

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

التمرين الأول: (6 نقاط)

تركب الخلايا حقيقية النواة بروتينات متخصصة بآليات منظمة للقيام بمختلف نشاطاتها الحيوية.

I- مكنّ الهدم الآلي للخلايا الإنشائية للكريات الحمراء من الحصول على مستخلصات خلوية متجانسة، أُخضعت لما فوق الطرد المركزي ضمن محلول سكرورز (0.25M). يمثل جدول الوثيقة (1) نتائج الفصل من حيث مكونات وخصائص الأجزاء المفصولة من الخلايا (سرعة الدوران مقاسة بوحدات جاذبية (g) في مدة زمنية مقدرة بالدقيقة (mn)).

الأجزاء	التركيز بالبروتينات	ADN	ARN	استهلاك الـ O ₂	إنتاج ATP	تركيب البروتينات
المستخلص الكلي	100	100	100	100	100	100
الجزء (1) (750g/10mn)	10	98	10	0	0	0
الجزء (2) (20000g/20mn)	25	2	5	96	96	3
الجزء (3) (100000g/1h)	20	0	84	3	0	97

- جدول يمثل نتائج فصل المكونات الخلوية.

1- باستغلالك لمعطيات جدول الوثيقة (1)، سمّ الأجزاء (1، 2، 3) المفصولة محددا المعيار الذي اعتمدت عليه.
2- حدّد دور كل منها في تركيب البروتين.

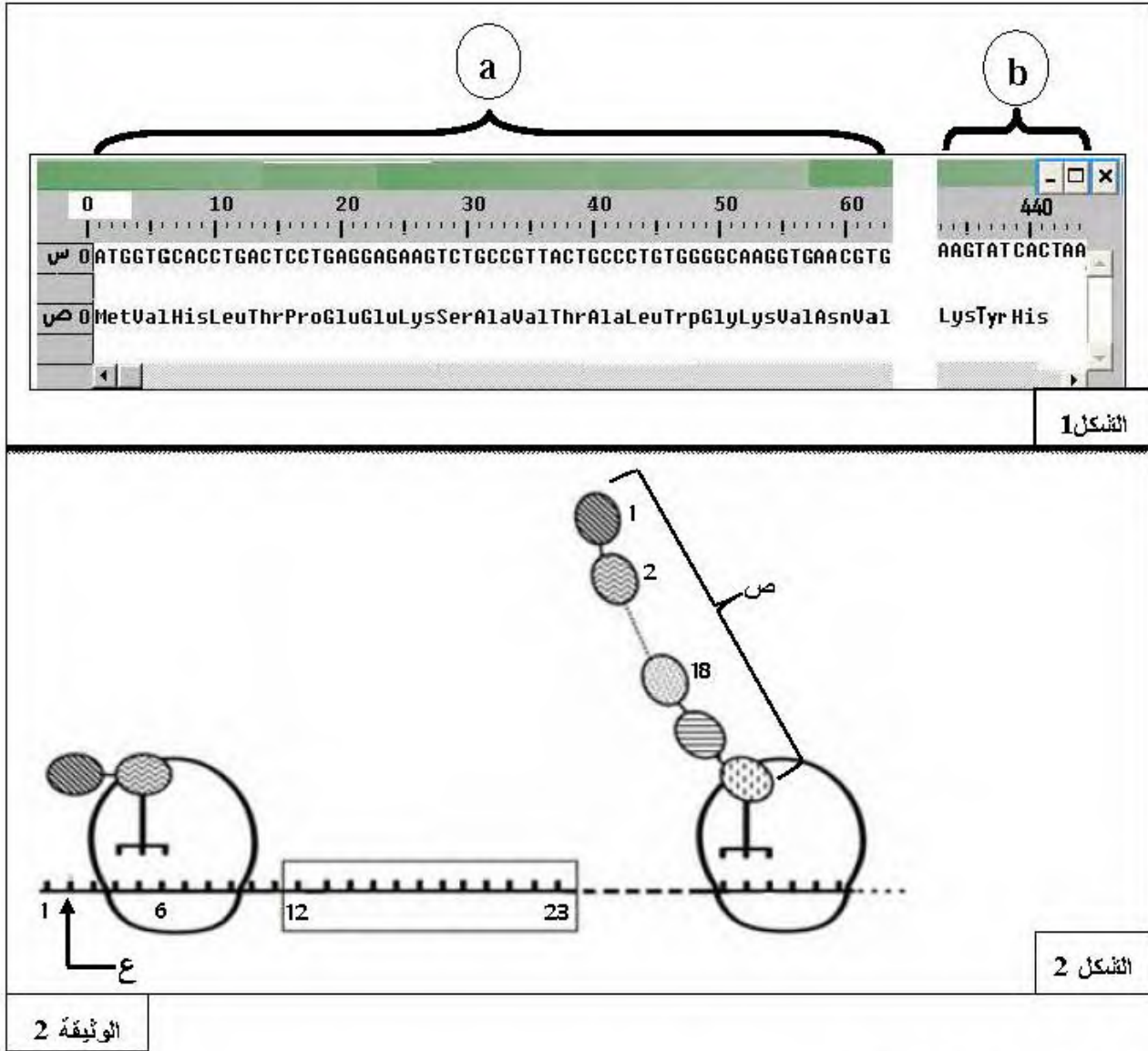
الوثيقة (1)

II- مكنّت دراسة الظاهرة المسؤولة عن تركيب الجزيئات البروتينية من التوصل إلى المعلومات الممثلة في شكلي الوثيقة (2): يمثل الشكل (1) تتابع النيكليوتيدات لمورثة إحدى سلاسل الهيموغلوبين وتسلسل الأحماض الأمينية للسلسلة الببتيدية الناتجة محصل عليها بواسطة برنامج Anagène حيث:

القطعة a : بداية المورثة.

القطعة b : نهاية المورثة.

يمثل الشكل (2) رسماً تخطيطياً تفسيريًا لبعض المراحل التي تتم على مستوى الهيولى.



الشكل 1

الشكل 2

الوثيقة 2

1- باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2):

- أ - ماذا تمثل العناصر (س) و (ص) و (ع) وأرقام الشكل (1)؟ حدّد المرحلة الممثلة في الشكل (2).
- ب - قارن بين متتالية س مع متتالية ص للقطعة a من الشكل (1)، مستنتجا وحدة الشفرة الوراثية.
- ج - مثل القواعد الأرونية الموافقة للجزء المؤطر من الشكل (2).
- د - أوجد عدد الأحماض الأمينية في البروتين الوظيفي الناتج عن هذه المورثة، مع التوضيح.

2- تسبق المرحلة الممثلة في الشكل (2) مرحلة أخرى هامة:

- أ - سمّ هذه المرحلة ثمّ بيّن أهميتها.
- ب - بيّن دراسة كمية أنّ سلسلة واحدة من الجزيئة ع ينتج عنها عدة جزيئات ص، وضّح ذلك.

التمرين الثاني: (6 نقاط)

إظهار إحدى الآليات المتكخلة في توفير الطاقة القابلة للاستعمال، تقترح عليك الدراسة التالية:

I- تعرض الوثيقة (1) بالشكل (أ) البنية الجزئية لجزء من الميتوكوندري، وبالشكل (ب) خصائص العنصرين 1 و3.

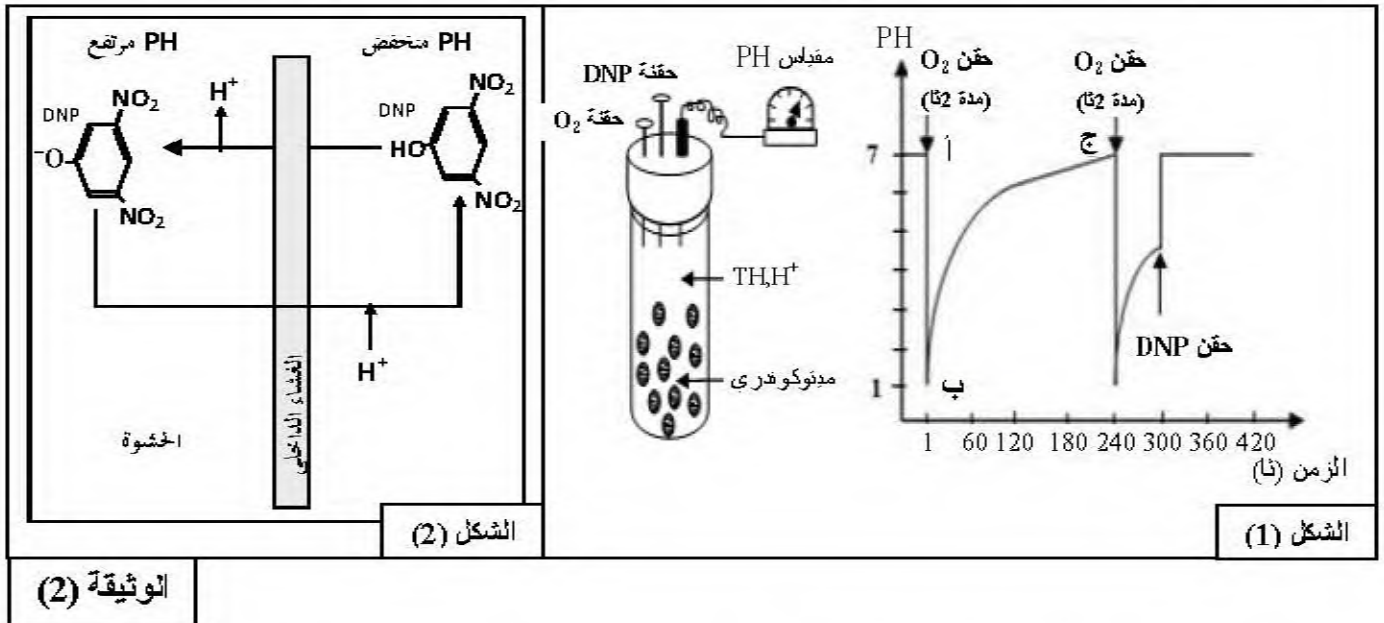
العنصر 1	العنصر 3
نفوذ لأغلب الجزئيات الصغيرة والأيونات	* غير نفوذ لأغلب الجزئيات والأيونات مثل H^+ . * يتم على مستواه: - أكسدة مرافقات الإنزيم المرجعة - انتقال الإلكترونات، انتقال موضعي للبروتونات - فسفرة الـ ADP.
شكل (أ)	شكل (ب)

الوثيقة (1)

1- اكتب البيانات المرفقة من 1 إلى 5 من الوثيقة (1) الشكل (أ).

