

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

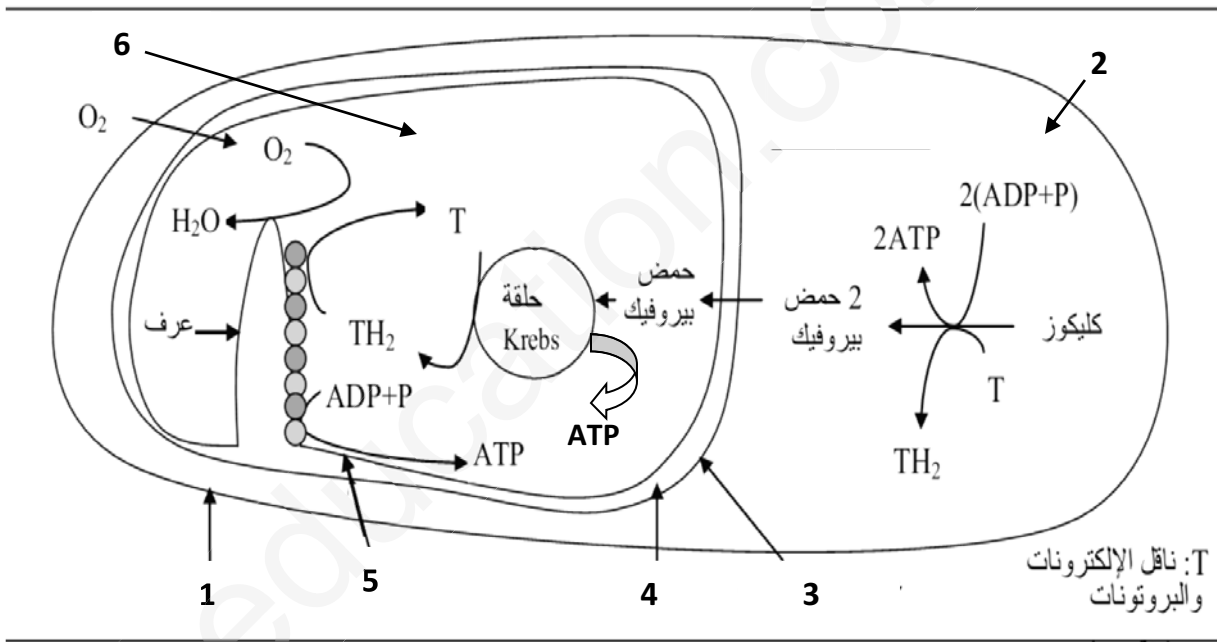
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)

التمرين الأول: (05 نقاط)

تؤدي ظاهرة التنفس على مستوى الخلية الحية إلى استهلاك تام لجزيئه الجلوكوز و إنتاج ATP . تتم هذه العملية عبر سلسلة من تفاعلات أكسدة و إرجاع على مستوى الهيمولي و داخل الميتوكوندري.

تمثل الوثيقة الموائية المراحل الأساسية لهدم الجلوكوز خلال التنفس.



(1) اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 6

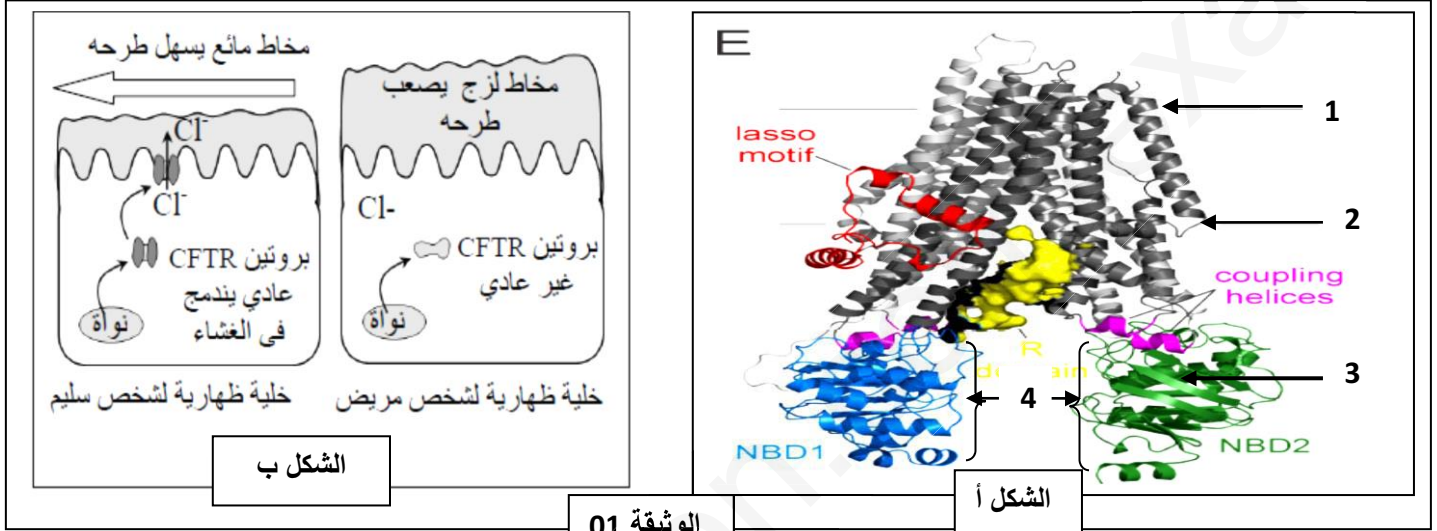
(2) انطلاقا من الوثيقة حدد داخل الخلية ، موقع التفاعلات (تفاعلات هدم الجلوكوز و إنتاج ATP) التي تتطلب أكسجين (O2) و موقع التفاعلات التي لا تتطلب أكسجين (O2) مدعما إجابتك بمعادلات كيميائية ملخصة.

(3) باستغلال معطيات الوثيقة و اعتمادا على مكتسباتك، اكتب نصا علميا توضح فيه العلاقة بين أنواع التفاعلات الممثلة في أشكال هذه الوثيقة مبرزا كيف تضمن تركيب ATP .

