

الأستاذة : جلمودي خيرة	المجال التعلمي ②: التكتونية العامة .
	الوحدة التعليمية ① : بنية الكرة الأرضية
	المقطع التعلمي 1: البنية الداخلية للكرة الأرضية
المدة الزمنية : أسبوع	أهداف التعلم: - يقترح نموذج لبنية الكرة الأرضية اعتمادا على معطيات سيسمولوجية و على التركيب المعدني والكيماوي لمختلف مستويات للكرة الأرضية .
الموارد المستهدفة: - يتشكل باطن الارض من سلسلة من طبقات ذات خواص فيزيائية و كيميائية مختلفة تحددها انقطاعات . - القشرة الأرضية صلبة، حجمها أقل من 2 % ▪ القشرة الأرضية القارية غرانيتية أساسا . ▪ القشرة المحيطية (اللوحي) بازلتية أساسا . - يشكل كل من القشرة الأرضية و المعطف العلوي الليتوسفير الذي يمثل الغلاف الخارجي للكرة الأرضية . كما يشكل الليتوسفير وحدة فيزيائية منسجمة و هي طبقة صلبة . - يتركب المعطف (الرداء) أساسا من سليكات الألومين (البيريدوتيت) ويشكل أكبر نسبة من حجم الكرة الأرضية 81 % وهو صلب تماما وينقسم إلى : - معطف سفلي صلب ومتين . - معطف متوسط (أستينوسفير) مرن أساسا . - معطف علوي صلب ومتين . - تشكل النواة نسبة 17 % من حجم الكرة الأرضية وهي غنية بالنيكل والحديد، تنقسم إلى نواة داخلية صلبة ونواة خارجية سائلة	
السير المنهجي لتدرج التعليمات : يسترجع المكتسبات القبلية من السنة الثالثة متوسط حول بنية الكرة الأرضية بإنجاز رسم تخطيطي لمقطع في الكرة الأرضية يبين عليه الطبقات والانقطاعات الأساسية . - يطرح مشكل حول المعطيات المعتمد عليها لبناء هذا النموذج . ← يستغل النموذج السيسمولوجي لدعم نموذج الكرة الأرضية المقترح انطلاقا من : - تحليل انتشار الموجات الزلزالية P و S عبر مختلف مستويات الكرة الأرضية . ← يقدم أدلة تعبر على أن البرنس يتركب من بيريدوتيت انطلاقا من : - مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس وسرعة انتشارها في بعض المعادن - تحليل صور وشائح تحت المجهر المستقطب لعينات لصخور القشرة الأرضية والبرنس والتعرف على التركيب المعدني والنسيجي لكل صخر ← يميز الليتوسفير عن الأستينوسفير انطلاقا من : - تحليل نتائج انصهار البيريدوتيت وتغير حالته الفيزيائية بدلالة الضغط والحرارة . ← يستخرج التركيب الكيماوي لنواة الأرض انطلاقا من : - مقارنة تركيب النيازك وتركيب الأرض . - تحليل نتائج تجربة (Birch 1963) . ← ينمذج مجسم لبنية الكرة الأرضية في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبنية .	
الأهداف المنهجية: ✓ تجنيد المكتسبات القبلية ✓ التعبير العلمي واللغوي الدقيق إيجاد علاقة منطقية بين المعطيات ✓ استقصاء المعلومات ✓ التمثيل التخطيطي	الوسائل المستعملة: السندات : الوثيقة 9 ص 277 - الوثيقة 10 ص 277 الوثائق 12 ، 13 ، 14 ، 15 ص 272 وثيقة 13 ص 265 - الوثيقة 1 من الملحق الوثيقة 12 ص 278 عند الحوصلة وثيقة 1 في الملحق بعض خصائص أغلفة الكرة الأرضية .

يسعى الانسان دائما لمعرفة ما يوجد في باطن الكرة الأرضية بعدما تعرف على ما يوجد على سطحها. توضح الوثيقة المقابلة الطبقات الرئيسية المكونة للكرة الأرضية.

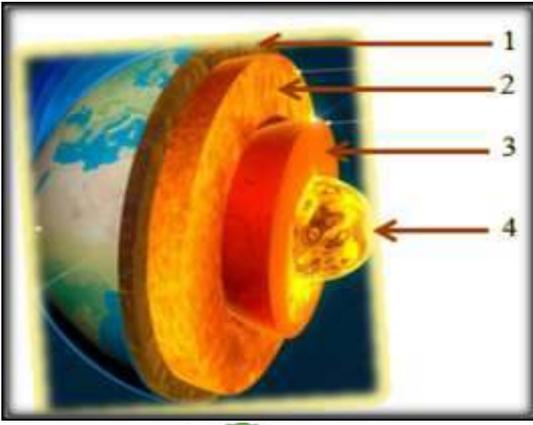
التعليمية :

1- تعرف على الطبقات المكونة للكرة الأرضية.

الاجابة : التعرف على الطبقات المكونة للكرة الأرضية :

- ①- القشرة الأرضية (القارية و المحيطية).
- ②- الرداء (البرنس او المعطف).
- ③- النواة الخارجية.
- ④- النواة الداخلية.

وضعية
الانطلاق



كيف توصل العلماء بناء نموذج عن بنية الكرة الارضية من السطح إلى المركز. رغم أن نصف قطرها يصل 6400 كلم؟

يتملك
المشكلة

لدراسة بنية الكرة الأرضية وبطريقة غير مباشرة، أعتد العلماء على :

- 1- دراسة انتشار الموجات الزلزالية .
- 2- دراسة الاختلافات في المعادن .
- 3- اجراء مقارنة تركيب النيازك وتركيب الارض .

الفرضيات

2- يستغل النموذج السيسمولوجي لدعم نموذج الكرة الارضية المقترح انطلاقا من :

المهمة 1

1- تحليل انتشار الموجات الزلزالية P و S عبر مختلف مستويات الكرة الارضية .
***نتتج عن حركات القشرة الارضية موجات زلزالية تنتشر في كل الاتجاهات ، يتم تسجيلها في محطات منتشرة في مختلف بقاع العالم .

الجدول التالي يلخص خصائص انتشار الموجات الزلزالية S , P

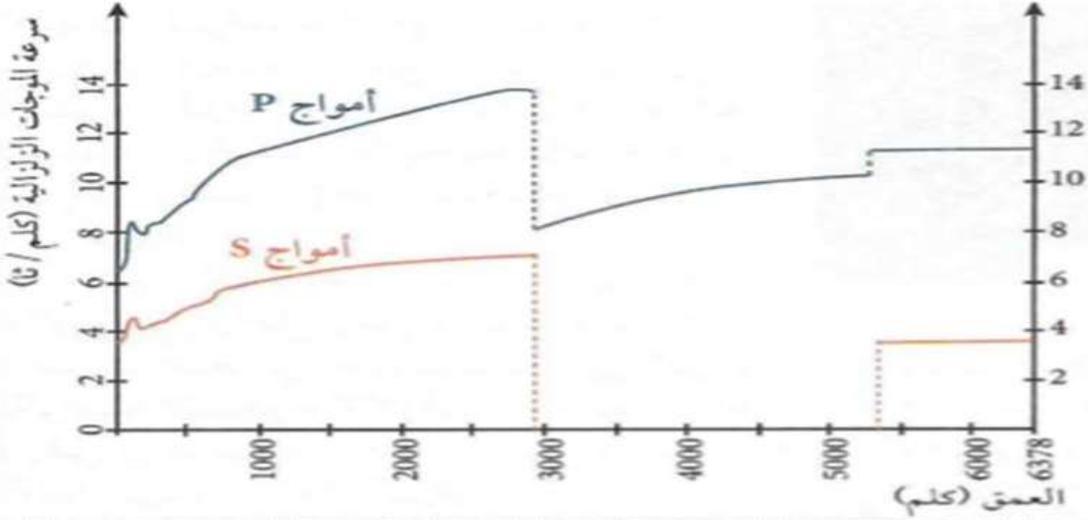
الموجات S	الموجات P
موجات حجمية تعبر الكرة الأرضية	موجات حجمية تعبر الكرة الأرضية
أولية (أول ما يصل الى المحطة) ذات سرعة كبيرة من 6.5 كلم/ثا الى 13 كلم/ثا.	ثانوية (تصل بعد الموجة P ذات سرعة أقل من P من 3.8 لكلم/ثا الى 6.5كلم/ثا.
تنتشر في المواد الصلبة فقط	تنتشر في المواد الصلبة والسائلة والهواء
حركات الجزيئات عمودية على اتجاه انتشار الموجة .	حركات الجزيئات موازية لاتجاه انتشار الموجة
يعود تغير المفاحي في سرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تغير الحالة الفيزيائية للوسط أو تغير التركيب المعدني للصخر .	يعود تغير المفاحي في سرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تغير كثافة الوسط.