2- قارن بين العنصرين 1 و 3 مستنجا أهمية العنصر 3.

II- 1- لإبراز خصائص الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات، تم قياس تغير pH الوسط الخارجي لمعلق ميتوكوندريات يحتوي على معطي للإلكترونات (TH, H^+)، حيث يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة DNP (Di-NitroPhénol) عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في منحنى الشكل (1) للوثيقة (2)؛ بينما الشكل (2) فهو يمثل تأثير DNP على الغشاء الداخلي للميتوكوندري.



أ- بين بأنّ النتائج المعبر عنها بالجزء (أ ب ج) من المنحنى تعكس نور الغشاء الداخلي تجاه البروتونات.

ب- باستغلال معطيات الشكل (2) من الوثيقة (2) استخرج تأثير DNP على الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

2- بعد عزل الأغشية الداخلية للميتوكوندري تمت تجزئتها إلى أجزاء غشائية تشكل تلقائياً حويصلات. استعملت هذه الحويصلات في تجارب يمكن تلخيص شروطها ونتائجها في الجدول التالي: (خ = خارجي، د = داخلي).

النتائج	الشروط التجريبية	
تركيب الـ ATP	أ	حويصلات كاملة + ADP + Pi
عدم تركيب الـ ATP	ب	حويصلات كاملة فقط
عدم تركيب الـ ATP	ج	حويصلات عديمة الكريات المذبذبة + ADP + Pi
عدم تركيب الـ ATP	د	حويصلات كاملة ضمن محلول ذي pH=7 عند التوازن pH _خ =7 = pH _د + ADP + Pi
تركيب شديد للـ ATP	هـ	حويصلات كاملة ضمن محلول ذي pH=4 عند التوازن pH _خ =4 = pH _د ثم تم نقلها إلى وسط ذي pH=8 + ADP + Pi
كمية الـ ATP المركب مهملة	و	حويصلات كاملة (نفس خطوات هـ) مع إضافة DNP

أ - علّل اختلاف نتائج التجريبتين أ و د.

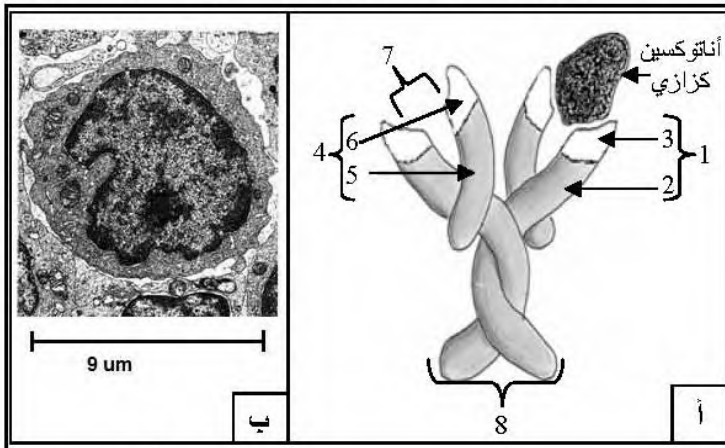
ب - ماذا تستنتج من دراستك المقارنة للنتائج التجريبية ؟

ج - ما أثر إضافة الـ DNP على استعمال الـ O₂ وفسفرة الـ ADP ؟ علّل إجابتك.

III- لخص برسم تخطيطي وظيفي دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في إنتاج الـ ATP .

التمرين الثالث: (8 نقاط)

تستند صفة النوعية للاستجابة المناعية ذات الوساطة الخلوية على وجود نسيالات كثيرة من اللمفويات B المسؤولة عن النوعية الإستعدادية.



I- أُخِذَ فَرٌّْ وَحُقِّنَ بِأَنَاتُوكْسِينِ كَزَازِي، بعد 15 يوم وجدنا في مصله جزيئات توضّح بنيتها الوثيقة (أ1)، تفرزها خلايا متخصصة مصدرها الخلايا الموضحة على الوثيقة (ب1).

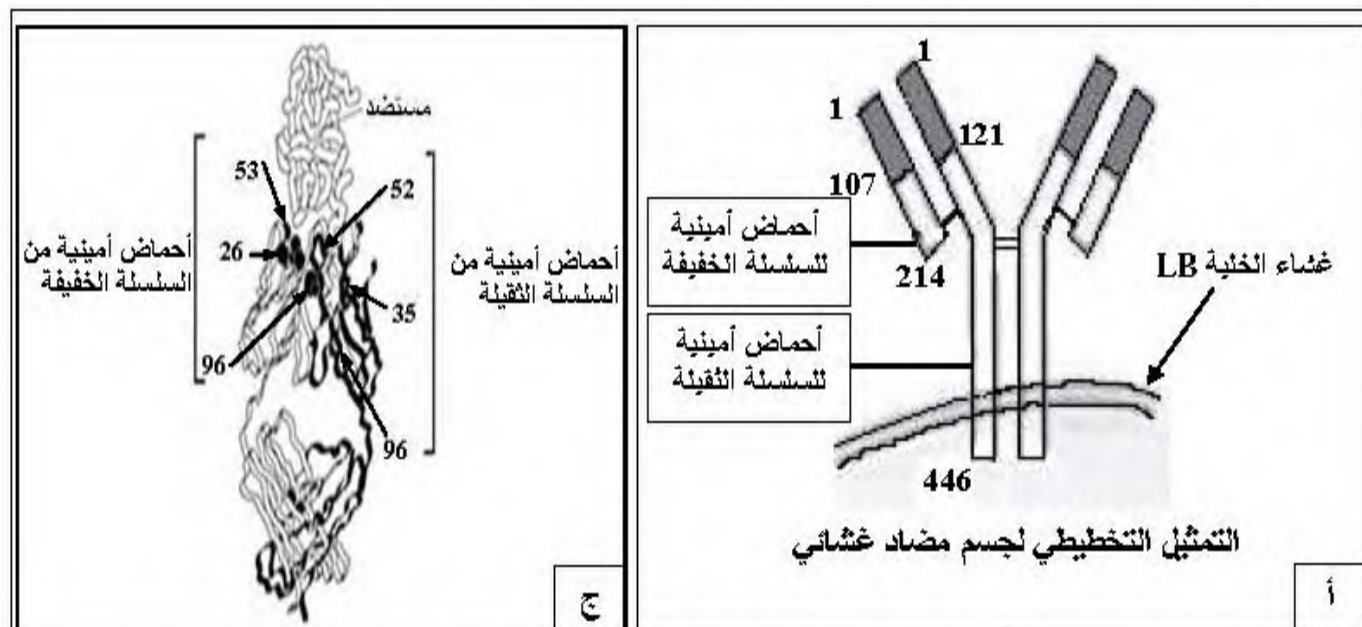
الوثيقة (1)

1- سمّ الجزيئة الموضحة على الوثيقة (أ1)، اكتب بياناتها.

2- استخرج المميزات البنوية التي تدل على أن الخلية الموضحة على الوثيقة (ب1) ليست الخلية المنتجة لجزيئات الوثيقة (أ1).

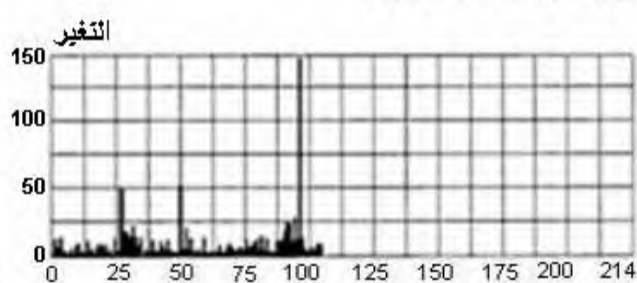
3- معتمدا على معلوماتك، قارن بين جزيئات الوثيقة (أ1) ومثيلتها من جزيئات غشائية للخلية الموضحة على الوثيقة (ب1)، من حيث: البنية، المصدر، التسمية، الدور.

II- تعرض الوثيقة (2 أ)، التمثيل التخطيطي لجسم مضاد عشائي بهدف إظهار الأجزاء المسؤولة عن صفة النوعية فيه، وتمثل الوثيقة (2 ب) نتائج إحصائية لتغيرات الأحماض الأمينية بدلالة وضعيتها في السلسلة الببتيدية لعدد من الأجسام المضادة المختلفة؛ كما أمكن الحصول على بلورات من أجسام مضادة مرتبطة بمولدات ضد بغرض إعادة بناء التركيب ثلاثي الأبعاد للمعقد المناعي [جسم مضاد - مولد ضد] كما تمثله الوثيقة (2 ج).