التمرين الثاني: (07 نقاط)

يتوقف نشاط البروتينات على بنيتها الفراغية ولتوضيح العلاقة بين تغير البنية الفراغية وظهور المشاكل أو الإختلالات الصحية نقدم الدراسة التالية:

الجزء الأول: مرض الليفية الكيسية (Mucoviscidose) مرض وراثي يتميز بإفراز الخلايا الظهارية لمخاط جد لزج خصوصا في مستوى الرئتين و الجهاز الهضمي. اكتشف الباحثون (1989) ان اعراض مرض الليفية الكيسية ترتبط ببروتين غشائي يدعى **CFTR** الذي يسمح بخروج ايونات Cl^- خارج الخلية مما يؤدي الى الرفع من ميوعة المخاط و تسهيل طرحه خارج الجسم. تقدم الوثيقة 01 البنية الفراغية لبروتين **CFTR** (الشكل أ) كما بين (الشكل ب) من نفس الوثيقة العلاقة بين بنية هذا البروتين و حالة المخاط عند شخص سليم و اخر مصاب بالليفية الكيسية



(1) اكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقة (01)، ثم تعرف على المستوى البنائي لبروتين **CFTR**.

(2) باستغلال معطيات الشكل ب من الوثيقة 01 بين سبب المرض.

الجزء الثاني: تتحكم في تركيب بروتين **CFTR** مورثة تحمل نفس الاسم. تقدم الوثيقة 2 (الشكل أ) جزء من الأليل **CFTR** العادي عند الشخص السليم و جزء من الأليل **CFTR** الطافر عند شخص مصاب بمرض الليفية الكيسية. يمثل الشكل ب من نفس الوثيقة مستخرجا من جدول الشفرة الوراثية.

رقم الثلاثية	505	508	511 :
جزء من الحليل CFTR العادي	TTA	TAG	TAG-AAA-CCA-CAA-AGG :
جزء من الحليل CFTR الطافر	TTA	TAG	-CCA-CAA-AGG :
	منحى القراءة →		

الوحدات الرمزية	AAU	AUA	UUU	GGU	GUU	UCC	UGA
الأحماض الأمينية	Asn	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	بدون معنى

الشكل ب

(1) بالاعتماد على معطيات الوثيقة 2 استخرج متتالية ARNm و متتالية الأحماض الأمينية الموافقة لكل من الأليل العادي و الأليل الطافر.

(2) ناقش العلاقة بين بنية بروتين **CFTR** و الحالة الصحية للشخص المصاب مقارنة بالشخص السليم.

التمرين الثالث: (08 نقاط)

قصد التعرف على بعض جوانب الاستجابة المناعية النوعية نقترح المعطيات التالية:

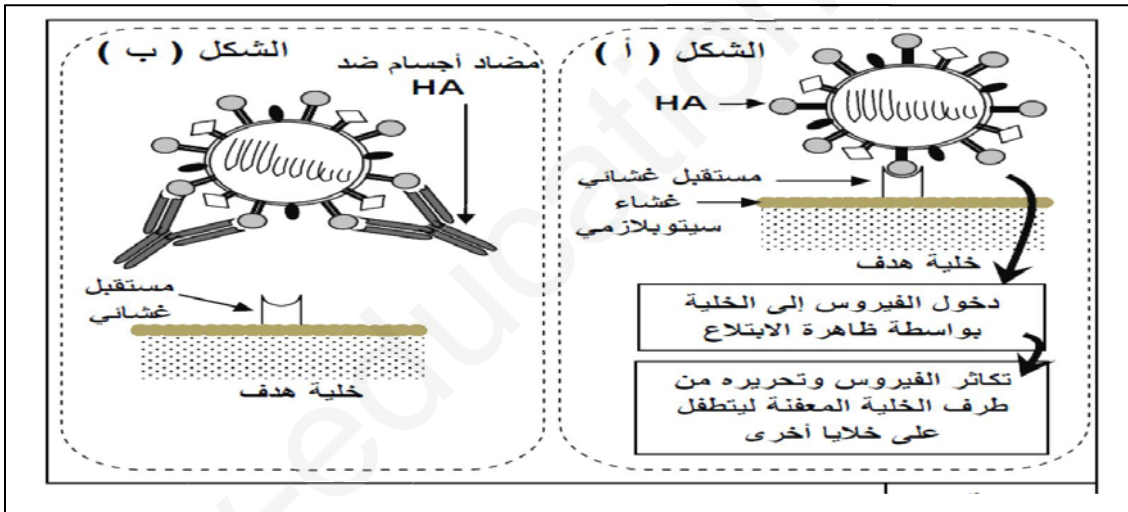
الجزء الأول: يوجد على مستوى غشاء فيروس الزكام بروتين يسمى HA يمكنه من التثبيت على الكريات الدموية الحمراء و التسبب في تراصها. للتعرف كيف تتم العدوى نقوم بإصابة حيوان بفيروس الزكام عن طريق الاستنشاق، و بعد ثلاثة أيام نأخذ لمفاويات من طحالها و نحضنها، خلال عدة أيام، في وسطين فسيولوجيين ملائمين تبين التجريبتين 2 و 3 في الوثيقة (01) المعطيات التجريبية و النتائج المحصل عليها (التجربة 01: تجربة شاهدة)

الوثيقة (01)	التجربة 01	التجربة 2	التجربة 3
استنشاق فيروس الزكام	لا	نعم	نعم
أوساط الزرع	وسط فسيولوجي + لمفاويات + فيروس الزكام	وسط فسيولوجي + لمفاويات + فيروس الزكام	وسط فسيولوجي + لمفاويات
نرشد أوساط الزرع ونضع السائل المستخلص في تماس مع الكريات الحمراء و نلاحظ بالمجهر			
ملاحظة الكريات الحمراء	تراص	عدم تراص	عدم تراص

بعد عملية الحضان، يمكن تحليل أوساط الزرع من الكشف عن تواجد اللمفاويات B في الأوساط الثلاثة، وعن تواجد الخلايا البلازمية (البلاسموسيت) بعدد كبير في وسط التجربة 02، كما تم الكشف عن تواجد البلاسموسيت في مستوى الأسناخ الرئوية لهذا الحيوان.