الوثائق

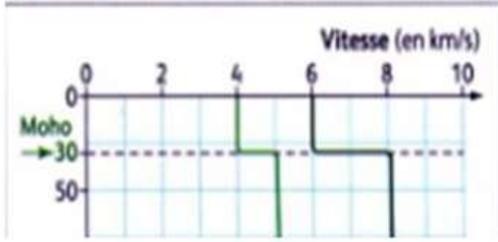
ملاحظة : لدراسة الموجات الزلزالية من أجل معرفة بنية الأرض نستعمل جهازا خاصا يسمى سيسموغراف والمنحنى الذي نتحصل عليه يسمى السيسموغرام.

حيث بينت تحاليل السيسموغراف المسجلة في مختلف محطات الاستقبال تغيرات مفاجئة لسرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة العمق.

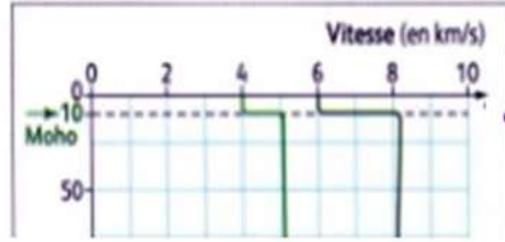
تمثل الوثيقة 1 سرعة انتشار الموجات (P) و(S) بدلالة العمق في الرداء (البرنس) و النواة.



الوثيقة 1 الشكل (أ) : تغير سرعة الموجات الزلزالية الحجمية داخل طبقات الارض



تحت القارة



تحت المحيط

وثيقة 1 الشكل (ب) : تغير سرعة الموجات الزلزالية الحجمية إلى العمق 50 كلم تحت المحيط و القارة

1- باستغلالك للوثيقتين 1 و 2 والجدول المرفق حدد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية وحالة الفيزيائية لكل منها.

التعليمية

1- باستغلالك للوثيقتين 1 و 2 والجدول المرفق حدد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية وحالة الفيزيائية لكل منها.

** يوضح المنحنى الوثيقة 1 تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) و (S) بدلالة العمق في الطبقات الداخلية من الكرة الأرضية التي تعبرها حيث نلاحظ:

- انتشار الموجات الزلزالية P و S إلى عمق 6378 كلم من الكرة الأرضية هذه القيمة تمثل نصف قطر الكرة الأرضية.

- انتشار الموجات الزلزالية (P) بسرعة أكبر مقارنة بالموجات (S).

- تغير مفاجئ في سرعة الموجات الزلزالية P و S في المستويات الداخلية للكرة الأرضية وذلك عند وصولها للأعماق التالية على الترتيب :

+ التغير الأول : سجل على عمق 30 كلم لكلتا الموجتين سجل ارتفاع مفاجئ لسرعة الموجتين P و S.

+ التغير الثاني : سجل على عمق 2900 كلم لكلتا الموجتين ، سجل انخفاض مفاجئ لسرعة الموجة P و اختفاء الموجة S وتوقف انتشارها .

ثم نلاحظ تزايد تدريجي لسرعة انتشار الموجة P من العمق 2900 إلى 6378 كلم .

+ التغير الثالث : سجل على عمق 5100 كلم تقريبا للموجة P فقط حيث سجل ارتفاع مفاجئ لسرعة الموجة P ، ثم سجل انتشار هذه الموجة بسرعة ثابتة من العمق 5100 إلى غاية 6378 كلم .

** عودة ظهور الموجة S من جديد عند العمق 5100 كلم إلى غاية 6378 كلم ، حيث تنتشر في هذا العمق بسرعة ثابتة .

استغلال الوثائق

**** يوضح المنحنى الوثيقة 2 تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) و(S) بدلالة العمق من 0 الى 50 كلم حيث نلاحظ:**

- **تحت المحيط:** تنتشر الموجات الزلزالية P و S بسرعة (6 و 4 كلم على التوالي) وعلى عمق 10 كلم نسجل ارتفاع فجائي لسرعتهما يصل الى (8 و 5 كلم على التوالي) .

- **تحت القارة:** نسجل نفس تغيرات للسرعة ولكن التغير الفجائي للسرعة يسجل على عمق 30 كلم .

**** ومن خلال نتائج الجدول الذي يوضح خصائص انتشار الموجات الزلزالية P, S نجد :**

- اختلاف في سرعة انتشار الموجات الزلزالية باختلاف الحالة الفيزيائية لطبقات الكرة الارضية أو تغير التركيب المعدني للصخر .

و يعود التغير التدريجي لسرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تغير كثافة الوسط.

**** هذه النتائج تدل على أن :**

+ من العمق 0 الى 2900 كلم تنتشر فيه كلتا الموجتين P و S تدل على الحالة الفيزيائية الصلبة للطبقات .

+ في العمق 2900 الى 5100 كلم : **اختفاء** الموجة S وبقاء انتشار الموجة P فقط يدل على أن هذه الطبقة في هذا العمق **سائلة** .

+ في العمق 5100 الى 6378 كلم : انتشار من جديد للموجة S بالإضافة الى الموجة P يدل على انها **طبقة صلبة** .

+ يعود التغير المفاجئ لسرعة الموجات الزلزالية P و S في ثلاث مستويات مختلفة من عمق الارض مرتبط بوجود ثلاث انقطاعات تفصل بين الطبقات الكرة الارضية وهي :

- انقطاع موهو روفيتش يقع على عمق 30 كلم من الكرة الارضية تحت القارة و 10 كلم تحت المحيط .

- انقطاع غوتبرغ يقع على عمق 2900 كلم من الكرة الارضية .

- انقطاع ليهمان يقع على عمق 5100 كلم من الكرة الارضية .

+ يعود التزايد التدريجي لسرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تزايد كثافة الوسط الذي تنتشر فيه .

+ يعود ثبات سرعة انتشار الموجات الزلزالية بعد العمق 5100 كلم الى ثبات كثافة هذا الوسط .

ومنه نستنتج ما يلي :

**** تتكون الكرة الأرضية من اربع طبقات وهي :**

1- القشرة ونجد القارية والمحيطية .

2- البرنس (الرداء) ونجد السفلي والعلوي . .

3- النواة ونجد الخارجية والداخلية .

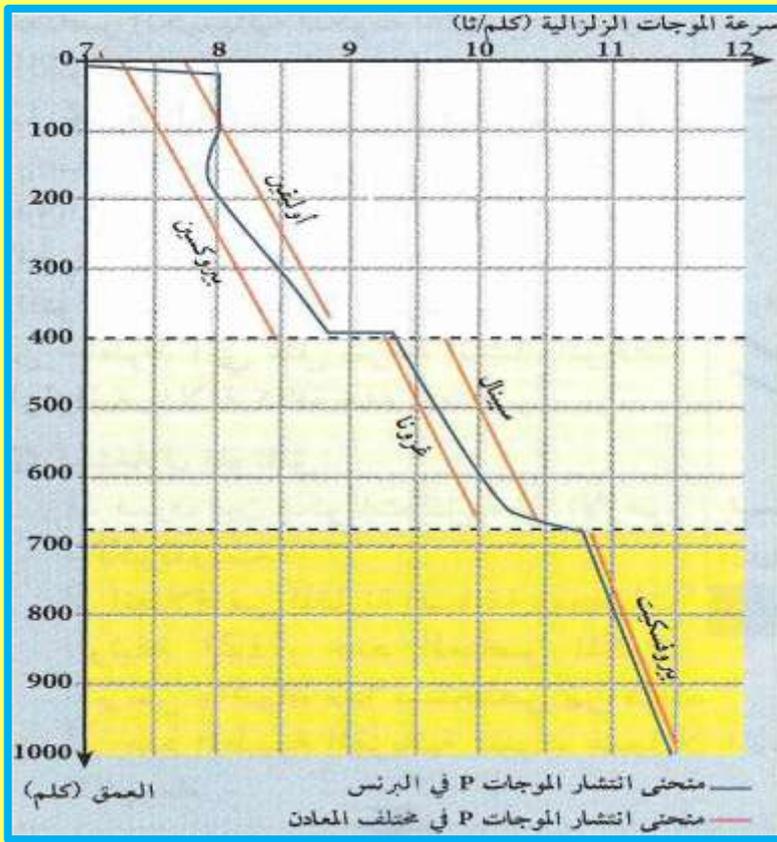
تفصل حدود هذه الطبقات بثلاث انقطاعات :

- **انقطاع موهو روفيتش** يفصل بين القشرة والرداء .

- **انقطاع غوتبرغ** يفصل بين الرداء والنواة الخارجية .

- **انقطاع ليمان** يفصل بين النواة الخارجية والداخلية .

**** تدل الانقطاعات على تباين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لطبقات الأرض .**



① - مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس وسرعة انتشارها في بعض المعادن .
توضح الوثيقة 2 منحنى يبين العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية P في البرنس وطبيعة المعادن فيه بدلالة العمق والتي تدخل في تركيب صخور تنتمي لمجموعة البيريدوتيت .

الوثائق

1: استخراج من الوثيقة ما يدل على أن البرنس مكون من طبقات تتركب من معادن تدخل في تركيب صخر البيريدوتيت .