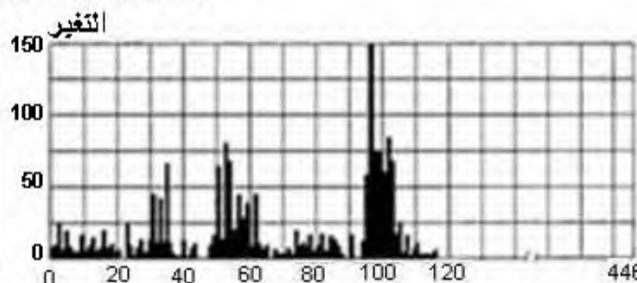


تم تحديد تسلسل الأحماض الأمينية في السلاسل الثقيلة و السلاسل الخفيفة لعدد من أنواع الأجسام المضادة، ثم أجريت دراسة إحصائية لتغيرات الأحماض الأمينية:

- في المواقع من 1 إلى 446 على السلاسل الثقيلة
- في المواقع من 1 إلى 214 على السلاسل الخفيفة



ب 2: وضعية الحمض الأميني في السلسلة (السلاسل الخفيفة)



ب 1: وضعية الحمض الأميني في السلسلة (السلاسل الثقيلة)

ب

الوثيقة (2)

- 1- ماذا تمثل الأحماض الأمينية المرقمة على الوثيقة (2 ج) ؟
- 2- كيف تفسر وجود أحماض أمينية ذات أرقام متباعدة في مواقع متقاربة من الجسم المضاد ؟
- 3- من خلال تحليلك لمعطيات الوثيقة 2 (أ، ب، ج) استخرج المعلومات التي تؤكد ما ورد في مقنمة التمرين مستخلصا الدعامة الجزيئية المناسبة في ميزة النوعية للاستجابة المناعية الخلوية.

الموضوع الثاني

التمرين الأول: (5.5 نقاط)

لإظهار تأثير تغير العوامل الخارجية على النشاط الأنزيمي تقترح عليك الدراسة التالية:
- تتغير قيم pH الأوساط الحيوية للعضوية في مجالات محدّدة. لاحظ معطيات الجدول أ ، الوثيقة 1.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النشاط الأنزيمي	تغير قيم الـ pH	الوسط الحيوي
1	بروتياز + سائل ليزوزومي حيوي + بروتينات بكتيريا	إمالة شديدة	7.35 إلى 7.45	في الدم
2	بروتياز + سائل هيولي حيوي + بروتينات بكتيريا	معدوم	7 إلى 7.3	في السيتوبلازم
3	هكسوكيناز + سائل ليزوزومي + غلوكوز + ATP	معدوم	4.5 إلى 5.5	داخل الليزوزوم
4	هكسوكيناز + سائل هيولي حيوي + غلوكوز + ATP	فسفرة شديدة		
الجدول (ب)			الجدول (أ)	

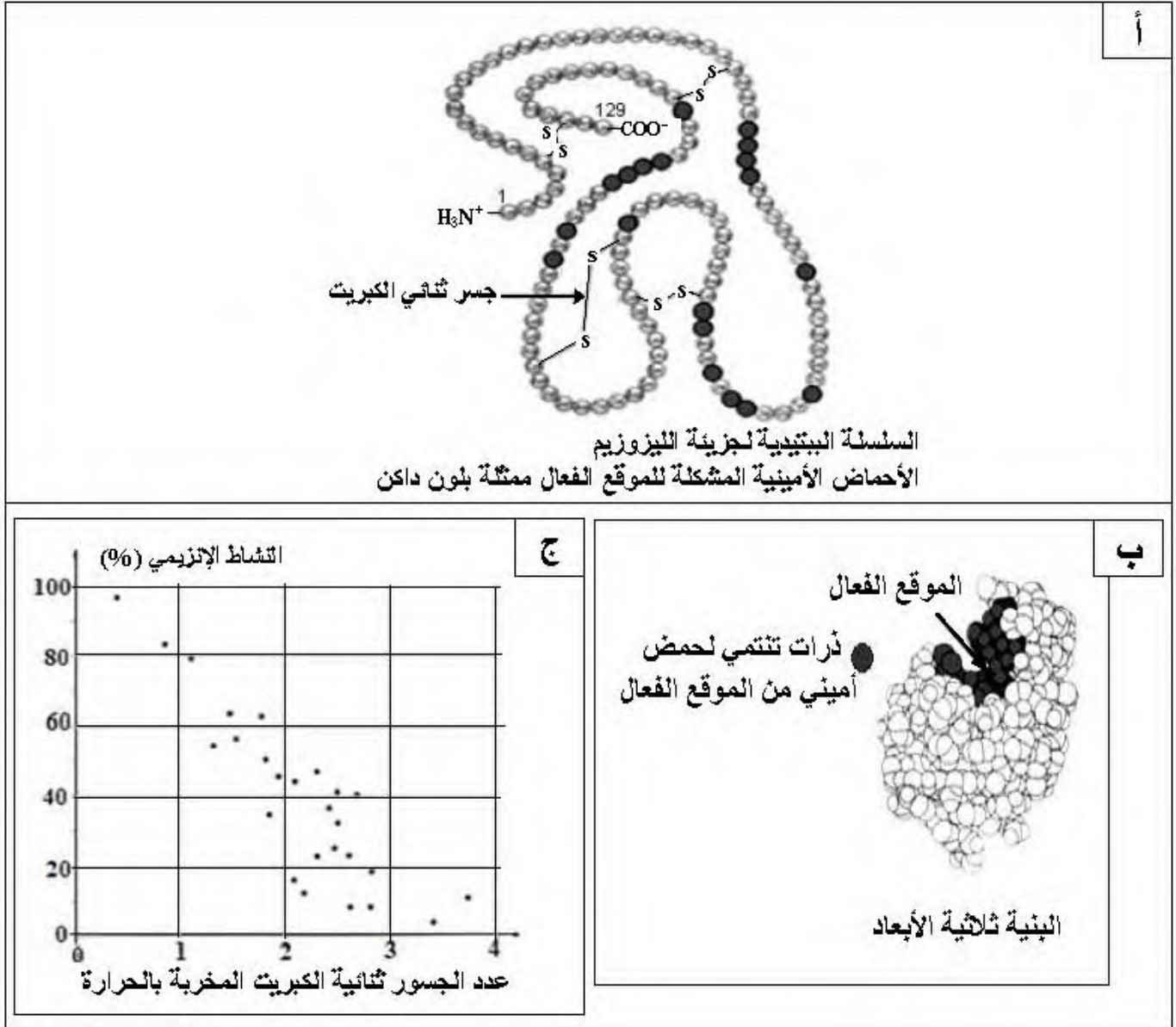
الوثيقة (1)

- 1- بيّن التعضي الخلوي أنّ الخلايا حقيقية النواة تحتوي على عدة بنيات حجيرية متميزة، مثل الليزوزوم المنفصل عن الهيولى بطبقة غشائية.
- يحتوي هيولى الخلايا على الكثير من الأنزيمات، مثل أنزيم هكسوكيناز الضروري لفسفرة الغلوكوز في تفاعلات التحلل السكري.
 - من جهة أخرى يحتوي الليزوزوم على أكثر من 40 نوعا من أنزيمات الإمالة، مثل أنزيمات البروتياز المفككة لبروتينات البكتيريا.

قصد متابعة النشاط الأنزيمي لبعض البروتينات مكنت تقنية ما فوق الطرد المركزي من فصل السائل الليزوزومي عن السائل الهيولي، أخذ بروتياز الليزوزوم وهكسوكيناز الهيولى ثم وُضعا في شروط فيزيولوجية مختلفة. لاحظ النتائج على الجدول (ب)، الوثيقة (1).

- أ- بالاعتماد على المعطيات السابقة فسّر نتائج الجدول (ب)، ماذا تستنتج؟
ب- بيّن بأنّ الليزوزوم هو مثال جيد لإبراز أهمية التنظيم الحجيري في المحافظة على النشاط الأنزيمي.

2- الليزوزيم (lysosyme) بروتين مخاطي اكتشفت خواصه الأنزيمية من طرف ألكسندر فليمنغ سنة 1922، اتضح بأن مفعوله يخرّب جدران البكتيريا المشكلة من سلاسل سكرية بسيطة لكونه يُفكّك الروابط الكيميائية بين الوحدات السكرية الداخلة في بنيتها. لاحظ معطيات الوثيقة (2).



