمات معيّنة فتقلّل من نشاطها ،أو توقف عملها تماماً.

هناك نوعان من مثبطات الإنزيمات:

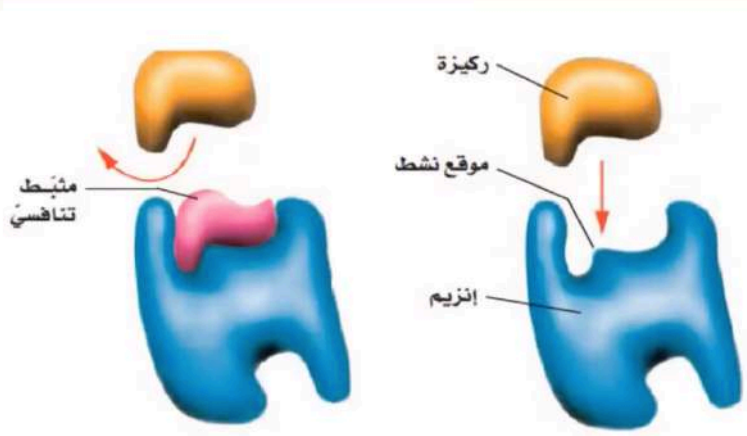
1) المثبّطات التنافسية. 2) المثبّطات غير التنافسية

تكون المادة الكيميائية (المثبّط) مشابهه لجُزيء الرّكيزة المستهدف من الإنزيم.



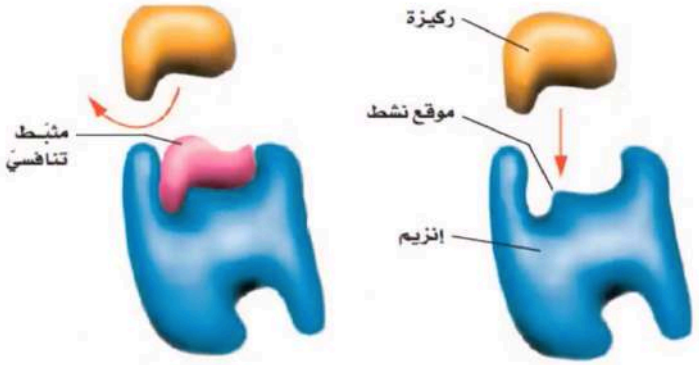
المثبّطات التنافسية

المثبّط التنافسي لا يوقف عمل الإنزيم نهائيا حيث لا يتغير شكل الإنزيم أو الموقع النشط فيه.



المثبّطات التنافسية

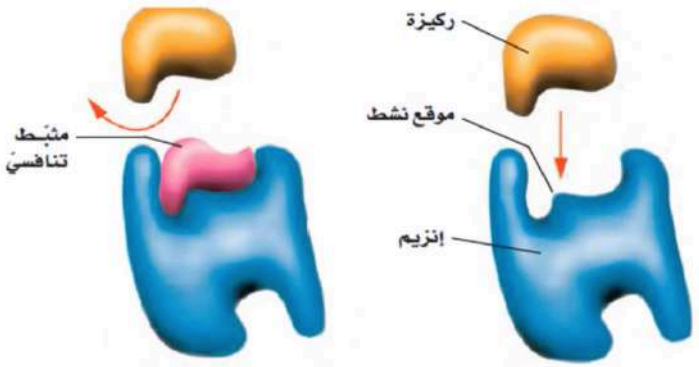
يمكن للجُزيء المثبّط أن يرتبط بالموقع النَّشط للإنزيم، وهذا يمنع الرَّكيزة من الارتباط به ما دام المثبِّط موجودًا.



المثبّطات التنافسية

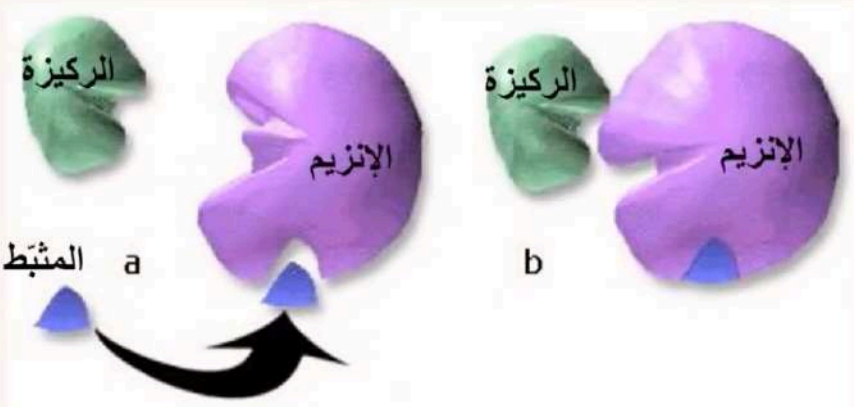
يمكن للجُزيء المثبّط أن يرتبط بالموقع النَّشط للإنزيم، وهذا يمنع الرَّكيزة من الارتباط به ما دام المثبِّط موجودًا.

يتنافس جُزيء المثبّط مع الرَّكيزة للارتباط بالموقع النَّشط.



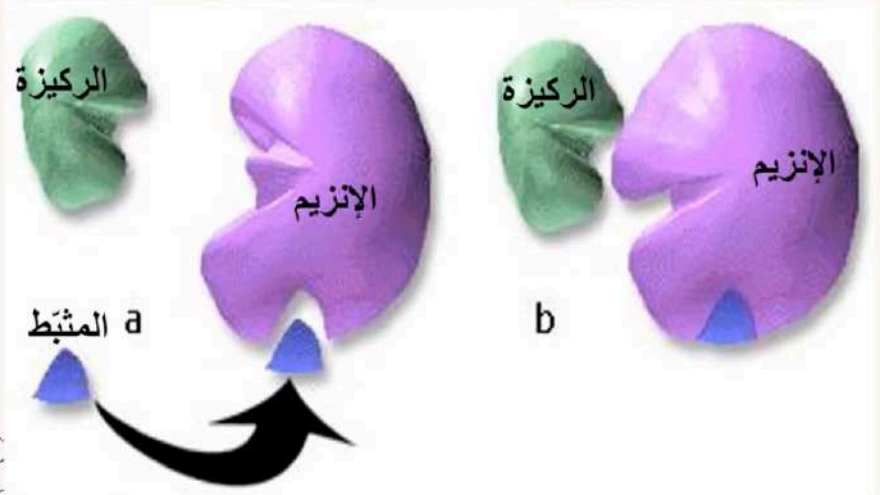
المثبّطات غير التنافسية

يرتبط المثبّط بالإنزيم في مكان آخر غير الموقع النَّشط.



المثبّطات غير التنافسية

وقد يمنع المُثبِّط ارتباط الرَّكيزة المستهدفة، أو يغيّر من شكل الإنزيم، ليُبطل فاعليَّة الموقع النَّشط ويوقف الإنزيم عن العمل.



التنفس الخلوي الهوائي

مركب الطاقة $+6CO_2+6H_2O$ ← ← ← ← ← ← البيروفيت ← ← ← الجلوكوز

1- التحلل السكري

2- التفاعل الرابط

3- دورة كربس

4- سلسلة نقل الالكترون

التقويم البنائي - تقويم الدرس 3-2 ص142

س1: صِف الفرق بين المثبّط التنافسي والمثبّط غير التنافسي:

يرتبط المُثبِّط التنافسي بالموقع النشط للإنزيم، كي يمنع الركيزة من الارتباط بالإنزيم.

أما المُثبِّط غير التنافسي، فيرتبط بموقع على الإنزيم غير الموقع النشط؛ فيعمل على تغيير شكل الإنزيم أو الموقع النشط، ليجعله غير فعّال.

- الجزيئات الكيميائية التي تؤثر في نشاط الإنزيم هي جزيئات التثبيط ، العوامل المساعدة ، مرافقات الإنزيم.
- المثبّط التنافسي هو جُزيء مثبّط يتنافس مع الرَّكيزة للارتباط بالموقع النَّشط.
- المثبّط التنافسي يمنع الرَّكيزة من الارتباط بالإنزيم.

- المثبّط غير التنافسي هو جزيء مثبّط يرتبط مع الرَّكيزة في موقع آخر غير الموقع النَّشط.
- يمنع المُثبِّط غير التنافسي ارتباط الرَّكيزة بالإنزيم، أو يغيّر من شكل الإنزيم، ليُبطل فاعليَّة الموقع النَّشط.

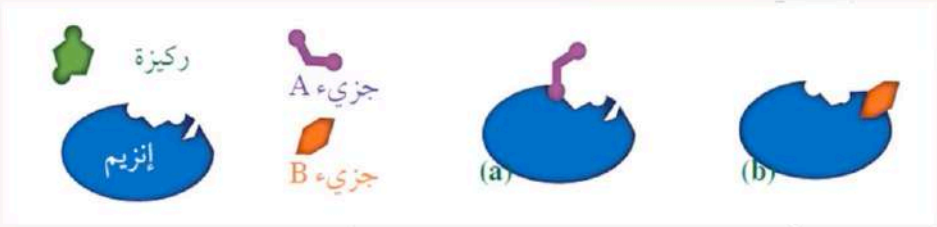
التقويم الختامي

تخيل أنك باحث في علوم الأدوية ، وأردت أن تنتج دواء يثبّط نشاط إنزيم، وجوده يسبّب مرضاً ما. ولكن عند قراءتك لبعض المراجع العلمية وجدت أن الموقع النشط لهذا الإنزيم يشبه الموقع النشط لعدد من الإنزيمات الأخرى. ما أفضل طريقة لإنتاج دواء مثبّط لهذا الأنزيم دون الضرر بالأنزيمات الأخرى؟

عند استخدام المثبطات التنافسية فقد ترتبط بالمواقع النشطة لإنزيمات لها التركيب نفسه مما يسبب آثاراً جانبية أخرى ،ولذا سيتم استخدام المثبّطات غير التنافسية والتي ترتبط بموقع آخر على الإنزيم غير الموقع النشط .

تقويم الوحدة ص149

35. حدّد أيٌّ من المخططات أدناه يمثّل التثبيط التنافسيّ، وأيٌّ يمثّل التثبيط غير التنافسيّ لعمل الإنزيم. وضّح اختيارك باستخدام تعريفاتِ كلا النّوعين من التثبيط.

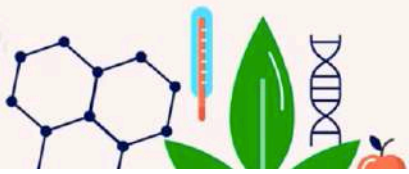


يمثِّل المخطّط (a) تثبيطًا تنافسيًّا، لأن الجُزيء A مشابه نوعاً ما لجُزيء الركيزة المستهدف من الإنزيم، وهذا يمنع الركيزة من الارتباط بالإنزيم.
يمثل المخطط (b) تثبيطاً غير تنافسي. يحظّر الجُزيء B تحفيز التفاعل عن طريق تغيير شكل الموقع النشط، ولا يرتبط مباشرة بالموقع النشط.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر علمي



نشاط الإنزيمات والعوامل المؤثرة فيه

(4)

أمثلة على المثبّطات الإنزيميّة

يعد التأثير السام للسيانيد مثالاً على التثبيط غير التنافسي لتفاعل إنزيمي رئيس

السيانيد هو ملح حمض سيانيد الهيدروجين HCN

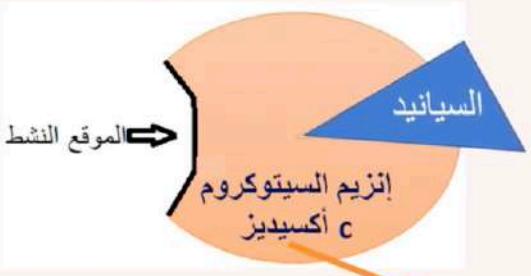
يستخدم السيانيد في العديد من الصناعات مثل صناعة الورق والبلاستيك وبعض أنواع المنسوجات. كما يتم استخدام السيانيد لفصل الذهب عن بقية الخامات

السيانيدات تنتجها بعض البكتيريا، والفطريات، والطحالب وهي توجد في بذور اللوز المُرّ، والمشمش، والتفاح، والخوخ.

اللوز المباع يجب أن يكون معالج بالحرارة لإزالة السموم والبكتريا.

ينصح بعدم أكل بذور التفاح

التنفس الخلوي الهوائي



مركب الطاقة + $6CO_2$ + $6H_2O$ ← ← ← ← ← ← البيروفيت ← ← ← ← الجلوكوز

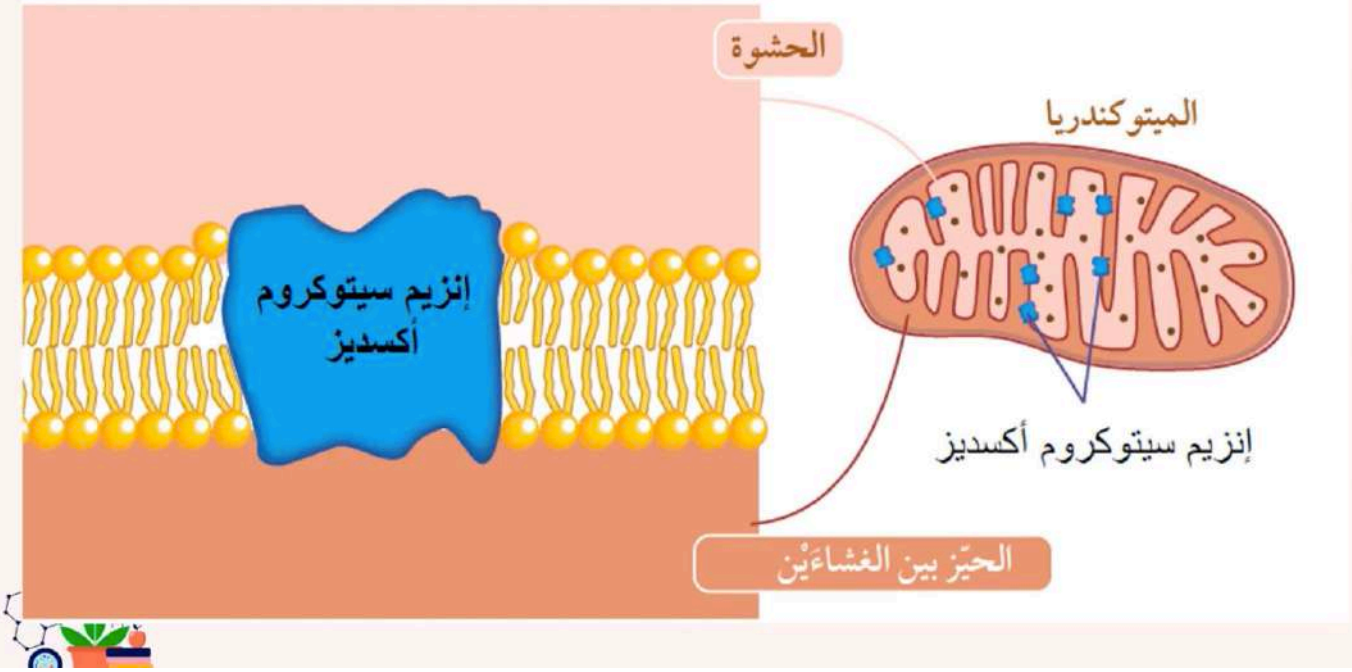
ATP

1- التحلل السكري

2- التفاعل الرابط

3- دورة كربس

4- سلسلة نقل الالكترون



التقويم البنائي

السؤال الأول :ما دور الإنزيم السيتوكروم c أكسيديز في الجسم؟

يعمل على إنتاج ATP في عملية التنفس الخلوي الهوائي .

السؤال الثاني: وضّح تأثير السيانيد على الكائن الحي .

يثبّط السيانيد الإنزيم السيتوكروم c أكسيديز مما يمنع من إنتاج ATP هوائياً في الأنسجة التي تتطلب هذا النوع من الطاقة ، مثل خلايا عضلة القلب والخلايا العصبية التي تنفق كل طاقاتها بسرعة وتبدأ في الموت، وعندما يموت عدد كبير من الخلايا الهامة ، تحدث حالة الوفاة.