- 1) قدم تحليلا مقارنا للنتائج التجريبية للأوساط الثلاثة.. استنتج طبيعة الاستجابة المناعية المتدخلة. وحدد شروطها.
- 2) اقترح فرضية تفسر بها نتائج التجربة 02

الجزء الثاني: توجد على سطح فيروس الزكام محددات مستضدية من بينها الغليكوبروتين HA ، يعد هذا المحدد المستضدي المسؤول عن تثبيت الفيروس على مستقبل غشائي للخلية المستهدفة. توضح الوثيقة (02) طريقة تطفل فيروس الزكام على الخلية المستهدفة (الشكل أ) و كيفية تدخل الأجسام المضادة ضد HA خلال الاستجابة المناعية الشكل (ب).



الوثيقة 02

- 1) بين من خلال معطيات الوثيقة (02) آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة، و كيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية للحد من تكاثر هذا الفيروس.
- 2) بالاعتماد على معطيات الوثيقة (02) تحقق من صحة الفرضية المقترحة سابقا.

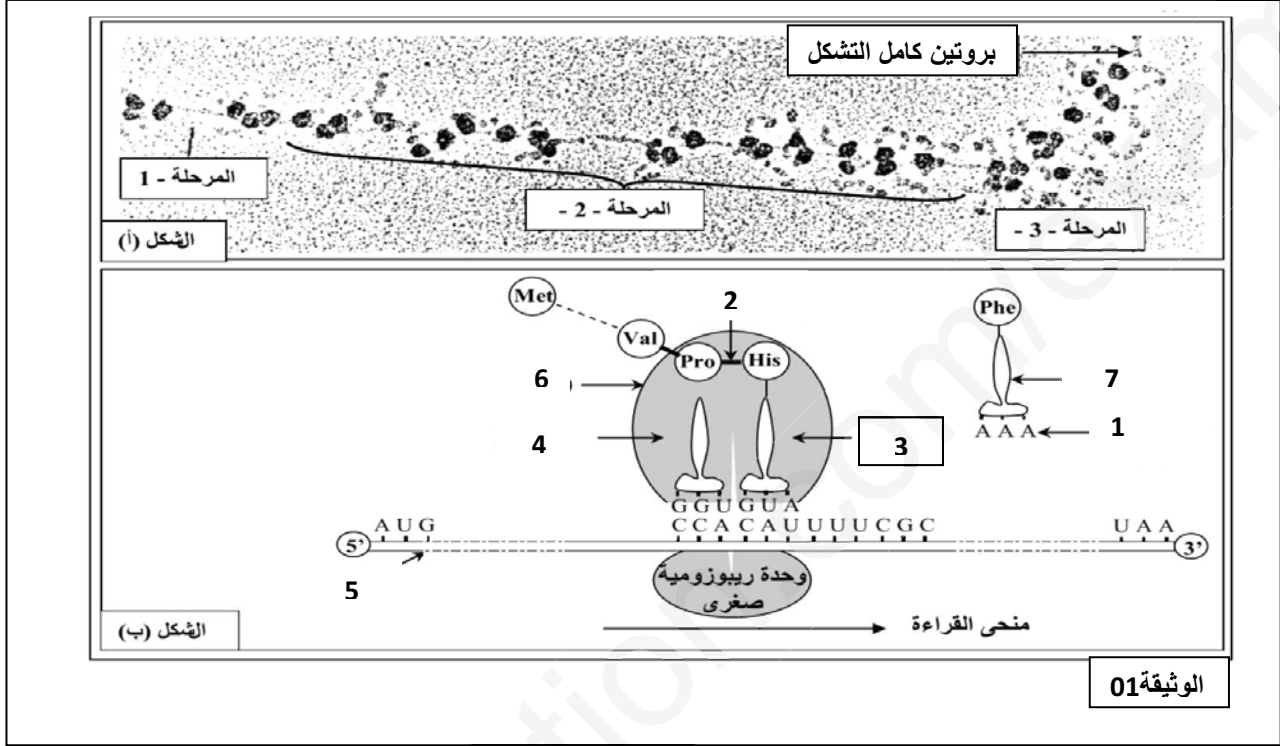
الجزء الثالث: اعتمادا على المعطيات السابقة لخص بواسطة مخطط مبسط مراحل هذه الاستجابة المناعية.

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)

التمرين الأول: (05 نقاط)

تم انجاز ملاحظة مجهرية لـ **ARNm** في سيتوبلازم خلية أثناء تركيب البروتين. يقدم الشكل أ من الوثيقة 01 صورة بالمجهر الإلكتروني لهذه الملاحظة. و يمثل الشكل ب من نفس الوثيقة تفاصيل الاحداث الممثلة في المرحلة 02.