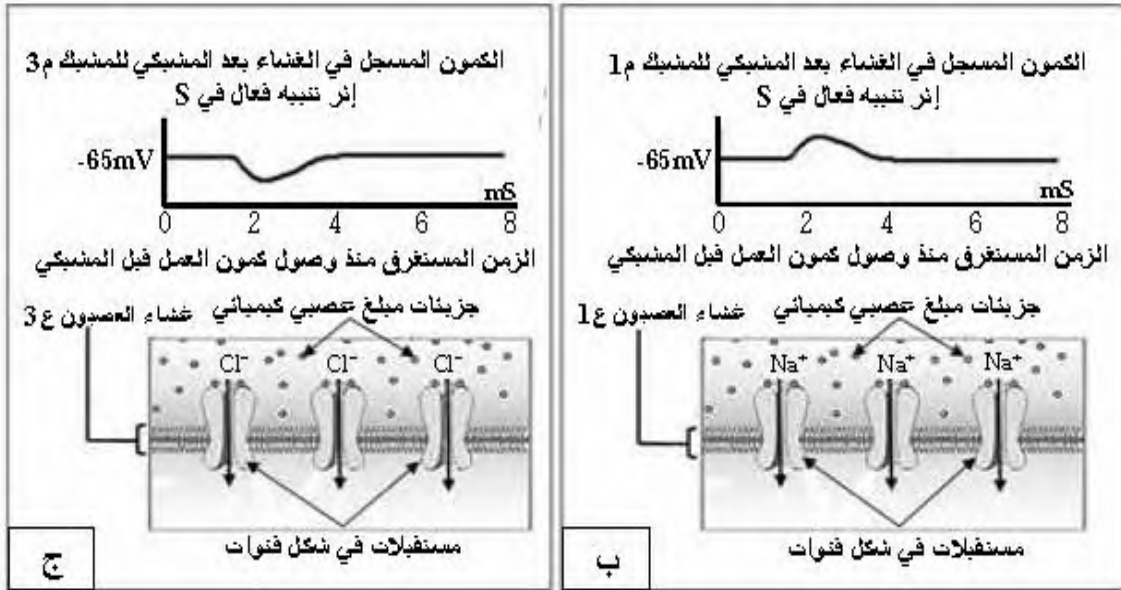
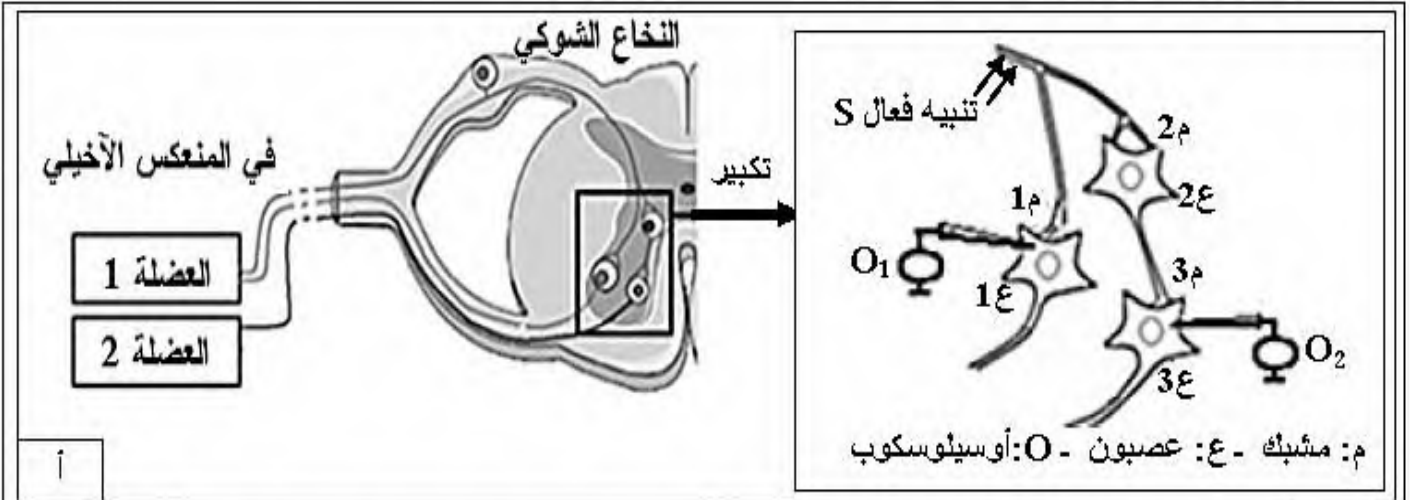
الوثيقة (2)

- أ- علّل تسمية الأنزيم بوسيط حيوي.
- ب- صِفْ بنية الليزوزيم مبرزاً دور الجسور ثنائية الكبريت.
- ج- استدل من معطيات الوثيقة (2) لتبيّن أنّ الحرارة المرتفعة للعضوية تُعرّضها للإصابة بالبكتيريات.
- 3- استنتج، مما سبق، شروط عمل الأنزيم.

التمرين الثاني: (7.5 نقاط)

تعتبر الخلية العصبية وحدة تستقبل المعلومات وتصدرها بفضل آليات أيونية تحدث في مستوى عدة بروتينات غشائية، مثلما يحدث في المنعكس العضلي (مثل المنعكس الأخيلي) حيث تتدخل مستقبلات عدة أنواع من العصبونات، تتخللها مشابك تعمل تحت تأثير مبلغات عصبية كيميائية.

I- تمثل الوثيقة (1) رسماً تخطيطياً لدراسة تجريبية أنجزت على مستوى البنية النسيجية الموضحة من النخاع الشوكي. نُحْدِث في نهاية العصبون الحسي تنبيهها فعالاً (S)، ثم باستعمال الأوسيلوسكوب، نسجل استجابة كل من العصبونين [ع1 و ع3] في الغشاء بعد مشبك.



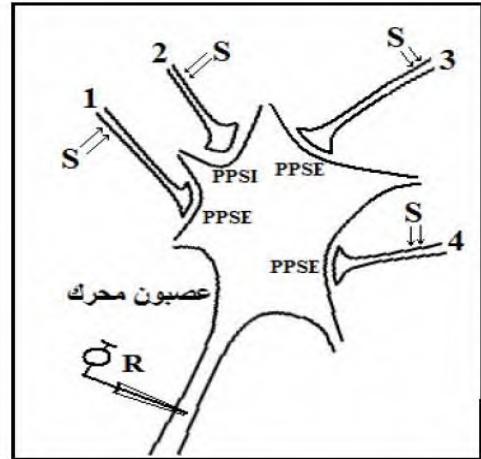
الوثيقة (1)

- 1- حدّد أنواع العصبونات المتخلّدة في عمل العضلتين المتضادتين أثناء المنعكس الأخيلي.
- 2- حلّل التسجيلات الممثلة على الوثيقة 1 (ب، ج)، ماذا تستنتج؟
- 3- ما أثر العصبون ع2؟
- 4- انطلاقاً من معلوماتك ومعطيات الوثيقة 1 (أ، ب، ج) اشرح آلية عمل كل من المبلّغين العصبيين الكيميائيين في المشبكين م1 و م3 لضمان عمل العضلتين المتضادتين.

II- يعالج العصبون المحرك في مستوى النخاع الشوكي المعلومات الواردة إليه من آلاف المشابك كي يصدر رسالة عصبية محددة.

تتضمن البنية النسيجية الموضحة على الوثيقة (2) أربع مشابك لأربع عصبونات متصلة بعصبون محرك، طبقت عليها تنبيهات ذات شدة ثابتة (S) ثم سُجِلت الظواهر الكهربائية على الغشاء بعد المشبكي وعلى مستوى محوره الأسطواني. الشروط التجريبية والنتائج المتحصل عليها ملخصة على الوثيقة 2 (أ ، ب).

الرقم	التنبيه	تسجيل كمون العمل في R
1	S1	لا
2	S2	لا
3	S3	لا
4	S4	لا
5	S1+S1 متتاليان متقاربان	نعم
6	S3+S1 في آن واحد	نعم
7	S3+ S2+S1 في آن واحد	لا
8	S4+ S3+ S2+S1 في آن واحد	نعم



الوثيقة (2)

- فسّر نتائج الوثيقة (2)، ماذا تستنتج فيما يخص معالجة العصبون المحرك للمعلومات الواردة إليه؟

التمرين الثالث: (7 نقاط)

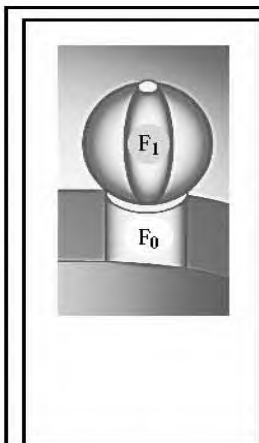
تتميز الخلايا اليخضورية بقدرتها على اقتناص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية كامنة في مركبات عضوية، ولإظهار آليات ذلك تقترح عليك الدراسة التالية:

I- تمثل أشكال الوثيقة (1) ما يلي:

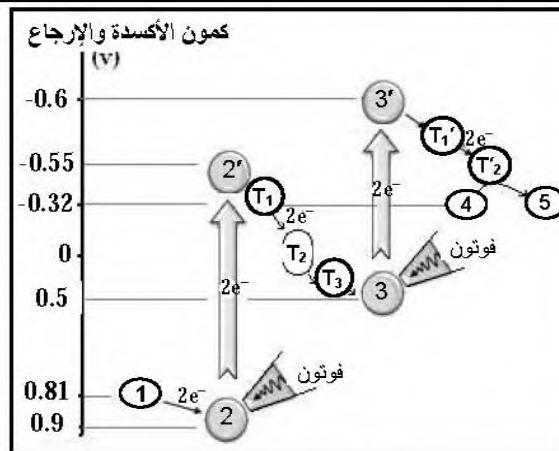
الشكل (1): صورة مجهرية لما فوق بنية جزء من عضوية (س) أخذت من خلية يخضورية.

الشكل (2): مخطط بسيط لآلية انتقال الإلكترونات عند تعريض العضوية (س) للضوء.

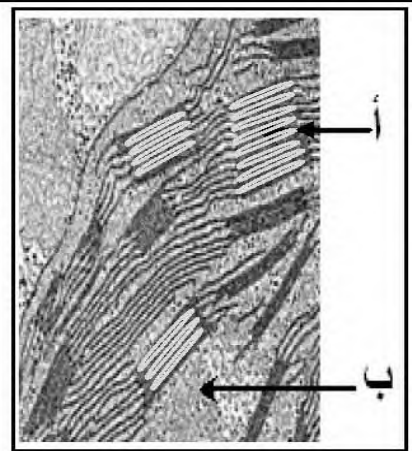
الشكل (3): تمثيل تخطيطي لجزء من غشاء (أ).