إنزيم السيكلو أكسيجينيز
COX

يكوّن البروستاجلاندينات

تدفع هذه المركبات الجسم لتجميع السوائل في المناطق المصابة في الجسم

يحدث الالتهاب مما يؤدي إلى الإحساس بالألم

الإيبوبروفين

إنزيم السيكلو أكسيجينيز
COX

يكوّن البروستاجلاندينات

تدفع هذه المركبات الجسم لتجميع السوائل في المناطق المصابة في الجسم

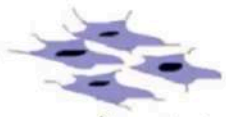
يحدث الالتهاب مما يؤدي إلى الإحساس بالألم

علاجات السرطان

يعمل الإ SIR

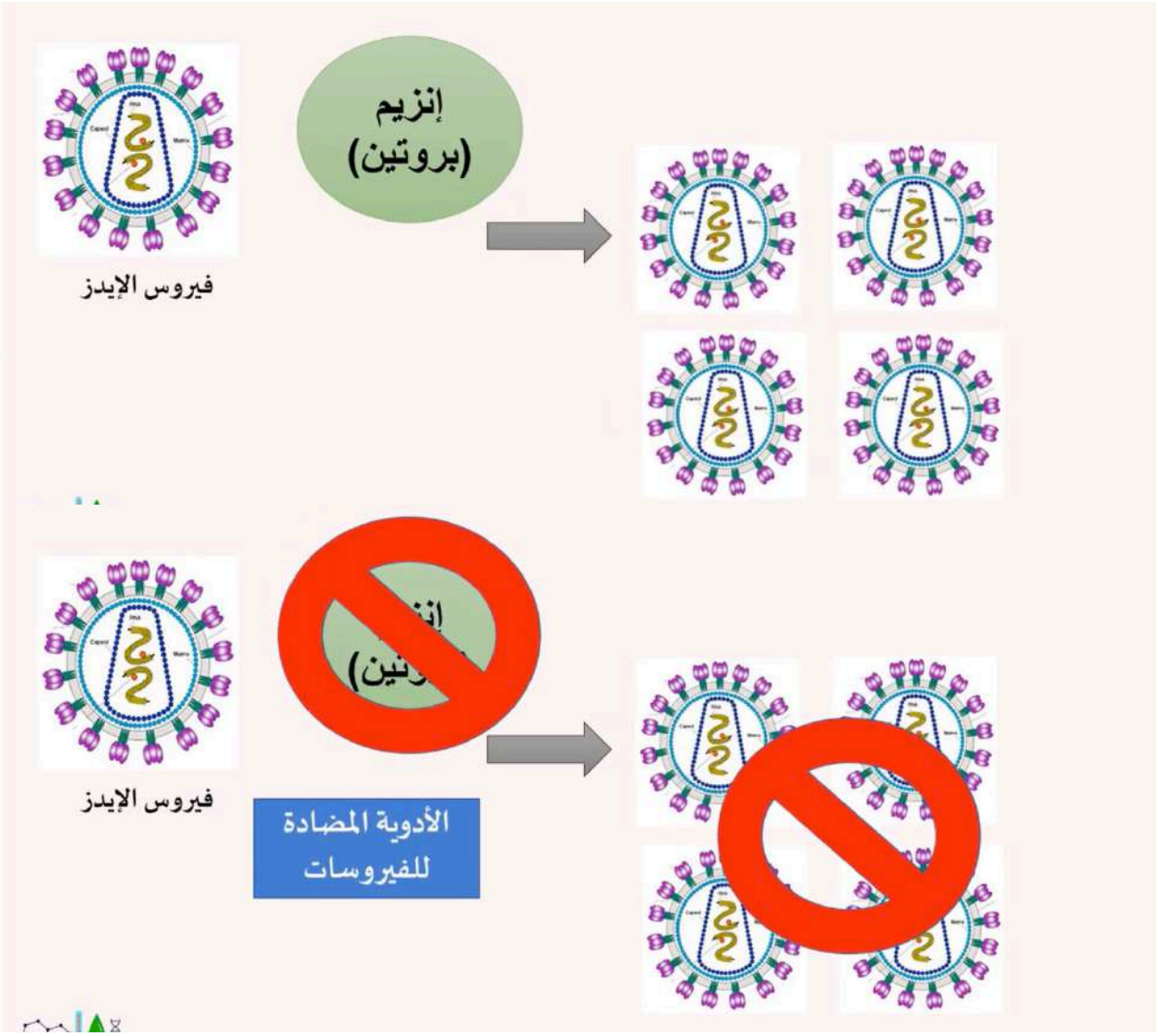
نمو الخلايا السرطانية

مثبطات الإنزيم SIRT2



ورم سرطاني

تراجع الورم



السيانيد مادة سامة تثبّط إنزيم السيتوكروم cأكسيديز CcOX يمنع إنتاج ATP في الميتوكوندريا مما يؤثر على الجهاز العصبي المركزي والقلب.

دواء الإيبوبروفين يعالج الالتهاب ويزيل الألم من خلال تثبيط الإنزيم السيكلوأكسيجينيز COX الذي ينتج البروستاجلاندين الذي يسبِّب الالتهاب والألم .

أدوية السرطان تثبّط الإنزيم SIRT2 المرتبط بنمو الخلايا السرطانية.

أدوية علاج الإيدز تعمل على تثبيط الإنزيم المساعد في تكاثر الفيروس.

التقويم الختامي

السؤال الأول: وضح ما المقصود البروستاجلاندينات.

هي مركبّات يكوّنها إنزيم السيكلو أكسيجينيز COX تدفع الجسم لتجميع السوائل في المناطق المصابة في الجسم وتحدث الالتهاب والإحساس بالألم .

س2: وضح دور أدوية السرطان في علاج هذا المرض.

تعمل أدوية السرطان الجديدة على تثبّيط إنزيم SIRT2 مما يمنع نمو العديد من أنواع السرطان.

التقويم الدرس 3-2 ص 142

س7 : وضّح لماذا يكون لتثبيط إنزيم ما تأثير جيد في الجسم . أذكر على الأقل مثالاً واحداً.

- يتم تثبيط إنزيم COX الذي ينتج البروستاجلاندين الذي يسبِّب الالتهاب والألم وذلك باستخدام دواء الإيبوبروفين مما يقلل الشعور بالألم ويعالج الالتهاب.
- أدوية السرطان تثبط إنتاج إنزيم SIRT 2 الذي يسرع نمو السرطان .
- والأدوية المضادة لفيروس HIV تثبط البروتين الذي يساعد على تكاثر الفيروس.

التقويم الدرس 3-2 ص 142

س8 : وضّح لماذا يكون لتثبيط إنزيم ما تأثير سيئ في الجسم . أذكر على الأقل مثالاً واحداً.

إنّ تثبيط الإنزيم سايتوكروم c أكسيديز CcOXبواسطة السيانيد يمنع إنتاج ATPفي الميتوكوندريا مما يوقف معظم التفاعلات الكيميائية ،فيؤدي إلى موت الخلايا والأنسجة التي تعتمد على التنفس الهوائي كمصدر للطاقة مثل القلب والجهاز العصبي المركزي.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر

علمي

ATP عملة الطاقة (١)

ATP عملة الطاقة المتداولة في الخلية

الصفحة
153

أهداف الدرس

يتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادراً على أن:

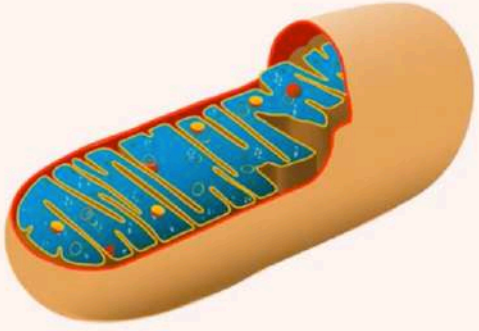
١- يصف تركيب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP .

٢- يفسر تسمية ATP بعملة الطاقة في الخلايا.

المصطلحات العلمية	
Adenosine triphosphate	الأدينوسين ثلاثي الفوسفات
Adenine	الأدنين
Ribose	الرايبوز

تذكر !!

الميتوكندريا هي بيت الطاقة حيث تقوم بأكسدة جزيئات المواد العضوية أثناء عملية التنفس الخلوي لإنتاج الطاقة .

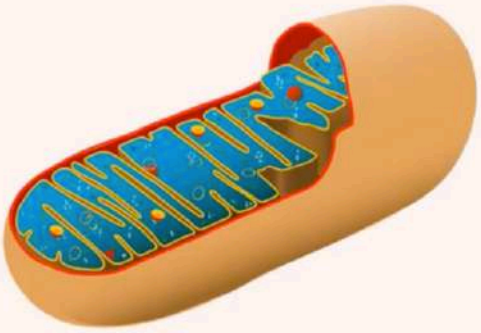


تكون الطاقة الناتجة مخزنة في روابط ضمن جزئ ATP

ما هو جزئ
ATP

تذكر !!

الميتوكندريا هي بيت الطاقة حيث تقوم بأكسدة جزيئات المواد العضوية أثناء عملية التنفس الخلوي لإنتاج الطاقة .



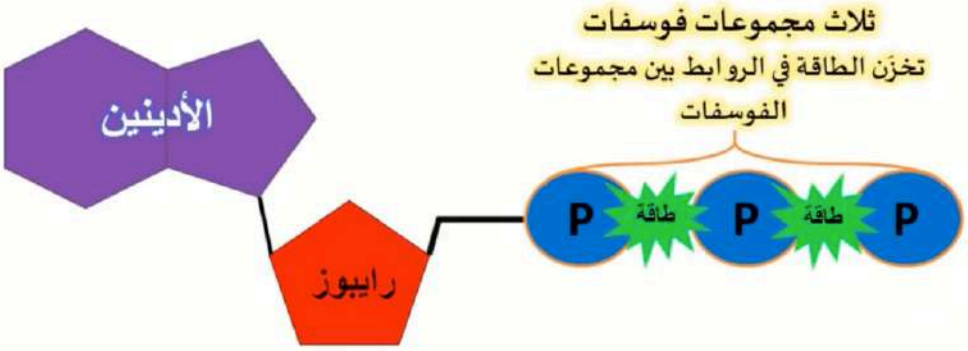
تكون الطاقة الناتجة مخزنة في روابط ضمن جزئ ATP

ما هو جزئ
ATP

Adenosine Tri Phosphate

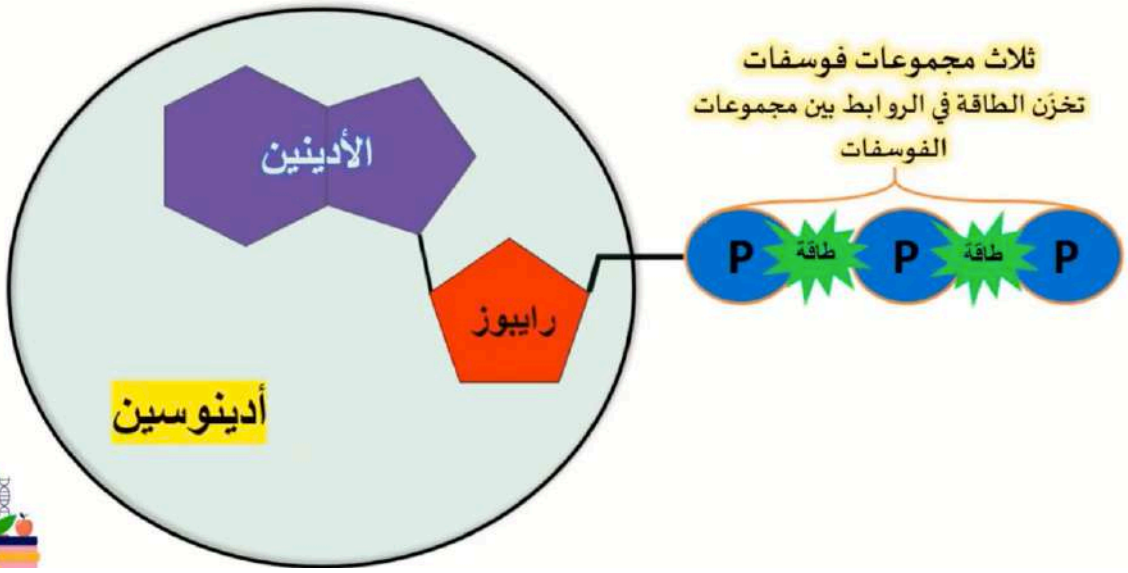
تركيب جزئ ATP

يتكون ATP من : الأدنين ، سكر أحادي خماسي الكربون (رايبوز) ، ثلاث مجموعات فوسفات .

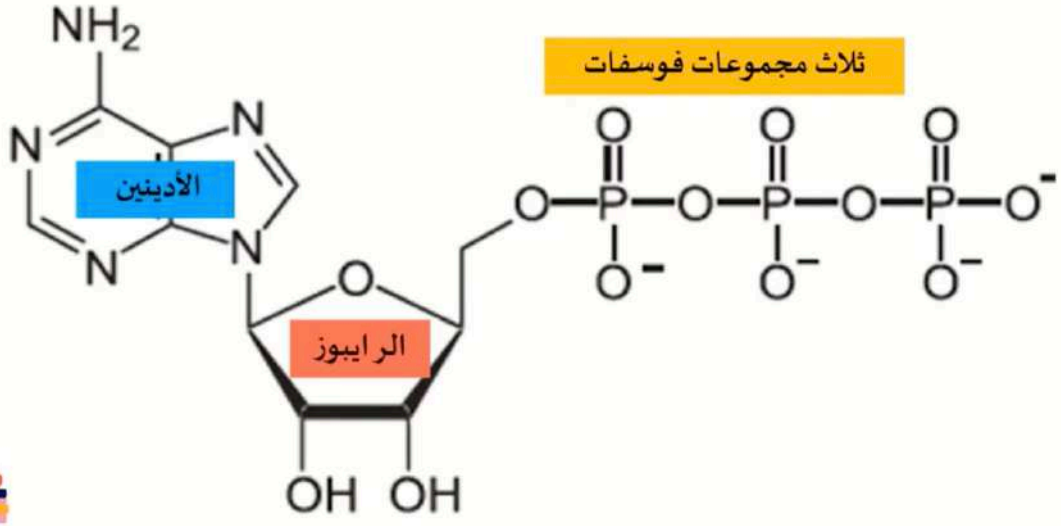


تركيب جزئ ATP

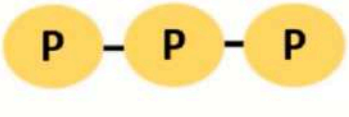
يتكون ATP من : الأدنين ، سكر أحادي خماسي الكربون (رايبوز) ، ثلاث مجموعات فوسفات .

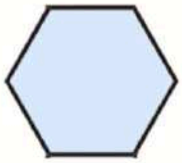


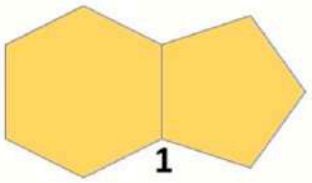
الصيغة البنائية للأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP

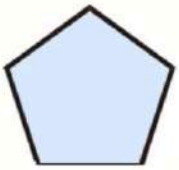


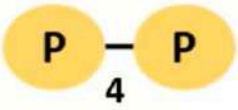
أمامك الجزيئات الآتية اختر منها الجزيئات المناسبة لبناء جزئ ATP.





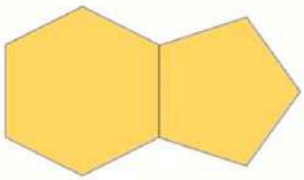




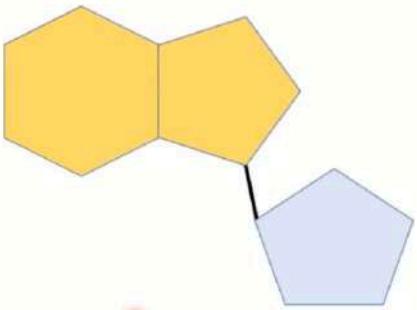


سؤال 3 صفحة 158

3- ما الفرق بين الأدنين والأدينوسين ؟



الأدنين



الأدينوسين (الأدنين وسكر الرايبوز)

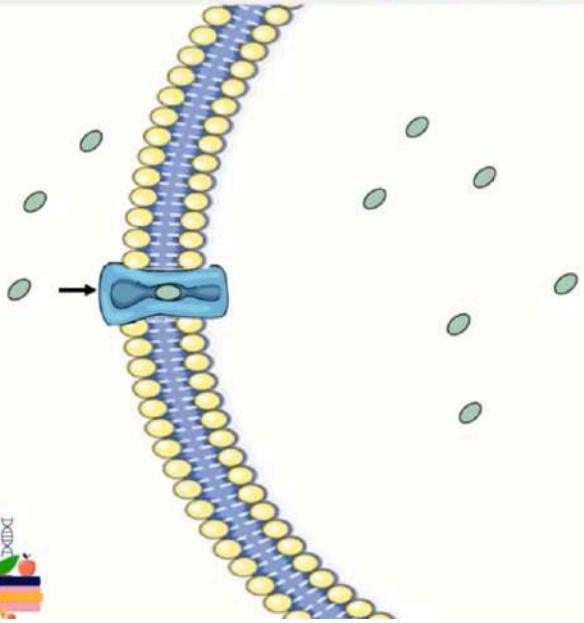
السؤال 1 صفحة 196

1- أي من الآتي يمثل جزءاً من جزئ ATP ؟

a- السكر الخماسي ✓ c- الحمض الأميني

b-الفوسفوليبيد d- الهيدروكربون

➢ يطلق على ATP عملة الطاقة في الخلية لأنه يتم بناؤه بعملية التنفس الخلوي في الميتوكندريا فينتقل ليتم استهلاك جزء من طاقته في العمليات الحيوية ليتحول الى ADP وPi



ابحث عن إجابة السؤال التالي في الكتاب المدرسي صفحة 153

لماذا يطلق على ATP عملة الطاقة في الخلايا ؟

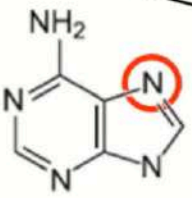
لأنه يتم بناؤه في التفاعلات المنتجة للطاقة واستهلاكه في التفاعلات المستهلكة للطاقة.