التعليمة

1- استخراج من الوثيقة ما يدل على أن البرنس مكون من طبقات تتركب من معادن تدخل في تركيب صخر بيريدوتيت .

** من خلال مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية P في البرنس وسرعة انتشارها في بعض المعادن التي تدخل في تركيب صخور تنتمي لمجموعة البيريدوتيت نجد ما يلي:

نلاحظ تغير أول في السرعة على عمق 400 كلم ثم تغير ثاني على مستوى العمق 680 كلم مع زيادة في سرعة انتشار الموجة (P) ويرجع ذلك الى تغير التركيب المعدني في البرنس.

** (100-400) كم: سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) هي متوسط سرعتها في المعدنين الأليفين والبيروكسين.

** (400-680) كم: سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) هي متوسط سرعتها في المعدنين السبينال والغرونا.

** (680-1000) كم: سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) مماثلة ل سرعتها في معدن البيروفسكيت.

** **ومنه نستنتج ما يلي :** يتركب البرنس من المعادن المشكلة لصخور البيريدوتيت حسب ظروف الحرارة والضغط بتغير العمق وهو متكون من ثلاث طبقات كما يلي:

(100-400) كم: مكون من صخر معادنه هي الأولفين والبيروكسين

(400-680) كم: تحتوي من معدني السبينال والغرونا.

(680-1000) كم: تحتوي على معدن البيروفسكيت.

استغلال
الوثائق

② - تحليل صور وشرائح تحت المجهر المستقطب لعينات لصخور القشرة الارضية والبرنس والتعرف على التركيب

المعدني والنسيجي لكل صخر .

تمثل الوثائق التالية صور لعينات من صخور القشرة الأرضية والبرنس وشرائح رقيقة لها باستعمال المجهر المستقطب (يظهر البنية النسيجية والتركيب المعدني للصخر).

البيريدوتيت: صخر ناري فوق قاعدي، يكون البرنس الأرضي، يتكون أساسا من معدن الأوليفين وقليل من البيروكسين.

البازلت: صخر ناري بركاني قاعدي يتشكل على سطح الكرة الأرضية، يدخل في تكوين القشرة المحيطية، يتكون من زجاج بركاني تسيج فيه معادن كبيرة من الأوليفين، بلاجيوكلاز ومعادن صغيرة تكون ما يسمى بالنسيج الميكروليتي.

الوثيقة (4)



الوثائق

الغرانيت : Granite صخر ناري اندساسي ذو نسيج حبيبي، لونه فاتح ومكون بشكل رئيسي من معادن الكوارتز Quartz والفلسبارات والبلاجيوكلاز من نوع الألبيت "Albit" ويكون معدن الفلسبار البوتاسي أحمر بينما لون الألبيت أبيض.

1- قدم وصفا لهذه الصخور مبينا : - طبيعة الصخر - البنية النسيجية - التركيب المعدني .

التعليمة

1- تقديم وصفا لهذه الصخور من حيث : طبيعة الصخر- البنية النسيجية - التركيب المعدني .

البنية النسيجية	المعادن	الكثافة ودرجة الحموضة	الصخور
بنية حبيبية بلورية	كوارتز + ميك + بلاجيوكلاز + فلدسبات	بها $Si > 49\%$ 2.4 الى 2.9	مجموعة الگرانوتويد التي تمثل الصخور الحمضية أهمها : الگرانيت بالقشرة القارية SiAl بها Si+Al الصخور المتحولة مثل الغنايس والصخور الرسوبية مثل الحجر الرملي + كنغوميرا والغضار
بنية ميكروليتية (microlitique) معادن لا تتبلور بسبب تيردها السريع .	أوليفين (بلورات) ميكروليتات أو معادن صغيرة (بلاجيوكلاز) وزجاج بركاني.	$45\% < Si < 52\%$ 2.7 الى 3.2	البازلت القاعدية بالقشرة المحيطية SiMa بها (Mg+Fe). اسود داكن غير كامل التبلور صخر ناري سطحي
بنية حبيبية نصف بلورية تشكلت نتيجة تبرد بطيء	معادن متوسطة الحجم (أوليفين + بلاجيوكلاز)	2.9 الى 3.2	الغابرو
بنية حبيبية	معادن كبيرة (تغلب عليه أوليفين + والقليل من بيروكسين) بالإضافة الى الغرونا، والبيروفسكيت	بها $Si < 49\%$ 3.2 الى 3.4	البيريدوتيت فوق القاعدية بالمعطف اخضر كامل التبلور صخر ناري جوفي .

استغلال الوثائق

ومنه نستنتج ما يلي :

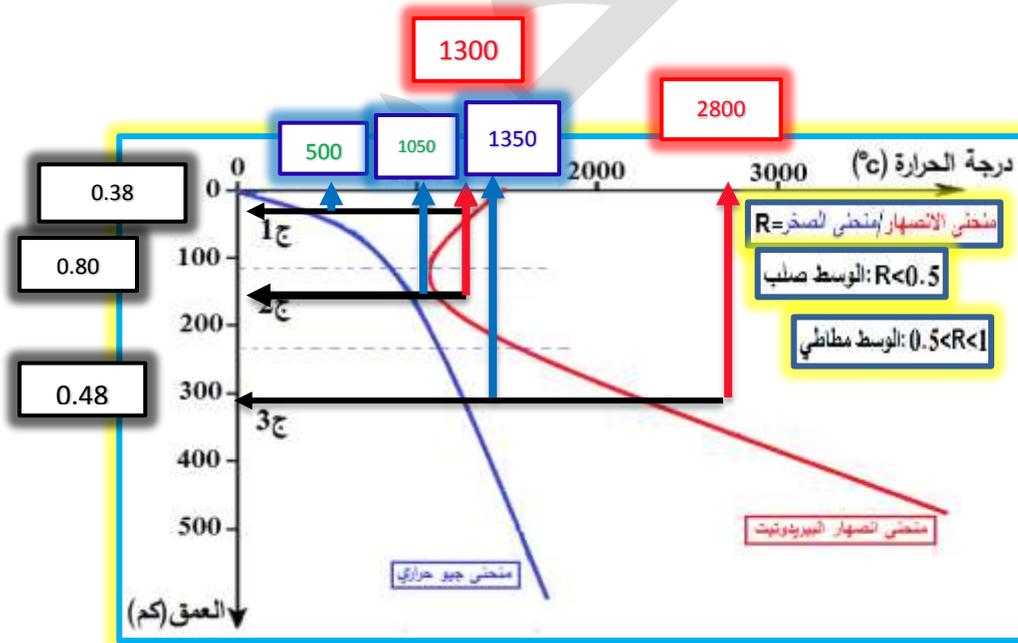
بما ان البرنس يتكون من الأوليفين، البيروكسين، الغرونا، والبيرفسكيت وان البيريدوتيت يتكون من الأوليفين، البيروكسين والبلاجيوكلاز. فإن البرنس يتكون أساسا من صخر البيريدوتيت.

3- يميز بين الليتوسفير عن الأستينوسفير انطلاقا من :

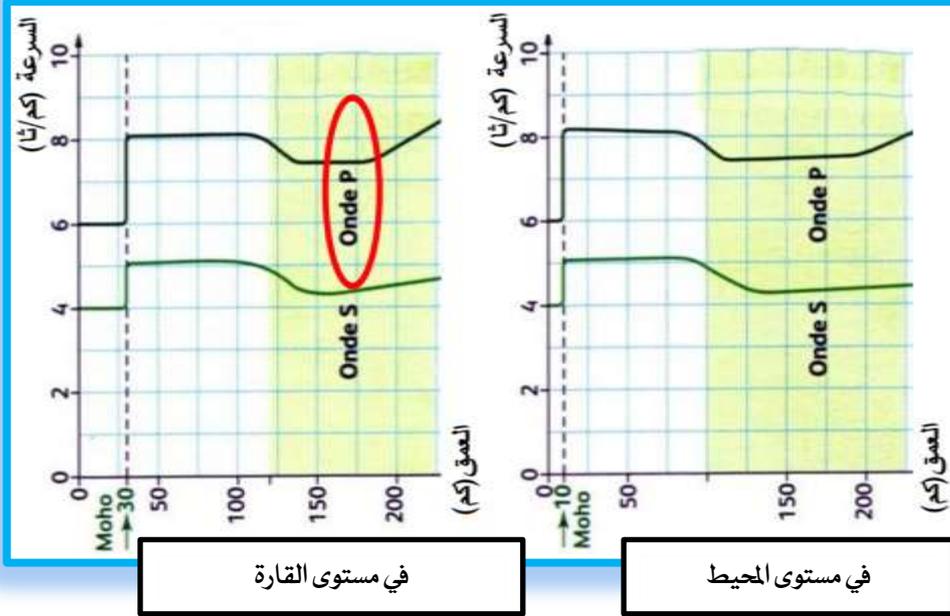
المهمة 3

1- تحليل نتائج انصهار البيريدوتيت وتغير حالته الفيزيائية بدلالة الضغط والحرارة .

