المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2017
- الموضوع -

★★★

NS 34

المادة	علوم الحياة والارض	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	المعامل	5

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة

المكون الأول: استرداد المعارف (5 نقط)

I.عرِّف(ي) ما يلي : - الرعشة العضلية - الميتوكندري (1ن)

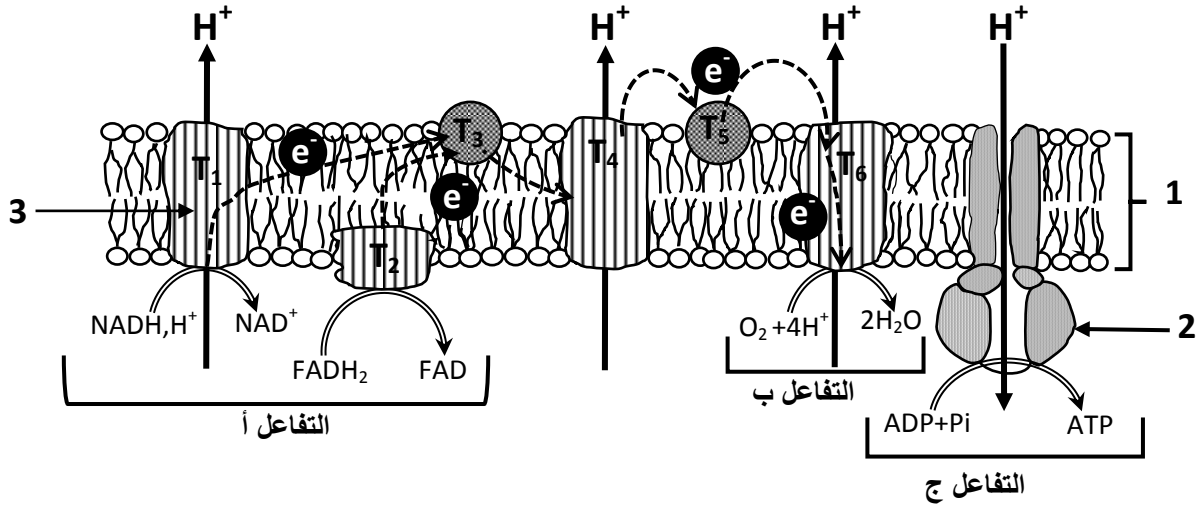
II.أعط معادلة التفاعل الإجمالي لانحلال الكليكوز. (0.5ن)

III.يوجد اقتراح صحيح بالنسبة لكل معطى من المعطيات التالية المرقمة من 1 إلى 4. أُنقل(ي) الأزواج الآتية على ورقة تحريرك، ثم أكتب(ي) داخل كل زوج الحرف المقابل للاقتراح الصحيح: (2 ن)

(1 ، ...) (2 ، ...) (3 ، ...) (4 ، ...)

1- ينتج الكزاز التام عن التحام عدة رعشات عضلية إثر سلسلة إهاجات، بحيث تتم الإهاجة الموالية خلال: **أ.** فترة تقلص الرعشة الناتجة عن الإهاجة السابقة. **ب.** فترة ارتخاء الرعشة الناتجة عن الإهاجة السابقة. **ج.** نهاية الرعشة الناتجة عن الإهاجة السابقة. **د.** فترة كمون الرعشة الناتجة عن الإهاجة السابقة.	**2- أثناء التقلص العضلي، يتم تقصير طول:** **أ.** الشريط الداكن والمنطقة H. **ب.** الشريط الفاتح والمنطقة H. **ج.** الشريطين الداكن والفاتح مع ثبات المنطقة H. **د.** الشريطين الداكن والفاتح والمنطقة H.
3 - التخمر اللبني: **أ.** يحرر 4 جزيئات ATP انطلاقا من جزيئة واحدة من الكليكوز. **ب.** يشترك مع ظاهرة التنفس في مرحلة انحلال الكليكوز. **ج.** ينتج حثالة عضوية تحرر على شكل CO_2. **د.** ينتج جزيئتان من ATP بعد تشكل ممال H^+ بين جهتي غشاء الميتوكندري.	**4 – تفاعلات حلقة Krebs:** **أ.** غير منتجة للطاقة. **ب.** تحرر ثنائي أكسيد الكربون. **ج.** تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري. **د.** مشتركة بين التنفس والتخمر.

IV.تمثل الوثيقة أسفله رسما تخطيطيا للسلسلة التنفسية.