الشكل (3)



الشكل (2)



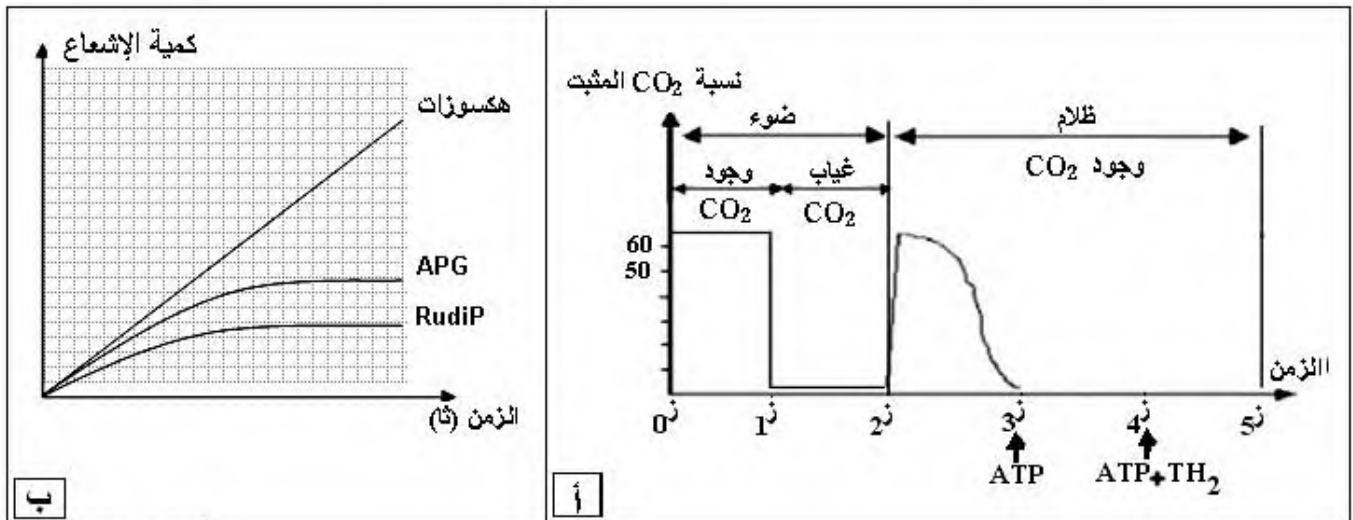
الشكل (1)

الوثيقة 1

باستغلالك لأشكال الوثيقة (1):

- 1- سمِّ العضوية (س) و العناصر المشار إليها بالأحرف و الأرقام.
- 2- لخص، بمعادلة، التفاعلات التي تتم في كل من الشكلين (2) و (3).
- 3- في غياب الضوء لا يمكن للإلكترونات أن تنتقل تلقائياً بين بعض العناصر من الشكل (2).
- حدّد هذه العناصر مبيناً سبب عدم انتقال الإلكترونات في هذه الحالة.
- 4- في وجود الضوء يصبح انتقال الإلكترونات بين هذه العناصر ممكناً.
أ- وضّح ذلك معتمداً على معطيات الشكل (2).
ب- إن نشاط العنصر الممثل في الشكل (3) مرتبط بالتفاعلات التي تتم في الشكل (2) في وجود الضوء.
- وضّح العلاقة الوظيفية بينهما.

II - 1- لإظهار دور الستروما من الصانعة الخضراء، أخذ معلق صناعات خضراء ووضع في وسط فيزيولوجي به CO_2 المشع، ثم تم تسجيل تغير تئيبته مع مرور الزمن وفق الشروط والنتائج الموضحة في الوثيقة 2 (أ).



الوثيقة (2)

أ- حلّل منحنى الشكل (أ) من 0 إلى 3. ماذا تستنتج؟

ب- أكمل منحنى الشكل (أ) وهذا عند:

- حقن كمية محدودة من ATP في 3.

- حقن كمية كافية من ATP و TH_2 في 4.

2- من جهة أخرى أمكن قياس كمية الإشعاع الخاصة بالـ APG و RudiP والهكسوزات الناتجة، في شروط توفر الضوء و CO_2 المشع. نتائج القياس موضحة على الوثيقة 2 (ب).
- انطلاقاً من معطيات الوثيقة 2 (ب)، وضّح مصير CO_2 المستص.

III- مثل في رسم تخطيطي وظيفي العلاقة بين الآليات المدروسة في الجزئين I و II.

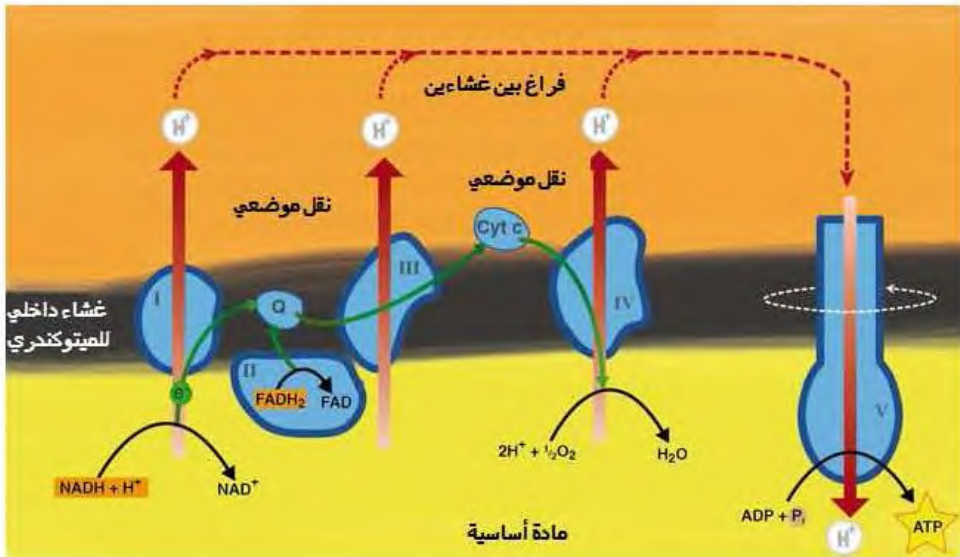
الموضوع الأولالتمرين الأول: (06 نقاط)

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة												
	<p>I-</p> <p>1- تسمية الأجزاء المفصولة:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>رقم الجزء</th> <th>الأجزاء المفصولة</th> <th>المعيار المعتمد</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>أنوية (النواة)</td> <td>- يتركب في معظمه من نسبة عالية من الـ ADN و نسبة قليلة من البروتينات و الـ ARN</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ميتوكوندريات (ميتوكوندري)</td> <td>- استهلاك كبير للـ O₂ و إنتاج وافر للـ ATP</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>بوليزومات (أجزاء من الشبكة الهيولية الفعالة)</td> <td>- احتواؤها على نسبة عالية من الـ ARN و نسبة تركيب البروتين عالية.</td> </tr> </tbody> </table> <p>2- دور كل منها في تركيب البروتين:</p> <p>- الأنوية: تحتوي على المعلومات الوراثية وهي مقر استنساخ ونضج الـ ARN.</p> <p>- الميتوكوندريات: توفر الطاقة لآلية تركيب البروتين.</p> <p>- بوليزومات: مقر تركيب البروتين في الهيولى (الترجمة).</p>	رقم الجزء	الأجزاء المفصولة	المعيار المعتمد	1	أنوية (النواة)	- يتركب في معظمه من نسبة عالية من الـ ADN و نسبة قليلة من البروتينات و الـ ARN	2	ميتوكوندريات (ميتوكوندري)	- استهلاك كبير للـ O ₂ و إنتاج وافر للـ ATP	3	بوليزومات (أجزاء من الشبكة الهيولية الفعالة)	- احتواؤها على نسبة عالية من الـ ARN و نسبة تركيب البروتين عالية.
رقم الجزء	الأجزاء المفصولة	المعيار المعتمد											
1	أنوية (النواة)	- يتركب في معظمه من نسبة عالية من الـ ADN و نسبة قليلة من البروتينات و الـ ARN											
2	ميتوكوندريات (ميتوكوندري)	- استهلاك كبير للـ O ₂ و إنتاج وافر للـ ATP											
3	بوليزومات (أجزاء من الشبكة الهيولية الفعالة)	- احتواؤها على نسبة عالية من الـ ARN و نسبة تركيب البروتين عالية.											
	<p>II-</p> <p>1- أ- تمثل العناصر:</p> <p>- س: سلسلة ADN غير مستنسخة.</p> <p>- ص: متعدد بيبتيدي ناتج.</p> <p>- ع: ARN_m</p> <p>- تمثل أرقام الشكل 1 وضعية (رقم) القاعدة الأزوتية في سلسلة ADN .</p> <p>- المرحلة الممثلة بالشكل 2: الترجمة.</p> <p>ب- المقارنة: في الجزء a.</p> <p>- عدد القواعد الأزوتية في الـ ADN تقدر بـ 63 بينما عدد الأحماض الأمينية في السلسلة البيبتيدية تقدر بـ 21 حمض أميني، فهي أقل من عدد القواعد الأزوتية بثلاث مرات.</p> <p>- الاستنتاج: وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد الأزوتية (63/21=3)</p> <p>ج - التمثيل: GAC UCC UGA GGA</p> <p>د- عدد الأحماض الأمينية في البروتين الوظيفي الناتج عن هذه المورثة مع التوضيح:</p> <p>- عدد الأحماض الأمينية: 146</p>												