بينت دراسات مخبرية أن صخر البيريدوتيت يمر بثلاث حالات فيزيائية (صلبة، انتقالية، مطاطية) حسب ظروف الحرارة والضغط أنظر الوثائق المرفقة 13 ص 265، الشكل 1 من الوثيقة 1 من الملحق، ونتائج المخبر مسجلة بالجدول .



الوثائق



** تمثل الوثيقة 1
من الملحق سرعة
انتشار الموجات
الزلزالية من سطح
الأرض الى عمق 200
كم.

التعليمة:

1- باستغلالك للوثائق المقدمة قدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية .

1- باستغلالنا للوثيقة تقدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية .

++ توضح الوثيقة 13 ص 265 : من مقارنة منحنى الوثيقة التي توضح منحنى انصهار البيريدوتيت و منحنى التدرج الحراري الأرضي يتبين لنا أن تغير الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت تسمح بتحديد الحالة الفيزيائية لمختلف طبقات البرنس العلوي وبالتالي التمييز بين الأستينوسفير والليتوسفير :
منحنى الجيوحراري : كلما زاد العمق زادت درجة الحرارة.
منحنى انصهار البيريدوتيت: يمثل درجة الحرارة اللازمة لانصهار البيريدوتيت .
فمثلا الصخر الذي يتواجد على عمق 500 كلم يتطلب درجة حرارة 3200م° أما الصخر الذي يتواجد على عمق 200 كلم فيتطلب انصهاره 1300م° .

الجزء الأول: الى غاية : 100km نلاحظ أن منحنى التدرج الحراري بعيد عن منحنى انصهار البيريدوتيت و بالتالي ظروف الضغط و الحرارة لا تسمح بانصهار البيريدوتيت فيكون الصخر في هذا الجزء صلبا و يوافق البرنس الليتوسفير .

الجزء الثاني: الى غاية 250km يقترب منحنى التدرج الحراري من منحنى انصهار البيريدوتيت هذا ما يسمح بتحقيق شروط الانصهار الجزئي البيريدوتيت، مما يجعل المادة في هذا الجزء انتقالية (الأكثر مطاطية)، تمثل هذه المنطقة الجزء العلوي من الاستينوسفير (LVZ) وهي المنطقة الفاصلة بين الليتوسفير و الاستينوسفير و التي تتحرك فوقها الصفائح التكتونية .

الجزء الثالث: الى غاية 700km وفيه يبتعد منحنى التدرج الحراري عن منحنى انصهار البيريدوتيت ، و بذلك تكون المادة فيه أقل مطاطية من LVZ وتشكل الجزء المتبقي من الاستينوسفير .

تفسر هذه النتائج تغير انتشار الموجات الزلزالية المبينة في الشكل (ب) من الوثيقة 5 حيث :
في مستوى المحيط أو القارة: نسجل ثبات سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) و (S) و هذا ما يوافق القشرة المحيطية أو القارية الى غاية عمق 10km تحت المحيط و 30 km تحت القارة، بعدها ترتفع سرعة انتشار الموجات الزلزالية بشكل مفاجئ، ما يدل وجود الانقطاع الأول (موهو) الذي يفصل بين القشرة الأرضية و البرنس الليتوسفيري .

تبقى سرعة انتشار الموجات الزلزالية ثابتة الى غاية 150km و تنخفض بعد هذا العمق و الى غاية حوالي 250 km يدل هذا التغير على تغير الحالة الفيزيائية للطبقة و التي أصبحت أقل صلابة (انتقالية) (أكثر مطاطية) تشكل المنطقة الفاصلة بين الليتوسفير و الأستينوسفير (الجزء العلوي من الأستينوسفير أو ال LVZ). ارتفاع سرعة الموجات الزلزالية بعد ذلك يدل على تغير الحالة الفيزيائية للطبقة و التي أصبحت صلابة (أقل مطاطية من LVZ) و تمثل البرنس العلوي أو الأستينوسفير .

استغلال
الوثائق

اذن :

- الجزء 1:** صلب ومتمين (البرنس العلوي : البرنس الليتوسفييري)
الجزء 2: مرن ومطاطي (البرنس المتوسط: الجزء العلوي من الأستينوسفير)
الجزء 3: صلب ومتمين (البرنس السفلي: الجزء السفلي من الأستينوسفير)

4- يستخرج التركيب الكيميائي لنواة الأرض انطلاقاً من :

المهمة 4



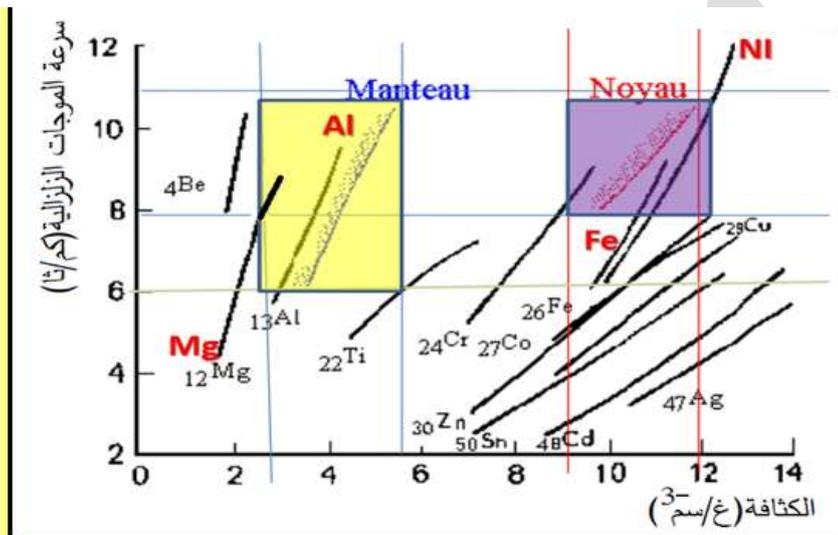
①- مقارنة تركيب النيازك وتركيب الأرض .
بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على النيازك (الكوندريت) أنها تبدي نفس تركيب الكواكب الصخرية لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر . وتختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متمايضة ، تتوزع نسب المواد المكونة للكرو الأرضية على النحو التالي أقل من 2% للقصرة ، و81% للبرنس و17% للنواة.

يبين الجدول التالي دراسة مقارنة بين العناصر الكيميائية المكونة للأرض و النيازك (الكوندريت).

الأرض	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) +25% من العناصر الثقيلة غير المعروفة
الكوندريت	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) +20% من الحديد +5% (Fe, Ni, S, P)

②- تحليل نتائج تجربة (Birch 1963).

أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe-Cr-Al-Mg-Ni) تحت عملي الضغط والحرارة المتغيرين والمماثلين لظروف البرنس والنواة . سمحت هذه القياسات بإنشاء مجموعة من الخطوط التي تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة كثافة هذه العناصر. النتائج مبينة بالوثيقة 12 ص 278.



الوثيقة 12 ص 278 : سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس والنواة وسرعة انتشارها بدلالة كثافة بعض العناصر الكيميائية .

1- قارن بين مكونات كل من الأرض والكوندريت.

2- ضاه بين سرعة الموجات الزلزالية لمكونات البرنس والنواة وسرعتها في العناصر المعدنية . ماذا تستنتج علماً أن المواد الكيميائية للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواة ناقلة للكهرباء ؟

التعليمة

1- من مقارنة التركيب الكيميائي لكل من الأرض والكوندريت نجد :

تماثل في التركيب الكيميائي بين الأرض و الكوندريت من حيث التركيب المعدني 75% الاليفين والبيروكسين إلا أن الكوندريت تحتوي على معادن ثقيلة كالحديد 20% و (P+S+Ni +Fe) 5% و الارض بقيت العناصر فيها مجهولة .

بما أن الكوندريت (الممثل الاساسي للنيازك) غير متمايزة الى طبقات والأرض متمايزة الى طبقات حيث يتشكل البرنس من البيريدوتيت الذي يحتوي على الاليفين والبيروكسين **ومنه نستنتج أن** العناصر الثقيلة المجهولة في الأرض تشكل النواة .

2- توضح الوثيقة 12 ص 278 تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس والنواة وسرعة انتشارها بدلالة كثافة بعض العناصر الكيميائية حيث نلاحظ :

توضح الوثيقة 12 العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في كل من البرنس و النواة و سرعة موجات التصادم في بعض الأجسام الكيميائية حيث نلاحظ :

✦ توافق انتشار الموجات الزلزالية في البرنس مع سرعات انتشارها في سيليكات الألومين والمغنيزيوم (البيريدوتيت).

✦ توافق انتشار الموجات الزلزالية في النواة مع سرعات انتشارها في النيكل والحديد .

✦ تزايد سرعة الموجات الزلزالية في النواة مقارنة بالبرنس يعود الى تزايد الكثافة التي تتعلق بالتركيب الكيميائي.