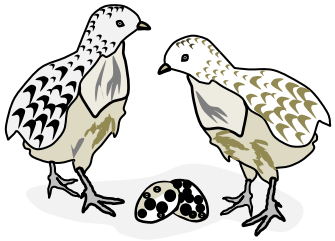


- **أعط (ي)** أسماء كل من البنيات المشار إليها بالأرقام 1 و 2 و3 ، والتفاعلات المشار إليها بالحروف **أ** و **ب** و **ج**. (1.5 ن)

Moutamadris.ma

المكون الثاني: الاستدلال العلمي والتواصل الكتابي والبياني (15 نقطة)

التمرين الأول (5 نقط)



I- توجد سلالتان من السَمّان الياباني Coturnix japonica: سلالة ذات ريش مزركش بالأسود والبني وسلالة ذات ريش مزركش بالأحمر والأصفر. قصد التعرف على سبب اختلاف لون الريش عند السمان الياباني تمت دراسة المورثة Mc1-R التي توجد على شكل حليلين: حليل عادي يتحكم في تركيب صبغة الأُوميلانين eumélanine المسؤولة عن اللون "الأسود-البني" للريش، وحليل طافر يتحكم في تركيب صبغة الفيوميلانين phéomélanine المسؤولة عن اللون"الأحمر-الأصفر" للريش.
تمثل الوثيقة 1 جزءا من اللولب غير المنسوخ للحليل العادي عند طائر السمان الياباني.

الوثيقة 1

أرقام الثلاثيات	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235...
المتتالية النيكليوتيدية	CAG	CCC	ACC	ATC	TAC	CGC	ACC	AGC	AGC	CTG	A....

1.باستعمال جدول الرمز الوراثي (الوثيقة 2)، **أعط (ي)** خييط ARN_m ومتتالية الأحماض الأمينية لجزء الحليل المسؤول عن تركيب صبغة الأوميلانين من الثلاثية 225 إلى الثلاثية 234. (1ن)

الوثيقة 2

النيكليوتيد الأول \ النيكليوتيد الثاني	U		C		A		G		النيكليوتيد الثالث
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

أدت طفرة ناتجة عن ضياع عدة نكليوتيدات على مستوى المورثة Mc1-R إلى ظهور الحليل الطافر المسؤول عن تركيب صبغة الفيوملانين. تبين الوثيقة 3 جزءا من اللولب غير المنسوخ لهذا الحليل الطافر ومتتالية الأحماض الأمينية التي يرمز لها.

الوثيقة 3

أرقام الثلاثيات	225	226	227	228	229	230	231	232
متتالية النيكليوتيدات	CAG	CCC	ACC	GCA	CCA	GCA	GCC	TGA
متتالية الأحماض الأمينية	Gln	Pro	Thr	Ala	Pro	Ala	Ala	

2. حدد(ي) موقع وعدد النيكليوتيدات المفقودة التي أدت إلى ظهور الحليل الطافر، ثم **بين(ي)** العلاقة صفة مورثة. (1.25ن)

II- يمتاز السمان الياباني بتنوع في لون البيض، ويعتبر من بين الطيور التي تصاب بنوع من مرض السكري ذو أصل وراثي يتميز بالعطش الشديد وطرح كميات كبيرة من البول. في إطار دراسة كيفية انتقال صفتي لون البيض ومرض السكري عند سلالتين من هذا الطائر، إحداهما تضع بيضا ذو لون أزرق ومصابة بداء السكري وأخرى تضع بيضا ذو لون أخضر وغير مصابة بداء السكري، نقترح استثمار نتائج التزاوجين الآتيين:

Moutamadris.ma

التزاوج الأول: بين سلالتين نقيتين؛ سلالة تضع بيضا أزرقا ومصابة بداء السكري وسلالة تضع بيضا أخضرا وغير مصابة بداء السكري.أعطى هذا التزاوج جيلا F_1 يتكون من طيور تعطي بيضا أزرقا وغير مصابة بداء السكري.

التزاوج الثاني: بين أفراد الجيل الأول F_1 أعطى جيلا F_2 يتكون من:

- 10 أفراد تعطي بيضا أخضرا و مصابة بداء السكري؛
- 33 فردا تعطي بيضا أخضرا وغير مصابة بداء السكري؛
- 33 فردا تعطي بيضا أزرقا ومصابة بداء السكري؛
- 82 فردا تعطي بيضا أزرقا وغير مصابة بداء السكري.

3. من خلال **تحليلك** لنتائج التزاوجين الأول والثاني **بيِّن(ي)** كيفية انتقال الصفتين الوراثيتين المدروستين. (1.5ن)