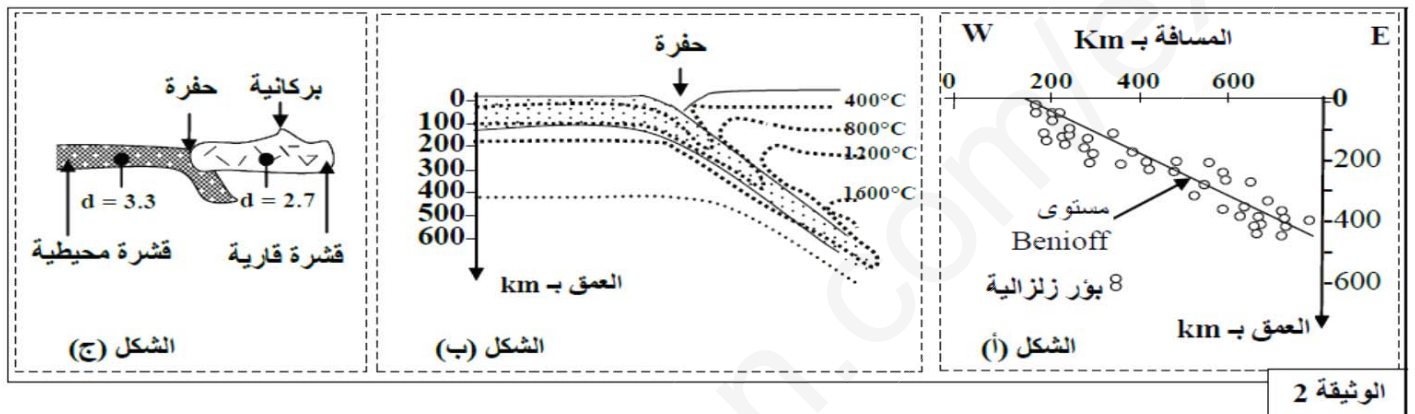


- 1) اكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقة (01)، ثم تعرف على مراحل الشكل أ.
- 2) معتمدا على معطيات الشكل ب بين كيف سيتم إدماج الحمض الأميني Phe في السلسلة الببتيدية
- 3) باستغلال معطيات الوثيقة 01 و اعتمادا على مكتسباتك، اكتب نصا علميا توضح فيه مراحل التعبير الوراثي مبرزاً مقرها و متطلبات كل مرحلة.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

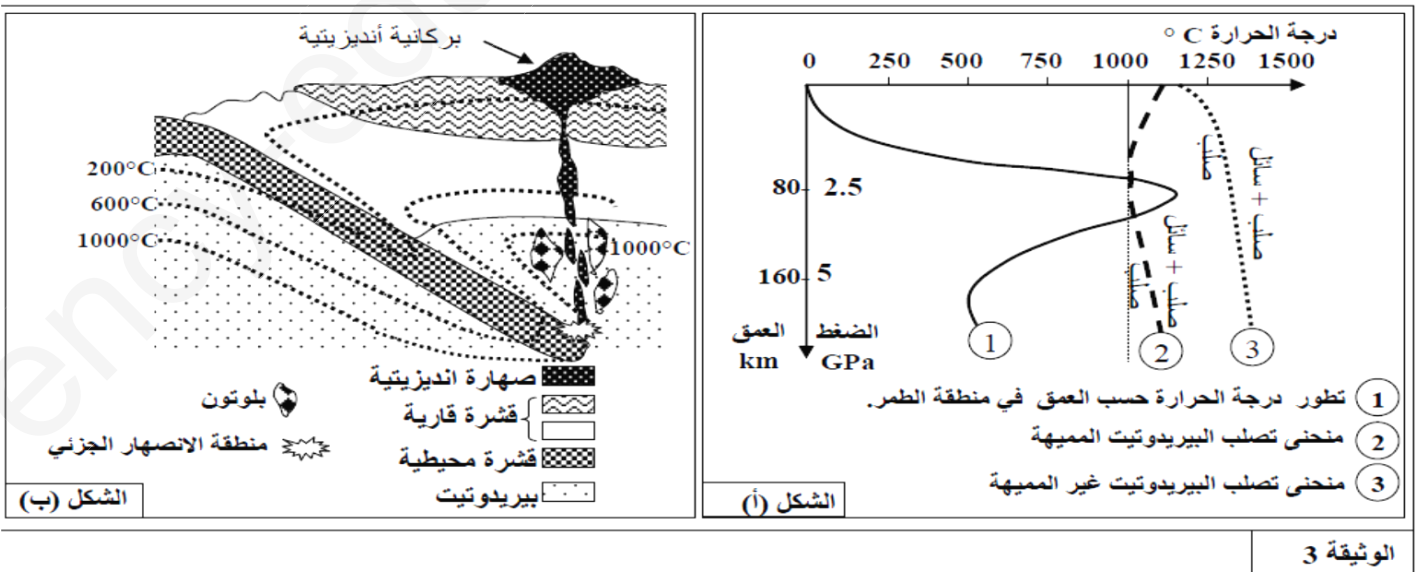
لمعرفة بعض الخصائص البنيوية و الصخرية المميزة لسلاسل الغوص مع ابراز علاقة هذه السلاسل بحركية الصفائح نقترح دراسة المعطيات التالية:

الجزء الأول: تمثل الوثيقة 01 سلسلة جبلية من سلاسل الغوص (سلسلة جبال الأنديز)



- اكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقة (01). ثم استخرج من مقطع الوثيقة 01 المميزات الصخرية و البنيوية لجبال الأنديز
- بين من خلال أشكال الوثيقة 02 (أ، ب، ج) أن هذه السلسلة ناتجة عن ظاهرة الغوص.

الجزء الثاني: لمعرفة شروط تشكل الصخور الصحارية المميزة لمناطق الغوص (بلوتونات من الكرانيتويد و الأنديزيت) نقدم الوثيقة 03 التي توضح الظروف التجريبية لبداية انصهار صخرة البيروكسينيت المكونة للرداء العلوي (الشكل أ) صحبة مكان تشكل هذه الصخور الصحارية (الشكل ب) حسب العمق ودرجة الحرارة.



- (1) باستغلال معطيات الوثيقة 03 (الشكل ب) حدد العمق ودرجة الحرارة التي توجد فيها منطقة الإنصهار الجزئي.
- (2) بين من خلال استغلال شكلي (أ و ب) الوثيقة 03 ظروف تشكل الصخور الصهارية في مناطق الغوص.