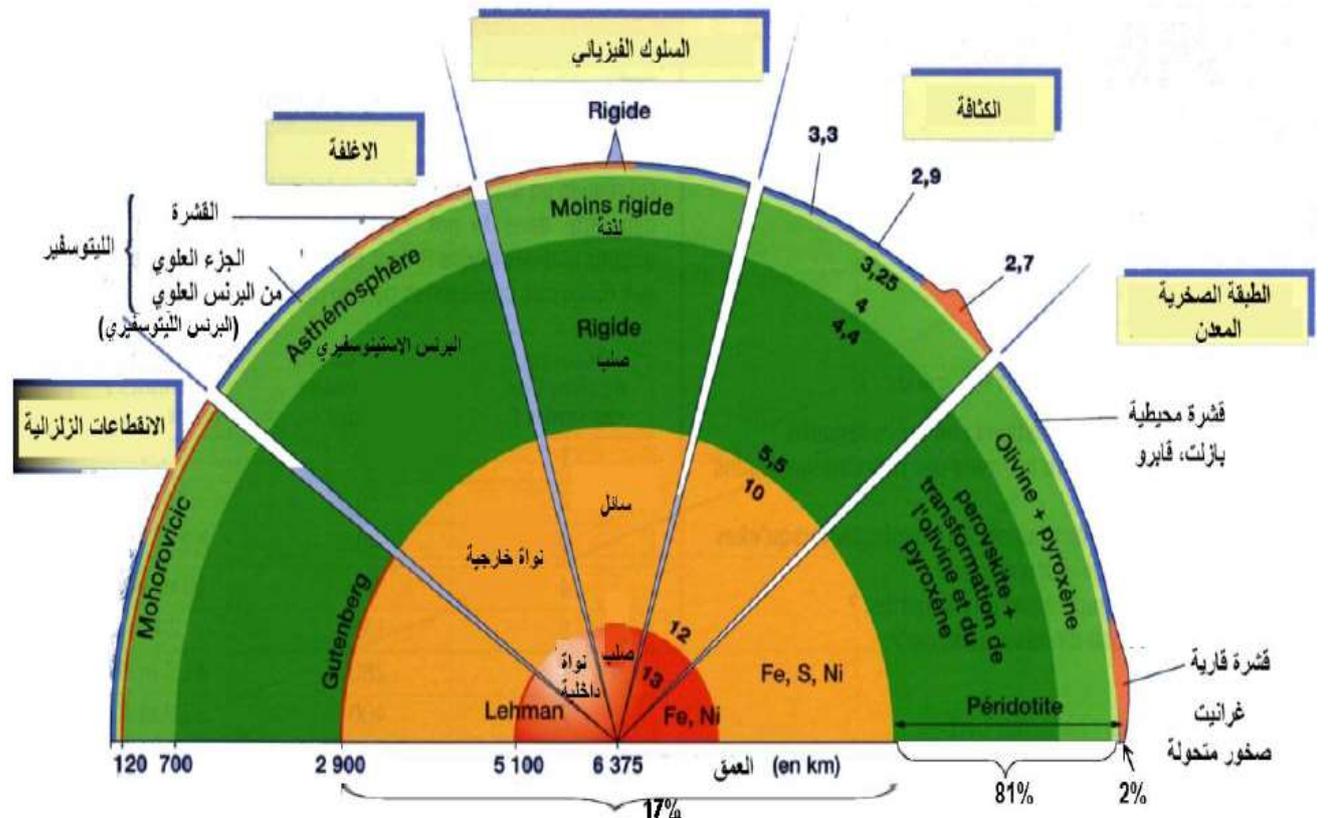
الاستنتاج : يتكون البرنس من معادن أقل كثافة SiMg سيليكات الألومين .

تتكون النواة من المعادن الثقيلة NiFe النيكل والحديد فهي أكبر كثافة .

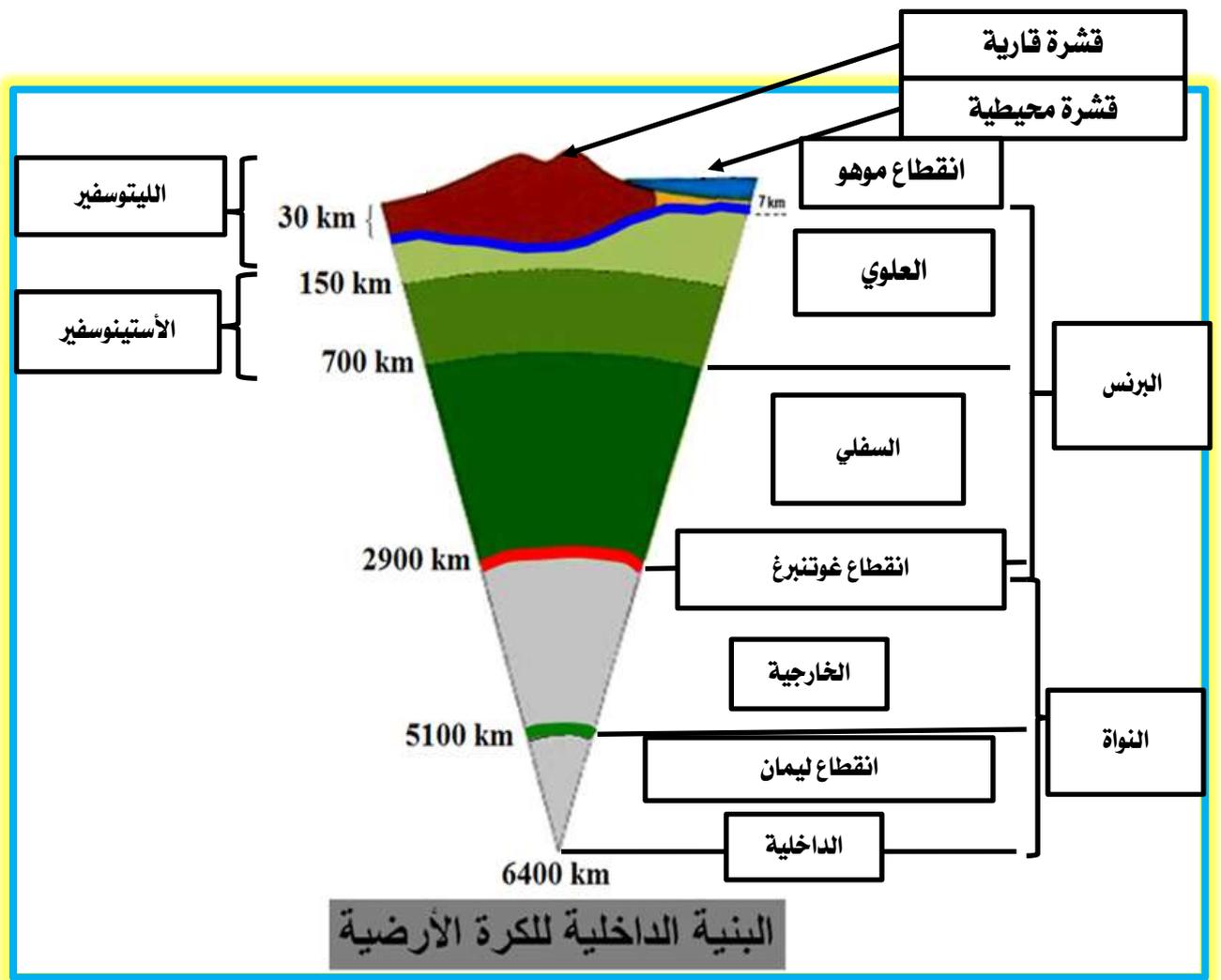
ينمذج مجسم لبنية الكرة الأرضية في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبنية .

استغلال
الوثائق

تقويم



التصحيح



الكفاءة القاعدية: يقترح نماذج تفسيرية للحركية الداخلية للأرض ولبنية القشرة الأرضية على أساس المعارف المتعلقة بالتكتونية العامة .

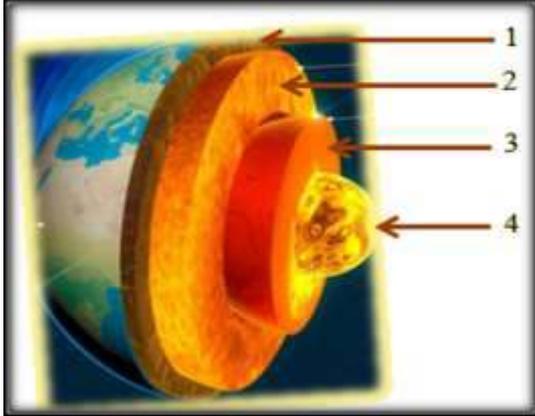
المجال التعليمي ②: التكتونية العامة .

الوحدة التعليمية ①: بنية الكرة الأرضية

المقطع التعليمي 1: البنية الداخلية للكرة الأرضية

الأستاذة: جلمودي خيرة

المدة الزمنية: أسبوع



يسعى الانسان دائما لمعرفة ما يوجد في باطن الكرة الأرضية بعدما تعرف على ما يوجد على سطحها. توضح الوثيقة المقابلة الطبقات الرئيسية المكونة للكرة الأرضية.