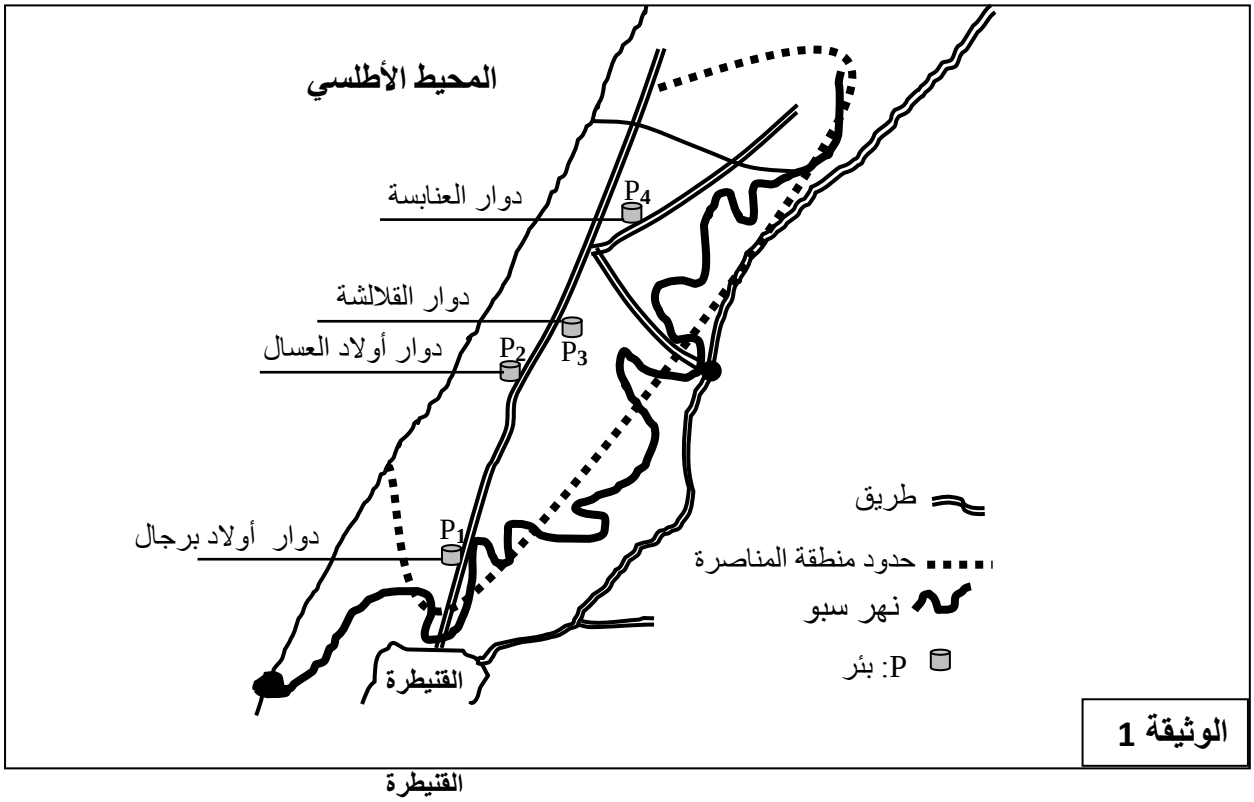
4.أعط (ي) التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين مع **تعزيز** ذلك بشبكة التزاوج. (1.25ن)

استعمل(ي) الرمزين b و B لتمثيل الحليلين المسؤولين عن صفة لون البيض، والرمزين d وD لتمثيل الحليلين المسؤولين عن صفة السكري عند السمان الياباني.

التمرين الثاني (5 نقط)

تعرف منطقة المُناصرة بنواحي القنيطرة نشاطا فلاحيا مهما خصوصا تربية البقر وزراعات يستعمل فيها روث البقر الغني بالأمونياك لتسميد التربة. تمثل المياه الجوفية بهذه المنطقة المصدر الرئيسي للتزود بالماء الشروب والماء المستعمل في المجال الفلاحي إذ يقدر حجمها بثمانين مليون متر مكعب، وتتم تغذية الفرشة المائية للمناصرة عن طريق ترشيح مياه الأمطار، إلا أن هذه الثروة المائية تظل عرضة لخطر التلوث.

لدراسة تأثير النشاط الفلاحي على جودة المياه الجوفية بمنطقة المناصرة أنجزت تحاليل مخبرية (كيميائية وبيولوجية) على عينات مأخوذة من أربعة آبار موزعة كما هو مبين في الوثيقة1 ويبين جدول الوثيقة 2 النتائج المحصلة.



الوثيقة 1

القنيطرة

Moutamadris.ma

العناصر / الآبار	P1	P2	P3	P4	معايير جودة المياه الصالحة للشرب
الأمونياك NH_4^+ بـ mg/L	0,00	0,00	0,28	0,00	$\leq 0,5mg/L$
النتريت NO_2^- بـ mg/L	0,007	0,003	0,004	0,002	$\leq 0,1mg/L$
النترات NO_3^- بـ mg/L	26,16	107,76	114,47	198,46	$\leq 50mg/L$
عدد CF في كل 100ml	380	57	120	0	0
عدد SF في كل 100ml	1250×10^3	8×10^3	5.8×10^3	2.5×10^3	0

CF:البكتريات القلونية البرازية. SF : العقديات البرازية.

- البكتريات القولونية البرازية والعقديات البرازية هي متعضيات مجهرية تتواجد في براز الحيوان والإنسان؛
- يتحول الأمونياك NH_4^+ في التربة إلى نتريت NO_2^- ثم إلى نترات NO_3^-؛
- لتحديد مصدر البكتريات القولونية البرازية والعقديات البرازية المتواجدة في مياه الآبار المدروسة، نعتمد على حساب المعامل $\frac{CF}{SF}$. تكون هذه البكتريات من أصل حيواني (وليس بشري) إذا كان هذا المعامل **أصغر من 0,7**.