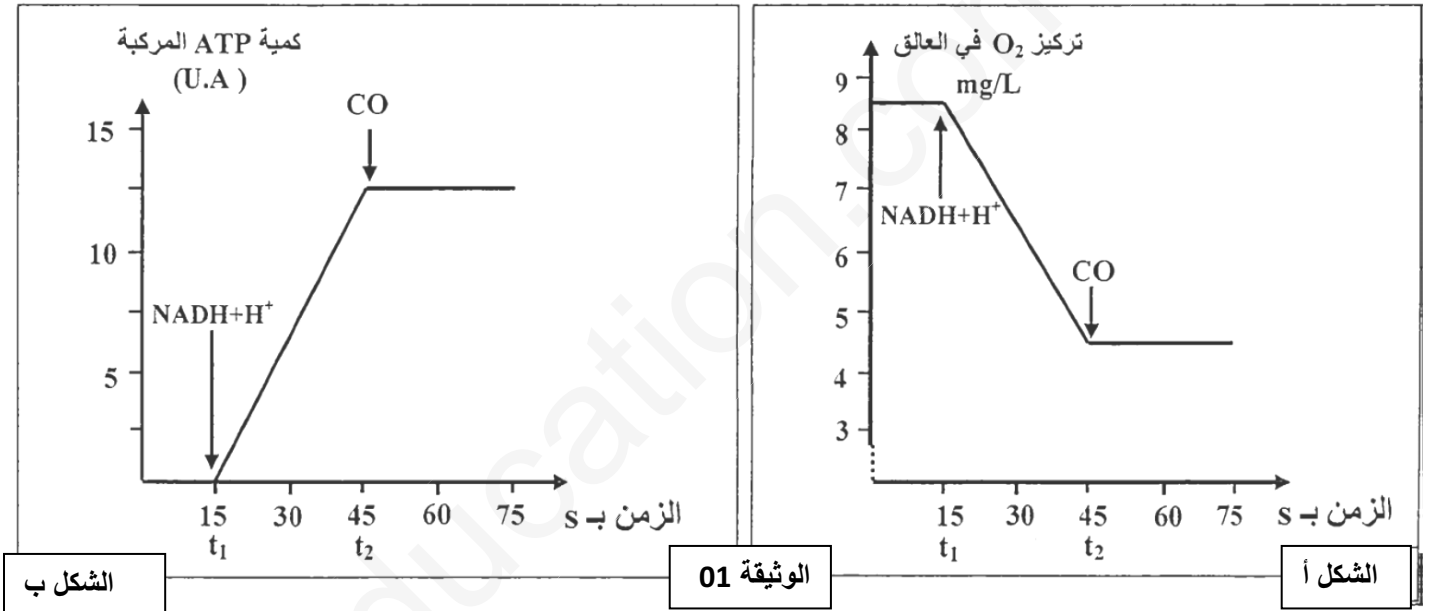
التمرين الثالث: (08 نقاط)

يؤدي التسمم بأحادي أكسيد الكربون (CO) الناجم عن خلل في سخانات الماء التي تستعمل الغاز الى دوار و غيبوبة و احيانا الى الموت بالاختناق.

الجزء الأول: لفهم كيفية تأثير أحادي أكسيد الكربون على التفاعلات التنفسية المسؤولة عن انتاج الطاقة على مستوى الميتوكوندري نقترح التجارب التالية:

التجربة 01: تم تحضير معلق من الميتوكوندريات في وسط غني بثنائي الأوكسجين، ثم نتتبع تطور ثنائي الأوكسجين بعد اضافة NADH, H^+ في الزمن t_1 و CO في الزمن t_2 تبين الوثيقة 01 (منحنى الشكل أ) النتائج المحصل عليها.

التجربة 02: تم تحضير معلق من الميتوكوندريات في وسط يحتوي على ثنائي الأوكسجين وعلى ADP و Pi ثم نتتبع تطور كمية ATP المركبة بعد اضافة NADH, H^+ في الزمن t_1 و CO في الزمن t_2 تبين الوثيقة 1 (الشكل ب) النتائج المتحصل عليها

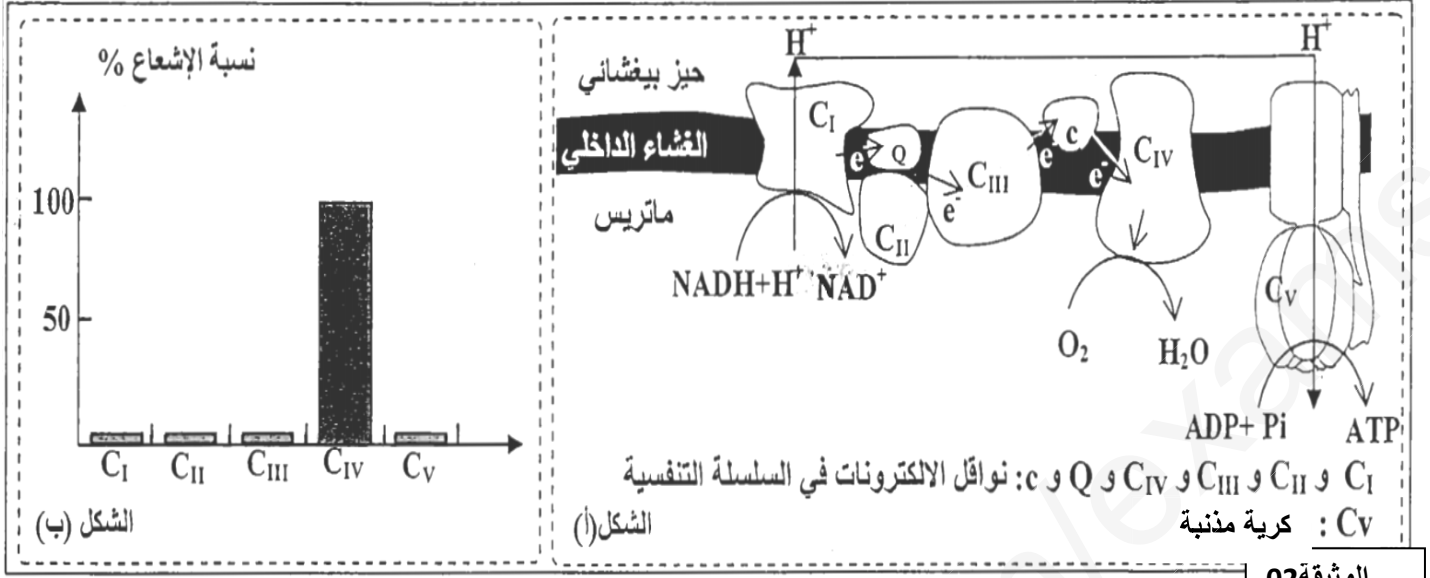


1) حلل منحنى الوثيقة 01.

- (2) استنتج تأثير أحادي أكسيد الكربون في التفاعلات التنفسية

الجزء الثاني: لتحديد مقر و آلية تأثير أحادي أكسيد الكربون نستعرض التجربة التالية:

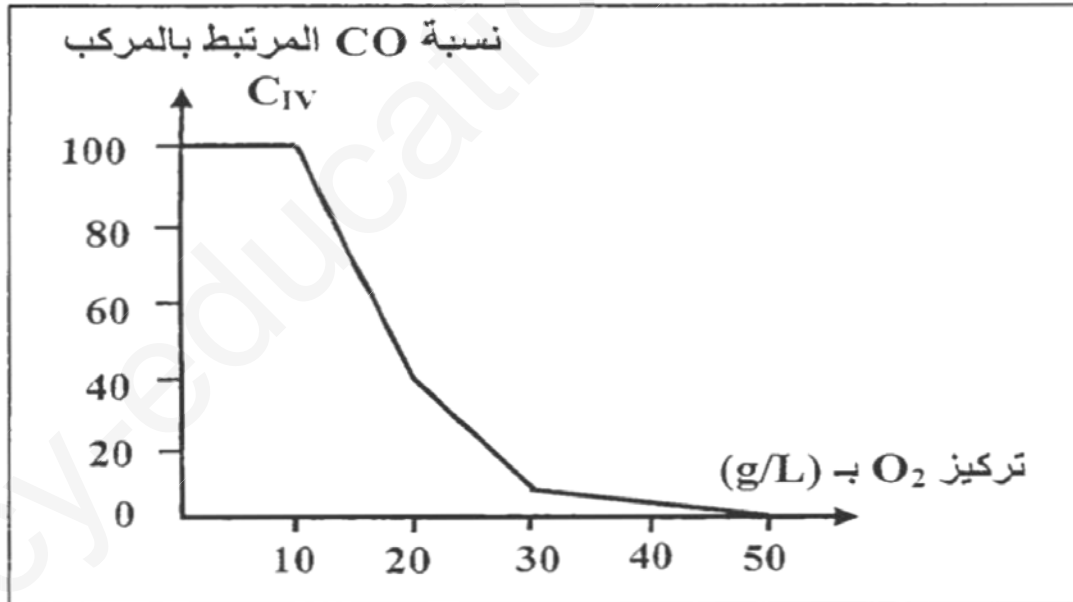
التجربة 3: تمت إضافة كمية قليلة من أحادي أكسيد الكربون المشع لمعلق من الميتوكوندريات، ثم نتتبع توزع الإشعاع في مركبات السلسلة التنفسية الممثلة في (الشكل أ) من الوثيقة 03. يبين (الشكل ب) من نفس الوثيقة النتائج المتحصل عليها.



1) باستغلال معطيات الوثيقة 2 ومكتسباتك اشرح علاقة مركبات السلسلة التنفسية للغشاء الداخلي للميتوكوندري بعدم تركيب

ATP اثناء الاختناق بـ CO.

الجزء الثالث: خلال الإسعافات المقدمة للأشخاص المصابين بالاختناق بأحادي أوكسيد الكربون، يتم استعمال ثنائي الأوكسجين بكميات كبيرة، لتوضيح ذلك تم عزل المركب C_{IV} ووضعه في محلول ملائم اضيفت له كميات متزايدة من ثنائي الأوكسجين. بعد ذلك تم قياس نسبة CO المرتبط بالمركب C_{IV}. تبين الوثيقة 03 النتائج المتحصل عليها



1) باستغلالك لمعطيات الوثيقة 03 بين كيف يمكن استعمال كميات كبيرة من ثنائي الأوكسجين من الحد من أعراض التسمم بأحادي أوكسيد الكربون.