0.5	<p>التوضيح: مجموع القواعد في المورثة 444، تحذف 6 قواعد و هي ثلاث قواعد الممثلة لرامزة الانطلاق (AUG) الموافقة للـ Met الذي يحذف عند نهاية تركيب البروتين وثلاث قواعد الممثلة لرامزة التوقف (UAA) في نهاية المورثة التي لا توافق أي حمض أميني. فيبقى 438 قاعدة أزوتية. $146 = 3/438$ وهو عدد الأحماض الأمينية.</p> <p>2- يسبق المرحلة الممثلة في الشكل ب مرحلة هامة:</p>
0.25	<p>أ- اسم المرحلة: الاستساخ.</p>
0.25	<p>أهميتها: يتم خلالها التصنيع الحيوي لجزيئة الـARN انطلاقا من إحدى سلسلتي الـADN (السلسلة الناسخة) ثم انتقالها إلى الهيولى لترجم إلى متتالية أحماض أمينية في البروتين.</p> <p>ب- تركيب سلسلة واحدة من الجزيئة ARN_m ينتج عنها عدة جزيئات بروتينية (ص).</p>
0.5	<p>التوضيح: عند انتقال الـ ARN_m إلى الهيولى تترجم رسالته إلى بروتين في مستوى البوليزوم حيث على مستواه تسمح القراءة المتزامنة للـ ARN_m نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بتكثيف وتسريع تركيب البروتينات المصنعة وهو ما يؤدي إلى إنتاج عدة سلاسل بيبتيديّة انطلاقا من جزيئة واحدة من ARN_m.</p>

التمرين الثاني: (06 نقاط)

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة								
1.25	<p>I-1 - البيانات المرقمة (من 1 إلى 5).</p> <p>1- غشاء خارجي للميتوكوندري</p> <p>2- فراغ بين غشاءين</p> <p>3 - غشاء داخلي للميتوكوندري</p> <p>4- كرية مذنب (ATP سنتاز)</p> <p>5- بروتينات غشائية ضمنية</p> <p>2- المقارنة بين الغشاء الخارجي والغشاء الداخلي للميتوكوندري:</p>								
0.75	<table border="1"> <tr> <td>الغشاء الخارجي للميتوكوندري</td> <td>الغشاء الداخلي للميتوكوندري</td> </tr> <tr> <td>أوجه التشابه</td> <td>كلاهما يتكون من طبقة فوسفوليبيدية مضاعفة تتخللها بروتينات</td> </tr> <tr> <td>أوجه الاختلاف</td> <td>نسبة البروتينات قليلة تسمح بوظائف محدودة كنفاذية</td> </tr> <tr> <td></td> <td>نسبة البروتينات عالية و متنوعة تسمح بوظائف محددة كأكسدة النواقل المرجعة و فسفرة الـ ADP</td> </tr> </table>	الغشاء الخارجي للميتوكوندري	الغشاء الداخلي للميتوكوندري	أوجه التشابه	كلاهما يتكون من طبقة فوسفوليبيدية مضاعفة تتخللها بروتينات	أوجه الاختلاف	نسبة البروتينات قليلة تسمح بوظائف محدودة كنفاذية		نسبة البروتينات عالية و متنوعة تسمح بوظائف محددة كأكسدة النواقل المرجعة و فسفرة الـ ADP
الغشاء الخارجي للميتوكوندري	الغشاء الداخلي للميتوكوندري								
أوجه التشابه	كلاهما يتكون من طبقة فوسفوليبيدية مضاعفة تتخللها بروتينات								
أوجه الاختلاف	نسبة البروتينات قليلة تسمح بوظائف محدودة كنفاذية								
	نسبة البروتينات عالية و متنوعة تسمح بوظائف محددة كأكسدة النواقل المرجعة و فسفرة الـ ADP								
0.25	<p>الاستنتاج: الغشاء الداخلي للميتوكوندري مقر الفسفرة التأكسدية.</p>								
0.25	<p>II-1 - أ- دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات: من أ إلى ب: أدى حقن الأكسجين إلى انخفاض سريع في pH الوسط الخارجي (من 7 إلى 1). أي ارتفاع في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.</p>								
0.25	<p>منه: يصبح الغشاء الداخلي للميتوكوندري، في وجود الأكسجين، يسمح بانتقال البروتونات من الوسط الداخلي (المادة الأساسية) إلى الوسط الخارجي (الفراغ بين غشائين) عكس تدرج التركيز.</p>								
0.25	<p>من ب إلى ج: حدث ارتفاع لـ pH الوسط الخارجي تدريجيا إلى pH=7، أي انخفاض في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي. ومنه يسمح الغشاء الداخلي للميتوكوندري بانتقال البروتونات من الوسط الخارجي (الفراغ بين غشائين) إلى الوسط الداخلي (المادة الأساسية) في اتجاه تدرج التركيز.</p>								
0.25	<p>ومنه: في وجود الأكسجين، يقوم الغشاء الداخلي للميتوكوندري بضخ البروتونات من الوسط الداخلي (المادة الأساسية) إلى الوسط الخارجي (الفراغ بين غشائين) لإحداث التدرج في التركيز، ثم ينقلها من الفراغ بين الغشائين إلى المادة الأساسية في اتجاه تدرج التركيز.</p>								
0.25	<p>ب - تأثير DNP على الغشاء الداخلي للميتوكوندري: - الـ DNP يجعل الغشاء الداخلي نفوذا للبروتونات H⁺.</p>								
0.25	<p>- يرجع DNP بارتباطه بالشوارد H⁺ جهة الفراغ بين الغشائين ذي الـ pH المنخفض، ثم يتأكسد جهة الحشوة ذات الـ pH المرتفع، مزيلا بذلك التدرج في التركيز.</p>								

<p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.75</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p>	<p>2-أ- تحليل اختلاف النتائج بين التجريبتين (أ و د):</p> <p>- التجربة أ: تركيب الـ ATP يعود لتوفر شرط تدرج في التركيز H^+ نتيجة أكسدة النواقل المرجعة لوجود الأكسجين و انتقال موضعي للـ H^+ من الوسط الخارجي إلى تجويف الحويصل.</p> <p>- التجربة د: عدم تركيب الـ ATP يعود لعدم توفر شرط تدرج في تركيز الـ H^+ لغياب النواقل المرجعة والأكسجين.</p> <p>ب- الاستنتاج: يتطلب تركيب الـ ATP الشروط التالية:</p> <p>- حويصلات كاملة (وجود كريات مذنبية)</p> <p>- توفر ADP و P_i</p> <p>- توفر تدرج في تركيز H^+</p> <p>ج- أثر إضافة الـ DNP على استعمال الـ O_2 وفسفرة الـ ADP. مع التعليل:</p> <p>- لا يؤثر الـ DNP على استعمال الـ O_2 ولكن يؤثر على فسفرة الـ ADP، لأن الـ DNP لا يؤثر على انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية حيث يعتبر O_2 آخر مستقبل لها و من جهة أخرى لا يتطلب تدرج في تركيز H^+ عكس فسفرة الـ ADP التي تتطلب ذلك، و بالتالي في تواجد DNP يتوقف مرور H^+ عبر الكرية المذنبية نتيجة العودة السريعة لتساوي التركيز بسبب نقل DNP للـ H^+ نحو المادة الأساسية عبر الطبقة الفوسفوليبيدية.</p>
<p>0.5</p>	<p>III- رسم تخطيطي مختصر للفسفرة التأكسدية:</p> 

التمرين الثالث: (08 نقاط)

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة										
0.25	1-1- تسمية الجزيئة وكتابة بياناتها الموضحة على الوثيقة 1 أ: تسمية الجزيئة: جسم مضاد.										
2	1- سلسلة ثقيلة 2- جزء ثابت 3- جزء متغير 4- سلسلة خفيفة 5- جزء ثابت 6- جزء متغير 7- موقع تثبيت محدد المستضد 8- موقع التثبيت على مستقبلات بعض خلايا الذات										
0.5	2- استخراج المميزات البنوية التي تدل على أن الخلية الموضحة على الوثيقة 1 ب ليست الخلية المنتجة لجزيئات الوثيقة 1 أ. الخلية الممثلة على الوثيقة 1 ب صغيرة القطر تتميز باحتوائها على نواة كبيرة ضمن سيتوبلازم قليل، شبكة هيولية غير متطورة، جهاز غولجي غير نامي فهي لا تملك مميزات الخلية البلازمية، لذلك ليست هي الخلية المفترزة للأجسام المضادة السارية الممثلة على الوثيقة 1 أ.										
1.75	3- مقارنة بين جزيئات الوثيقة 1 أ و مثيلاتها من جزيئات غشائية للخلية الموضحة على الوثيقة 1 ب:										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>جزيئات الوثيقة 1 أ</th> <th>جزيئات الوثيقة 1 ب</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>من حيث البنية</td> <td>لهما بنية فراغية متماثلة</td> </tr> <tr> <td>من حيث المصدر</td> <td>أنتجتها خلايا بلازموسيت أنتجتها خلايا LB</td> </tr> <tr> <td>من حيث التسمية</td> <td>أجسام مضادة سارية أجسام مضادة غشائية</td> </tr> <tr> <td>من حيث الدور</td> <td>تتدخل في مرحلة القضاء على مولد الضد (مرحلة التنفيذ) تتدخل في مرحلة التعرف على مولد الضد</td> </tr> </tbody> </table>	جزيئات الوثيقة 1 أ	جزيئات الوثيقة 1 ب	من حيث البنية	لهما بنية فراغية متماثلة	من حيث المصدر	أنتجتها خلايا بلازموسيت أنتجتها خلايا LB	من حيث التسمية	أجسام مضادة سارية أجسام مضادة غشائية	من حيث الدور	تتدخل في مرحلة القضاء على مولد الضد (مرحلة التنفيذ) تتدخل في مرحلة التعرف على مولد الضد
جزيئات الوثيقة 1 أ	جزيئات الوثيقة 1 ب										
من حيث البنية	لهما بنية فراغية متماثلة										
من حيث المصدر	أنتجتها خلايا بلازموسيت أنتجتها خلايا LB										
من حيث التسمية	أجسام مضادة سارية أجسام مضادة غشائية										
من حيث الدور	تتدخل في مرحلة القضاء على مولد الضد (مرحلة التنفيذ) تتدخل في مرحلة التعرف على مولد الضد										
0.25	II- 1- ما تمثله الأحماض الأمينية المرقمة من الوثيقة 2 ج: الأحماض الأمينية المكونة للمنطقة المتغيرة من السلسلة الثقيلة والخفيفة من الجسم المضاد هي الأحماض الأمينية المسؤولة عن تثبيت محدد المستضد في موقع التثبيت الخاص به.										
0.5	2- تفسير وجود أحماض أمينية ذات أرقام متباعدة في مواقع متقاربة من الجسم المضاد: أثناء نضج بنية الجسم المضاد حدثت له انطواءات عديدة خاصة للجزء الطرفي (الطرف NH ₂) من السلسلتين الخفيفة والثقيلة، سمحت لأحماض أمينية ذات أرقام متباعدة في السلسلة الأولية بأن تتقارب فضائيا لتشارك في تشكيل موقع الارتباط بمحدد مولد الضد.										
0.25	3- استخراج المعلومات من الوثيقة 2 أ: تبين الوثيقة (2 أ) أن مستقبلات LB هي أجسام مضادة غشائية.										