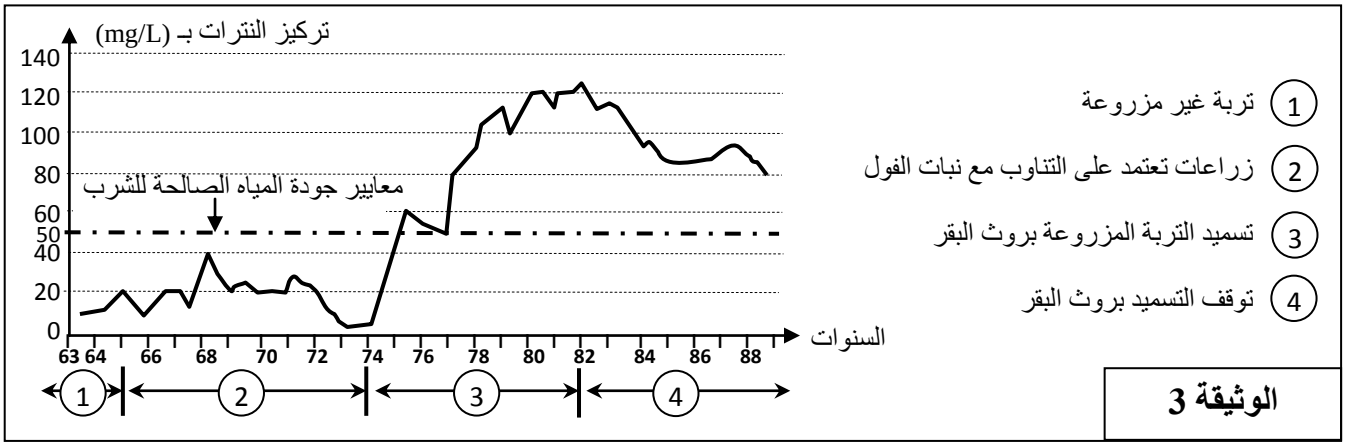
الوثيقة 2

1. اعتمادا على معطيات الوثيقة 2، **قارن(ي)** كل من تركيز النترات وعدد CF وعدد SF في مياه الآبار المدروسة مع معايير جودة مياه الشرب، و**استنتج(ي)** مدى صلاحية مياه هذه الآبار للشرب. (1,25ن)

2. أحسب(ي) المعامل $\frac{CF}{SF}$ للآبار الأربعة و**استنتج(ي)** مصدر البكتريات القولونية البرازية والعقديات البرازية الموجودة في مياه الآبار المدروسة. (1ن)

3. اعتمادا على مكتسباتك ومعطيات الوثيقتين 1و2، **فسر(ي)** تلوث المياه الجوفية في منطقة المناصرة بالنترات. (1.25ن)

في إطار البحث عن حلول لمشكل تلوث المياه الجوفية بالنترات، نقترح دراسة المعطيات الآتية:
تساهم زراعة نبات الفول في إغناء التربة بآزوت معدني جاهز للاستعمال من طرف النباتات ، حيث تترك الزراعة الشتوية للفول في التربة كمية مهمة من الآزوت، يمكن أن تغطي 67% من حاجيات زراعات أخرى كالقمح.
تبين الوثيقة 3 تغير تركيز النترات في المياه الجوفية بدلالة الممارسات الزراعية في منطقة فلاحية بفرنسا خلال الفترة الممتدة من سنة 1963 إلى 1988.