أعطِ مثالاً على عملية منتجة للطاقة وأخرى مستهلكة للطاقة ؟

عملية منتجة للطاقة : التنفس الخلوي.

عمليات مستهلكة للطاقة : النقل النشط \ النقل بالحويصلات.

السؤالين 4.2 صفحة 196

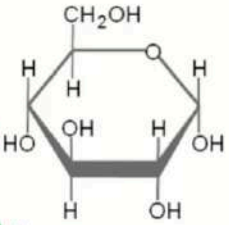


الأدنين

2- ما العنصر الذي يوجد في الأدنين ، ولا يوجد في الكربوهيدرات ؟

a- الكربون　　c- الأكسجين

✓ b-النيتروجين　　d- الهيدروجين



جلوكوز
مثال على
الكربوهيدرات

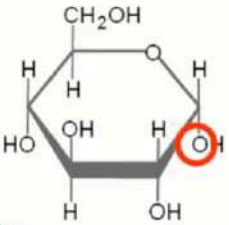
السؤالين 4.2 صفحة 196

الأدنين

2- ما العنصر الذي يوجد في الأدنين ، ولا يوجد في الكربوهيدرات ؟

a- الكربون　　c- الأكسجين

✓ b-النيتروجين　　d- الهيدروجين



جلوكوز
مثال على
الكربوهيدرات

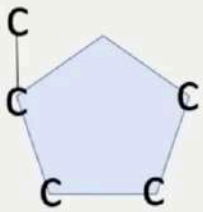
4- ما العنصر الذي يوجد في الكربوهيدرات ولا يوجد في الأدنين ؟

a- الكربون　　✓ c- الأكسجين

b-النيتروجين　　d- الهيدروجين

اختبر نفسك

السؤالين 6.5 صفحة 196



5- ما عدد ذرات الكربون التي توجد في جزئ الرايبوز ؟

a- 2　　✓ c- 5

b- 4　　d- 6

6- إذا شبّهنا الكائن الحي بمركز تجاري كبير ، فأي العبارات الآتية تمثل دور ATP ؟

a- مالك المركز　　✓ c- العملة التي تدفعها عند الشراء

b-المادة المشتراة　　d- الكهرباء اللازمة لإضاءة المركز

السؤال 1 صفحة 158

1- صف وظيفة ATP في الخلايا ؟

نقل الطاقة في الخلية لاستخدامها في عمليات الأيض التي تتم في الخلية

السؤال 26 صفحة 200

2- اكتب أسماء الأجزاء الثلاثة التي تكون ATP

1- الأدنين 2- سكر الرايبوز 3- ثلاث مجموعات فوسفات

ملخص الدرس

1. ينقل الأدينوسين ثلاثي الفوسفات(ATP) الطاقة لإتمام عمليات الايض في الخلايا .
2. يتكون ATP من : الأدينين ،سكر أحادي خماسي الكربون (رايبوز)، ثلاث مجموعات فوسفات .
3. يخزن جزئ ATP الطاقة في الروابط بين مجموعات الفوسفات.
4. يطلق على الأدينين وسكر الرايبوز معاً (الأدينوسين).
5. أُطلق على ATP عملة الطاقة في الخلايا لأنه يتم بناؤه في التفاعلات المنتجة للطاقة واستهلاكه في التفاعلات المستهلكة للطاقة
6. من الأمثلة على العمليات المنتجة للطاقة : التنفس الخلوي.
   والعمليات المستهلكة للطاقة : النقل النشط ، النقل بالحويصلات .

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر

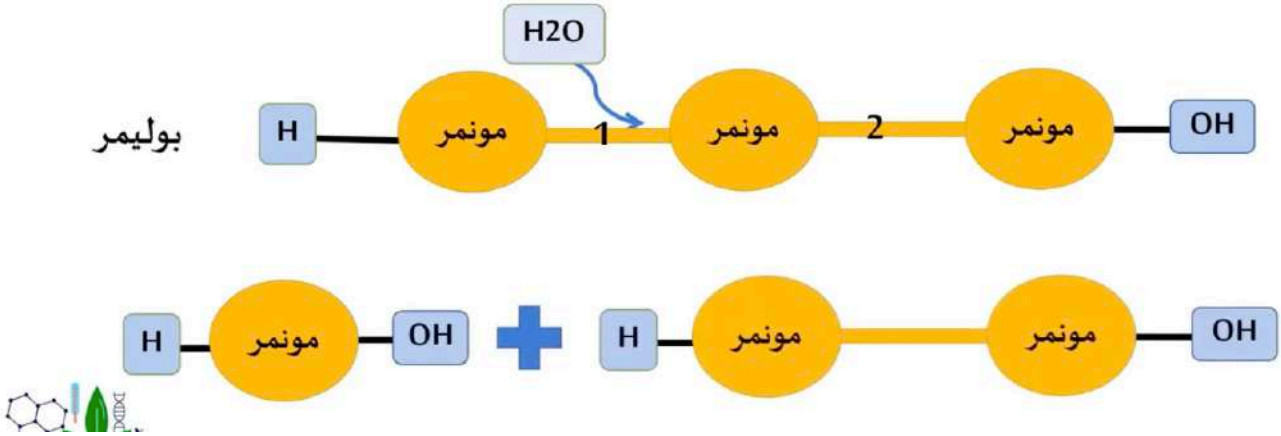
علمي

عملة الطاقة ATP (2)

الطاقة وتركيب ATP

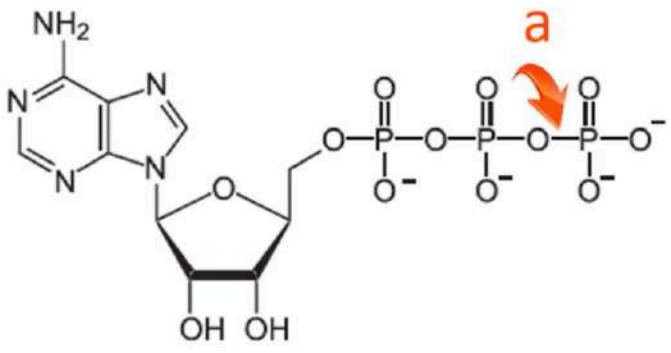
استرجع معلوماتك

- تفاعل التحلل المائي يتضمن كسر الروابط في البوليمرات وتحويلها إلى مونمرات بإضافة جزيئات ماء.



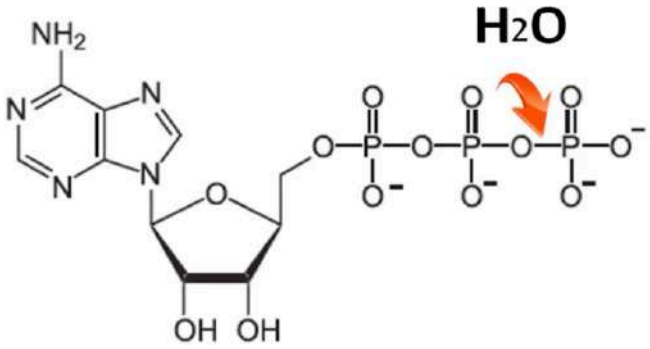
إذا علمت أن التفاعل الموضح أمامك هو تفاعل التحلل المائي لجزيء ATP
أجب عن الأسئلة التالية :-

1- ماذا يمثل الجزيء a والذي يلزم لإتمام عملية التحلل المائي ؟



إذا علمت أن التفاعل الموضح أمامك هو تفاعل التحلل المائي لجزيء ATP
أجب عن الأسئلة التالية :-

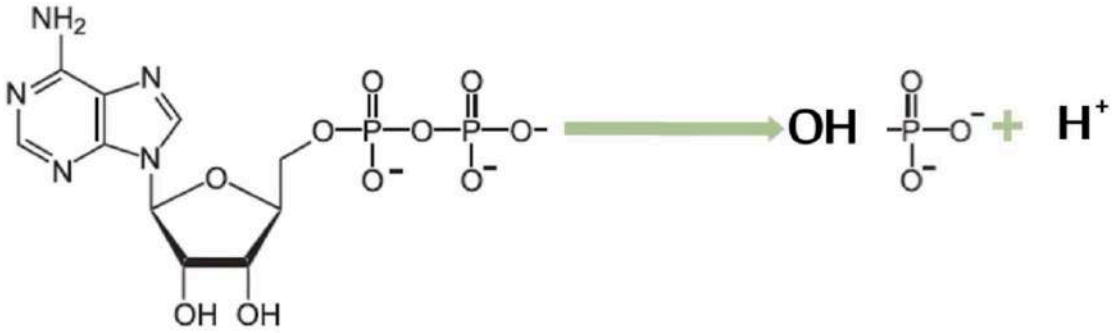
1- ماذا يمثل الجزيء a والذي يلزم لإتمام عملية التحلل المائي ؟ جزيء ماء



إذا علمت أن التفاعل الموضح أمامك هو تفاعل التحلل المائي لجزيء ATP
أجب عن الأسئلة التالية :-

1- ماذا يمثل الجزيء a والذي يلزم لإتمام عملية التحلل المائي ؟ جزيء ماء

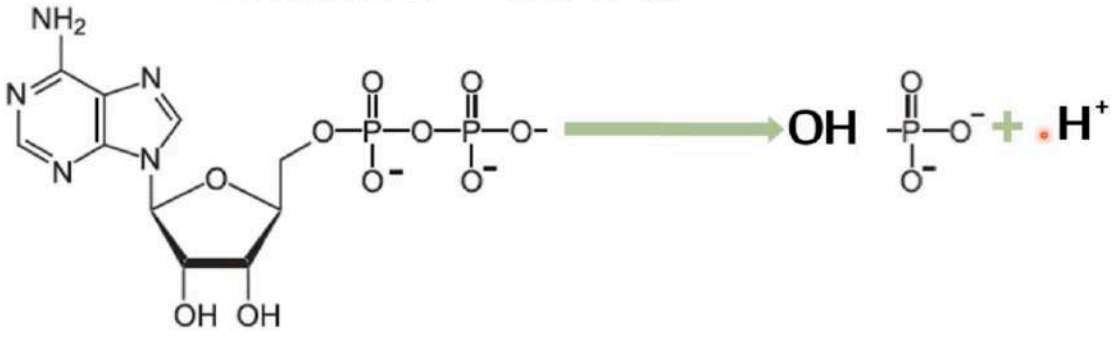
2- ما نواتج التحلل المائي لجزيء ATP؟



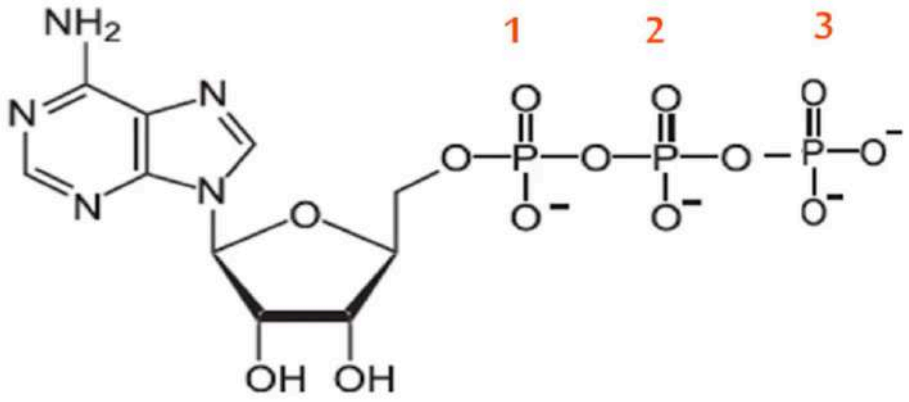
إذا علمت أن التفاعل الموضح أمامك هو تفاعل التحلل المائي لجزيء ATP
أجب عن الأسئلة التالية :-

1- ماذا يمثل الجزيء a والذي يلزم لإتمام عملية التحلل المائي ؟ جزيء ماء

2- ما نواتج التحلل المائي لجزيء ATP؟ 1- أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP +مجموعة فوسفات غير عضوي
+أيون هيدروجين + 7.3 kcal/mol ATP

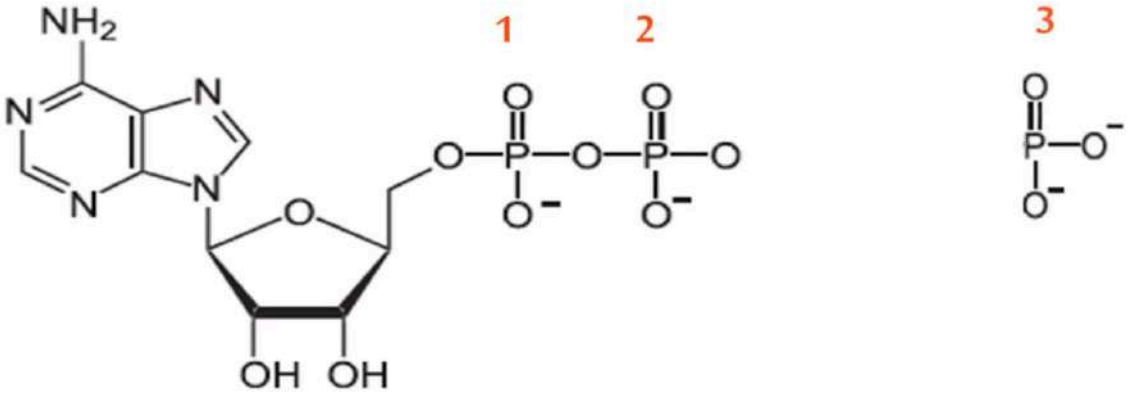


➢ التحلل المائي لجزيء ATP



➢ التحلل المائي لجزيء ATP

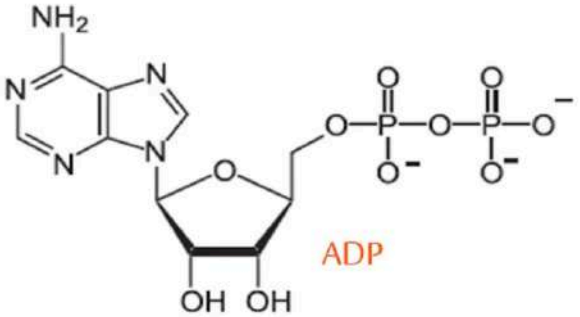
1- تتكسر الرابطة بين الفوسفات والأكسجين (P-O) بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة .



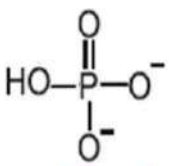
➢ التحلل المائي لجزئ ATP

1- تتكسر الرابطة بين الفوسفات والأكسجين (P-O) بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة .

2- يختزل جزيء ATP إلى أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP وينتج فوسفات غير عضوي وأيون الهيدروجين .



ADP



فوسفات غير عضوي HPO_4^{-2}

H^+

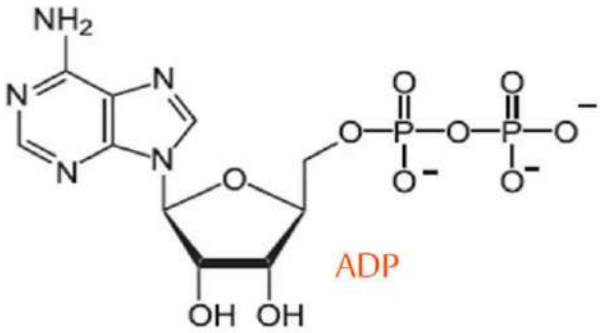
أيون الهيدروجين

➢ التحلل المائي لجزئ ATP

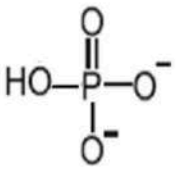
1- تتكسر الرابطة بين الفوسفات والأكسجين (P-O) بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة .

2- يختزل جزيء ATP إلى أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP وينتج فوسفات غير عضوي وأيون الهيدروجين .

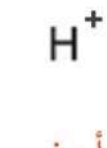
3-بسبب تنافر مجموعات الفوسفات السالبة تنطلق طاقة مقدارها (7.3 Kcal / mol ATP)
عند تكسر رابطة P — O



ADP



فوسفات
غير عضوي
HPO_4^{-2}



أيون
الهيدروجين

اكتب معادلة توضح فيها عملية التحلل المائي لجزيءATP

السؤال 8 صفحة 158

8 – غير الكلمات المبرزة أدناه لجعل كل جملة من الجمل الآتية صحيحة :-

a – عندما يتحلل ADP تنطلق الطاقة .

b – يختزن ATP طاقة ميكانيكية في رو ابطه .

c – تختزن الطاقة في رو ابط كربون — هيدروجين

d – يرتبط الفالين بالجلوكوز في جزيء ATP.

السؤال 8 صفحة 158

8 – غير الكلمات المبرزة أدناه لجعل كل جملة من الجمل الآتية صحيحة :-

a – عندما يتحلل ATP تنطلق الطاقة .