يتكون كل جسم مضاد غشائي من:

0.25

- سلسلتين ثقيلتين، تتكون كل منهما من 446 حمض أميني منها 121 حمض أميني تشكل المنطقة المتغيرة؛ الأحماض الأمينية المتبقية (325 = 446 - 121) تشكل المنطقة الثابتة.

0.25

- سلسلتين خفيفتين، تتكون كل منهما من 214 حمض أميني منها 107 حمض أميني تشكل المنطقة المتغيرة والأحماض الأمينية المتبقية (107 = 214 - 107) تشكل المنطقة الثابتة.

من الوثيقة 2 (ب):

- المنطقة المتغيرة من السلاسل الخفيفة للأجسام المضادة المختلفة (الجزء المتراوح بين الحمض الأميني رقم 1 والحمض الأميني رقم 107) تتميز بتغير عال، أي أن نسبة اختلاف الأحماض الأمينية المكونة لها كبيرة.

- المنطقة المتغيرة من السلاسل الثقيلة للأجسام المضادة المختلفة (الجزء المتراوح بين الحمض الأميني رقم 1 و الحمض الأميني رقم 121) تتميز كذلك بتغير عال.

- يتضمن الجزء المتغير من السلاسل الثقيلة و الخفيفة للأجسام المضادة المختلفة مناطق شديدة التغير موافقة للأحماض الأمينية المسؤولة عن تثبيت محدد المستضد.

1

- كل السلاسل الثقيلة للأجسام المضادة الغشائية المختلفة تملك نفس التسلسل من حيث الأحماض الأمينية من الرقم 121 إلى الرقم 446، وهي تنتمي إلى المنطقة الثابتة المتماثلة لدى كل الأجسام المضادة للذات.

- كل السلاسل الخفيفة للأجسام المضادة الغشائية المختلفة تملك نفس التسلسل من حيث الأحماض الأمينية من الرقم 107 إلى الرقم 214، وهي تنتمي إلى المنطقة الثابتة المتماثلة لدى كل الأجسام المضادة من الذات.

الاستخلاص: إن خاصية النوعية للاستجابة المناعية ذات الوساطة الخلطية تستند على:

1

- وجود نسيئات من الخلايا LB، كل نسيئة تملك نوعا واحدا من الأجسام المضادة الغشائية (BCR)

ذات موقع تثبيت خاص قادر على التعرف النوعي على محدد مولد الضد والارتباط به نتيجة

التكامل البنيوي بينهما. ذلك الارتباط يحدث التنشيط والتكاثر والتمايز مؤديا إلى إنتاج أجسام

مضادة سارية مماثلة للأجسام المضادة الغشائية، ترتبط نوعيا مع نفس مولد الضد وتعديل مفعوله.

- نوعية كل جسم مضاد مرتبطة بتسلسل الأحماض الأمينية في المنطقة المتغيرة للسلاسل الثقيلة والخفيفة الخاصة به.

الموضوع الثاني

التمرين الأول: (5.5 نقطة)

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة
0.25	1- أ- تفسير نتائج الجدول ب: - في التجربة 1: البروتياز في شروط مثلى لأنه في وسط ذي حموضة مناسبة (pH=5) ، بنية الأنزيم طبيعية، النشاط الأنزيمي طبيعي لذلك قام الأنزيم بإمهاة بروتينات البكتريا.
0.25	- في التجربة 2: البروتياز في وسط غير طبيعي (في سائل هيلوى) بدرجة حموضة غير مناسبة (pH=7)، بنية الأنزيم غير طبيعية، الأنزيم غير نشط، الأنزيم لا يفكك بروتينات البكتريا.
0.25	- في التجربة 3: الهكسوكيناز من الانزيمات الهيلوية حيث (pH=7) عند وضعه في وسط غير طبيعي (في السائل الليزوزومي) بدرجة حموضة غير مناسبة ، بنية الأنزيم غير طبيعية (pH=5)، الأنزيم غير نشط عدم فسفرة الغلوكوز.
0.25	- في التجربة 4: الهكسوكيناز في شروط مثلى لأنه ضمن الهيلوى في وسط ذي حموضة مناسبة (pH=7) ، بنية الأنزيم طبيعية، النشاط الأنزيمي طبيعي لذلك قام الأنزيم بفسفرة الغلوكوز.
0.5	- الاستنتاج: نشاط الأنزيم يتأثر بتغير حموضة الوسط. ففي وسط أقل أو أكثر درجة من الحموضة المناسبة للنشاط، يفقد الموقع الفعال شكله المميز بتغير حالته الأيونية وهذا ما يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل الخاص بالأنزيم.
1	ب- الطبقة الغشائية لليزوزوم تفصل سائلا ليزوزوميا ذي قيم pH تتراوح من 4.5 إلى 5.5 ، يوفر فيما مثلى لنشاط أنزيمات الليزوزوم، عن سائل سيتوبلازمي ذي قيم pH تتراوح من 7 إلى 7.3 يوفر فيما أخرى مثلى لنشاط الأنزيمات السيتوبلازمية؛ أنزيمات الليزوزوم لا تعمل في الهيلوى وأنزيمات الهيلوى لا تعمل في السائل الليزوزومي، أي أن التنظيم الغشائي الحجيري الخلوي ضروري لأنه يفصل حجيرات تتضمن أنزيمات مختلفة يمكنها من أن تعمل في قيم pH مثلى مختلفة ضمن خلية واحدة.
0.5	2- أ- تعلق تسمية الأنزيم بوسيط حيوي: حيوي: لأن الأنزيم بروتين. وسيط: لأن الأنزيم يتدخل ليسرع التفاعل الكيميائي ويسترجع بنيته ونشاطه في نهاية التفاعل.

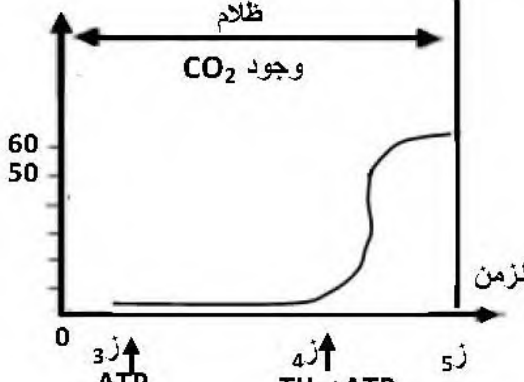
1	<p>ب- وصف بنية الليوزيم ودور الجسور ثنائية الكبريت: - الليوزيم عبارة عن بروتين أحادي السلسلة الببتيدية يتكون من 129 حمض أميني. يملك في جزء منه موقعا فعالا يتميز بشكل محدد. - تتدخل في تحديد البنية الفراغية للأنزيم و استقرارها 4 جسور ثنائية الكبريت.</p>
1 0.5	<p>ج- الاستدلال من معطيات الوثيقة 2 لماذا يمكن للحرارة المرتفعة أن تعرّض العضوية للإصابة بالبكتيريا: أثر الحرارة على بنية الليوزيم: تبين الوثيقة 2 (ج) ، بأن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى تخريب الجسور ثنائية الكبريت التي تساهم في ثبات البنية ثلاثية الأبعاد. نلاحظ أنه كلما زاد تخريب الجسور ثنائية الكبريت كلما تناقص النشاط الأنزيمي. عندما يكتمل تخريب كل الجسور يتوقف النشاط الأنزيمي. ارتفاع الحرارة يخرب الجسور ثنائية الكبريت الضرورية لثبات البنية الفراغية للأنزيم، فيتغير الموقع الفعال، الأنزيم يفقد نشاطه. فلا يستطيع تفكيك السلاسل السكرية المتواجدة في جدران البكتيريا. البكتيريا تبقى حية وتتكاثر فتحدث الإصابة للعضوية.</p>

التمرين الثاني: (7.5 نقطة)