الوثيقة 3

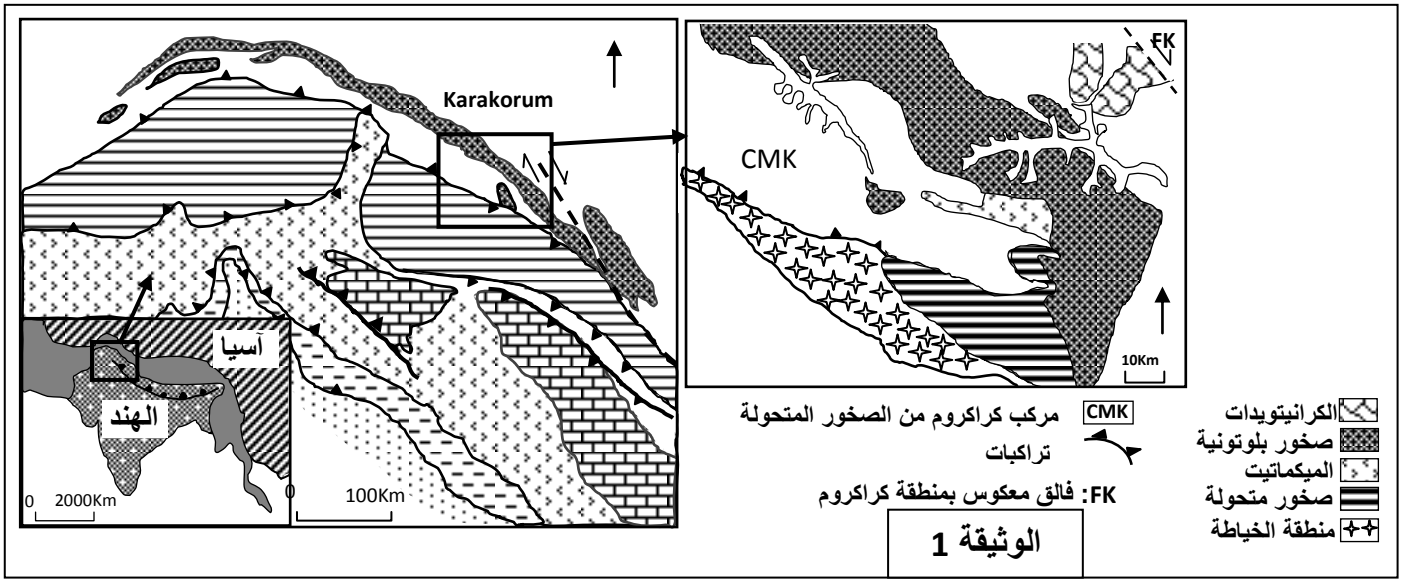
4. صف(ي) تغير تركيز النترات في المياه الجوفية بدلالة الممارسات الزراعية المبينة في الوثيقة 3، ثم **اقترح(ي)** حلا مناسبا لتحسين جودة المياه الجوفية بمنطقة المناصرة. (1.5ن)

Moutamadris.ma

التمرين الثالث (5 نقط)

تقع جبال كراكروم Karakorum في الشمال الشرقي لسلسلة جبال الهيمالايا وتمتد من شمال باكستان إلى جنوب منطقة كشمير. لتحديد مراحل تشكل هذه السلسلة تمت دراسة بعض الخصائص التكتونية والصخرية المميزة لهذه المنطقة.

تقدم الوثيقة 1 خريطة مبسطة لمنطقة كراكروم المدروسة.



الوثيقة 1

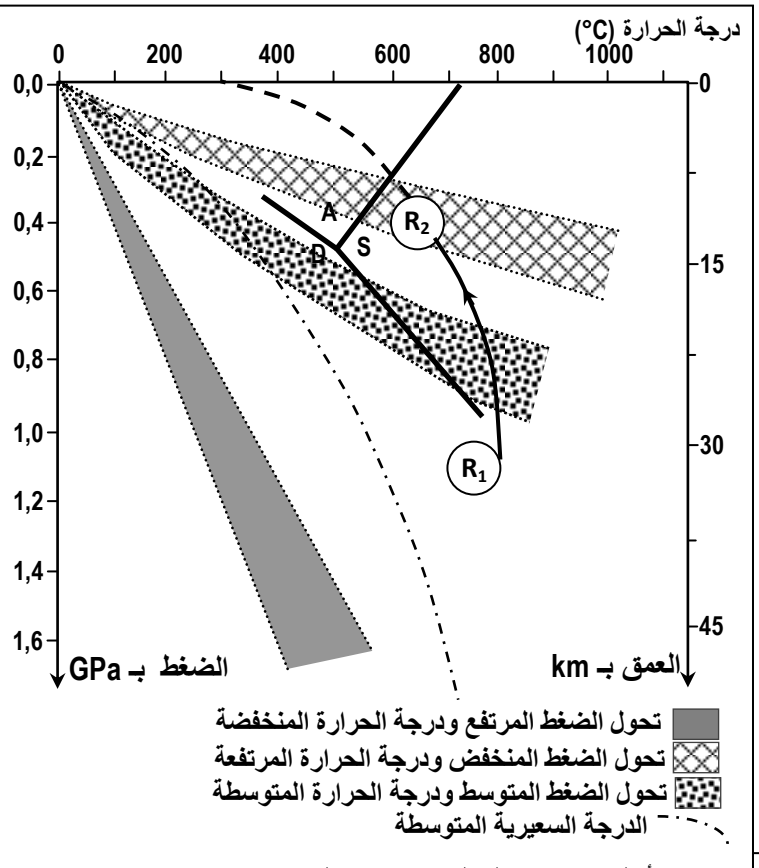
1. اعتمادا على الوثيقة 1، **استخرج(ي)** مؤشرين يدلان على أن المنطقة المدروسة تعرضت لقوى تكتونية انضغاطية، ومؤشرين آخرين يدلان على أن المنطقة عرفت اصطداما مسبوقا بطمر. (1ن)

يتميز مركب الصخور المتحولة لمنطقة كراكروم بتواجد صخرة الغنايس (R_2) الناتجة عن تحول صخرة البراغنايس (R_1). يقدم جدول الوثيقة 2 التركيب العيداني لهاتين الصخرتين، وتعطي الوثيقة 3 مسار تطور تحول الصخرتين حسب تغير الضغط ودرجة الحرارة.