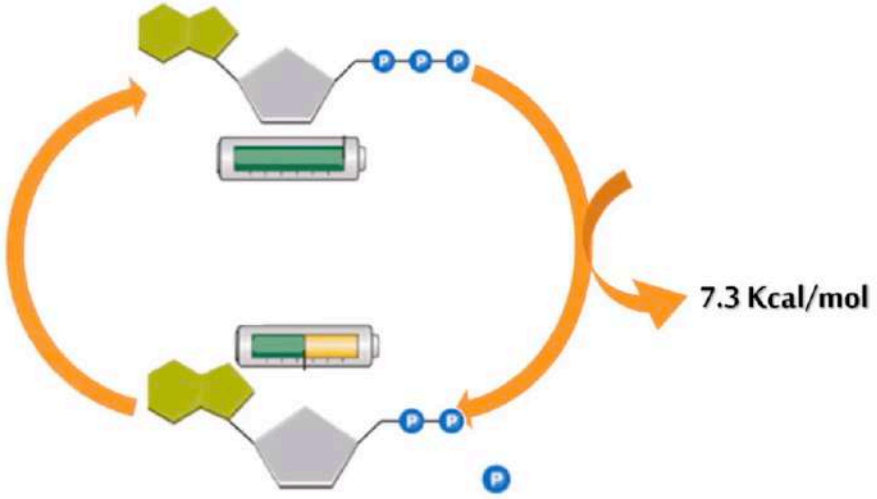
b – يختزن ATP طاقة كيميائية في رو ابطه .

c – تختزن الطاقة في رو ابط فوسفات — أكسجين .

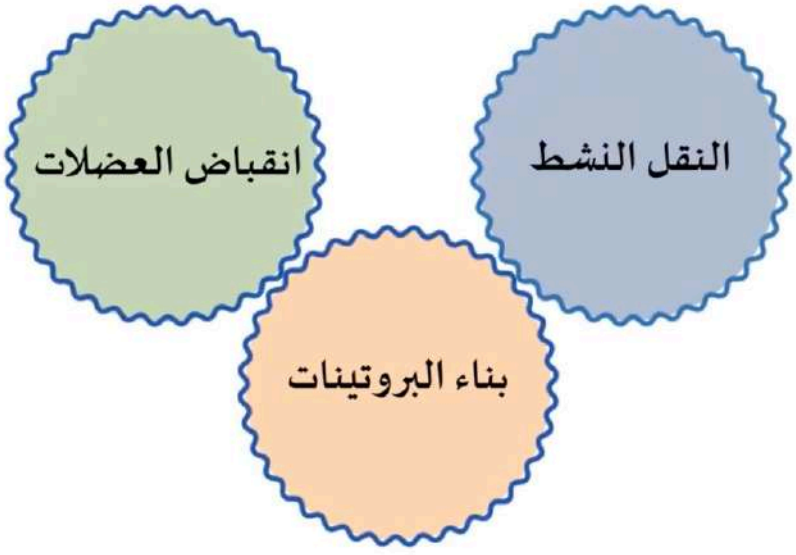
d – يرتبط الأدنين بالرايبوز في جزيء ATP.

السؤال 29 صفحة 200

29 - ارسم مخططاً يوضح تدوير ATP و ADP وكيف تقدم البطارية نموذجاً جيداً للطاقة في هذا المخطط؟

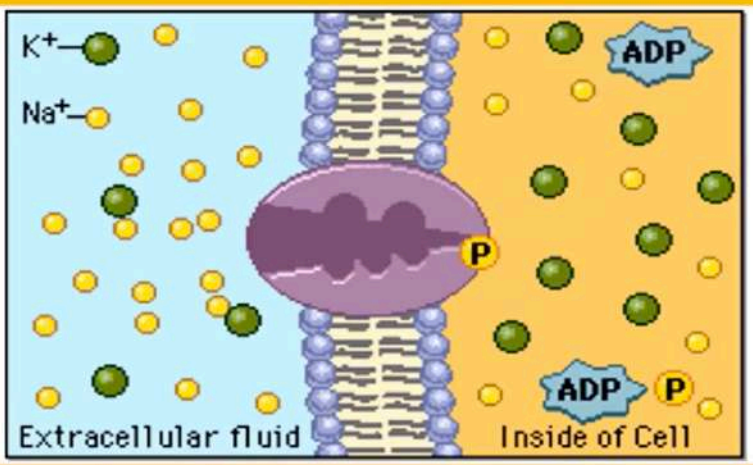


قم بقراءة الفقرة الأخيرة صفحة 154واذكر بعض العمليات التي تحتاج إلى الطاقة في الخلايا ؟



بعض العمليات التي تحتاج إلى ATP

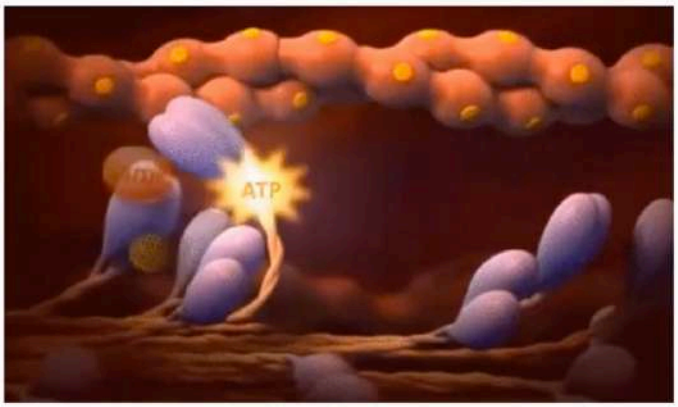
1-تستخدم طاقة ATP في عملية النقل النشط للأيونات عبر الأغشية الخلوية .



بعض العمليات التي تحتاج إلى ATP

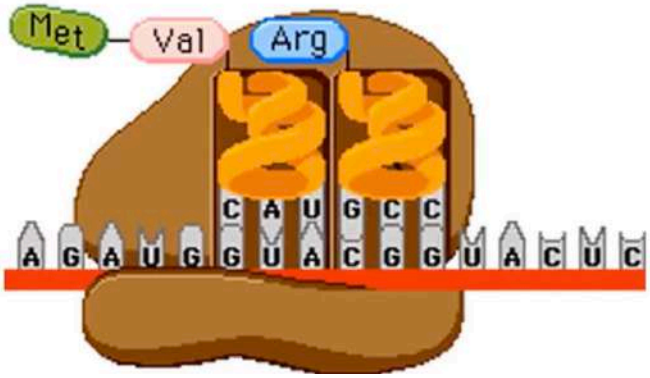
2- انقباض العضلات (حيث يعمل ATP على تغيير تركيب القنوات البروتينية الموجودة على الأغشية مغيراً تركيز أيونات الكالسيوم Ca^{+2} مؤدياً إلى انقباض العضلة) .

- **ويمثل المقطع التالي دور ATP في انزلاق الخيوط البروتينية في العضلات لإحداث انقباض العضلات**



بعض العمليات التي تحتاج إلى ATP

3- يوفر ATP الطاقة لبناء البروتينات في الرايبوسومات .



قيّم فهمك

السؤال 27 صفحة 200

27- لماذا تتحرر الطاقة عند تحويل ATP إلى ADP ؟ فيم تستخدم هذه الطاقة ؟

➢ بسبب تكسر رابطة فوسفات ـــ أكسجين بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة
ولأن مجموعات الفوسفات تحمل الشحنة السالبة يحدث تنافر بينها مما يؤدي إلى انطلاق الطاقة

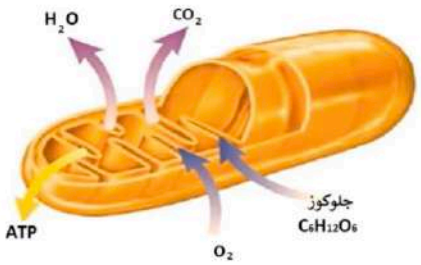
➢ تستخدم هذه الطاقة لإتمام العمليات الحيوية مثال : 1- النقل النشط للأيونات .
2- انقباض العضلات
3- توفير الطاقة لبناء البروتينات في الرايبوسومات

قيّم فهمك

السؤال 30 صفحة 200

30- ما مصدر الطاقة المستخدمة لتجديد ATP في الخلايا ؟

➢ مصدر طاقة ATP من أكسدة الجلوكوز في الميتوكندريا بعملية التنفس الخلوي



ملخص الدرس

1. التحلل المائي لجزيء ATP يتضمن تكسير الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة ولأن مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة يحدث بينها تنافر وتنطلق طاقة الرابطة .

2. ينتج من تفاعل التحلل المائي لجزيء ATP : أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP ، مجموعة فوسفات غير عضوي ،وأيون الهيدروجين ، وتنطلق طاقة مقدارها 7.3 Kcal/ mol

3. معادلة التحلل المائي لجزيء ATP

$$ATP \xrightarrow{H_2O} ADP + Pi + \text{طاقة}$$

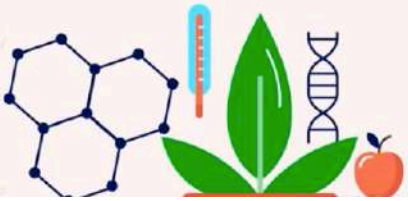
4. من الأمثلة على العمليات التي تحتاج إلى ATP :
1- النقل النشط للأيونات 2- انقباض العضلات 3- بناء البروتينات في الرايبوسومات

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر

علمي



الميتوكندريا وأصولها-1

تركيب الميتوكندريا

المصطلحات العلمية	
قنوات بروتينية	Porins
الأعراف	Cristae
انزيم بناء ATP	ATP Synthase
الحيز بين الغشائي	Intermembrane space
الحشوة	Matrix

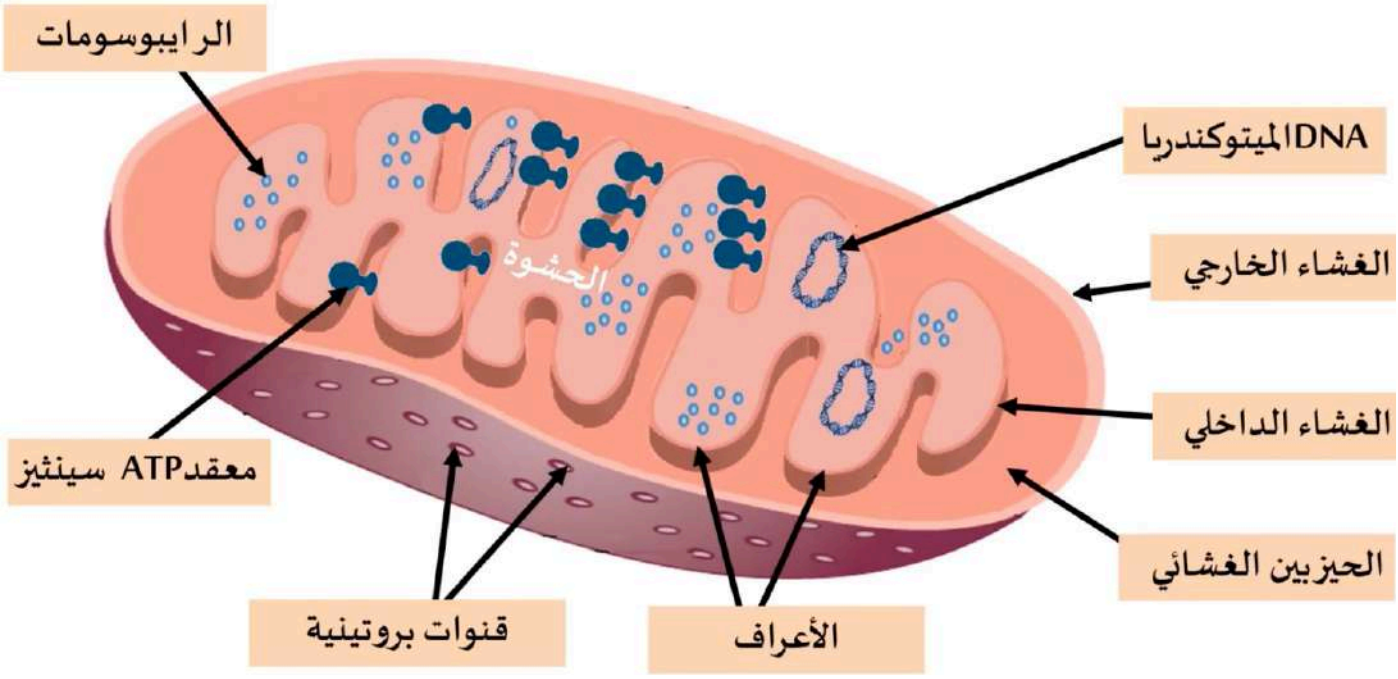
تنشيط المعرفة السابقة

الميتوكندريا عضيات خلوية متخصصة بإنتاج الطاقة .

تكثر الميتوكندريا في الخلايا التي تحتاج طاقة أكثر مثل الخلايا العضلية والخلايا العصبية .

توجد الميتوكندريا في جميع الخلايا حقيقة النواة (ويُستثنى من ذلك خلايا الدم الحمراء).

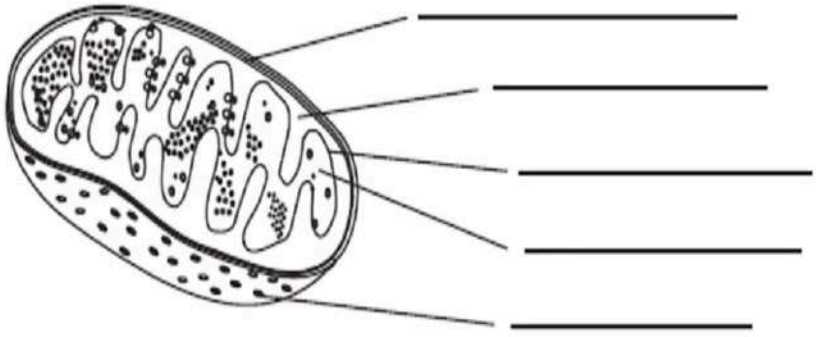
تركيب الميتوكندريا



اختبر نفسك

السؤال 33 صفحة 201 في الكتاب المدرسي

33 – عيّن على المخطط الآتي الأسماء الصحيحة مما يأتي:-



a – الغشاء الداخلي

b – الغشاء الخارجي

c – الحيز بين الغشائي

d – قناة بروتينية

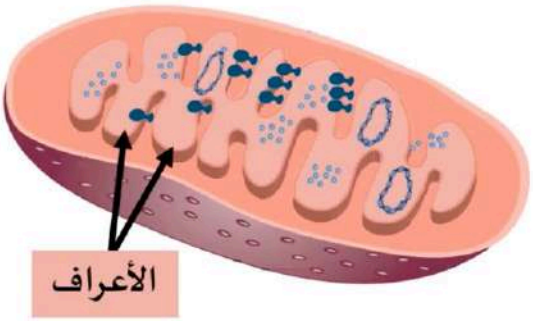
تركيب الميتوكندريا

الغشاء الخارجي : يحتوي على قنوات بروتينية كثيرة تمكن البروتينات الأصغر والأيونات ومركبات الكربون مثل ATP وADP من العبور .

تركيب الميتوكندريا

كيف يتلاءم تركيب الغشاء الداخلي للميتوكندريا مع وظيفته ؟

- يحتوي الغشاء الداخلي على تعرجات كثيرة تسمى الأعراف تزيد مساحة السطح الداخلي لإنتاج الطاقة.



- يحتوي الغشاء الداخلي على معقد ATP سينثيز (إنزيم بناء ATP)
- يحتوي الغشاء الداخلي على قنوات بروتينية خاصة تنقل جزيئات خاصة (مثال :ATP، ADP، و أيونات الفوسفات غير العضوية)
- يمتاز بالنفاذية الانتقائية فهو يسمح للأكسجين وثاني أكسيد الكربون والماء بالعبور وغير منفذ للأيونات بإستثناء مرور بعض المواد خلال قنوات خاصة .

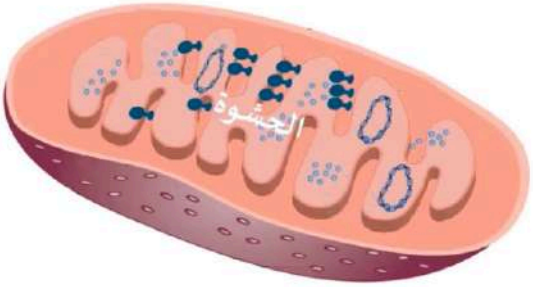
تركيب الميتوكندريا

الحيز بين الغشائي

- يقع بين الغشاء الخارجي والداخلي يحتوي هذا السائل على بروتينات صغيرة و أيونات كأيون الكالسيوم Ca^{+2}

الحشوة

- تقع الحشوة داخل الغشاء الداخلي للميتوكندريا .



1- تحتوي الميتوكندريا على DNA حلقي يمكنّها من التضاعف الذاتي وبناء بروتيناتها الخاصة بشكل مستقل عن النواة .

2- تحتوي الحشوة على الر ايبوسومات وبروتينات تساهم في بناء ATP

قيّم فهمك

فسّر: قدرة الميتوكندريا على التضاعف الذاتي .

بسبب احتوائها على DNA خاص بها فهي قادرة على التضاعف دون الرجوع للنواة .

اختبر نفسك

السؤال 3 صفحة 166 في الكتاب المدرسي

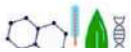
3 – يوجد معقد ATPسينثيز على :

a – رايبوسومات الميتوكندريا .

b – غشاء الميتوكندريا الخارجي .

c – غشاء الميتوكندريا الداخلي .

d – تراكيب صغيرة حرة الحركة موزعة داخل الحيز بين الغشائي .



اختبر نفسك

السؤال 11 صفحة 197 في الكتاب المدرسي

11 – ما الجزيئات التي تنتقل بسهولة عبر الغشاء الداخلي للميتوكندريا من دون الحاجة الى ناقل بروتيني ؟

a - السكر.

b - البيروفيت .

c - الإلكترونات.

d - الأكسجين ،وثاني أكسيد الكربون ، والماء .

اختبر نفسك

السؤال 34 صفحة 201 في الكتاب المدرسي

34– لِمَ تنطوي الأغشية الخلوية الداخلية للميتوكندريا نحو الداخل ؟

لزيادة مساحة السطح للغشاء الداخلي وبالتالي تزيد كفاءتها في انتاج الطاقة

ملخص الدرس

اسم التركيب	التركيب والوظيفة
1- الغشاء الخارجي	يحتوي على قنوات بروتينية كثيرة تمكن البروتينات الأصغروالأيونات ومركبات الكربون مثل ATP وADP من العبور .
2- الغشاء الداخلي	1- يحتوي الغشاء الداخلي على تعرجات كثيرة تسمى الأعراف تزيد مساحة السطح الداخلي لإنتاج الطاقة. 2- يحتوي الغشاء الداخلي على معقد ATP سينثيز (إنزيم بناء ATP). 3-يحتوي الغشاء الداخلي على قنوات بروتينية خاصة تنقل جزيئات خاصة (مثال :ATP ، ADP، و أيونات الفوسفات غير العضوية) 4- يمتاز بالنفاذية الانتقائية فهو يسمح للأكسجين وثاني أكسيد الكربون والماء بالعبور وغير منفذ للأيونات
3- الحيز بين الغشائي	- يقع بين الغشاء الخارجي والداخلي يحتوي هذا السائل على بروتينات صغيرة و أيونات كأيون الكالسيوم Ca^{+2}
4- الحشوة	1- تحتوي على DNA حلقي يمكنها من التضاعف الذاتي وبناء بروتيناتها الخاصة دون الرجوع للنواة 2- تحتوي الحشوة على الر ايبوسومات وبروتينات تساهم في بناء ATP

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر علمي

الميتوكندريا وأصولها (2)

أوجه التشابه بين البكتيريا والميتوكندريا والتكافل ال

المصطلحات العلمية

Mitochondria DNA (mt DNA)	DNA الميتوكندريا
Serial endosymbiosis	التكافل الداخلي المتسلسل

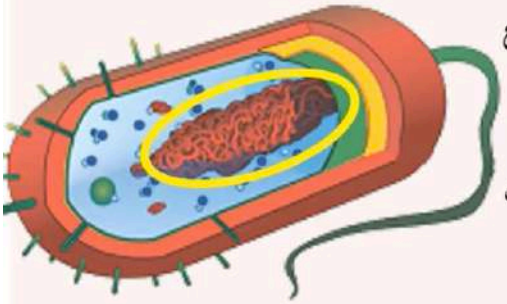
تركيب الميتوكندريا

وفّق بين التركيب في العمود الأول والتلاؤم التركيبي في العمود الثاني .

الحشوة	1	يحتوي على تعرجات كثيرة تسمى الأعراف تزيد مساحة السطح الداخلي لإنتاج الطاقة .
الغشاء الخارجي	2	تحتوي على DNA حلقي يمكنها من التضاعف الذاتي وبناء بروتيناتها الخاصة دون الرجوع للنواة .
الغشاء الداخلي	3	يحتوي هذا السائل على بروتينات صغيرة وأيونات كأيون الكالسيوم Ca^{+2}.
الحيز بين الغشائي	4	يحتوي على قنوات بروتينية كثيرة تمكن البروتينات الأصغر والأيونات ومركبات الكربون مثل ATP وADP من العبور.

تنشيط المعرفة السابقة

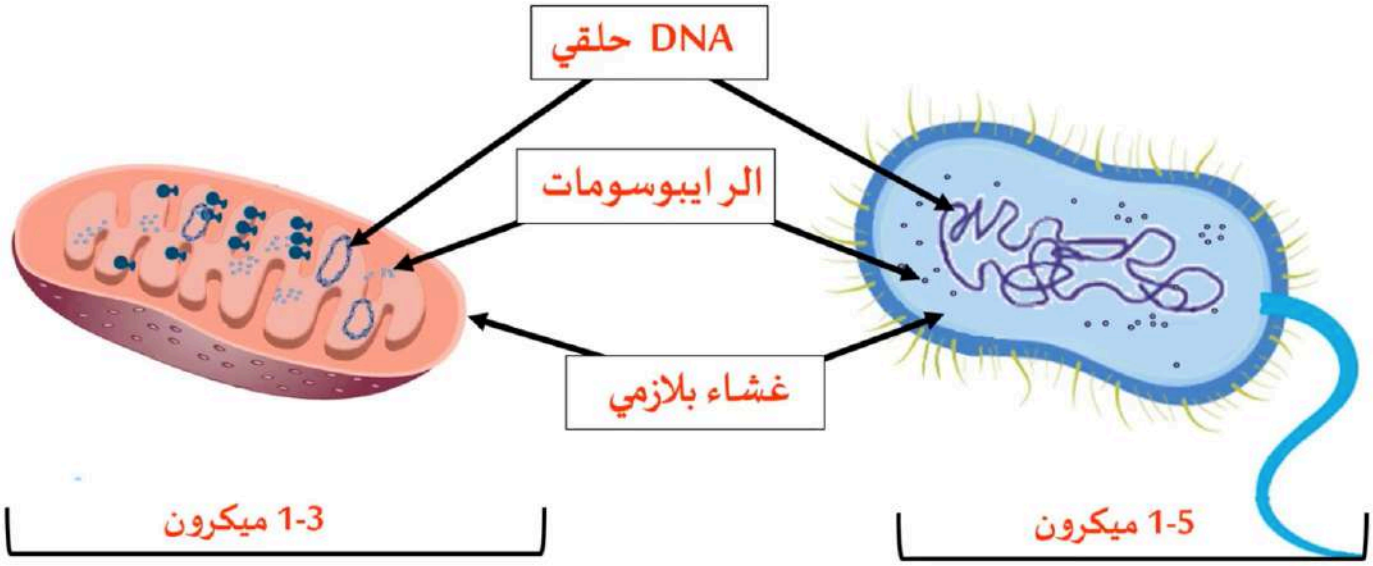
❖ هي خلايا بسيطة التركيب . صغيرة الحجم (يتراوح حجمها 1-5) ميكرون.



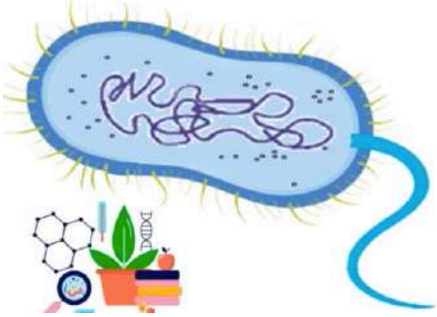
❖ تفتقر إلى وجود نواة محددة ؛ فهي لا تحتوي على غلاف نووي لذلك تتجمع مادتها الور اثية بمنطقة تدعى المنطقة النووية .

❖ لا تحتوي على عضيات محاطة بأغشية . لكنها تحتوي على الر ايبوسومات وهي عضيات غير غشائية (تكون على شكل حبيبات صغيرة كثيرة العدد) .

من خلال الشكلين التاليين حدّد أوجه التشابه بين البكتيريا والميتوكندريا .



أوجه التشابه بين تركيب البكتيريا والميتوكندريا



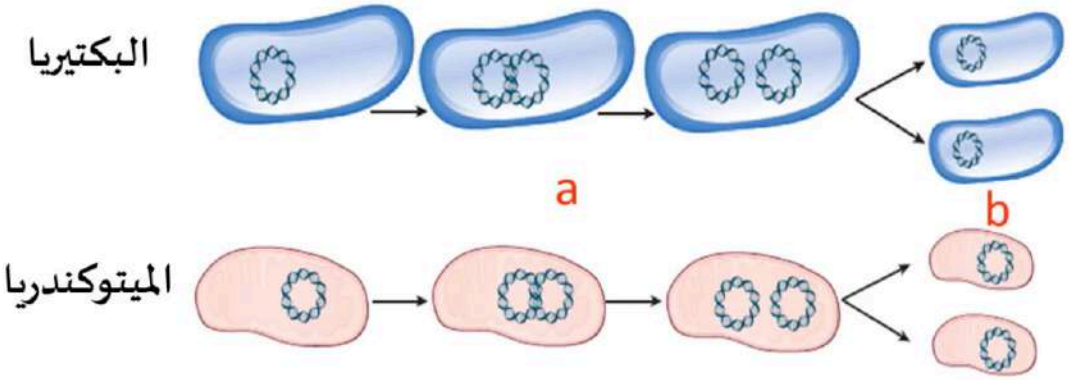
- تمتلك الميتوكندريا DNA حلقي يسمى (mt DNA) أي DNA الميتوكندريا . **كما تمتلك البكتيريا DNA على شكل حلقات في منطقة شبه النواة.**
- تمتلك كلاً من الميتوكندريا والبكتيريا رايبوسومات.
- كلاهما محاطة بغشاء بلازمي (غشاء خلوي) ترتبط به الإنزيمات التنفسية.
- حجمهما متقارب حيث يبلغ حجم البكتيريا (1-5 ميكرون) ويبلغ حجم الميتوكندريا (1-3 ميكرون).

أوجه التشابه بين البكتيريا والميتوكندريا

➢ تتكاثر البكتيريا والميتوكندريا بطريقة متشابهة (الانشطار الثنائي) :-

a - تُضاعِف كل منهما DNA الخاص بها .

b - تنقسم كل منهما الى نسختين متماثلتين ور اثياً (انشطار).



السؤال 8 صفحة 197 في الكتاب المدرسي

8- ما أوجه التشابه في تركيب الميتوكندريا والبكتيريا؟

a - كلتاهما تتنفس هو ائياً.

✓ b - كلتاهما تتكاثر عن طريق الانشطار.

c - كلتاهما تحتوي على عضيات محاطة بغشاء.

d - كلتاهما تحتوي على منطقة نواة تشمل حلقات DNA.

فرضية التكافل الداخلي

➢ من خلال قراءتك للفقرة الأولى صفحة 164 . أجب عن الأسئلة الآتية :

1- اذكر بعض الأدلة التي تؤكد على أن أصول الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء كانت كائنات حية مستقلة ؟

1- بيانات البروتين 2- DNA غير مرتبط بالهستون 3- تسلسل RNA

2- ما المقصود بالتكافل الداخلي المتسلسل ؟

هو نموذج يرى أن سلف حقيقيات النواة جميعها كان يتبع صف ألفا بروتيوبكتيريا التي كانت تفتقر إلى الببتيدوجلايكان في جدر خلاياها .

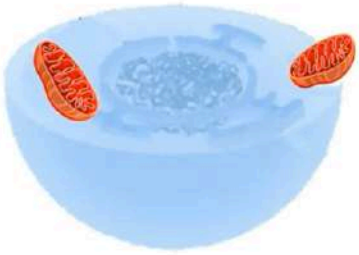
ترتيب أحداث التكافل الداخلي المتسلسل في بدائية النواة (الفابروتيوبكتيريا)

خلية حقيقية النواة

- امتلكت الخلايا بدائية النواة (ألفا بروتيوبكتيريا)نظام أغشية داخلي من انثناء الغشاء الخلوي وبهذا تكون قد امتلكت غشاءً نووياً وتحولت الى حقيقية النواة .

ترتيب أحداث التكافل الداخلي المتسلسل في بدائية النواة (الفابروتيوبكتيريا)

بكتيريا هوائية



- ابتلعت الخلايا حقيقية النواة بكتيريا هوائية بدائية .
- أصبحت هذه البكتيريا متكافلة داخلياً معها.

الميتوكندريا الأولى

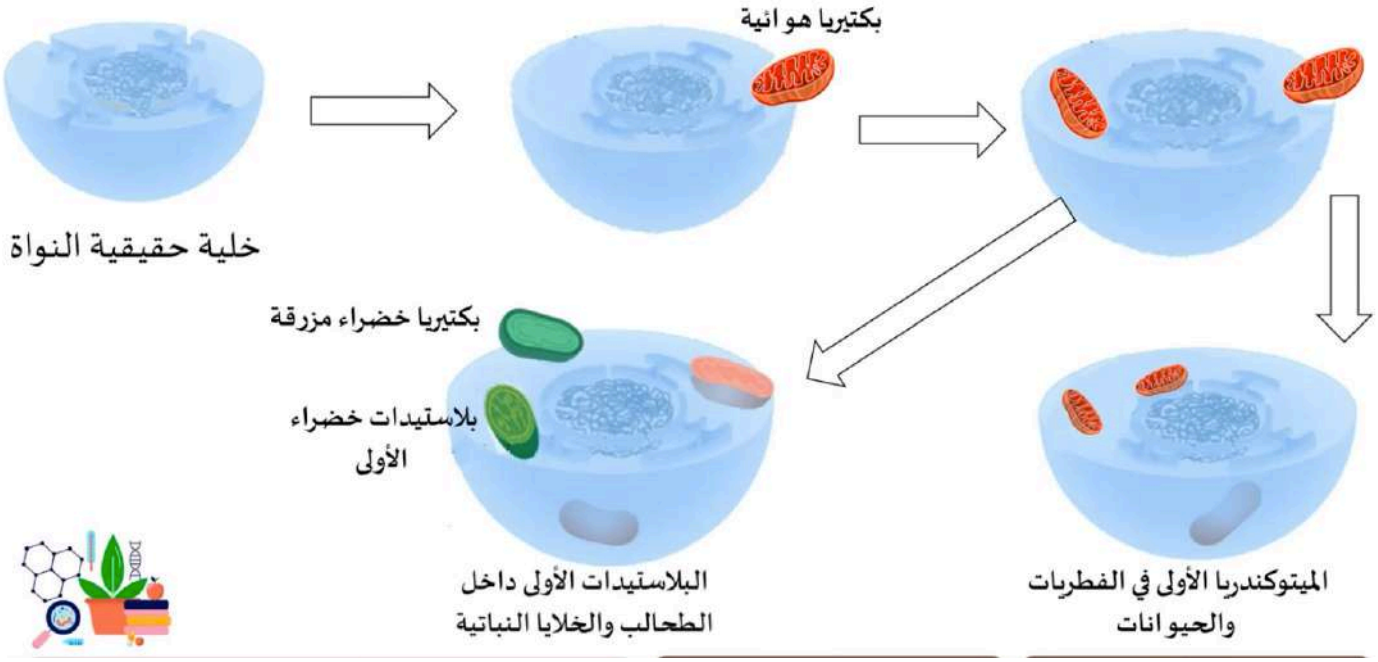
- تطورت هذه الخلايا الى فطريات وحيوانات تمتلك الميتوكندريا كعضيات توفر الطاقة.

ترتيب أحداث التكافل الداخلي المتسلسل في بدائية النواة (الفابروتيوبكتيريا)

بلاستيدات خضراء الأولى

- ابتلعت الخلايا حقيقية النواة بكتيريا خضراء مزرقة .
- أصبحت هذه البكتيريا بلاستيدات خضراء حديثة داخل الطحالب والخلايا النباتية .

ترتيب أحداث التكافل الداخلي المتسلسل في بدائية النواة (الفابروتيوبكتيريا)



ما المميزات التي اكتسبتها الخلايا حقيقية النواة من وجود العضيات المتخصصة ؟

1	يمكن أن تصبح العضيات أكثر كفاءة عن طريق تركيز أنزيمات خاصة وجزيئات أخرى.
2	تستطيع العضيات عزل انزيمات مدمرة مثل البروتيز.

اختبر نفسك

السؤال 4 صفحة 166 في الكتاب المدرسي

4- أعطِ ثلاثة أمثلة داعمة لنظرية أن الميتوكندريا كانت في الأصل خلية بدائية النواة ، ثم تم ابتلاعها .

1- بيانات البروتين .

2- DNA غير مرتبط بالهستون .

3- تسلسل RNA .

اختبر نفسك

السؤال 5 صفحة 166 في الكتاب المدرسي

5- ما الصحيح عن التكافل الداخلي المتسلسل مما يأتي :

a - تطورت الخلية الحقيقية النواة قبل الخلايا البدائية النواة.

b - كانت الميتوكندريا من قبل بكتيريا خضراء مزرقة .

c - أتاح ابتلاع البكتيريا الخضراء المزرقة البدائية للخلايا حقيقية النواة الأولى بناء ATP بكفاءة عالية .

✔ d - ابتلاع البكتيريا البدائية المنتجة لـ ATP أتاح للخلايا حقيقة النواة البدائية بناء ATP بكفاءة عالية .