التعليمية:

1- تعرف على الطبقات المكونة للكرة الأرضية.



وضعية الانطلاق

يتملك المشكلة

المهمة 1

1- تحليل انتشار الموجات الزلزالية P و S عبر مختلف مستويات الكرة الأرضية .
 ****تنتج عن حركات القشرة الأرضية موجات زلزالية تنتشر في كل الاتجاهات ، يتم تسجيلها في محطات منتشرة في مختلف بقاع العالم .

الجدول التالي يلخص خصائص انتشار الموجات الزلزالية S , P

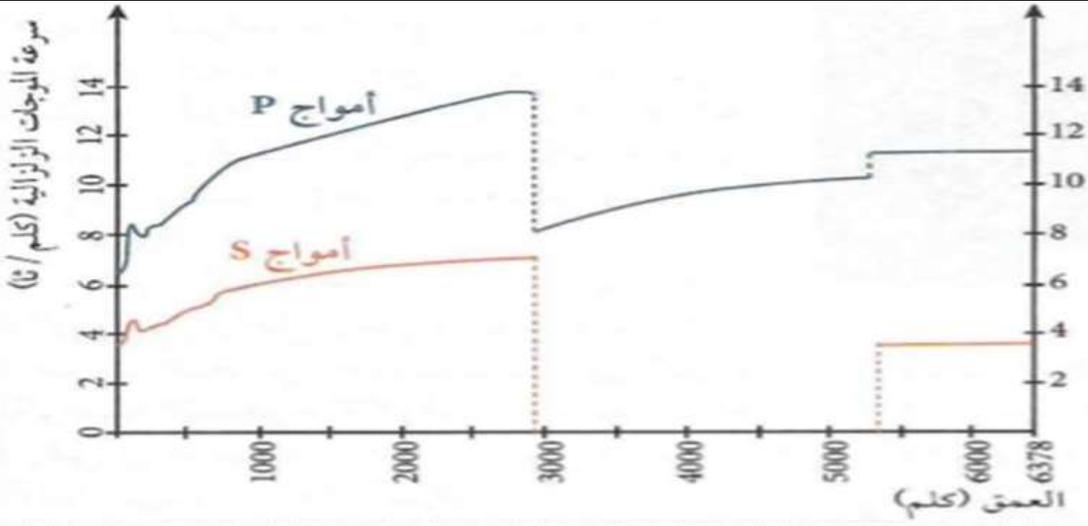
الموجات S	الموجات P
موجات حجمية تعبر الكرة الأرضية	موجات حجمية تعبر الكرة الأرضية
أولية (أول ما يصل الى المحطة) ذات سرعة كبيرة من 6.5 كلم/ثا الى 13 كلم/ثا.	ثانوية (تصل بعد الموجة P ذات سرعة أقل من 3.8 لكلم/ثا الى 6.5 كلم/ثا.
تنتشر في المواد الصلبة فقط	تنتشر في المواد الصلبة والسائلة والهواء
حركات الجزيئات عمودية على اتجاه انتشار الموجة .	حركات الجزيئات موازية لاتجاه انتشار الموجة
يعود تغير المفاجئ في سرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تغير الحالة الفيزيائية للوسط أو تغير التركيب المعدني للصخر.	يعود تغير المفاجئ في سرعة انتشار الموجات الزلزالية الى تغير كثافة الوسط.

الوثائق

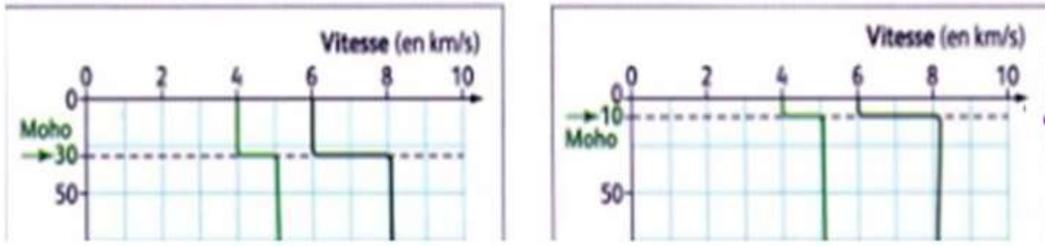
ملاحظة: لدراسة الموجات الزلزالية من أجل معرفة بنية الأرض نستعمل جهازا خاصا يسمى سيسموغراف والمنحنى الذي نتحصل عليه يسمى سيسموغرام.

حيث بينت تحاليل سيسموغراف المسجلة في مختلف محطات الاستقبال تغيرات مفاجئة لسرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة العمق.

تمثل الوثيقة 1 سرعة انتشار الموجات (P) و(S) بدلالة العمق في الرداء (البرنس) والنواة.



الوثيقة 1 الشكل (أ) : تغير سرعة الموجات الزلزالية الحجمية داخل طبقات الارض



تحت القارة

تحت المحيط

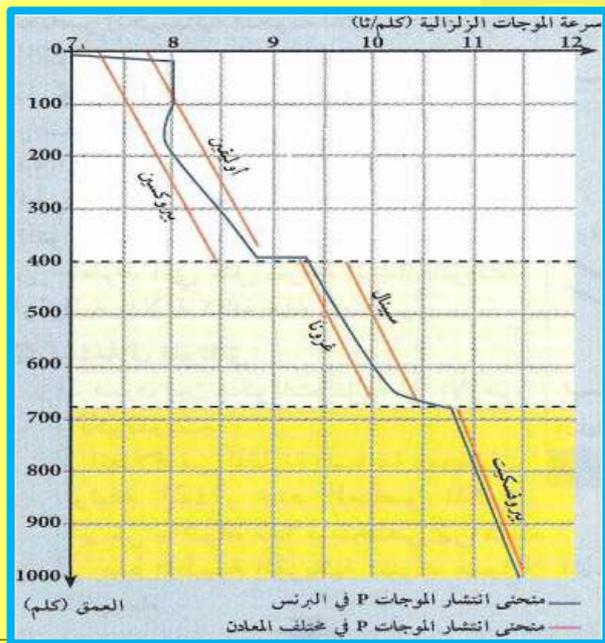
الوثيقة 1 الشكل (ب) : تغير سرعة الموجات الزلزالية الحجمية إلى العمق 50 كلم تحت المحيط و القارة

1- باستغلالك للوثيقتين 1 و 2 والجدول المرفق حدد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرو الأرضية وحالة الفيزيائية لكل منها.

التعليمية

2- تقديم أدلة تعبر على أن البرنس يتركب من بيريدوتيت انطلاقاً من:

المهمة 2



① - مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس وسرعة انتشارها في بعض المعادن .
توضح الوثيقة 2 منحنى يبين العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية P في البرنس وطبيعة المعادن فيه بدلالة العمق والتي تدخل في تركيب صخور تنتمي لمجموعة البيريدوتيت .

الوثائق

1: استخرج من الوثيقة ما يدل على أن البرنس مكون من طبقات تتركب من معادن تدخل في تركيب صخر البيريدوتيت .

التعليمية

② - تحليل صور وشرائح تحت المجهر المستقطب لعينات لصخور القشرة الأرضية والبرنس والتعرف على التركيب

المعدني والنسيجي لكل صخر .

تمثل الوثائق التالية صور لعينات من صخور القشرة الأرضية والبرنس وشرائح رقيقة لها باستعمال المجهر المستقطب (يظهر البنية النسيجية والتركيب المعدني للصخر).