المعادن	صخرة البراغنايس (R_1)	صخرة الغنايس (R_2)
المرو	+++	+++
البلاجيوكلاز	++	++
البيوتيت	+++	++
الموسكوفيت	++	++
البيجادي	++	++
الدستين	++	-
السيليمانيت	-	++

يدل عدد علامات (+) على درجة وفرة المعدن في الصخرة، وعلامة(–) على غياب المعدن في الصخرة.

الوثيقة 2



A: الأندلوسيت ؛ S: السيليمانيت ؛ D: الدستين.

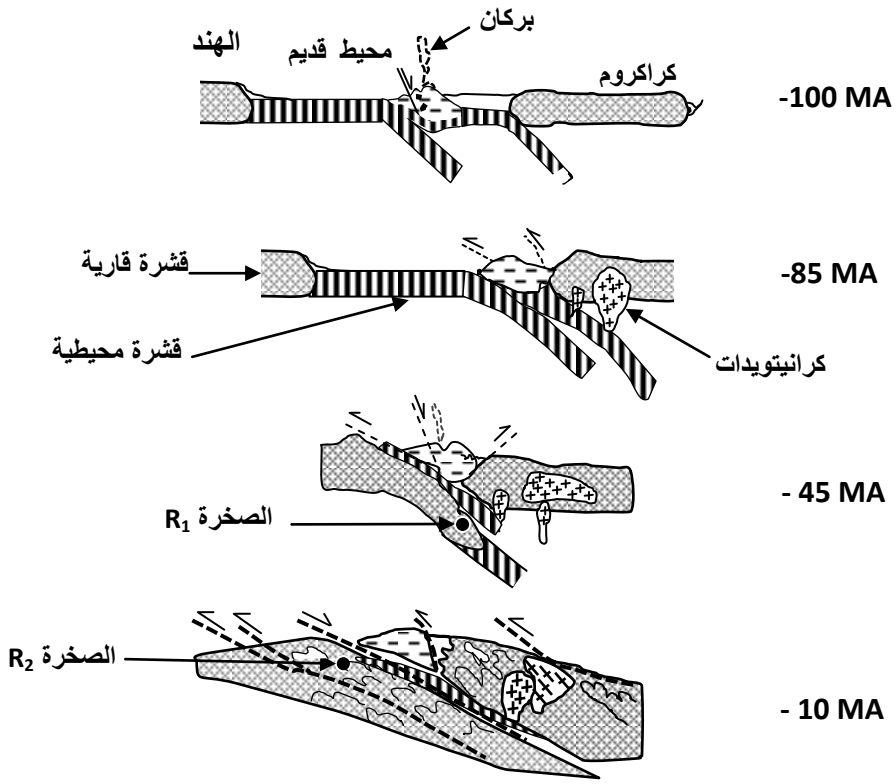
الوثيقة 3

Moutamadris.ma

2. اعتمادا على معطيات الوثيقة 2، **صف(ي)** التغيرات العيدانية الملاحظة عند الانتقال من صخرة البراغنايس إلى صخرة الغنايس. (0.75 ن)

3. اعتمادا على معطيات الوثيقة 3، **حدد(ي)** ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي تشكلت فيها الصخرتان R_1 و R_2، ثم **فسر(ي)** التغيرات العيدانية الملاحظة عند الانتقال من صخرة البراغنايس إلى صخرة الغنايس. (1.25 ن)

تبين الوثيقة 4 مراحل تشكل جبال كراكروم حسب نموذج الباحث **Y.LEMENNICIER**



الوثيقة 4

4. اعتمادا على المعطيات السابقة ومستعينا بالوثيقة 4، **استرد(ي)** التاريخ الجيولوجي لتشكل جبال كراكروم، **موضحا** العلاقة بين تشكل الغنايس ونشوء هذه السلسلة الجبلية. (2 ن)

Moutamadris.ma

★★★

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2017
- عناصر الإجابة -

NR 34

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

المادة	علوم الحياة والارض	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	المعامل	5