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	معايير الموضوع
مجموع	مجزأة		
1.5	6×0.25	التمرين الأول (05 نقاط) 1- كتابة البيانات: 1- غشاء هيولي، 2- هيولي، 3- غشاء خارجي للميتوكوندري، 4- فراغ بين غشائين، 5- غشاء داخلي للميتوكوندري، 6- الحشوة. 2- التفاعلات التي لا تتطلب أكسجين: * التحلل السكري: يتم على مستوى الهيولي الخلوية. المعادلة الكيميائية: $\text{Glucose} + 2\text{ADP} + 2\text{P}_i + 2\text{NAD}^+ \longrightarrow 2 \text{Pyruvique} + 2\text{ATP} + 2\text{NADH}, \text{H}^+$	
		* حلقة كريبس و مرحلتها التحضيرية: يتم على مستوى الحشوة. المعادلة الكيميائية:	
		$\text{CH}_3 - \text{C}(\text{O}) - \text{COOH} + \text{CoA-SH} \xrightarrow{\text{NAD}^+} \text{CH}_3 - \text{C}(\text{O}) - \text{S} - \text{CoA} + \text{NADH}, \text{H}^+ + \text{CO}_2$ أسيتيل مرافق الإنزيم (أ) حمض البيروفيك	
		$\text{Acetyl-CoA} + 3\text{NAD}^+ + \text{FAD} + \text{ADP} + \text{P}_i \longrightarrow \text{CO}_2 + 3\text{NADH}, 3\text{H} + \text{FADH}_2 + \text{ATP} + \text{CoA-SH}$	
	0.25	التفاعلات التي تتطلب أكسجين: * الفسفرة التأكسدية: تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري. المعادلة الكيميائية:	
		$6 \text{O}_2 + 10 \text{NADH}_2 + 2 \text{FADH}_2 + 34 (\text{ADP} + \text{P}_i) \longrightarrow 12 \text{H}_2\text{O} + 10 \text{NAD}^+ + 2 \text{FAD}^+ + 34 \text{ATP}$ معادلة الفسفرة التأكسدية:	
		3- النص العلمي: في الوسط الهوائي يتم تحويل الطاقة الكامنة في الجزيئات العضوية إلى طاقة على شكل ATP وفق سلسلة من التفاعلات الكيموحيوية. ماهي العلاقة بين هذه التفاعلات و التي تضمن تركيب ATP ؟	
		- يتم على مستوى الهيولي تحلل الجلوكوز إلى جزيئين من حمض البيروفيك يصاحب هذا التحول إنتاج جزيئي ATP و جزيئين من NADH, H^+	
	01	- في وجود الأكسجين يدخل حمض البيروفيك إلى داخل الميتوكوندري (الحشوة) أين تتم تفاعلات حلقة كريبس ينتج عنها جزيئي ATP و 08 جزيئات من NADH, H^+ و جزيئين من FADH_2	
		- تؤدي أكسدة المرافق الإنزيمي NADH, H^+ على مستوى السلسلة التنفسية إلى تحرير طاقة تؤدي إلى إنتاج 3 جزيئات ATP، بينما تؤدي نفس الأكسدة للمرافق الإنزيمي FADH_2 إلى إنتاج جزيئي ATP - يتم إنتاج الـ ATP عبر سلسلة من تفاعلات الأكسدة و الإرجاع على مستوى الهيولي و الميتوكوندري	
1.5	4×0.25 0.5	التمرين الثاني: (07 نقاط) 1- البيانات : 1- بنية ثانوية 2- α - نقطة انعطاف 3- بنية ثانوية β 4- تحت وحدة (بنية ثالثة)..... 2- سبب المرض: خلل في بنية بروتين CFTR مما سبب عدم ارتباطه بغشاء الخلية الظهارية (عدم تشكل قناة الكلور) مما يؤدي الى تراكم المخاط الجد لزج ← ظهور اعراض المرض.....	الجزء 01
		0.5	
3	0.75	+ متواليه ARNm - بالنسبة للشخص العادي : AAU-AUC-AUC-UUU-GGU-GUU-UCC	الجزء 02
		- بالنسبة للشخص المصاب: AAU-AUC-AUC-GGU-GUU-UCC-UAU	
		+ متواليه الأحماض الأمينية : - بالنسبة للشخص العادي : Asn - Ile - Ile - Phe - Gly - Val - Ser	
		- بالنسبة للشخص المصاب: Asn - Ile - Ile - Gly - Val - Ser - Tyr	

02	01	2- مناقشة سبب المرض: • عند الشخص السليم: الأليل عادي يشفر لبروتين وظيفي يتحد مع غشاء الخلية المخاطية مما يسمح بتشكيل قناة غشائية تسمح بخروج شوارد الكلور خارج خارج مما يؤدي الى الرفع من ميوعة المخاط و تسهيل طرحه خارج الجسم • عند الشخص المصاب: يعود سبب مرض الليقية الكيسية الى حدوث طفرة تتمثل في فقدان ثلاث نيكليوتيدات AAA على مستوى الثلاثية 508 مما ادى الى تشكل بروتين غير وظيفي لا يتحد مع غشاء الخلية (عدم تشكل قناة الكلور)، عدم خروج شوارد الكلور خارج الخلية يؤدي الى تشكل مخاط جد لزج يصعب طرحه مما يؤدي الى تراكمه	
	01	التمرين الثالث: (08 نقاط) 1- المقارنة: *عدم حدوث تراص في التجربتين 2 و 3 اللتان تعرض فيهما الحيوان للإصابة بفيروس الزكام، بينما حدث تراص في التجربة 1 التي لم يسبق للحيوان أن تعرض للإصابة بهذا الفيروس. *استنتاج طبيعة الاستجابة المناعية المتدخلة :استجابة مناعية ذات وساطة خلطية ، لتدخل للمفاويات B (أو البلاسموسيت). * الشروط الضرورية لحدوثها :وجود الخلايا البلازمية (يمكن قبول وجود لمفاويات B منشطة).	
2.5	01 0.75 0.75	(2)الفرضية: يحدث تراص للكريات الدموية الحمراء و ذلك لتثبت الفيروس بواسطة محدده المستضدي (غليكوبروتين HA) مع المستقبل الغشائي على سطح كريات الدم الحمراء.	الجزء 01
01	01	(1)آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة: * يتعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة عن طريق تثبيت محدد المستضد(غليكوبروتين HA) على المستقبل النوعي نتيجة التكامل البنيوي بينهما. *كيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية للحد من تكاثر هذا الفيروس: تتدخل الأجسام المضادة ضد-HA عن طريق الارتباط النوعي بالمحددات المستضدية و منع تثبيت الفيروس على الخلية المستهدفة.	
1.5	0.75 0.75	(2)التحقق من الفرضية: من الشكل(01) للوثيقة (1) نلاحظ وجود تكامل بنيوي بين محدد المستضد و المستقبل الغشائي للكريات الدموية الحمراء مما يؤدي إلى تثبت الفيروس محدثا تراصا للكريات الحمراء	الجزء 02
01	01	مخطط مبسط لمراحل هذه الاستجابة (استجابة مناعية ذات وساطة خلطية) دخول الفيروس(المستضد) —————> التعرف النوعي على محدثات المستضد من طرف اللمفاويات T و B —————> تنشيط اللمفاويات B المنتقاة من طرف LT4 المساعدة عن طريق الإنترلوكينات —————> تكاثر و تمايز الخلايا B المنشطة إلى بلاسموسيت —————> إفراز الأجسام المضادة النوعية —————> تشكيل معقدات مناعية ابطال مفعول المستضد و تنشيط ظاهرة البلعمة.	
02	02	الجزء 03	