اختبر نفسك

السؤال 6 صفحة 167 في الكتاب المدرسي

6- رتب الأحداث الآتية في تكافل داخلي متسلسل . قد يكون هناك أكثر من تسلسل صحيح واحد .

b - ابتلعت أسلاف الخلايا حقيقية النواة بكتيريا بدائية .

a - تطورت الميتوكندريا داخل الخلايا حقيقة النواة الأولى .

c - البكتيريا الخضراء المزرقة . ابتلعتها أسلاف الخلايا الحقيقية النواة .

d - تطورت البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية الحقيقية النواة الأولى.

اختبر نفسك

السؤال 6 صفحة 167 في الكتاب المدرسي

6- رتب الأحداث الآتية في تكافل داخلي متسلسل . قد يكون هناك أكثر من تسلسل صحيح واحد .

a - تطورت الميتوكندريا داخل الخلايا حقيقة النواة الأولى .

b - ابتلعت أسلاف الخلايا حقيقية النواة بكتيريا بدائية .

c - البكتيريا الخضراء المزرقة . ابتلعتها أسلاف الخلايا الحقيقية النواة .

d - تطورت البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية الحقيقية النواة الأولى.

اختبر نفسك

السؤال 9 صفحة 197 في الكتاب المدرسي

9- أي العبارات الآتية غير صحيحة عن التكافل الداخلي المتسلسل ؟

a تكونت الكائنات الحية حقيقية النواة قبل الكائنات بدائية النواة.

b - أصل الميتوكندريا بكتيريا بدائية .

c - أسهمت البلاستيدات الخضراء في البكتيريا الخضراء المزرقة في عملية البناء الضوئي .

d -كل ما ذكر صحيح .

ملخص الدرس

❖ تمتلك الميتوكندريا DNA حلقي يسمى (mt DNA). كما أن البكتيريا تمتلك DNA على شكل حلقات في منطقة شبه النواة .

❖ تتشابه الميتوكندريا والبكتيريا في أنهما تمتلكان رايبوسومات وغشاء بلازمي(غشاء خلوي).
❖ الميتوكندريا والبكتيريا كلاهما تتضاعف بالانشطار الثنائي.

❖ يعرف التكافل الداخلي المتسلسل بأنه نموذج يرى أن سلف حقيقيات النواة جميعها كان يتبع صف ألفا بروتيوبكتيريا التي كانت تفتقر إلى الببتيدوجلايكان في جدر خلاياها .

❖ يمكن ترتيب أحداث التكافل الداخلي المتسلسل عندما ابتلعت الخلايا حقيقية النواة البكتيريا الهوائية والتي تطورت داخلَ خلايا الفطريات والحيوانات الى الميتوكندريا الأولى .

❖ و ابتلعت الخلايا حقيقية النواة أيضاً بكتيريا خضراء مزرقة والتي تطورت داخل الخلايا النباتية والطحالب الى البلاستيدات الخضراء .

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

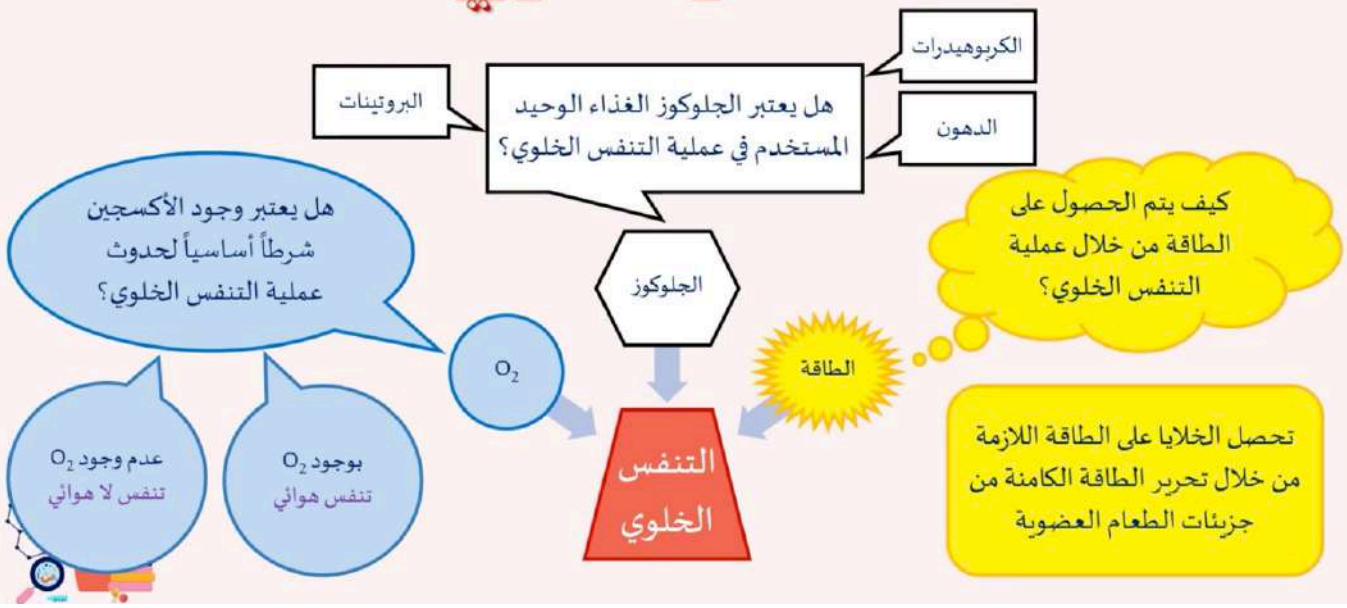
الصف الحادي عشر
(العلمي)

التنفس الهوائي (1)

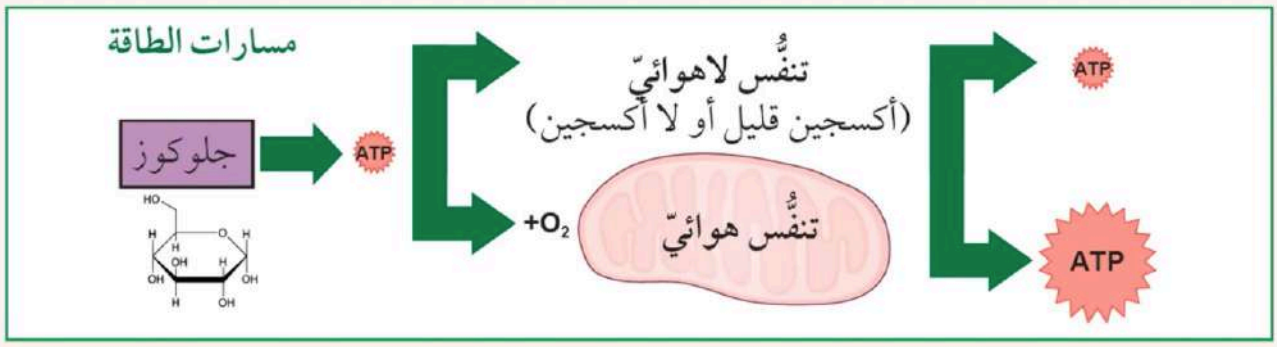
مسارات الطاقة

- التنفُّس الهوائيّ: Aerobic respiration.
- التنفُّس اللاهوائيّ: Anaerobic respiration.
- التنفُّس الخلويّ: Cellular respiration.
- التَحلُّل السُّكَّريّ: Glycolysis.

التنفس الخلوي



مسارات الطاقة

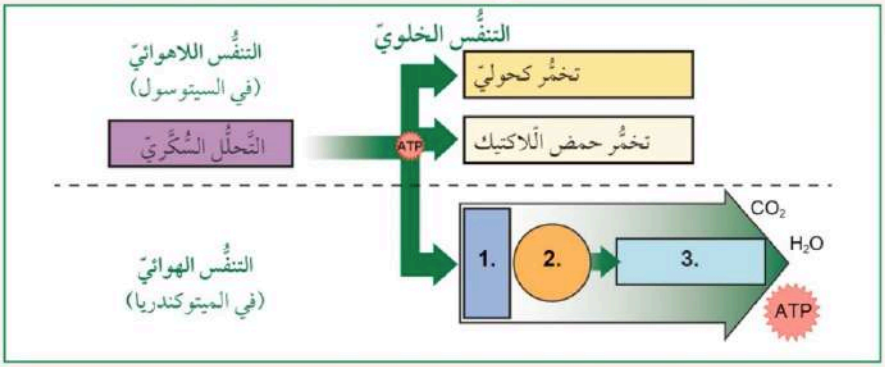


التنفس الخلوي و مسارات الطاقة

هي العمليّة التي يتم من خلالها تحرير الطاقة المخزَّنة في الغذاء وتحويلها إلى جزيئات ATP

ما هو المسار المستخدم في عملية التنفس الخلويّ في الخلايا حقيقيّة النواة؟

التنفس الخلوي و مسارات الطاقة



- التنفُّس الخلوي اللاهوائيّ: يحدث من خلال التخمُّر في سيتوسول الخلايا.
- التنفُّس الخلوي الهوائيّ: يحدث في الميتوكندريا، وينتج ATP أكثر من التنفُّس اللاهوائيّ.
- تبدأ كلتا العمليّتين في السّيتوسول بالتَحلُّل السُّكَّريّ الذي يتكسّر فيه الجلوكوز إلى جُزيئَين، ويتمّ إطلاق بعض الطاقة على شكل ATP.

❖ قارن بين التنفس الخلوي الهوائي والتنفس الخلوي اللاهوائي في الجدول الآتي:

وجه المقارنة	التنفس الهوائي	التنفس اللاهوائي
الحاجة إلى الأكسجين	يحتاج	لا يحتاج
كمية الطاقة الناتجة	كبيرة	صغيرة
مكان حدوثه	في الميتوكندريا	في السيتوسول

التقويم الختامي

❖ ما هو المصدر الأساسي للكائنات الحية للحصول على الطاقة؟

✓ الكربوهيدرات (الجلوكوز).

❖ أين تحدث عملية التنفس الخلوي الهوائي؟

✓ في الميتوكندريا.

❖ ما هو المسار الذي تسلكه الخلية حقيقية النواة عند نقص كمية الأكسجين؟

✓ التنفس الخلوي اللاهوائي.

1/181 اذكر تكيّفين يجب أن تمتلكهما الخليّة للقيام بالتنفُّس الهوائيّ.

1) انتقال الأكسجين للخلية عبر الانتشار البسيط.

2) وجود الميتوكندريا.

13/198 أيّ مسار غالبًا ما تتبعه الخلية عند عدم توفُّر الأكسجين؟

a. التحلُّل السكّري. c. التنفُّس الهوائي.

b . التنفُّس الخلوي. d. أكسدة البيروفيت.

2/181 استخدم التعريفات للتمييز بين المفاهيم الآتية:

a. التنفُّس الهوائيّ، والتنفُّس اللاهوائيّ.

1) التنفُّس الهوائيّ: هي العمليّة التي يتم من خلالها تحرير الطاقة المخزَّنة في الغذاء وتحويلها إلى جزيئات ATP بوجود الأكسجين.

2) التنفُّس اللاهوائيّ: هي العمليّة التي يتم من خلالها تحرير الطاقة المخزَّنة في الغذاء وتحويلها إلى جزيئات ATP بعدم وجود الأكسجين.

2/181 استخدم التعريفات للتمييز بين المفاهيم الآتية:

b. التنفُّس الخلويّ، والجهاز التنفُّسي البشري.

1) التنفُّس الخلويّ: هي العمليّة التي يتم من خلالها تحرير الطاقة المخزَّنة في الغذاء وتحويلها إلى جزيئات ATP.

2) الجهاز التنفُّسي البشري: هو مجموعة من الأعضاء التي تساعد على تبادل الغازات (الأكسجين وثاني أكسيد الكربون).

35/201 كيف يختلف عائد ATP من عملية التنفُّس اللاهوائي عن عائده من عملية التنفُّس الهوائي؟

✓ التحلل السكري لا هوائي، وينتج 2ATP ، أما في التنفس الهوائي يضاف 2ATP الناتجان من التحلل السكري إلى 30-32 ATP الناتجة خلال دورة كربس والفسفرة التأكسدية.

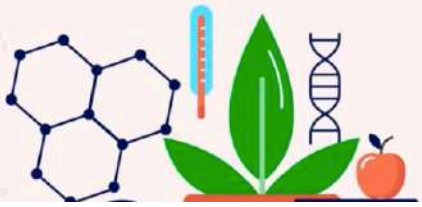
36/201 ما الفرق بين التنفُّس الخارجي العادي والتنفُّس الذي جرت مناقشته في هذه الوحدة؟

✓ يمثّل التنفُّس الخارجي العادي تبادل الغازات في الإنسان بوجود الجهاز التنفسي، في حين أن التنفس الخلوي تفاعل طارد للطاقة يحدث في كل الخلايا، وينقل طاقة الجلوكوز الكيميائية ليخزنها في جزيء عملة الطاقة المسمى ATP.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر
(العلمي)



التنفس الهوائي (2)

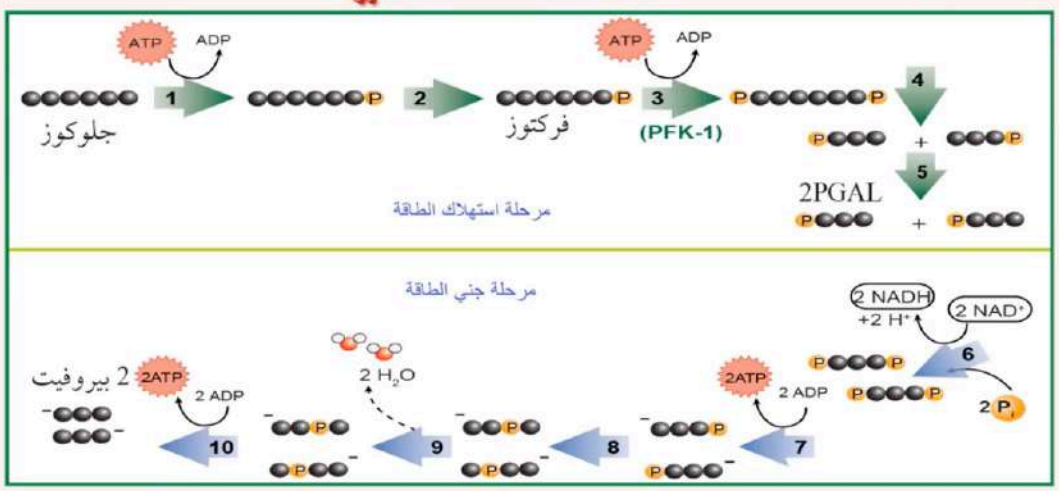
التحلل السكري

- التَحلُّل السُّكَّريّ: Glycolysis.
- البيروفيت: Pyruvate.
- دورة كربس: Krebs cycle.
- الفسفرة التأكسديّة: Oxidative phosphorylation.

ما هي المرحلة الأولى للتنفس الخلوي والمشتركة بين التنفس الهوائي واللاهوائي؟

التحلل السكري

مرحلتا التحلل السكري



❖ تتكون مرحلة التحلل السكري من سلسلة من التفاعلات الكيميائية المرتبطة بمجموعة من الإنزيمات المحفزة.

❖ ما هو الإنزيم المسؤول عن ضبط سرعة التحلل السكري؟

✓ إنزيم فسفوفركتوكينيز1 (PFK-1).

❖ ما هي مرحلتا التحلل السكري؟

1) مرحلة استهلاك الطاقة.
2) مرحلة جني الطاقة.

❖ ما هو دور ثنائيّ نيوكليوتيد الأدينين وأميد النّيكوتين (NADH) في مرحلة التحلل السكري؟

✓ هو مُرافِق إنزيم متخصّص ناقل للإلكترونات، له دور مهم خلال عملية التّنفُّس الخلويّ.

❖ ما هي المرحلة الأولى للتنفس الخلوي والمشتركة بين التنفس الهوائي واللاهوائي؟

✓ التحلل السكري.

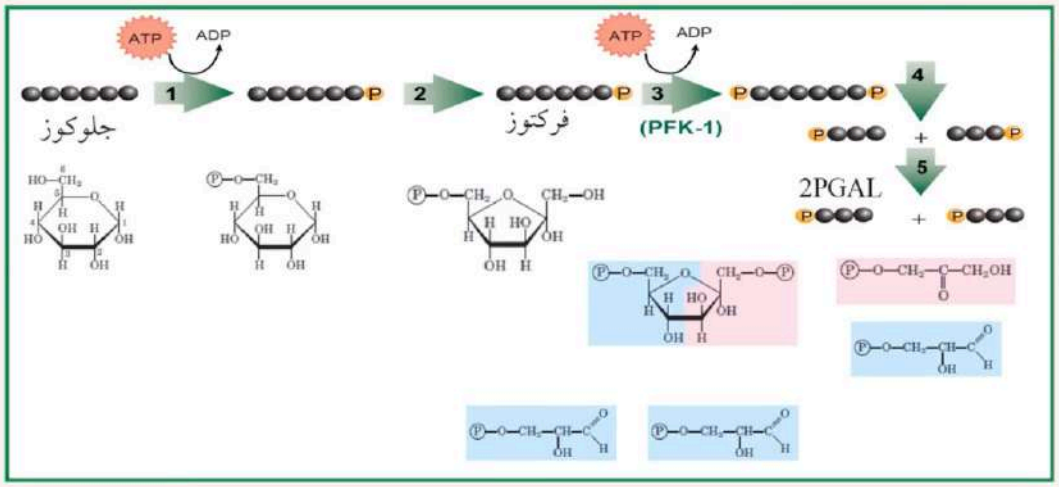
❖ أين تحدث تفاعلات التحلل السكري؟

✓ في السيتوسول.