السؤال	عناصر الإجابة	النقطة
	المكون الأول (5 نقط)	
I	- **الرعشة العضلية** : استجابة عضلية لإهاجة فعالة، تتكون من مرحلة كمون ومرحلة التقلص ثم مرحلة الإرتخاء. ..... - **الميتوكوندري:** عضي خلوي تتم على مستواه التأكسدات التنفسية (يقبل تعريف يتضمن بنية الميتوكندري)	0.5 ن 0.5 ن
II	**معادلة التفاعل الإجمالي لانحلال الكليكوز:** $C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2NAD^+ + 2Pi \rightarrow 2CH_3COOH + 2\ ATP + 2\ NADH,H^+$	0.5 ن
III	**-الاختيار من متعدد:** ..... (0.5 ن ×4) (1 ؛ أ) ؛ (2 ؛ ب) ؛ (3 ؛ ب)؛ (4 ؛ ب)	2 ن
IV	**تأشير الرسم:** ..... 1- الغشاء الداخلي للمتوكوندري؛ 2- كرة ذات شمراخ (ATP سنتيتاز)؛ 3- ناقل الالكترونات والبروتونات **أسماء التفاعلات:** ..... أ : أكسدة نواقل الهيدروجين؛ **ب** : اختزال O_2 ؛ **ج:** تفسفر ADP	0,75 ن 0,75 ن
	المكون الثاني (15 ن)	
	التمرين الأول(5 نقط)	
1	**خيط ARN_m لجزء الحليل المسؤول عن تركيب صبغة الأوميلانين :** ..... CAG CCC ACC AUC UAC CGC ACC AGC AGC CUG **متتالية الأحماض الأمينية :** ..... Gln - Pro - Thr - Ile - Tyr - Arg - Thr - Ser - Ser - Leu	0.5 ن 0.5 ن
2	**تحديد الطفرة:** فقدان نكليوتيدات الثلاثيتين 228 و229 والنكليوتيد الأول من الثلاثية 230(TAG ATG G) من الخيط المنسوخ (يقبل حذف ATC TAC C من الخيط غير المنسوخ) ..... **العلاقة مورثة صفة:** طفرة فقدان 7 نيكليوتيدات ← تغيير في التسلسل النكليوتيدي للحليل المسؤول عن تركيب صبغة الأوميلانين ← تغير في متالية الأحماض الأمينية ← تركيب بروتين جديد الفيوميلانين ← ظهور مظهر جديد (تغير لون الريش).	0.5 ن 0.75ن

Moutamadris.ma

3

- التزاوج الأول:

- هجونة ثنائية: دراسة انتقال صفتين وراثيتين **0.25ن**

- F_1 متجانس تحقق القانون الأول لماندل ← وراثة غير مرتبطة بالجنس **0.25ن**

- أفراد الجيل الأول لهم مظهر أبوي ← سيادة تامة (مطلقة) للحليلين المسؤولين عن بيض أزرق **B** و عدم الإصابة بداء السكري **D** على الحليلين المتنحيين المسؤولين عن بيض أخضر **b** والإصابة بداء السكري **d** .....

- التزاوج الثاني : **0.5ن**

في الجيل الثاني تم الحصول على أربع مظاهر خارجية :

[B ; D] بنسبة % 8 , 51 =82/158 أي حوالي 9/16

[B ; d] بنسبة % 20,88 =33/158 أي حوالي 3/16

[b ; D] بنسبة % 20,88 = 33/158 أي حوالي 3/16

[b ; d] بنسبة % 6,32 = 10/158 أي حوالي 1/16

يتعلق الأمر بمورثتين مستقلتين ..... **0.5 ن**

4

التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين:

- التزاوج الأول:

	P_1	×	P_2
المظهر الخارجي	[d,B]		[D,b]
النمط الوراثي	d//d , B//B		D//D , b//b
الأمشاج والنسب	100% d/, B/		100% D/ , b/

0.25 ن

0.25 ن

F_1 : D//d , B//b [D,B]

100%

-التزاوج الثاني:

	F1 : [D,B]	×	F1 : [D,B]
المظهر الخارجي			
النمط الوراثي	D//d , B//b		D//d , B//b

0.25 ن

الأمشاج				
D/,B/	¼ ;	D/,b/	¼	D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼
d/,B/	¼ ;	d/,b/	¼	d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼

Moutamadris.ma

شبكة التزاوج الثاني: ..... **0.5 ن**

أمشاج ذكرية / أمشاج أنثوية	D/,B/ ¼	D/,b/ ¼	d/,B/ ¼	d/,b/ ¼
D/,B/ ¼	D//D , B//B [D,B] 1/16	D//D, B//b [D,B] 1/16	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16
D/,b/ ¼	D//D , B//b [D,B] 1/16	D//D, b//b [D,b] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16
d/,B/ ¼	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	d//d , B//B [d,B] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16
d/,b/ ¼	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16	d//d , b//b [d,b] 1/16

نحصل على:
- [D,B] 9/16؛ [d,B] 3/16 ؛ [D,b] 3/16 ؛ [d,b] 1/16
النتائج التجريبية تطابق النتائج النظرية.

التمرين الثاني (5 نقط)

1 **مقارنة كل من تركيز النترات NO_3^- وعدد CF وعدد SF : .....** **0.75 ن**
- تركيز النترات في مياه البئر P_1 يقل عن معيار جودة مياه الشرب بينما يفوق هذا المعيار في مياه الآبار الأخرى.
- البكتيريات CF: تتواجد في مياه الآبار P_1 و P_2 وP_3 ولا تتواجد في مياه البئر P_4.
- العقديات SF: تتواجد في مياه جميع الآبار.

استنتاج: مياه جميع الآبار المدروسة ملوثة وبالتالي فهي غير صالحة للشرب. ..... **0.5 ن**

2 **حساب المعامل CF/SF للآبار الأربعة:** ..... **0.5 ن**

$P_1 \rightarrow 0{,}0003$ $P_2 \rightarrow 0{,}006$ $P_3 \rightarrow 0{,}02$ $P_4 \rightarrow 0$

استنتاج: المعامل CF/SF أقل من 0,7 بالنسبة لجميع الآبار ← البكتريات القولونية البرازية والعقديات البرازية المتواجدة في مياه الآبار من أصل حيواني. ..... **0.5 ن**

3 **تفسير تلوث المياه الجوفية في منطقة المناصرة بالنترات NO_3^-** ..... **1,25 ن**
- استعمال مكثف لروث البقر← إغناء التربة بالأمونياك ← تحول الأمونياك إلى نترات ← ترشيح النترات بفعل مياه السقي والأمطار عبر التربة ← ارتفاع تركيز النترات في المياه الجوفية بمنطقة المناصرة وتلوثها.

4 **وصف تغير تركيز النترات في المياه الجوفية حسب الممارسات الزراعية.**
- في التربة غير المزروعة والتربة التي تعتمد زراعات تتناوب مع نبات الفول يلاحظ أن تركيز النترات في المياه الجوفية يقل عن 50mg/L. ..... **0.5 ن**
- عند استعمال روث البقر لتسميد التربة المزروعة يلاحظ ارتفاع تركيز النترات في المياه الجوفية بشكل كبير ليصل إلى 120 mg/L. ..... **0.25 ن**

Moutamadris.ma

	- عند التوقف عن استعمال روث البقر لتسميد التربة المزروعة يلاحظ انخفاض نسبي في تركيز النترات في المياه الجوفية حيث يقترب من قيمة معيار جودة المياه 50mg/L. ..... **اقتراح حل لتحسين جودة المياه الجوفية بمنطقة المناصرة:** ..... زراعة نبات الفول بالتناوب مع زراعات أخرى دون الإفراط في استعمال روث البقر في تسميد التربة.	**0.25 ن** **0.5 ن**
	التمرين الثالث (5 نقط)	
1	**مؤشرين دالين على تعرض المنطقة لقوى تكتونية انضغاطية من قبيل:** ..... - تواجد كراكروم في منطقة تجابه صفيحتين؛ - وجود تراكبات؛ - وجود فوالق معكوسة؛ **مؤشرين دالين عن حدوث اصطدام مسبوق بطمر من قبيل:** ..... - وجود الميكماتيت بجوار الصخور المتحولة؛ - وجود خياطة. - وجود الكرانيتويدات.	**0.5 ن** **0.5 ن**
2	**التغيرات العيدانية الملاحظة عند الإنتقال من صخرة البراغنايس إلى صخرة الغنايس:** ..... عند الإنتقال من الصخرة R_1 إلى الصخرة R_2 يتناقص معدن البيوتيت ويختفي معدن الدستين ويظهر معدن السليمانيت.	**0.75 ن**
3	**ظروف تشكل الصخرتين:** الصخرة (R_1): ضغط مرتفع (حوالي 1.1GPa) ودرجة حرارة متوسطة (حوالي 750°C) . الصخرة (R_2): ضغط منخفض (حوالي 0.4GPa) ودرجة حرارة متوسطة (حوالي 650°C) هامش الخطأ المقبول : الضغط ± 0.2GPa درجة الحرارة ب ± 20°C **تفسير التغيرات العيدانية:** صعود الصخرة R_1 (تناقص العمق) ← انخفاض كبير للضغط (1.1 GPa إلى 0.4 GPa) مع انخفاض طفيف في درجة الحرارة ← اختفاء الدستين وظهور السيليمانيت.	**0.25ن** **0.25ن** **0.75 ن**
4	**مراحل تشكل جبال كراكروم:** - منذ 100MA:حدوث طمر قشرة محيطية تحت القشرة القارية لكراكروم وطمر ضمحيطي تحت تأثير قوى تكتونية انضغاطية. ..... - منذ 85MA:حجز طمر القشرة المحيطية تحت القشرة القارية لكراكروم واصطدام كتلة الصخور الصهارية بكتلة كراكروم القارية مع حدوث تشوهات وتشكل الكرانيتويدات؛ ..... - منذ 45MA:حجز الطمر الضمحيطي واختفاء المحيط القديم مع اصطدام القشرة القارية للهند مع القشرة القارية لكراكروم وتشكل صخرة البرغنايس في العمق تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة متوسطة؛ ..... - منذ 10MA:استمرار القوى الإنضغاطية أدى إلى تشكل سلاسل جبلية نتيجة حدوث تراكبات صاحبه صعود البراغنايس وتحوله إلى غنايس في عمق ضعيف تحت ضغط منخفض ودرجة حرارة متوسطة.	**0.5 ن** **0.5 ن** **0.5 ن** **0.5 ن**

Moutamadris.ma