العلامة		عنـاصر الإجابة(الموضوع الثاني)	مـحاور الموضوع
مجموع	مجزأة		
1.25	كل02 (0.25)	التمرين الأول(05نقاط) (1) كتابة على بيانات الوثيقة 1: 1- رامزة مضادة 2- رابطة بيبتيديية 3-الموقع A 4- الموقع P 5- ARNm 6-تحت وحدة ريبوزومية كبرى 7- ARNt • تحديد المراحل: -المرحلة الانطلاق 01 -المرحلة 2 الاستطالة 3- النهاية (2) كيفية إدماج الحمض الأميني Phe في السلسلة الببتيديية: - خلال مرحلة الاستطالة يتقدم الريبوزوم بوحدة رمزية؛ - يحتل ARNt الحامل لـ His الموقع P؛ - يصبح الموقع A فارغا ويحتله ARNt الحامل لـ Phe؛ - تنفصل الرابطة بين His و ARNt الخاص به؛ - يؤدي ذلك إلى تكون رابطة بيبتيديية بين Phe و His (أو إدماج Phe في السلسلة الببتيديية)..... 3 النص العلمي: ينجز نص علمي وفق مقدمة- عرض-خاتمة يشير الى مراحل الترجمة و متطلبات و مقر كل مرحلة التعبير العلمي و اللغوي الدقيق	
02	4=×0.25 1	التمرين الثاني: (07 نقاط) (1) * كتابة على بيانات الوثيقة 1: 1-قشرة محيطية 2- ليتوسفير (رداء علوي) محيطي - قشرة قارية 4- ليتوسفير قاري(رداء علوي) • مميزات الصخرية و البنيوية: - وجود حفرة محيطية..... - وجود بركانية أندزيتية وصخور بلوتونية من الكرانيتويدات..... - وجود مؤشر التضخم..... - وجود فوالق معكوسة..... (2) تبيان أن السلسلة ناتجة عن ظاهرة الغوص: - توزيع بؤر الزلازل حسب العمق بشكل مائل في اتجاه القارة حسب مستوى Benioff..... - وجود شذوذ في منحنيات تساوي درجة الحرارة بحيث تتغرز مائلة حسب مستوى Benioff..... - كثافة القشرة المحيطية أكبر من كثافة القشرة القارية..... لا يمكن تفسير هذه الخصائص إلا باعتبار أن الصفيحة المحيطية تتغرز تحت الصفيحة القارية أي حدوث ظاهرة الطمر.....	الجزء 01
02	3×0.5 0.5		
0.5	2×0.25	1- عمق منطقة الانصهار الجزئي: 100 كم درجة الحرارة 1000°م 2-ظروف تشكل الصهارة في مناطق الغوص: الشكل أ : بوجود الماء ← تقاطع بين منحنى الدرجة الحرارة (1) لمنطقة الطمر ومنحنى تصلب البيريدونيت الممبها (2) ← انصهار جزئي للبيريدونيت..... - توجد منطقة الانصهار الجزئي للبيريدونيت في عمق حوالي 100km ودرجة حرارة 1000°C..... الشكل (ب): وجود منطقة الانصهار الجزئي بمحاذاة منحنى درجة الحرارة 1000°C مع وجود صهارة بركانية تعلو منطقة الانصهار الجزئي..... ظروف تشكل الصخور الصهارية في مناطق الطمر: • انغراز الغلاف الصخري المحيطي ← ارتفاع كبير للضغط ← تحرير الماء من طرف القشرة المحيطية المنغرفة ← تحقق شروط الانصهار الجزئي للبيريدونيت ← تكون الصهارة..... • تبريد جزء من الصهارة في العمق ← تشكل الصخور البلوتونية..... • صعود جزء من الصهارة إلى السطح ← البركانية الأندزيتية.....	الجزء 2
2.5	0.5		
	3×0.5		

3.25	0.75 0.75 01 0.75	التمرين الثالث: (08 نقاط) (1) تحليل المنحنيات: الشكل أ: يمثل المنحنى تركيز الـ O_2 بدلالة الزمن عند إضافة $NADH, H^+$ و CO * قبل إضافة $NADH, H^+$ نلاحظ ثبات تركيز الـ O_2 عند قيمة أعظمية..... * عند إضافة $NADH, H^+$ في الزمن t_1 ينخفض تركيز الـ O_2 في الوسط و عند اضافة CO في الزمن t_2 يثبت تركيز الـ O_2 في 4.5 ملغ/ل..... الشكل ب: يمثل المنحنى كمية الـ ATP المركبة بدلالة الزمن عند إضافة $NADH, H^+$ و CO * عند إضافة $NADH, H^+$ في الزمن t_1 ترتفع كمية الـ ATP في الوسط و عند اضافة CO في الزمن t_2 يثبت كمية الـ ATP في 1.25 و (2) الإستنتاج: يؤدي وجود احادي اوكسيد الكربون في الوسط الى توقف استهلاك O_2 و توقف تركيب الـ ATP خلال التفاعلات التنفسية.	الجزء 1
3	4×0.75	(1) يبين ارتفاع الإشعاع على مستوى المركب C_{VI} من السلسلة التنفسية ارتباط CO بهذا المركب مما أدى الى وقف نشاط المركب C_{VI} يتوقف انتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية الى المستقبل الأخير O_2 وبالتالي عدم ضخ البروتونات الى الفراغ بين غشائين. - عدم تشكل تدرج في تركيز البروتونات (توقف سيل البروتونات عبر الكرية المذنبة) - توقف نشاط الـ ATP سنتاز و عدم تركيب الـ ATP .	الجزء 2
1.75	0.75 01	عندما يكون تركيز ثنائي الأوكسجين ضعيفا (أقل من 10g/L) تبقى نسبة CO المرتبطة بـ C_{IV} في قيمة قصوى (100%) عند استعمال كميات كبيرة من ثنائي الأوكسجين: تنخفض نسبة CO المرتبطة بـ C_{IV} حتى تنعدم، مما يدل على أن استعمال ثنائي الأوكسجين بتركيز مرتفع يؤدي إلى فك الارتباط بين CO و C_{IV} وبالتالي الحد من أضرار التسمم بـ CO .	الجزء 3