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة
0.25X5	<p>1-1- أنواع العصبونات المتدخلة في عمل كل عضلة:</p> <p>- في عمل العضلة 1: عصبون حسي، عصبون محرك (ع1)</p> <p>- في عمل العضلة 2: عصبون حسي، عصبون جامع (ع2)، عصبون محرك (ع3).</p> <p>2- تحليل التسجيلات الممثلة على الوثيقة 1 (ب،ج)، مع الاستنتاج:</p> <p>يمثل التسجيلان تغيرات الكمون العشائي في الغشاء بعد مشبكي للمشكين (م1) و (م3) نتيجة تنبيه فعال للعصبون الحسي للعضلة 1. عند تنبيه فعال لليف الحسي قبل المشبكي المتصل بالعضلة 1 نسجل في الغشاء بعد مشبكي للمشك (م1) زوال استقطاب أو كمون بعد مشبكي منه (PPSE) لفترة قصيرة ثم يسترجع الغشاء استقطابه بينما نسجل في الغشاء بعد مشبكي للمشك (م3) إفراطا في الاستقطاب أي كمون بعد مشبكي مثبت (PPSI) لفترة قصيرة ثم يسترجع الغشاء استقطابه.</p> <p>- بسبب التنبيه الفعال لليف قبل مشبكي مرور رسالتين مختلفتين في مستوى المشكين م1 و م3.</p> <p>الاستنتاج: المشك م1 منه للعصبون المحرك ع1 بينما المشك م3 فهو مثبت للعصبون ع3.</p>
1	
0.5	
0.25	<p>3- العصبون الجامع (ع2) يثبط انتقال الرسائل العصبية الواردة من العصبون الحسي إلى العصبون المحرك (ع3) للعضلة 2.</p> <p>4- شرح آلية عمل المبالغين العصبيين الكيميائيين:</p> <p>- في المشك م1:</p> <p>بوصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية العصبية الحسية يتم تحرير مبلغ عصبي منه يثبت على مستقبلات خاصة على الغشاء بعد المشبكي متسببا في انفتاح قنوات الصوديوم المرتبطة بالكيمياء، تدخل شوارد الصوديوم الموجبة إلى الخلية بعد المشبكية محدثة زوال الاستقطاب، ينجم عنه كمون بعد مشبكي منه يدعى (PPSE) يسمح بنشأة كمون عمل على العصبون ع2 ينتشر ليصل إلى العضلة 1 فتقلص.</p> <p>- في المشك م3:</p> <p>بوصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية العصبية الحسية يتم تحرير مبلغ عصبي مثبت يثبت على مستقبلات خاصة على الغشاء بعد المشبكي متسببا في انفتاح قنوات الكلور المرتبطة بالكيمياء، تدخل شوارد الكلور السالبة إلى الخلية بعد المشبكية محدثة إفراطا في الاستقطاب يترجم كمون بعد مشبكي مثبت يدعى (PPSI) يمنع نشأة كمون العمل على العصبون ع3 كي تبقى العضلة 2 مرتخية.</p>
0.75	
0.75	

	II- تفسير نتائج الوثيقة 2:
0.25	- كل من التنبهات المعزولة S1 ، S3 ، S4 على العصبونات الموافقة لها تتسبب في زوال استقطاب (PPSE) على العصبون المحرك، لا يتبع بأي أثر على المحور الأسطواني للعصبون المحرك. سعة الكمون البعد مشبكي لم تبلغ عتبة نشأة كمون العمل.
0.25	- التنبه المعزول S2 على العصبون 2 يتسبب في إفراط استقطاب الغشاء بعد المشبكي (PPSI) ولا يولد كمون عمل.
0.5	- التنبهان المتاليان المتقاربان في S1 مكننا من الحصول على زوال استقطاب على الغشاء بعد المشبكي بسعة أكبر من العتبة سمحت بنشأة كمون عمل ينتشر على طول المحور الأسطواني للعصبون المحرك. فالعصبون المحرك قام بجمع الكمونات الواردة إليه من نفس العصبون جمعا زمنيا.
0.5	- مجموع التنبهين (S3+S1) في آن واحد مكن من الحصول على زوال استقطاب على الغشاء بعد المشبكي بسعة أكبر من العتبة ، سمحت بنشأة كمون عمل ينتشر على طول المحور الأسطواني للعصبون المحرك. فالعصبون المحرك قام بجمع الكمونات الواردة إليه من عصبونين مختلفين جمعا فضائيا.
0.5	- إثر التنبهات (S3+S2+S1) المحدثة في آن واحد قام العصبون المحرك بجمع الكمونات الواردة إليه من عصبونات مختلفة جمعا فضائيا. أعطت محصلتها كمونا أقل من العتبة لم يولد كمون عمل.
0.5	- إثر التنبهات (S4+S3+S2+S1) المحدثة في آن واحد قام العصبون المحرك بجمع الكمونات الواردة إليه من عصبونات مختلفة جمعا فضائيا. أعطت محصلتها كمونا أكبر من العتبة ولد كمون عمل.
0.5	الاستنتاج: يعالج العصبون المحرك المعلومات الواردة إليه و ذلك بتجميع مجمل الكمونات إما تجميعا زمنيا أو تجميعا فضائيا و يتوقف تسجيل كمون العمل في العصبون المحرك على محصلة التجميع.

العلامة مجزأة	عناصر الإجابة
0.25X8	I -1- كتابة البيانات: - العضية س: صانعة خضراء. - العناصر المشار إليها بالأرقام: 1: H ₂ O ، 2: PS ₂ غير محفز ، 2': PS ₂ محفز ، 3: PS1 غير محفز ، 3': PS1 محفز ، 4: NADP ⁺ ، 5: NADPH, H ⁺ .
0.25X2	- العناصر المشار إليها بالحروف: أ- تيلاكويدات ، ب- ستروما 2- تلخيص التفاعلات التي تتم في كل من الشكلين 2 و 3 بمعادلة:
0.5	الشكل 2: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 (\text{NADP}^+) \longrightarrow 2(\text{NADPH} + \text{H}^+) + \text{O}_2$ الشكل 3: $\text{ADP} + \text{P}_i + \text{E} \longrightarrow \text{ATP}$ تنبيه: تقبل المعادلة الإجمالية المعبرة على التفاعلين.
0.25	3- تحديد العناصر التي لا يمكن للإلكترونات أن تنتقل بينها تلقائيا في غياب الضوء من الشكل (2): - من PS ₂ غير محفز إلى T ₁ . - ومن PS ₁ غير محفز إلى T' ₁ . - لا يتم انتقال الإلكترونات بينها في هذه الحالة: - لأن كمون PS ₂ أكبر من كمون T ₁ . وكمون PS ₁ أكبر من كمون T' ₁ . - وبالتالي لا يمكن انتقال الإلكترونات تلقائيا من كمون مرتفع إلى كمون منخفض.
0.25	4 - في وجود الضوء يصبح انتقال الإلكترونات بين هذه العناصر ممكنا. أ- التوضيح:
0.25	- يتهيج PS ₂ بعد اقتناص الطاقة الضوئية فينخفض كمون أكسدته الإرجاعية مما ينتج عنه الانتقال التلقائي للإلكترونات نحو السلسلة التركيبية الأولى (T ₃ , T ₂ , T ₁). - يتهيج PS ₁ بعد اقتناص الطاقة الضوئية فينخفض كمون أكسدته الإرجاعية مما ينتج عنه الانتقال التلقائي للإلكترونات نحو السلسلة التركيبية الثانية (T' ₂ , T' ₁) لتصل إلى آخر مستقبل هو NADP ⁺ .
0.25	ب- يصاحب انتقال الإلكترونات على طول السلسلة التركيبية الضوئية تراكم البروتونات في تجويف التيلاكويد فينتج عنها تدرج في التركيز الضروري لفسفرة الـ ADP. - هذه البروتونات ناتجة عن التحلل الضوئي للماء و عن الانتقال الموضعي من الحشوة إلى تجويف التلاكوئيد.

<p>0.25X3</p>	<p>II-1- تحليل المنحنى: يمثل المنحنى تغيرات نسبة الـ CO_2 المثبت بدلالة الزمن في شروط تجريبية متغيرة (ضوء و CO_2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - من 0 إلى 1 ز: في وجود الضوء والـ CO_2: نلاحظ أن كمية الـ CO_2 المثبتة ثابتة عند قيمة أعظمية. - من 1 إلى 2 ز: في وجود الضوء وغياب الـ CO_2: يتوقف تثبيت الـ CO_2. - من 2 إلى 3 ز: في غياب الضوء ووجود الـ CO_2: زيادة سريعة لنسبة الـ CO_2 المثبتة لتبلغ القيمة الأعظمية ثم تتناقص تدريجياً لتتعدم عند 3 ز، - أي هناك علاقة بين تثبيت CO_2 ووجود الضوء. <p>الاستنتاج: يتطلب تثبيت الـ CO_2 استمرار الإضاءة. (وجود نواتج المرحلة الكيموضوئية)</p>
<p>0.5</p>	<p>2- الجزء المكمل للمنحنى:</p> 
<p>0.5</p>	<p>3- مصير CO_2 الممتص:</p> <p>يندمج في تفاعلات المرحلة الكيموضوية:</p> <p>يتثبت CO_2 على RudIP مشكلاً جزئيتين من APG حيث يرجع بواسطة ATP و $NADPH-H^+$ الناتجين من المرحلة الكيموضوية حيث يستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تركيب السكريات السداسية ويستخدم الجزء الآخر في تجديد RudIP خلال تفاعلات حلقة كالفن.</p>
<p>0,75</p>	<p>III- رسم تخطيطي وظيفي يظهر العلاقة بين الآليات المدروسة في الجزأين I و II.</p> 