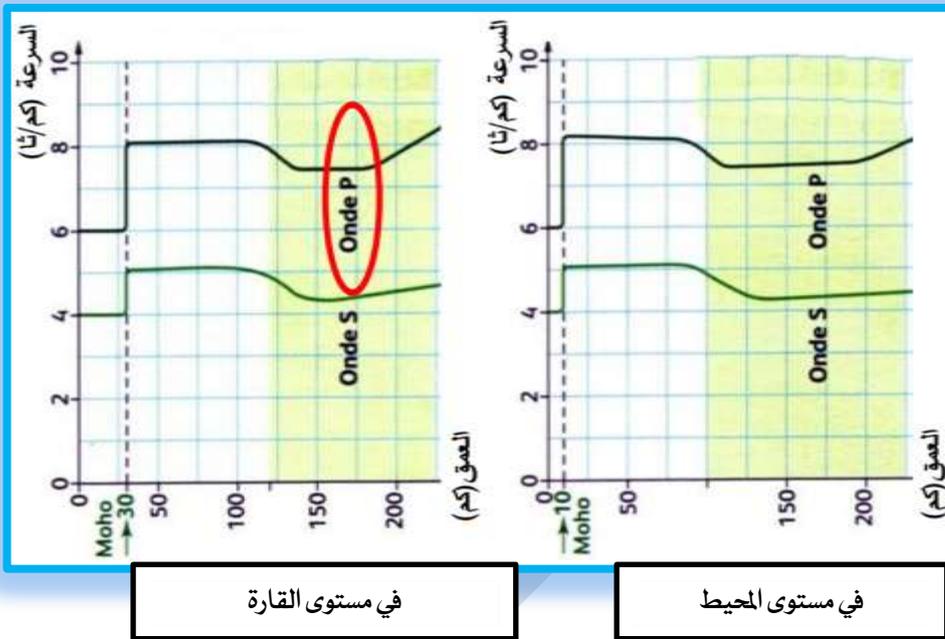
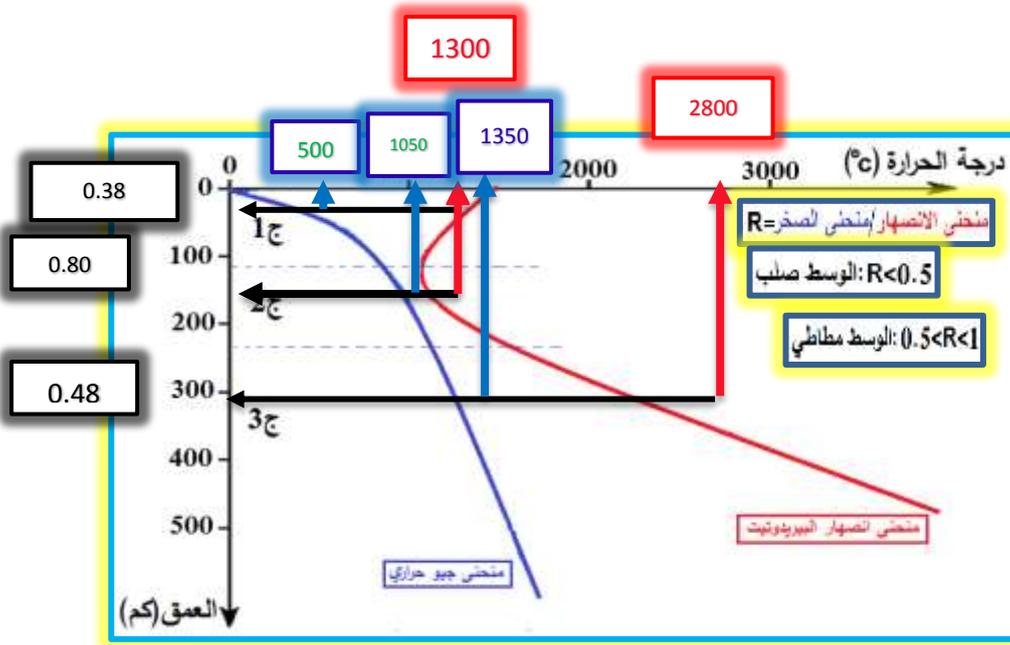
الوثائق



الغرانيت : Granite صخر ناري انداسي ذو نسيج حبيبي، لونه فاتح ومكون بشكل رئيسي من معادن الكوارتز Quartz والفلسبارات والبلاجيوكلاز من نوع الألبيت "Albit" ويكون معدن الفلسبار البوتاسي أحمر بينما لون الألبيت أبيض.

- 1- قدم وصفا لهذه الصخور مبينا : - طبيعة الصخر - البنية النسيجية - التركيب المعدني .
- 2- قدم ادلة تعبر على أن البرنس يتركب أساسا من صخر البيريدوتيت .

التعليمة



- تحليل نتائج انصهار
البيروكسيت وتغير
حالاته الفيزيائية
بدلالة الضغط
والحرارة .

بينت دراسات مخبرية
أن صخر البيروكسيت
يمر بثلاث حالات
فيزيائية (صلبة،
انتقالية، مطاطية)
حسب ظروف الحرارة
والضغط أنظر
الوثائق المرفقة 13
ص 265، الشكل 1
من الوثيقة 1 من
الملحق، ونتائج المخبر
مسجلة بالجدول .

** تمثل الوثيقة 1 من
الملحق سرعة انتشار
الموجات الزلزالية من
سطح الأرض الى عمق
200 كم.

الوثائق

التعليمة:

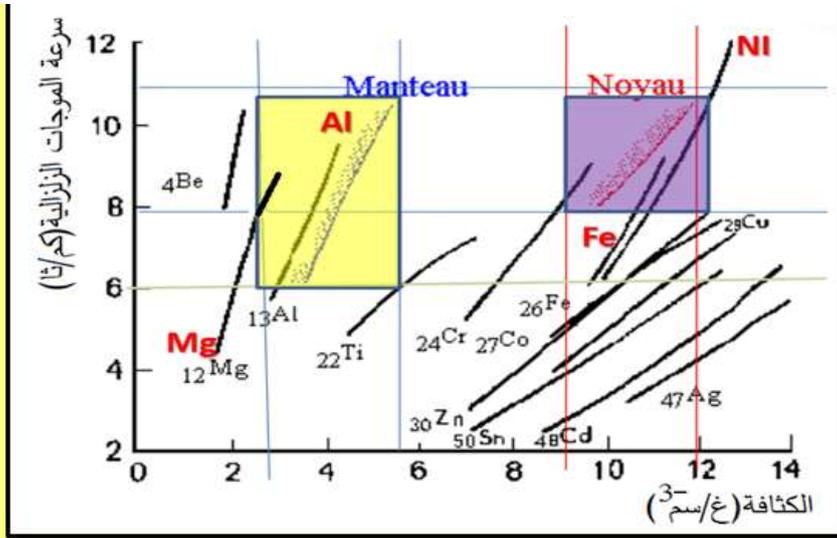
1- باستغلالك للوثائق المقدمة قدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية .



①- مقارنة تركيب النيازك وتركيب الأرض .
بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على النيازك (الكوندريت) أنها تبدي نفس تركيب الكواكب الصخرية لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر. وتختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متمايضة ، تتوزع نسب المواد المكونة للكرو الأرضية على النحو التالي أقل من 2% للقصرة ، و81% للبرنس و17% للنواة.

يبين الجدول التالي دراسة مقارنة بين العناصر الكيميائية المكونة للأرض و النيازك (الكوندريت).

الأرض	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) + 25% من العناصر الثقيلة غير المعروفة
الكوندريت	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) + 20% من الحديد + 5% (Fe, Ni, S, P)



الوثيقة 12 ص 278: سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس والنواة وسرعة انتشارها بدلالة كثافة بعض العناصر الكيميائية .

②- تحليل نتائج تجربة (Birch) 1963.

أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe-Cr-Al-Mg-Ni) تحت عاملي الضغط والحرارة المتغيرين والمماثلين لظروف البرنس والنواة. سمحت هذه القياسات بإنشاء مجموعة من الخطوط التي تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة كثافة هذه العناصر. النتائج مبينة بالوثيقة 12 ص 278.

11- قارن بين مكونات كل من الأرض والكوندريت.

2- ضاه بين سرعة الموجات الزلزالية لمكونات البرنس والنواة وسرعتها في العناصر المعدنية. ماذا تستنتج علما أن المواد الكيميائية للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواة ناقلة للكهرباء؟

ينمذج مجسم لبنية الكرة الأرضية في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبينة.

التعليمية

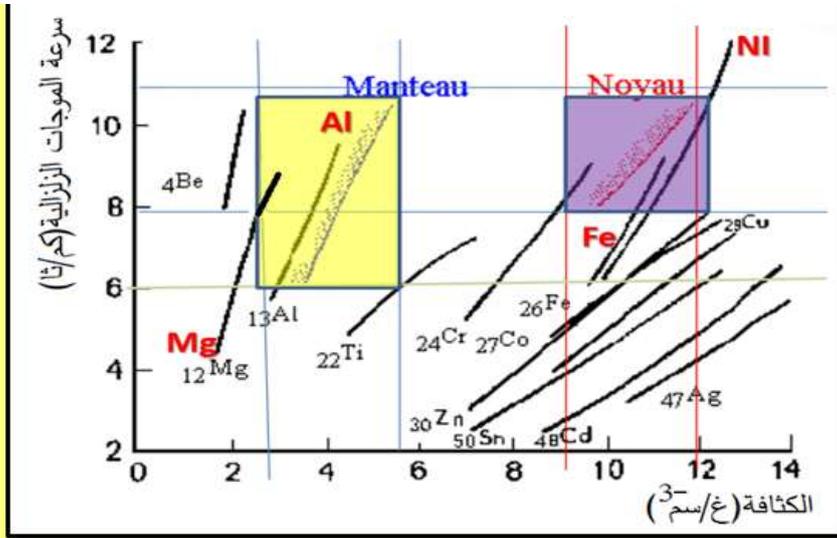
تقويم



①- مقارنة تركيب النيازك وتركيب الأرض .
بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على النيازك (الكوندريت) أنها تبدي نفس تركيب الكواكب الصخرية لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر. وتختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متمايضة ، تتوزع نسب المواد المكونة للكرو الأرضية على النحو التالي أقل من 2% للبقشرة ، و81% للبرنس و17% للنواة.