❖ تقسم تفاعلات التحلل السكري إلى مرحلتين؛ أذكرهما.

1) مرحلة استهلاك الطاقة. 2) مرحلة جني الطاقة.

مرحلة استهلاك الطاقة

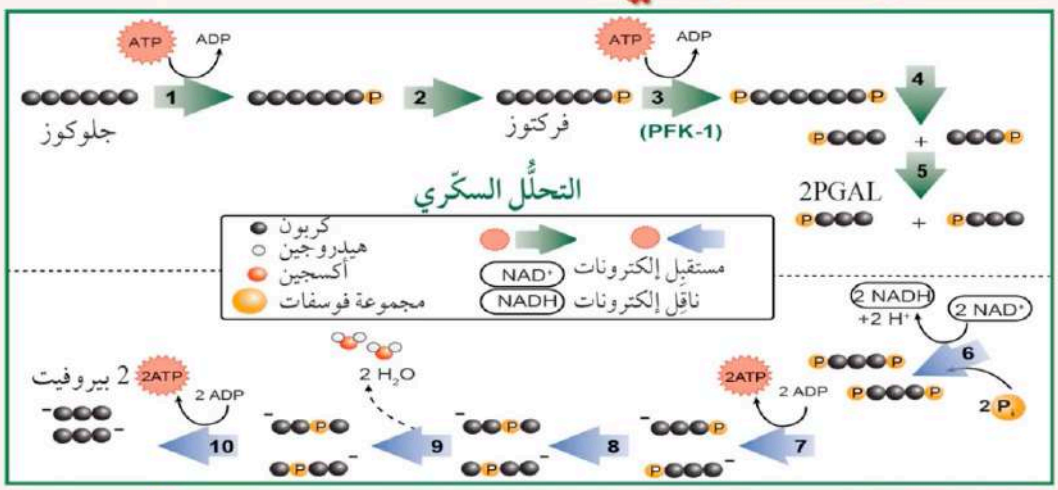


1) يتحول الجلوكوز إلى جلوكوز-6-فوسفات باستهلاك ATP.
2) يتحول جلوكوز -6-فوسفات إلى فركتوز - 6-فوسفات.
3) يتحول فركتوز- 6-فوسفات إلى فركتوز ثنائي الفوسفات باستهلاك ATP.
4) ينقسم هذا الجُزيء إلى مجموعتين من فوسفات السكّر ثلاثي الكربون المعروف بـ جليسر ألدهايد- 3-فوسفات (PGAL).

❖ كم عدد جزيئات الطاقة ATP التي تم استهلاكها في هذه المرحلة؟

✓ تم استهلاك 2ATP.

مرحلة جني الطاقة



1) التأكسد: يتأكسد جُزيئا PGAL، ويختزل $2NAD^+$ لينتجا 2NADH عن طريق إضافة فوسفات إلى كل جُزيء PGAL.

2) الفسفرة: تزال 4 مجموعات فوسفات من PGAL لترتبط مع 4ADP مكوّنة 4ATP ومُنتجة جزيئين بيروفيت.

❖ كم عدد جزيئات الطاقة ATP التي تم انتاجها في هذه المرحلة؟

✓ تم انتاج 4ATP.

ملخص التحلل السكري

مدخلات		
فوسفات 2	2 ATP	جلوكوز 1
P_i P_i	ATP ATP	

النواتج			
2 H+	2 NADH	4 ATP	بيروفيت 2
H^+ H^+	NADH NADH	ATP ATP ATP ATP	

❖ لا يحتاج التحلُّل السُّكَّريّ إلى الأكسجين.

❖ يستخدم التحلُّل السُّكَّريّ جزيئ ATP نتجا من عمليات خلوية أخرى.

❖ ينتج التحلُّل السُّكَّريّ ربحاً صافياً 2ATP لكل جُزيء جلوكوز.

❖ منتجات التحلُّل السُّكَّريّ: البيروفيت / NADH / H^+، تُستخدَم في مراحل من التنفُّس الهوائي.

التقويم البنائي

❖ كم عدد جزيئات الطاقة ATP التي تم استهلاكها في مرحلة استهلاك الطاقة؟

✓ 2ATP.

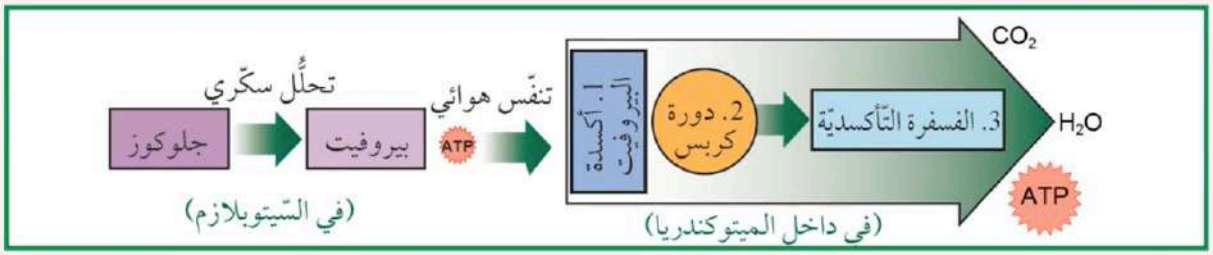
❖ كم عدد جزيئات الطاقة ATP التي تم انتاجها في مرحلة جني الطاقة؟

✓ 4ATP.

❖ كم عدد جزيئات الطاقة ATP التي تعتبر الناتج النهائي لتفاعلات التحلل السكري؟

✓ 2ATP.

التنفس الهوائي



1) أكسدة البيروفيت: يتأكسد جزيء البيروفيت داخل الميتوكندريا ويتحوّل إلى أسيتيل مرافق إنزيم - A.

2) دورة كربس: عمليات أكسدة وإزالة كربون متناوبة للمركّب الكربوني ينطلق خلالها المزيد من الطاقة.

3) الفسفرة التأكسديّة: يتم خلالها إنتاج المزيد من مركبات الطاقة ATP باستخدام الطاقة المختزنة في النواقل الهيدروجينية ($FADH_2$ / NADH).

التقويم الختامي

❖ حدد مكان حدوث كل من مراحل التنفس الخلوي في داخل الخلية؟

1) التحلل السكري. ✓ في السيتوسول.
2) أكسدة البيروفيت. ✓ في الميتوكندريا.
3) دورة كربس. ✓ في الميتوكندريا.
4) الفسفرة التأكسديّة. ✓ في الميتوكندريا.

❖ ما هو نوع النواقل الهيدروجينية التي تنتج من تفاعلات التحلل السكري؟ وكم عددها؟

✓ 2NADH.

14/198 أيّ المسارات ينتج البيروفيت من الجلوكوز؟

a. التحلُّل السكّري.
b . التنفُّس الخلوي.
c. التنفُّس الهوائي.
d. أكسدة البيروفيت.

15/198 ما الفرق بين مرحلة استهلاك الطاقة ومرحلة جنيها في التحلُّل السكّري؟

a. إطلاق ATP في المرحلة الأولى.
b . استهلاك ADP في المرحلة الأولى.
c. اختزال ADP في المرحلة الثانية.
d. استخدام ATP في المرحلة الأولى، وإطلاقه في المرحلة الثانية.

16/198 ما عدد جُزيئات كل من البيروفيت و ATP التي تُنتج في التحلُّل السكَّري؟

a. واحد (1) بيروفيت و 2 ATP.
b . اثنان (2) بيروفيت و 1 ATP.
c. واحد (1) بيروفيت و 4 ATP.
d. اثنان (2) بيروفيت و 4 ATP.

38/201 فيمَ يُستخدم ATP أثناء مرحلة إدخال الطاقة في التحلُّل السكّري؟

✓ تستخدم طاقة ATP لتنتج الفركتوز من الجلوكوز، ويستخدم جزيء آخر مع إنزيم PFK-1 لإنتاج جزيئين من PGAL ثلاثي الكربون.

39/201 لم يُعَدّ الإنزيم PFK-1 هدفًا للفيروسات، مثل HIV أو السرطان؟

✓ يتحكم PFK-1 . في تقدم عملية التحلُّل السكَّري، ومن المنطقي أن تغيّر الفيروسات هذا الإنزيم حيث يمكن للفيروسات عندها التحكم في أيض الخلية، وزيادة إنتاج ATP أو إنقاصه.

40/201 اكتب أسماء المراحل الثلاث للتنفُّس الهوائي.

1) أكسدة البيروفيت.
2) دورة كربس.
3) الفسفرة التأكسديّة.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

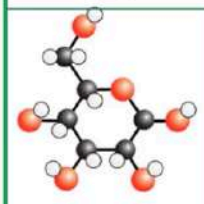
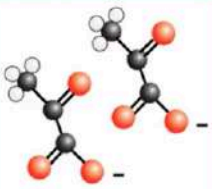
الصف الحادي عشر
(العلمي)

التنفس الهوائي (3)

أكسدة البيروفيت
ودورة كربس

- أكسدة البيروفيت: Pyruvate oxidation.
- أستيل مرافق الإنزيم A : Acetyl - coenzyme A.
- دورة كربس: Krebs cycle.

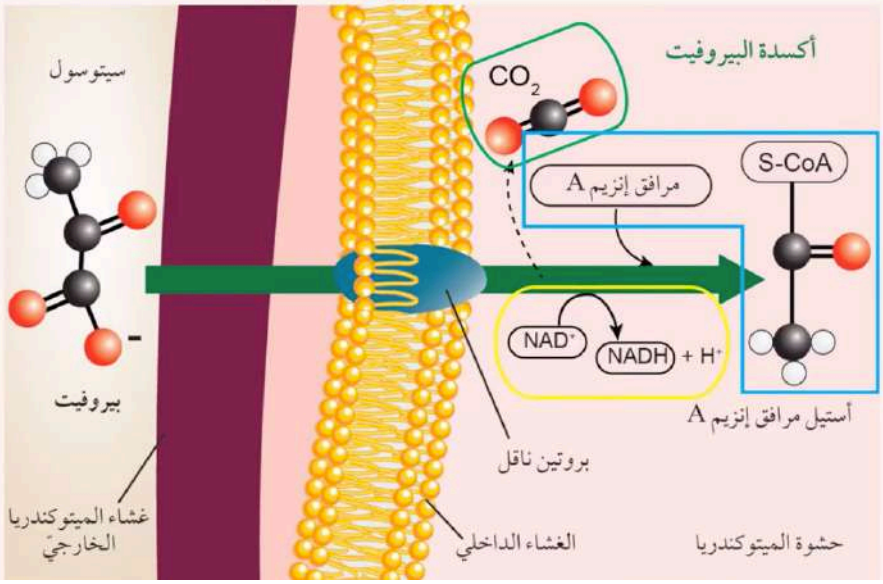
ملخص التحلل السكري

مدخلات			النواتج		
فوسفات 2	2 ATP	جلوكوز 1	2 H+	2 NADH	4 ATP	بيروفيت 2
P_i P_i	ATP ATP		H^+ H^+	NADH NADH	ATP ATP ATP ATP	

ما هو مصير جزيئي البيروفيت الناتجين من عملية التحلل السكري عند توفر كمية كافية من الأكسجين O_2 في داخل الخلية؟

الفسفرة التأكسدية ← دورة كربس ← أكسدة البيروفيت

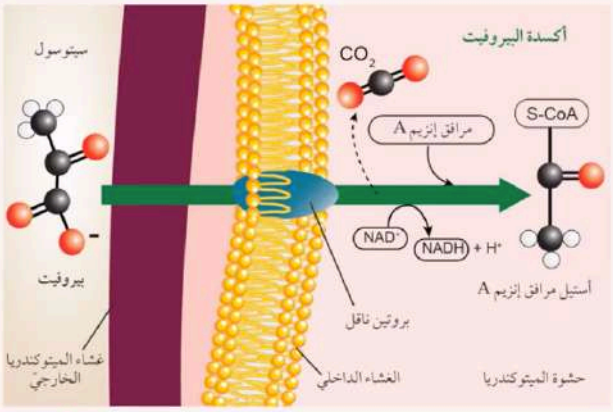
أكسدة البيروفيت



❖ **ما هي التغيرات التي تحدث لجزيء البيروفيت بعد دخوله إلى الميتوكندريا عند توفر كمية كافية من الأكسجين؟**

1) تُزال منه مجموعة كربونيل بشكل CO_2.
2) تحدث عملية اختزال NAD^+ إلى NADH عن طريق إزالة الهيدروجين.
3) ترتبط مجموعة أستيل بمرافق الإنزيم A لتكون جُزيء من أستيل مرافق الإنزيم A.

ملخص أكسدة البيروفيت



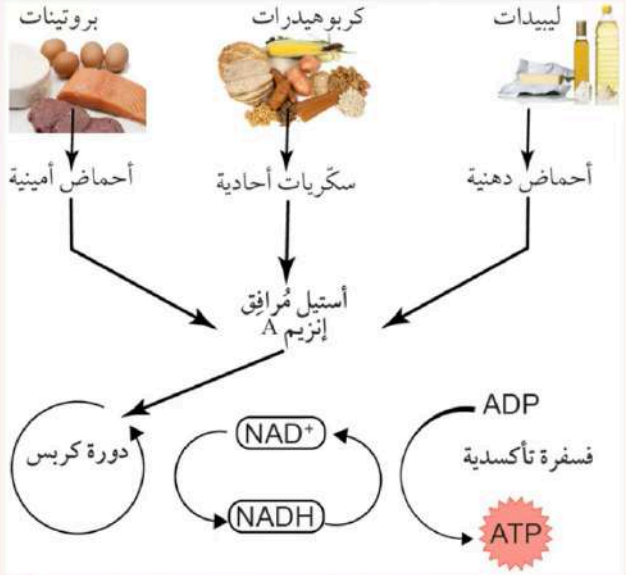
❖ **ما هي نواتج أكسدة جزيء واحد من البيروفيت؟**

1) جزيء واحد من CO_2.
2) جزيء واحد من NADH.
3) جزيء واحد من أستيل مرافق الإنزيم A.

❖ **ما هي نواتج أكسدة جزيئين من البيروفيت؟**

1) جزيئان من CO_2.
2) جزيئان من NADH.
3) جزيئان من أستيل مرافق الإنزيم A.

أستيل مرافق الإنزيم A



❖ **ما هي الوظيفة الرّئيسة لأستيل مرافق الإنزيم A؟**

✓ تسليم مجموعة أستيل إلى الخطوة اللاحقة من التنفُّس الخلوي (دورة كربس).

❖ **ماذا يحدث لأستيل مرافق الإنزيم A إذا كانت مستويات الكربوهيدرات منخفضة؟**

✓ يتم إنتاجه بواسطة أكسدة الأحماض الدهنيّة أو الأحماض الأمينيّة.

❖ **علل: تقليل الكربوهيدرات في الغذاء يساعد الجسم على فقدان الوزن؟**

✓ بسبب قيامه بأكسدة الأحماض الدهنيّة أو الأحماض الأمينيّة لإنتاج أستيل مرافق الإنزيم A.

التقويم البنائي

❖ أين تحدث مرحلة أكسدة البيروفيت؟

✓ في حشوة الميتوكندريا.

❖ ما هي الظروف التي دفعت بجزيئات البيروفيت للدخول إلى الميتوكندريا؟

✓ وفرة الأكسجين.

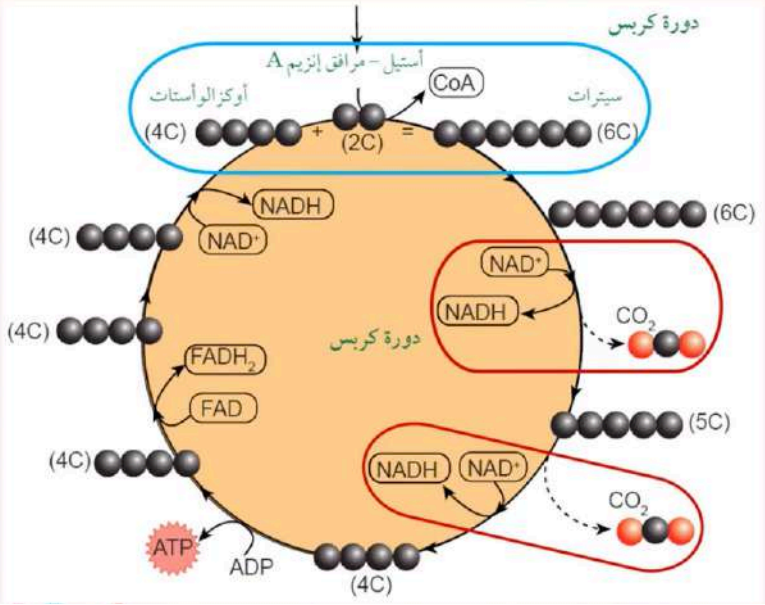
❖ ما هي نواتج أكسدة جزيء واحد من البيروفيت؟

1) جزيء واحد من CO_2.

2) جزيء واحد من NADH.

3) جزيء واحد من أستيل مرافق الإنزيم A.

دورة كربس



❖ تتكون دورة كربس من ثمانية تفاعلات.

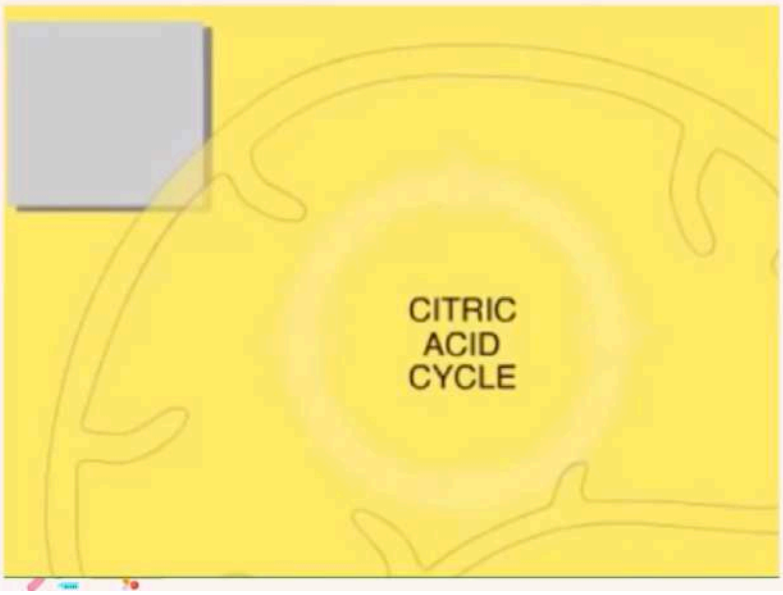
❖ سميت دورة كربس بهذا الاسم نسبة إلى العالم هانس كربس.

❖ تبدأ الدورة بارتباط الأستيل مع أوكزالوأستات لتكوين مركب سداسي الكربون يدعى سيترات.

❖ تخرج ذرتا كربون الأستيل من الدورة على شكل جُزيئين من CO_2.

❖ يتبع خروج كل جزيء CO_2 من الدورة تكون جزيء NADH.

دورة كربس



❖ ما هي نواتج دورة واحدة لحلقة كربس؟

1) جزيء واحد من ATP. — 1 ATP
2) 3 جزيئات من NADH. — 3 NADH
3) جزيء واحد من $FADH_2$. — 1 $FADH_2$
4) جزيئان من CO_2. — 2 CO_2

❖ ما هي نواتج دورتين لحلقة كربس؟

1) جزيئان من ATP. — 2 ATP
2) 6 جزيئات من NADH. — 6 NADH
3) جزيئان من $FADH_2$. — 2 $FADH_2$
4) 4 جزيئات من CO_2. — 4 CO_2

ملخص أكسدة البيروفيت ودورة كربس

❖ يمثل هذا الملخص دخول جزيئين من البيروفيت إلى الميتوكندريا:

النواتج	أكسدة البيروفيت	دورة كربس
CO_2	2	4
ATP	-----	2
NADH	2	6
$FADH_2$	-----	2
أستيل مرافق الإنزيم A	2	-----

التقويم الختامي

3/181 رَتِّبِ الأحداث الآتية ترتيبًا صحيحًا، واكتب جُزيء البداية، والموقع الذي يتمّ فيه كل حدث:

a. أكسدة البيروفيت. b. التحلُّل السكري. c. دورة كربس.

النواتج	التحلُّل السكري	أكسدة البيروفيت	دورة كربس
الترتيب	1	2	3
جزيء البداية	الجلوكوز	جزيئين بيروفيت	جزيئين أستيل مرافق الإنزيم A
الموقع الحدث	السيتوسول	الميتوكندريا	الميتوكندريا

18/198 يجري تحويل البيروفيت إلى _____ من خلال _____.

a. أستيل مرافق الإنزيم A؛ التنفُّس اللاهوائي. c. الجلوكوز؛ التحلُّل السكَّري.

b. أستيل مرافق الإنزيم A؛ أكسدة البيروفيت. d. الجلوكوز؛ التخمُّر الكحولي.

19/199 في دورة كربس، أي الجمل الآتية صحيحة؟

a. يتّحد أستيل مرافق الإنزيم A مع السيترات لتكوين الأوكزالوأستات.

b. تُخزَّن الطاقة من مركّبات الكربون في ADP.

c. تحمل مرافقات الإنزيم NADH و $FADH_2$ الإلكترونات إلى ETC.

d. كل ما ذكر صحيح.

20/199 في دورة كربس، أي مما يأتي يلزم لبدء الدورة؟

a. يضيف أستيل مرافق الإنزيم A ذرتين من الكربون إلى أوكزالوأستات لتكوين السيترات.

b. يجري التقاط الطاقة من مركّبات الكربون بوساطة ADP.

c. ينقل مرافقا الإنزيمات NADH و $FADH_2$ الإلكترونات إلى سلسلة نقل الإلكترون.

d. يجب أن يدخل ثاني أكسيد الكربون الدورة لتجديد ذرّات الكربون.

21/199 أي النواتج الآتية تحرّرها دورة كربس إذا حدثت مرّتين؟

a. اثنان (2) أستيل-مرافق الإنزيم A، 2 ATP، 2 NADH، $2\,CO_2$.

b. اثنان (2) سيترات، 2 ATP، 4 NADH، $2\,CO_2$.

c. 2 ATP، 4 NADH، $2\,CO_2$.

d. 2 ATP، 6 NADH، $2\,FADH_2$، $4\,CO_2$.

وزارة التعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education

الأحيـاء

الصف الحادي عشر
(العلمي)

التنفس الهوائي (4)

الفسفرة التأكسدية

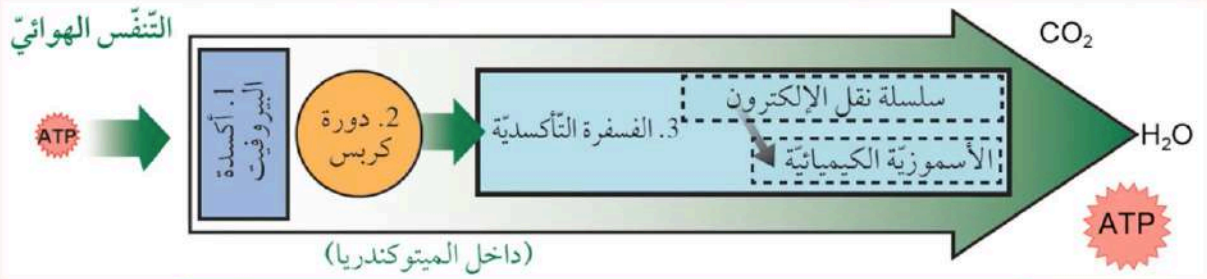
وسلسلة نقل الالكترون

ملخص عملية التنفس الخلوي الهوائي

❖ يمثل هذا الملخص قيام الخلية بعملية التنفس الخلوي الهوائي لجزيء واحد من الجلوكوز:

النواتج	التحلل السكري	أكسدة البيروفيت	دورة كربس
CO_2	-----	2	4
ATP	2	-----	2
NADH	2	2	6
$FADH_2$	-----	-----	2

الفسفرة التأكسدية



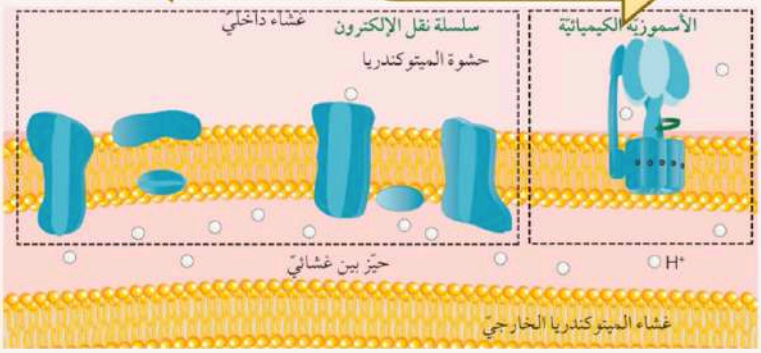
هي العمليّة النهائية في تكوين جزيئات ATP من ADP والفوسفات

✓ تتحرَّر الطاقة اللازمة من أكسدة NADH و $FADH_2$ على الغشاء الداخلي للميتوكندريا.
✓ تَضُخ الطاقة أيونات H^+ إلى الحيّز بين الغشائي، لتعود الأيونات عبر إنزيم بناء ATP لإنتاج ATP.

الفسفرة التأكسدية

ما هي خطوات الفسفرة التأكسدية؟

سلسلة نقل الإلكترون ← الأسموزية الكيميائية



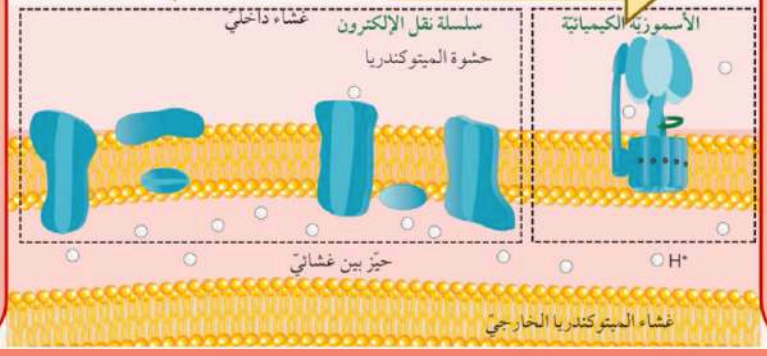
الفسفرة التأكسدية

ما هي خطوات الفسفرة التأكسدية؟

سلسلة نقل الإلكترون ← الأسموزية الكيميائية

تتفاعل النواقل الهيدروجينية NADH و $FADH_2$ مع البروتينات، لضخ أيونات الهيدروجين من الحشوة إلى الحيز بين الغشائي.

يصبح الحيز بين الغشائي حمضياً، وينشئ منحدر تركيز لأيونات H^+ عبر الغشاء الداخلي.



تعود أيونات H^+ عبر إنزيم بناء ATP.

يستخدم إنزيم بناء ATP الطاقة المتولّدة من حركة أيونات H^+ في ربط ADP بمجموعة فسفات لتكوين جزيء ATP.

التقويم البنائي

❖ أين تحدث مرحلة الفسفرة التأكسدية؟

✓ على الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

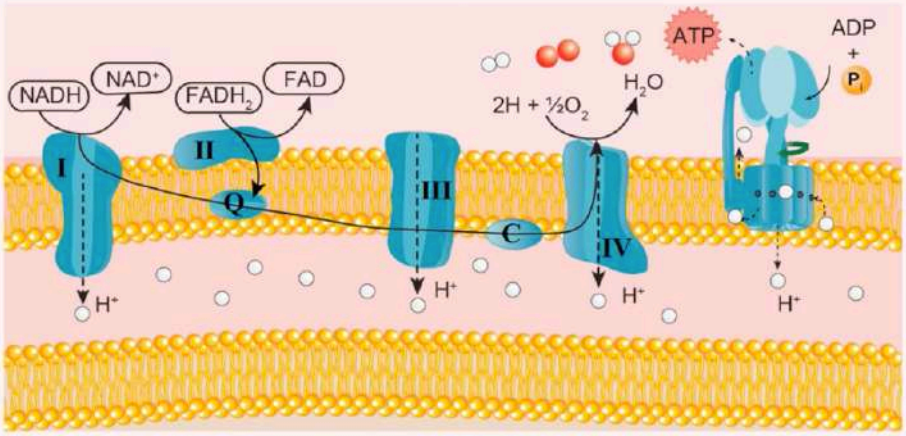
❖ عدد خطوات الفسفرة التأكسدية؟

1) سلسلة نقل الإلكترون. 2) الأسموزية الكيميائية.

❖ ما هي الخطوة التي يتم من خلالها تكوين جزيئات ATP عبر الفسفرة التأكسدية؟

✓ الأسموزية الكيميائية.

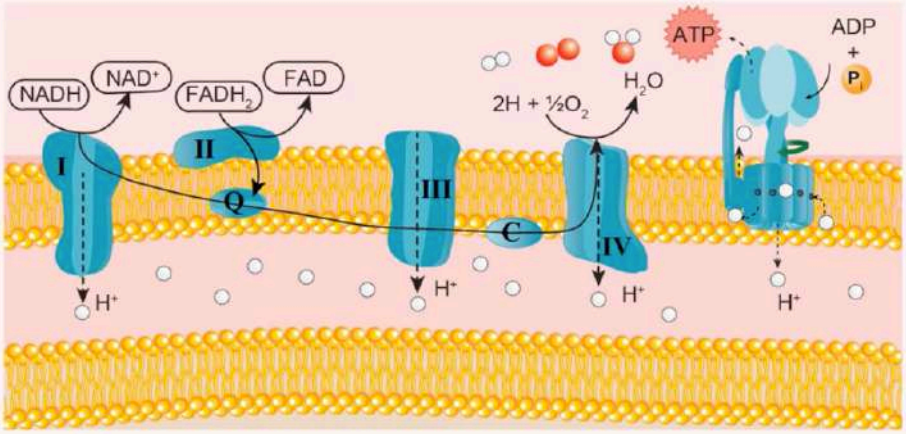
سلسلة نقل الإلكترون



- ✓ تنتقل أيونات H^+ بشكل نشط عبر الغشاء الداخلي مُنشِئة منحدر التركيز.
- ✓ تنتقل الإلكترونات عبر الغشاء الداخلي بواسطة نواقل تذوب في الدهون، لتدمج $2H^+$ مع أكسجين جُزيئي فتنتج الماء.

- ✓ يوجد سلسلة من أربعة بروتينات متخصّصة (I, II, III, IV) على الغشاء الداخلي للميتوكندريا، تستخدم كنواقل للإلكترونات.
- ✓ تعمل سلسلة البروتينات على تكون الماء من الأكسجين الجُزيئي.
- ✓ تدخل النواقل الهيدروجينية NADH و $FADH_2$ الناتجان من جميع المراحل السابقة إلى سلسلة نقل الالكترون، ثم يعودان إلى الحشوة بشكل NAD^+ و FAD.

خطوات سلسلة نقل الإلكترون



1) يؤكسد مُعقّد إنزيم (I) NADH إلى NAD^+، ويرسل H^+ إلى الحيز بين الغشائي، والإلكترونين على النواقل (Q) التي تذوب في الدهون.
2) يؤكسد مُعقّد إنزيم (II, III) $FADH_2$ إلى FAD، ويرسل H^+ إلى الحيز بين الغشائي، والإلكترونات على النواقل (Q) التي تذوب في الدهون.
3) يقبل مُعقّد إنزيم (IV) الالكترونات في سيتوكروم، ليدمج H^+ مع أكسجين كي ينتج الماء ويحرّر الطاقة، ويجري نقل المزيد من H^+ بشكل نشط إلى الحيّز بين الغشائي.

التقويم الختامي

2/181 استخدم التعريفات للتمييز بين المفاهيم الآتية:

c. أكسدة البروفيت، والفسفرة التأكسديّة.

1) أكسدة البروفيت : هي المرحلة الأولى من التنفس الخلوي، ويتم من خلالها تحويل البيروفيت إلى أستيل مرافق الإنزيم A.

2) الفسفرة التأكسديّة: هي المرحلة الثالثة من التنفس الخلوي، ويتم فيها إنتاج ATP عند نقل الإلكترونات إلى الأكسجين.

7/181 اختر من الجمل (7 - 15) ما يناسب كل عملية من العمليات الأربع الآتية:

(a. التحلُّل السكري. b. أكسدة البيروفيت. c. دورة كربس. d. الفسفرة التأكسدية.)

7) يربط أيونات الهيدروجين بالأكسجين. 7) الفسفرة التأكسدية.

8) حيث يطلق ثاني أكسيد الكربون. 8) أكسدة البيروفيت / دورة كربس.

9) يحدث في الميتوكندريا. 9) أكسدة البيروفيت / دورة كربس / الفسفرة التأكسدية.

10) ATP سينثيز. 10) الفسفرة التأكسدية.

11) يحفّز PFK-1 التفاعل. 11) التحلُّل السكري.

12) يكسر مركّبات الكربون. 12) التحلُّل السكري / أكسدة البيروفيت / دورة كربس.

13) يتحوّل $FADH_2$ إلى FAD. 13) الفسفرة التأكسدية.

14) يرسل NADH إلى سلسلة نقل الإلكترون. 14) التحلُّل السكري / أكسدة البيروفيت / دورة كربس.

15) يُطلِق جُزيئات ماء. 15) الفسفرة التأكسدية.

22/199 في أثناء حدوث الفسفرة التأكسديّة:

a. تضيف الأسموزية الكيميائية أيونات الهيدروجين (H^+) إلى التحلُّل السكَّري .

b. يزدوج ETC بعملية الأسموزية الكيميائية لإنتاج ATP من ADP.

c. يجري تجديد ADP بوساطة ATP سينثيز .

d. يكوّن ETC منحدرًا كهروكيميائيًّا باستخدام البروتونات.