يبين الجدول التالي دراسة مقارنة بين العناصر الكيميائية المكونة للأرض و النيازك (الكوندريت).

الأرض	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) +25% من العناصر الثقيلة غير المعروفة
الكوندريت	75% سيليكات (الأوليفين + البيروكسين) +20% من الحديد +5% (Fe, Ni, S, P)



الوثيقة 12 ص 278: سرعة انتشار الموجات الزلزالية في البرنس والنواة وسرعة انتشارها بدلالة كثافة بعض العناصر الكيميائية .

②- تحليل نتائج تجربة (Birch) 1963.

أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe-Cr-Al-Mg-Ni) تحت عاملي الضغط والحرارة المتغيرين والمماثلين لظروف البرنس والنواة . سمحت هذه القياسات بإنشاء مجموعة من الخطوط التي تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة كثافة هذه العناصر. النتائج مبينة بالوثيقة 12 ص 278.

11- قارن بين مكونات كل من الأرض و الكوندريت.

2- ضاه بين سرعة الموجات الزلزالية لمكونات البرنس والنواة وسرعتها في العناصر المعدنية. ماذا تستنتج علما أن المواد الكيميائية للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواة ناقلة للكهرباء؟

ينمذج مجسم لبنية الكرة الأرضية في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبينة.

التعليمة

تقويم

② - تحليل صور وشرائح تحت المجهر المستقطب لعينات لصخور القشرة الأرضية والبرنس والتعرف على التركيب

المعدني والنسيجي لكل صخر .

تمثل الوثائق التالية صور لعينات من صخور القشرة الأرضية والبرنس وشرائح رقيقة لها باستعمال المجهر المستقطب (يظهر البنية النسيجية والتركيب المعدني للصخر).



الوثائق

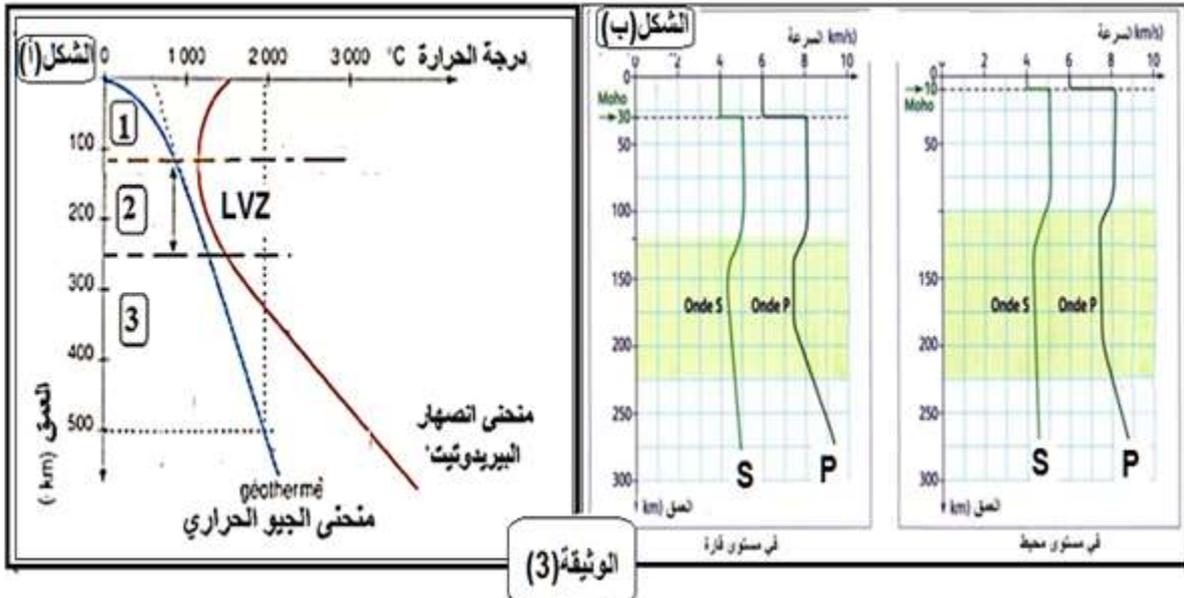
- 1- قدم وصفا لهذه الصخور مبينا : - طبيعة الصخر - البنية النسيجية - التركيب المعدني .
- 2- قدم ادلة تعبر على أن البرنس يتركب أساسا من صخر البيريدوتيت .

التعليمية

المهمة 3

1 - تحليل نتائج انصهار البيريدوتيت وتغير حالته الفيزيائية بدلالة الضغط والحرارة .

بينت دراسات مخبرية أن صخر البيريدوتيت يمر بثلاث حالات فيزيائية (صلبة ، مطاطية ، صلبة) حسب ظروف الحرارة والضغط . أنظر الوثائق المرفقة 13 ص 265، الشكل 1 من الوثيقة 1 من الملحق، ونتائج المخبر مسجلة بالجدول .
* * تمثل الوثيقة 1 من الملحق سرعة انتشار الموجات الزلزالية من سطح الأرض الى عمق 200 كم.



الوثيقة (3)

- 1- باستغلالك للوثائق المقدمة قدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية .

التعليمية :

② - تحليل صور وشرائح تحت المجهر المستقطب لعينات لصخور القشرة الارضية والبرنس والتعرف على التركيب المعدني والنسيجي لكل صخر .
تمثل الوثائق التالية صور لعينات من صخور القشرة الأرضية والبرنس وشرائح رقيقة لها باستعمال المجهر المستقطب (يظهر البنية النسيجية والتركيب المعدني للصخر).

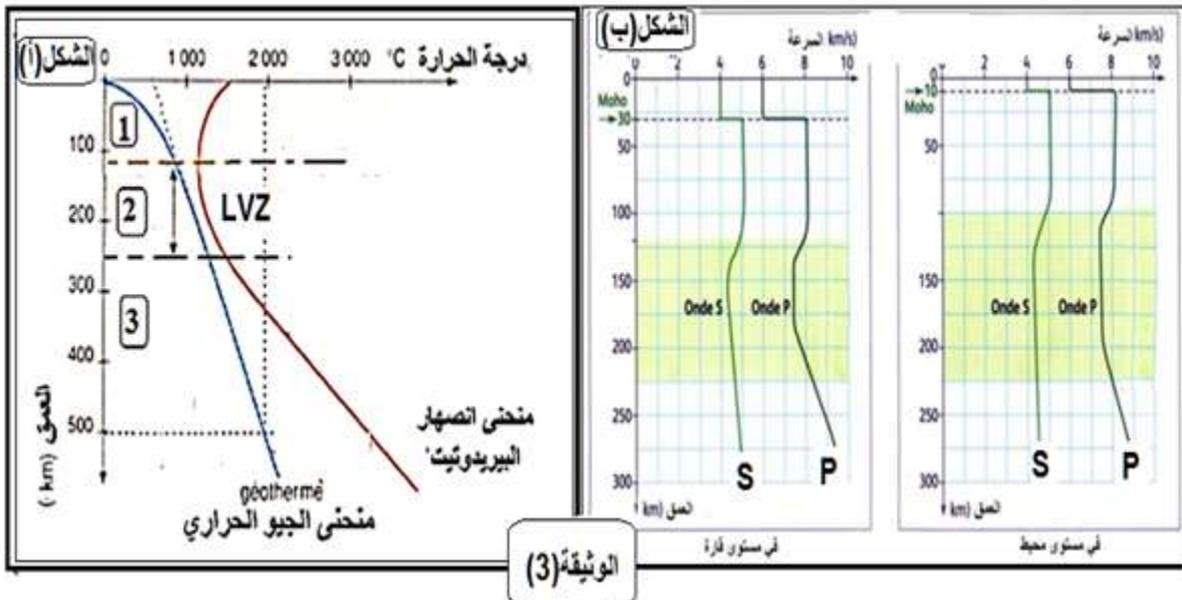


التعليمية

- 1- قدم وصفا لهذه الصخور مبينا : - طبيعة الصخر - البنية النسيجية - التركيب المعدني .
- 2- قدم أدلة تعبر على أن البرنس يتركب أساسا من صخر البيريدوتيت .

المهمة 3

1 - تحليل نتائج انصهار البيريدوتيت وتغير حالته الفيزيائية بدلالة الضغط والحرارة .
بينت دراسات مخبرية أن صخر البيريدوتيت يمر بثلاث حالات فيزيائية (صلبة ، مطاطية ، صلبة) حسب ظروف الحرارة والضغط أنظر الوثائق المرفقة 13 ص 265، الشكل 1 من الوثيقة 1 من الملحق، ونتائج المخبر مسجلة بالجدول ** تمثل الوثيقة 1 من الملحق سرعة انتشار الموجات الزلزالية من سطح الأرض الى عمق 200 كم.



الوثيقة (3)

التعليمية :

- 1- باستغلالك للوثائق المقدمة قدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية .