تابعوا الدروس المفصلة على قناة الاستاذة خيرة فليتي في اليوتيوب / مجموعة صفحة الاستاذة فليتي خيرة في الفيسبوك.

مجلة الجوهرة في علوم الطبيعة و الحياة –

جزء الجيولوجيا – 3ع ت.

مجلة دعم مدرسية للتّحضير لشهادة البكالوريا. إعداد الاستاذة خيرة فليتي .

العدد 01

شعارنا : افضل طريقة للتّدرب على منهجية الدراسة في المادة أن نتناول الدّروس على شكل وضعيات مشكلة في صيغة تمارين .

2019/2020

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية .

المجال التعلمي : التكتونية العامة .

مجال التكتونية العامة

الوحدة (1): بنية الكرة الارضية

الوحدة (2) : النشاط التكتوني والظواهرو البنيات الجيولوجية المرتبطة به .

نمذجة مجسم في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبنية حول بنية الكرة الأرضية

-حركات الصفائح التكتونية .
- مصدر الطاقة الداخلية للأرض .
-الظواهر المرتبطة بالبناءعلى مستوى الظهرة .
- اختفاء اللوح المحيطي و الظواهر المرتبطة به .
-الظواهر الناجمة عن التصادم

مؤجلة (غير مقررة في برنامج 2020/2019)

مكتسبات السّنة الثالثة متوسط.

تتكون الارض من طبقات متراكزة (لها نفس المركز = القشرة /البرنس / النواة) ، يحيط بها غلاف صخري يسمى الليتوسفير يتجزأ الى صفائح تكتونية تتحرك حركات تباعدية و تقاربية فيما بينها تحت تاثير تيارات الحمل الحرارية التي تتشكل على مستوى البرنس.

خريطة الصفائح التكتونية

التساؤلات التي نبحث عن الاجابة عنها في السنة النهائية .

1- الوحدة الاولى : ماهي المعطيات التي سمحت للعلماء ببناء نموذج البنية الداخلية للأرض ؟

2- الوحدة الثانية :

- انطلاقا من الادلة التي تبين حركات التباعد(مكتسبات قبلية) : كيف يتم استغلال المغنطة لإثبات التوسع المحيطي و بالتالي حركات التباعد ؟
- انطلاقا من المعلومات حول التوسع المحيطي : كيف نفسّر عدم زيادة حجم الارض رغم التوسع المستمر للوح المحيطي ؟
- انطلاقا من ان الصفائح تتحرك تباعديا و تقاربيا تحت تأثير تيارات الحمل الحرارية (مكتسبات) : ماهو مصدر الحرارة الداخلية للأرض التي تنشأ منها تيارات الحمل ؟
- انطلاقا من المعلومات المتعلقة بتوسع اللوح المحيطي على مستوى مناطق التباعد : ماهي الظواهر والبنيات المميزة لمنطقة التباعد و كيف يمكن تفسيرها على مستوى الظهرات ؟
- انطلاقا من المعلومات المتعلقة بالغوص : ماهي الظواهر والبنيات المميزة لمنطقة الغوص و كيف يمكن تفسيرها.

1/ البنية الدّاخلية للكرة الارضية.

نموذج مقترح لبنية الكرة الارضية :

a1 = قشرة محيطية صلبة .

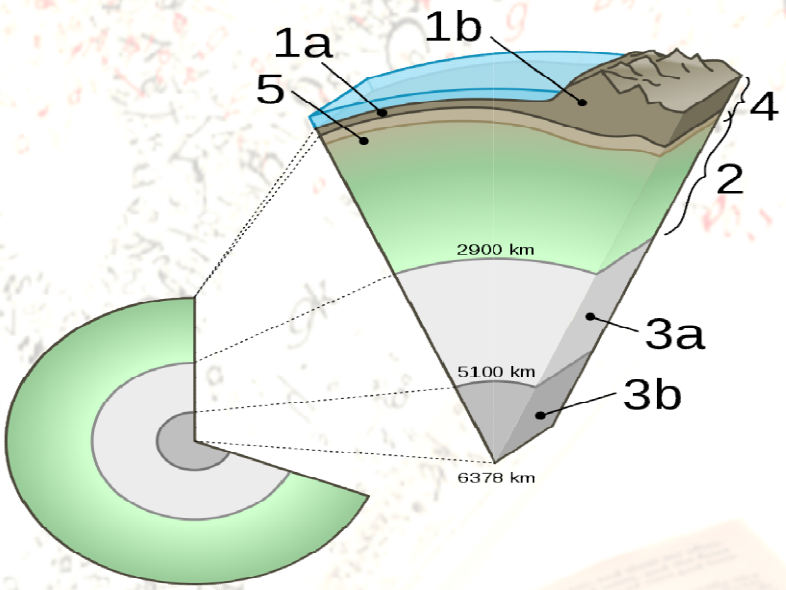
B1 = قشرة قارية صلبة .

2 = برنس صلب .

a3= نواة خارجية سائلة

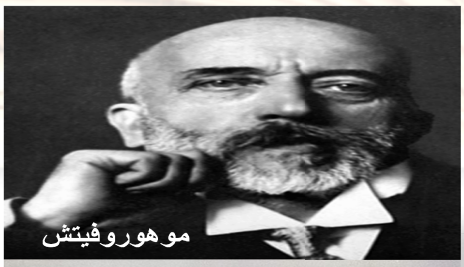
3b = نواة داخلية صلبة

4= ليتوسفير صلب .



- نطرح تساؤل : ما هي المعطيات التي اعتمدعليها العلماء لبناء نموذج لبنية الكرة الارضية ؟
- كما يستعمل الطبيب الموجات الصوتية للتعرف على البنيات الداخلية في الجسم (مثل متابعة الجنين اثناء الحمل).

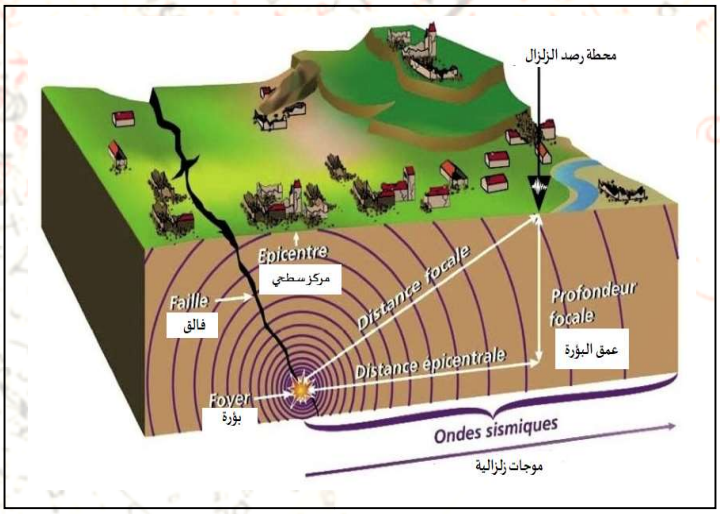
يستعمل علماء الارض الموجات الزلزالية للتعرف على البنية الداخلية للارض .



تصوير الجنين بالأمواج فوق الصوتية أثناء الحمل -

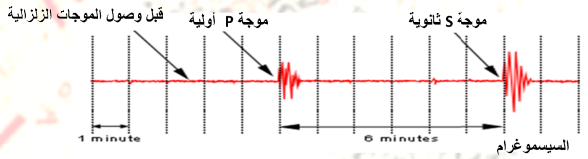
التسجيل الزلزالي (السيسموغرام) للموجات الزلزالية .

مراجعة بعض المعلومات المتعلقة بالموجات الزلزالية.



يسمح السيسموغرام بتحديد أنواع الموجات التي تصل الى السيسموغراف المكون لمحطة الرصد المركزية.

(3.8 Km/s – 6.5 Km /s) | ذات سرعة كبيرة(6.5Km/s – 13 Km/s)

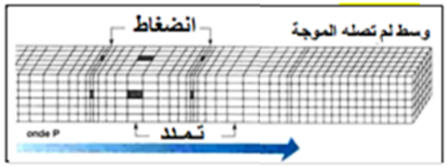


تسجيل الموجات الحجمية التي تنطلق من البؤرة

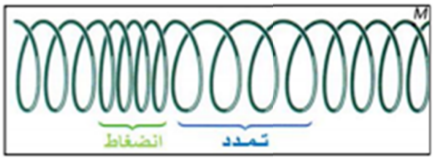
بؤرة ← جهاز التسجيل

نماذج توضحية لانتشار الموجات الحجمية

انتشار الموجة P ، بالضغط .

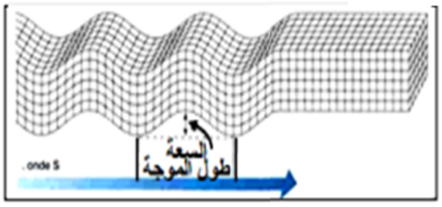


النابض \ الموجة P.

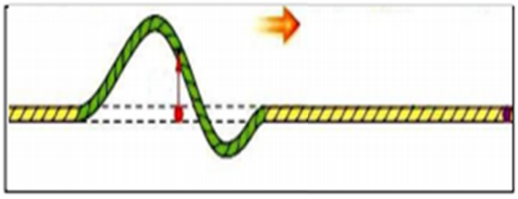


الموجات P هي موجات انضغاط التي تنتشر في الأوساط الصلبة والسائلة ، حركتها الحقيقيه موازية لاتجاه انتشارها، و هي عبارة عن تناوب لتمدد \ انضغاط .

انتشار الموجة S ، بالقص .



الحبل \ الموجة S.



موجات S: (موجات قص) الأكثر تدميراً و التي تقص الصخور. تنتشر في الاوساط الصلبة فقط .
تهتز الموجات S بشكل عمودي.

- الزلازل عبارة عن حركات ارضية تحدث داخل القشرة الارضية .
- تدعى النقطة التي حدث فيها الكسر بالبؤرة الزلزالية .و النقطة السطحية بالمركز السطحي .
- تُسجَل الموجات الزلزالية بواسطة اجهزة خاصة تسمى السيسمومتر التي ترسل المعلومات الى جهاز السيسموغراف المكون للمحطة المركزية و يعطي هدا الجهاز تسجيل يدعى السيسموغرام .

- يسمح السيسموغرام بتحديد انواع الموجات الزلزالية ودلك حسب زمن وصولها و سعتها .
- الموجات P : هي اول ما يصل الى جهاز التسجيل و تكون بسعة صغيرة و تسمى الاولية .
- الموجات S : تصل بعد P و تكون سعتها اكبر و تسمى الثانوية .
- تنطلق الموجات P,S من البؤرة و تنتشر في كل الاتجاهات و تسمى الموجات الحجمية و هي التي تفيدنا في التعرف على البنية الداخلية للارض .
- تتعلق سرعة الموجات الزلزالية طرديا بـ : كثافة الوسط ، الضغط ، درجة الحرارة .
- تكون سرعة الموجة الزلزالية في نفس التركيب الكيميائي اصغر في الحالة السائلة مقارنة بالحالة الصلبة .

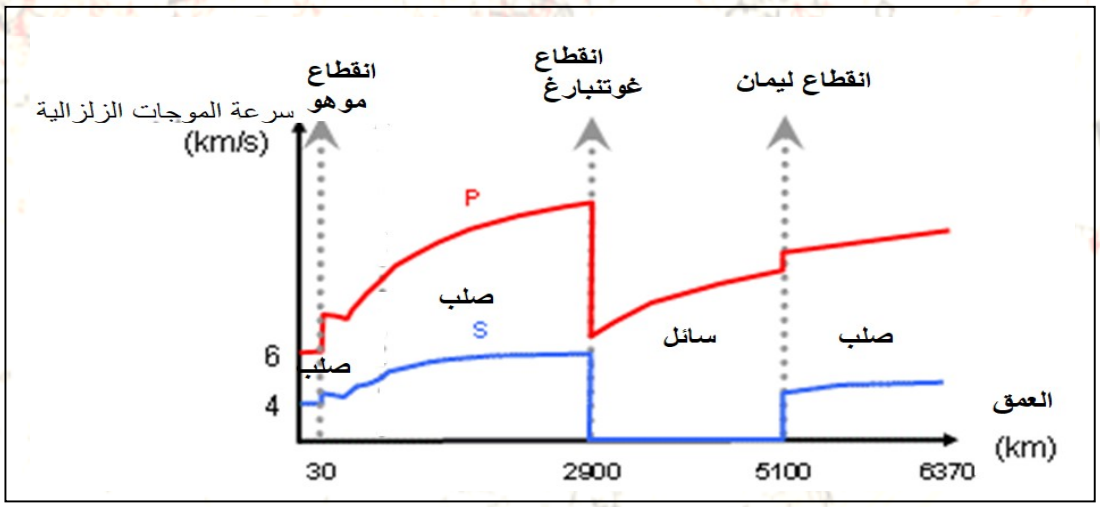
مخطط البحث

ينمذج مجسم في شكل طبقات اعتمادا على المعارف المبنية

- **1يدعّم النموذج المقترح باستغلال النموذج السيسمولوجي**
- **2يقدّم ادلّة تعبر على أن البرنس يتكون من بيريدوتيت**
- **3يميّز بين الليتوسفير و الاستينوسفير**
- **4يستخرج التركيب الكيميائي لنواة الارض .**

1/ تدعيم نموذج بنية الارض باستغلال النموذج السيسمولوجي :

- تمثل الوثيقة (1) نتائج قياس سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P,S) في مختلف مستويات الارض .



- حلّل النتائج .

- التعريف بالوثيقة : منحنى تغيّر سرعة الموجتين P,S بدلالة العمق .

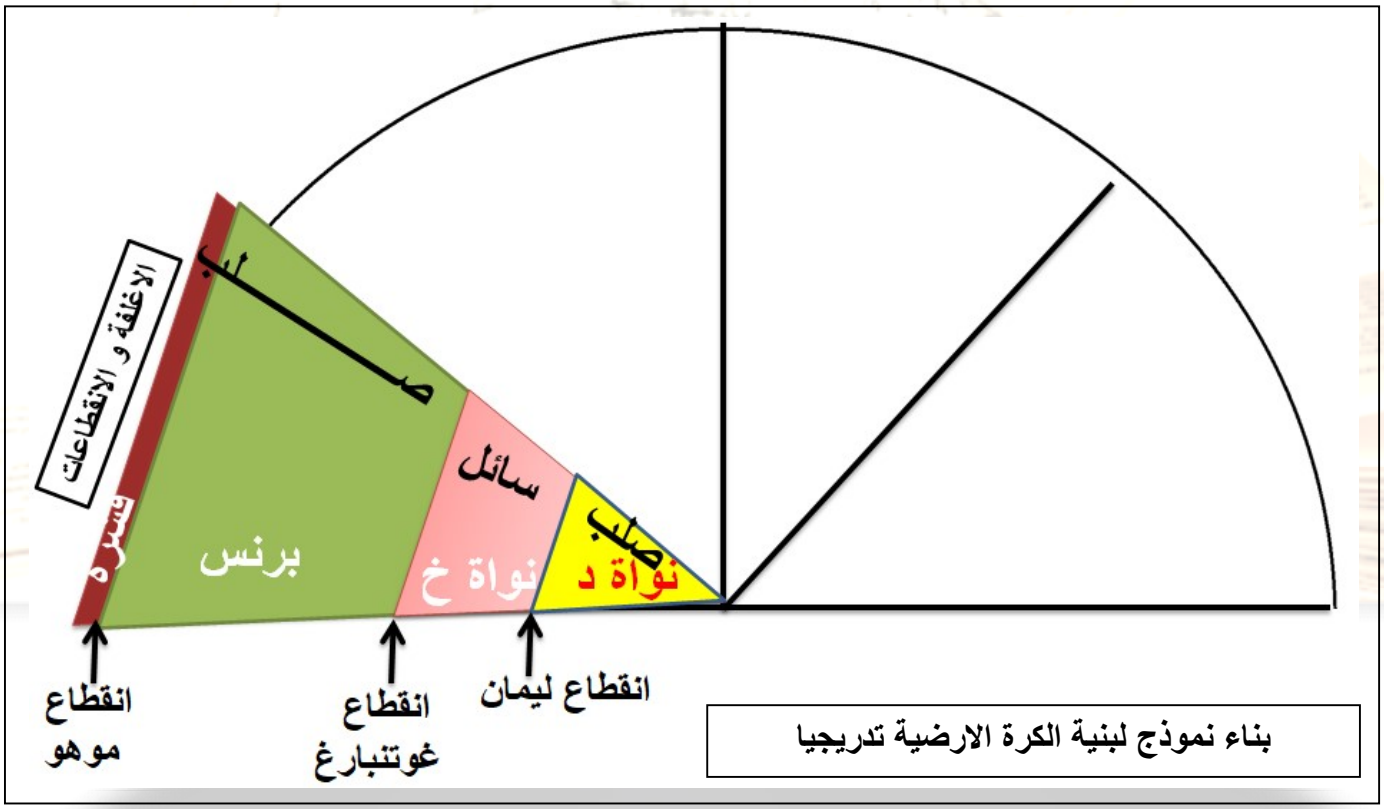
- 0-30كم :نسجل ثباتا في سرعة الموجتين (P عند 6 كم/ثا ، S عند 4 كم/ثا) ما يدل على ان هذا المستوى من الارض من طبيعة صلبة.

- 30- 2900كم : - عند العمق 30كم نسجل ارتفاعا فجائيا لسرعة كلا الموجتين ما يدل على الانتقال من مستوى صلب الى مستوى اكثر صلابة .و هذا ما يوافق انقطاع موهو . ثم تتناقص عند عمق قريب من 30كم ما يدل على ان المستوى اقل صلابة . وتتزايد سرعة كلا الموجتين و تبلغ ضعف سرعتيهما في المستوى الاول مايدل على تزايد الصلابة .

- - 2900- 5100كم : النواة الخارجية ، عند 2900 : نسجل انخفاض فجائي لسرعة الموجة Pلتبلغ 6 كم / ثا. و انعدام سرعة الموجة S ما يدل على الانتقال من مستوى صلب الى مستوى سائل .وهذا ما يوافق انقطاع غوتنبارغ. ثم تتزايد سرعة الموجة P بزيادة العمق مع اختفاء للموجة S . ما يدل على ان الوسط سائل .

- 5100- 6400 كم : النواة الداخلية ، عند 5100 : نسجل إرتفاع فجائي لسرعة الموجة P. و سرعة الموجة S ما يدل على الانتقال من مستوى سائل الى مستوى صلب و هذا ما يوافق انقطاع ليمان .ثم تتزايد سرعة الموجتين P و S بزيادة العمق تزايدا ضعيفا .

- **الاستنتاج :**
- **تتمايز الارض الى طبقات مختلفة من حيث الطبيعة الفيزيائية تفصلها انقطاعات :**
- **0 – 30 كم : قشرة صلبة ثم 30- 2900 كم : برنس صلب .ثم 2900 -5100كم : نواة خارجية سائلة .ثم 5100 -6400كم : نواة داخلية صلبة.**
- **يفصل بين القشرة و البرنس انقطاع موهو .و بين البرنس والنواة انقطاع غوتنبرغ و بين النواة الخارجية و الداخلية انقطاع ليمان .**



بناء نموذج لبنية الكرة الارضية تدريجيا

2/ التمييز بين صخور البرنس وصخور القشرة الارضية :

كيف استطاع العلماء التمييز بين صخور البرنس و صخور القشرة و بالتالي تفسّير وجود انقطاع موهو ؟

نقترح بناء الدرس على شكل تمرين وفق المسعى العلمي(مسعى افتراضي تجريبي 3 اجزاء)

التمرين : يهدف الى التمرين إلى تدريب التلاميذ على اكتساب المنهجية من خلال تحويل نشاط تعلمي الى تمرين و ذلك بدمج جزء من تمرين مقترح في الكتاب المدرسي مع نشاطات مطلوبة في الدرس .

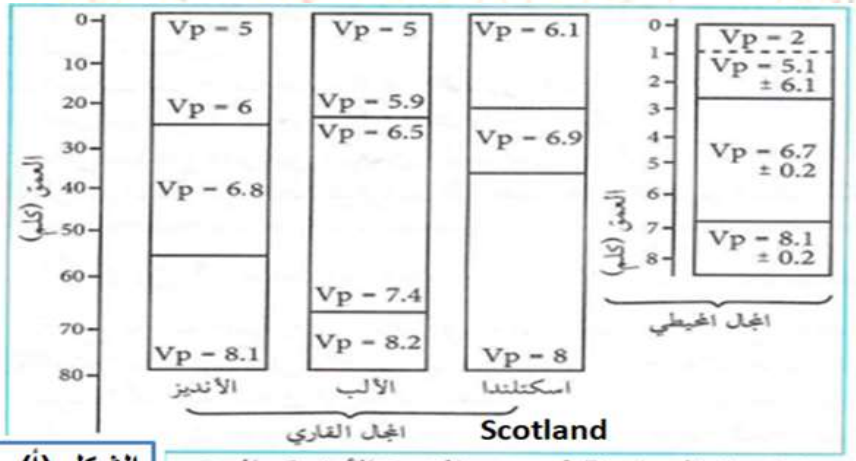
رغم ان البرنس و القشرة لهما نفس الخصائص الفيزيائية (الحالة الصلبة) الا ان النموذج السيسمولوجي اثبت وجود انقطاع "موهو" يفصل بينهما .

- **من اجل فهم كيف نميز بين القشرة و البرنس وبالتالي نفسر وجود انقطاع موهو نجري الدراسة التالية .**

الجزء الاول :

قام العلماء باجراء قياسات لسرعة الموجات P في وسط المحيط الأطلسي، اسكتلاندا، جبال الألب وجبال الأنديز وذلك باستعمال طريقة تعرف بالزلزالية الإنكسارية (Sis-mique réfraction) قصد تحديد البنية الداخلية للأرض.

دوّنت النتائج المتحصل عليها في في الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (1)



الشكل (أ)

سرعة انتشار الموجات P في بعض القشرة الأرضية والبرنس.

أنماط الصخور	سرعة الموجات P	الكثافة
رسوبات غير متماسكة	1.5 < V < 2.5	1.7
رسوبات متماسكة	3.5 < V < 5.5	2.5
غرانيت	5.6 < V < 6.3	2.65
صخور متحولة	6.5 < V < 7.6	2.7
بازلت	4 < V < 5.8	2.9
غابرو	6.5 < V < 7.1	3
بيريدوتيت	7.9 < V < 8.4	3.2

الشكل (ب)

سرعة انتشار الموجات P في بعض ال

الوثيقة(1)

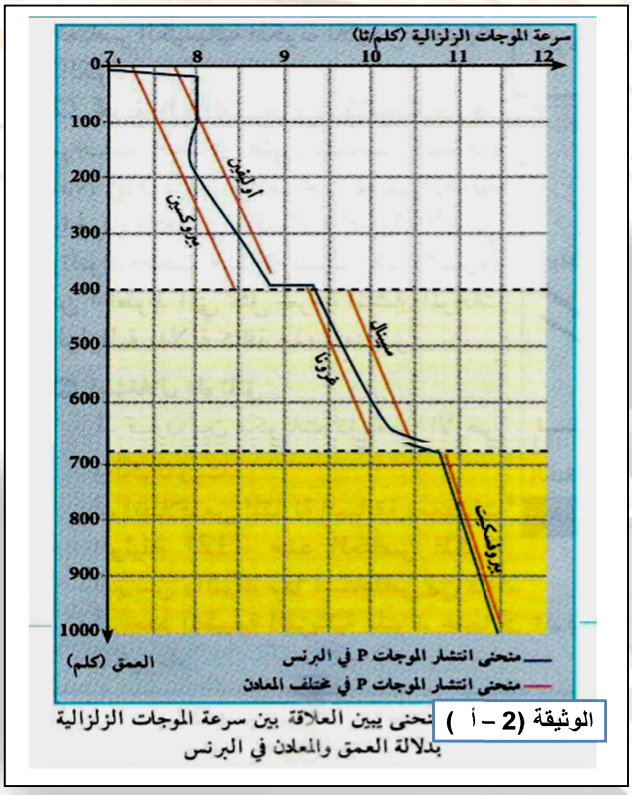
1- انطلاقا من مقارنة سرعة انتشار الموجة p(الشكل أ). استنتج عمق انقطاع موهو في كل عمود . ثمّ قارن بين عمق الموهو في المجال القاري و المحيطي.

2- باستغلال الشكلين أو ب قدّم فرضية حول طبيعة الصخور المتواجدة تحت الانقطاع و فوقه .

الجزء الثاني : من اجل دراسة الخصائص البيتروغرافية و المعدنية لصخور القشرة و البرنس نجري الدراسة التالية:

1- تمثل الوثيقة (2- أ) نتائج قياس سرعة الموجات الزلزالية P على مستوى البرنس بدلالة العمق ، و تغيراتها في بعض المعادن التي تم الحصول عليها تجريبيا عند اخضاع البيريدوتيت الى ظروف مختلفة من الضغط و الحرارة .

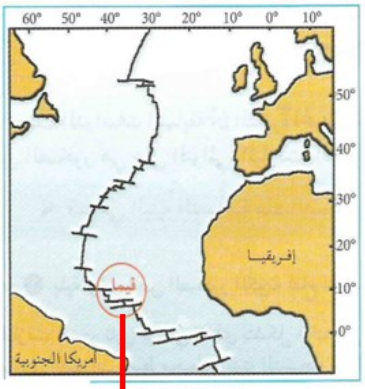
- **حلّل** النتائج.



الوثيقة (2 – أ)

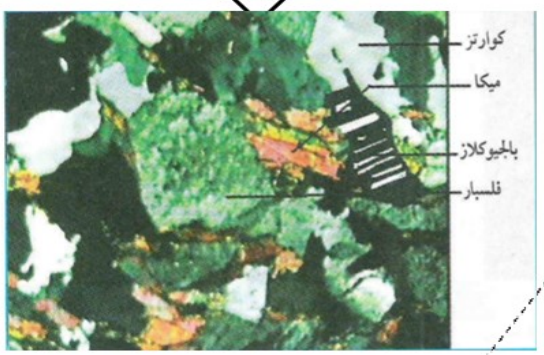
منحنى يبين العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق والمعادن في البرنس

تكشف صخور الغرانيت في الطبيعة

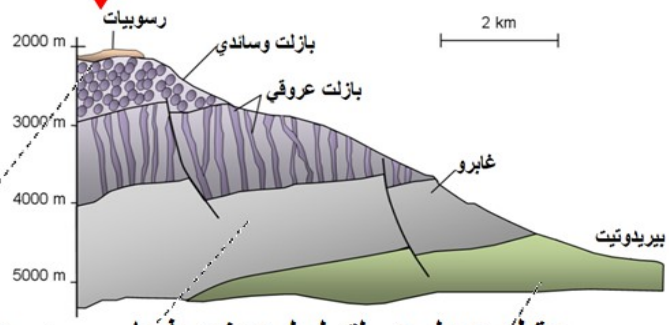


خريطة المحيط الأطلسي الأوسط

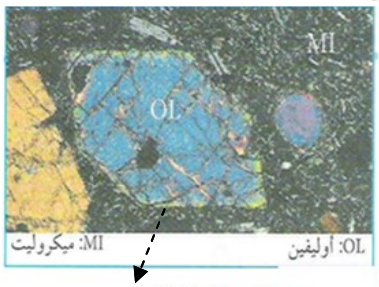
أجرى العلماء ابحاثا بيتروغرافية حول فالق فيما .
Vima(حملة نوتوليس 1988') الواقع على مستوى ظهرة وسط المحيط الاطلسي و ذلك لتحديد تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي ، هذا الفالق ازاحي يميني حول القشرة المحيطية الى مسافة 300km مما سمح بتكشف الصخورو معاينتها بشكل مباشر .



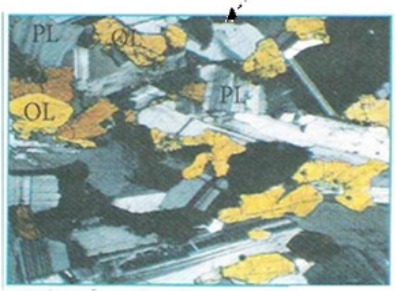
ملاحظة بالمجهر المستقطب لشريحة من صخر الغرانيت



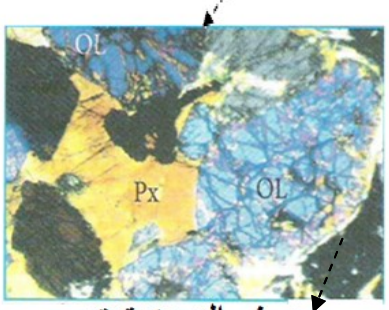
مقطع جيولوجي لتسلسل صخور فيما



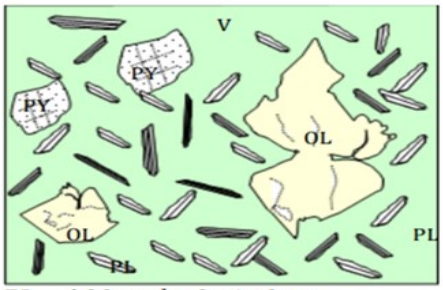
صخر البازلت



صخر الغابرو



صخر البيريدوتيت



PL = feldspath plagioclase
PY = Pyroxène
Ol = Olivine
V = Verre

شرايح ماخوذة من صخور مختلفة ملاحظة بالمجهر المستقطب

الوثيقة2 ب .

ملاحظة : ياخذ الصخر بنية حبيبية (بلورية) عندما يتشكل في العمق و بنية ميكروليتية (بلّورات صغيرة تسبح في زجاج بركاني) عندما يتشكل على السطح .

يسمح التحليل الكيميائي للصخور والدراسة المعدنية لها بتحديد أنواع الصخور الحامضية والقاعدية، حيث تكون الصخور القاعدية عاتمة لوجود نسبة عالية من المعادن الحديدية المغنيزية وتكون الصخور الحامضية فاتحة لاحتوائها على نسبة عالية من السيليس والأليمنيوم

نسب الأكاسيد	الغرانيت	البازلت	البيريدوتيت
SiO_2	70.37	49.81	44
Al_2O_3	14.70	16.17	2
Fe_2O,FeO	2.91	10.89	8.5
MgO	0.91	6.08	42
CaO	2.14	9.81	3
Na_2O	3.67	2.76	0.3
K_2O	4.10	0.90	0
	1.20	3.58	

جدول يمثل نسب الأكاسيد المكونة لصخور الغرانيتويد البازلت والبيريدوتيت الوثيقة (2 –ج)

2– باستغلال الوثيقة 2– أ و 2 ب . انجز جدولا يلخص خصائص صخور القشرة و البرنس .

3– من خلال اجابتك في السؤال الاول و الثاني **بيّن** كيف سمحت لك دراسة صخور القشرة و البرنس من التمييز بينهما و بالتالي التحقق من صحة الفرضية .

الجزء الثالث : (التركيب) :

باستغلال المعلومات المستخرجة من الموضوع و معلوماتك :

.انجز رسما تخطيطيا لمقطع في الكرة الارضية توضح فيه المعطيات التي سمحت للعلماء ببناء هذا النموذج .

و ادمجه مع النموذج السيسمولوجي .

الحـــــــــــــــل

المشكل العلمي : كيف استطاع العلماء التمييز بين صخورالبرنس و صخور القشرة و بالتالي تفسّير وجود انقطاع موهو ؟

الجزء الاول :

1- المقارنة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في مختلف الاعمدة :

في المجال القاري :

- تنقسم الاعمدة الى 3 طبقات مختلفة من حيث سرعة الموجة P و سمك الطبقات . حيث تتزايد سرعة الموجة الزلزالية تدريجيا بين الطبقتين العلويتين :

- في منطقة الانديز :تتغير من 5-6 كلم / ثا الى 6 كلم/ثا . و فجأة الى8.1 كلم/ثا على مستوى الطبقة السفلية

- في منطقة الالب : تتغير من5- 5.9 كم/ ثا الى 6.5 - 7.4 كلم /ثا و فجأة الى 8.2 كلم/ثا في الطبقة السفلية .

- في منطقة استكلندا : تتغير من6.1 الى 6.9كم/ ثا الى و فجأة الى 8 كلم/ثا في الطبقة السفلية .

- في المجال المحيطي :

- **ينقسم العمود الى 4 طبقات مختلفة من حيث سرعة الموجة P و سمك الطبقات . حيث تتزايد سرعة الموجة الزلزالية تدريجيا بين الطبقات العلوية :**
- **في الطبقة السطحية 1 كلم : نسجل سرعة منخفضة للموجة P حوالي 2 كم/ ثا . و ترتفع لتبلغ 5.1الى 6.1 كلم/ثا ثم الى حوالي 6.7 كم /ثا. و فجأة الى8.2 كلم/ثا على مستوى الطبقة السفلية و هي نفس سرعة الطبقة السفلية في المجال القاري**
- **يدل التغير الفجائي لسرعة الموجة الزلزالية في مختلف الاعمدة على اختلاف صخور الطبقات العلوية عن الطبقة السفلية المميزة بالسرعة (8-8.2 كم/ثا) ، وهو ما يوافق انقطاع موهوالذي يفصل بين القشرة القارية و البرنس.**
- **وعليه يقع انقطاع موهو :**
- **في منطقة الانديز على عمق 55 كلم ، و في منطقة الالب على عمق يقارب 70 كم اما في استكلندا على عمق يقارب 40 كلم . تحت المحيط : على عمق يقارب 7كلم .**

– المقارنة : يختلف عمق الموهو في مختلف مناطق المجال القاري و تحت المحيط حيث يكون عميقا جدا تحت القارات و قريبا من السطح تحت المحيط . نستنتج أن سمك القشرة القارية متغير من منطقة الى اخرى و هوأكبر من سمك القشرة المحيطية.

2– تقديم الفرضية :

- VP = 2 تحدد الرسوبيات غير المتماسكة وجود الطبقة السطحية للقشرة المحيطية .
- VP = 5: تحدد تواجد الرسوبيات المتماسكة على مستوى الالب و الانديز. (السلاسل الجبلية الحديثة)
- VP = 5.1 (+–6.1) : يحدد وجود البازلت فهو صخر مميز للقشرة المحيطية.
- VP = 5.9 ، 6 ، 6.1 كم /ثا : يحدد وجود الغرانيت على مستوى الالب ، الانديز و حتى اسكتلندا .فهو صخر مميز للقشرة القارية .
- VP = 6.5 ، 6.8 ، 6.9 : في المجال القاري يمكن ان نفترض ان تتواجد صخور متحولة او يوجد الغابرو . و 7.4 كلم /ثا تحدد وجود صخور متحولة في اسفل القشرة القارية للالب .
- VP= 6.7 كلم /ثا : في المجال المحيطي يمكن ان تتواجد صخور الغابرو .
- VP= 8.1 ، 8.2 ، 8. كلم /ثا تحدد وجود البيريدوتيت على مستوى البرنس تحت خط موهو .
- فوق انقطاع موهو على مستوى القشرة المحيطية تتوضع صخور صخور الغابرو ، البازلت و الرسوبيات و على مستوى القشرة القارية تتوضع صخور الغابرو او صخور متحولة و صخور الغرانيت و الصخور الرسوبية .
- تحت االانقطاع تتوضع صخور البريدوتيت في المجال القاري و المحيطي .

<u>الجزء الثاني :</u>

1– تحليل الوثيقة : تمثل الوثيقة (2) تغير سرعة الموجات الزلزالية P على مستوى البرنس بدلالة العمق ، و تغيراتها في بعض المعادن :

- نلاحظ ان سلوك الموجة الزلزالية P (تغير سرعتها) في البرنس <u>يعادل</u> سلوكها في المعادن المشكلة للبيرودوتيت حسب ظروف الضغط و الحرارة :

- في العمق المتراوح بين (10 – 400 كلم). تتوافق مع معادن الاوليفين و البيروكسين.
- في العمق (400– 680 كلم) تتوافق مع المعادن الغرونا و السبينال .حيث تزداد سرعة الموجات الزلزالية مقارنة بالمجال السابق .
- في العمق (680 الى 1000 كلم) تتوافق مع البيروفيسكيت بزايدة سرعة الموجات الزلزالية .

- الاستنتاج : يتركب البرنس من مجموعة صخور البيريدوتيت ،ويبدي تركيبا معدنيا يتغير بزيادة العمق (درجة الحرارة و الضغط) .
- 10–400 : بيريدوتيت يتركب اساسا من الاوليفين و البيروكسين .
- 400– 680: بيريدوتيت يتركب من معادن متحولة ببنية الغرونا و سبينال .
- 680– 1000كلم :بيريدوتيتت يتركب من معادن متحولة ببنية البيروفسكيت .

2- جدول يلخص خصائص صخور القشرة والبرنس

الصخور	مكان تواجدها	الكثافة	المعادن	البنية النسيجية	مكان تشكلها	PH الصخر و اللون و التركيب الكيميائي
الغرانيت	القشرة القارية	2.65	كوارتز + ميكا+ بلاجيزكلاز + فلدسبات .	حبيبية (بلورية)	في العمق اندساسي (بلوتوني)	حامضي فاتح غني السلسيوم و الالمينويوم
البازلت	القشرة المحيطية	2.9	بلورات كبيرة من اللاوليفين+ ميكروليتات البلاجيوكلاز +زجاج بركاني .	ميكروليتية	بركاني (على السطح)	قاعدي داكن غني بالمغنزيزم و السلسيوم
الغابرو		3	بلورات متوسطة من الاوليفين + البلاجيوكلاز+ البيروكسين	بلورية (حبيبية)	في العمق (إندساسي)	
البيريدوتيت	البرنس	3.2	بلورات كبيرة من الاوليفين + البروكسين أساسا .	بلورية (حبيبية)	في العمق .	فوق قاعدي داكن غني بالحديد و المغنيزوم اضافة الى السليسيوم

3– سمحت المعطيات المقدمة حول صخور القشرة و البرنس بالتمييز بينها حيث :

– نميز نوعين من القشرة :

- قشرة قارية خفيفة سميكة تتكون اساسا من الغرانيت (صخر حامضي فاتح غني بالسليسيوم و الاليمينيوم SIAL) .
- قشرة محيطية اقل سمكا و اعلى كثافة تتكون من البازلت و الغابرو (صخور قاعدية داكنة غنية بالمغنيزيوم اضافة الى السليسيوم SIMA).

– يتكون البرنس من مجموعة صخور البيريدوتيت غير متجانس من حيث التركيب المعدني الذي يتغير بزيادة الضغط و الحرارة حسب العمق .

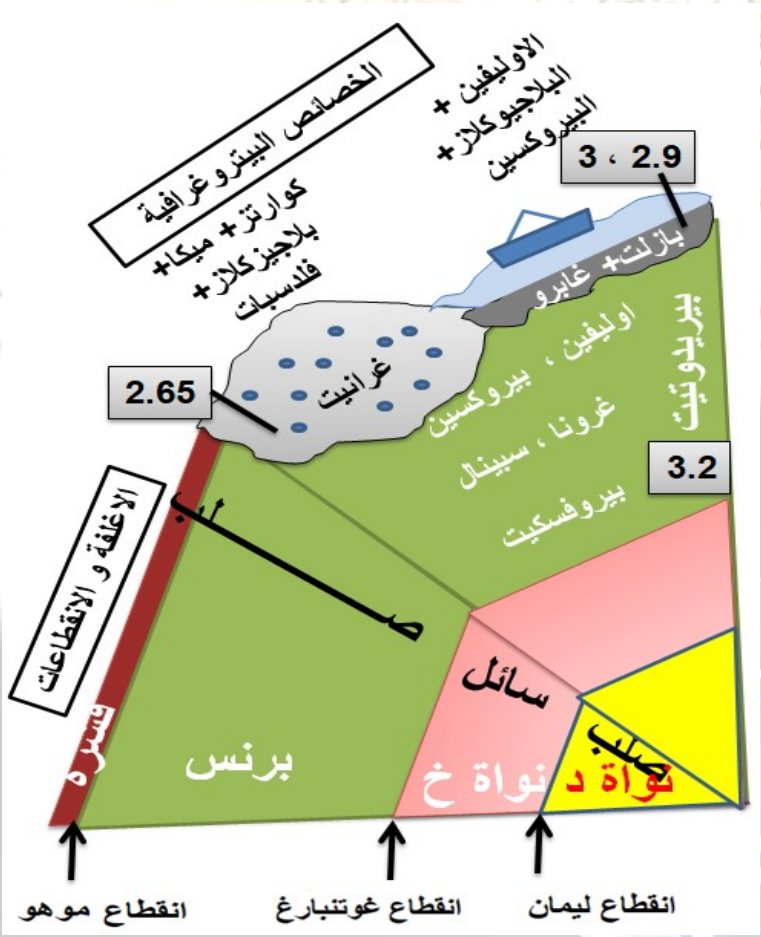
– إن اختلاف الصخور المشكلة للقشرة و البرنس من حيث الخواص البيتروغرافية و المعدنية و الكثافة هو ما يفسر وجود انقطاع موهو وعليه الفرضية صحيحة .

البيريدوتيت صخر فوق قاعدي داكن اللون ، غني بالحديد و المغنزيوم و فقير بالسليس ،عالي الكثافة : اندساسي (يتشكل في الاعماق) ذوبنية نسيجية بلورية يتكون اساسا من الاولفين و البيروكسين .

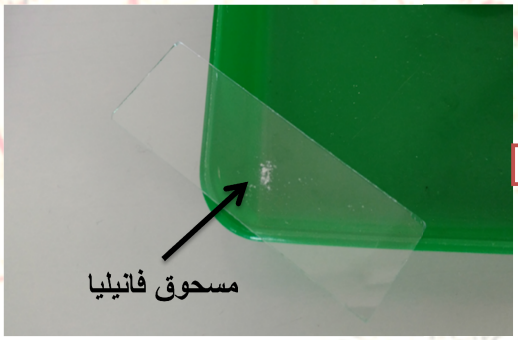
القشرة المحيطية تتكون اساسا من البازلت : صخر قاعدي داكن اللون ، غيني بالحديد و المغنزيوم و فقير بالسليس ،عالي الكثافة اقل كثافة من البيريدوتيت ، بركاني (يتشكل على السطح) ذوبنية نسيجية ميكروليتية يتكون من الاولفين و ميكروليتات البلاجيوكلاز + زجاج بركاني (مادةغير متبلورة) .

القشرة القارية تتكون اساسا من الغرانيت صخر حامض فاتح اللون ، غني بالسليس و الالمينيوم فقير بالحديد و المغنزيوم ، قليل الكثافة ، اندساسي ذوبنية بلورية يتكون من البلاجيوكلاز ، الكوارتز ، الميكا و الفلدسبات .

الجزء الثالث



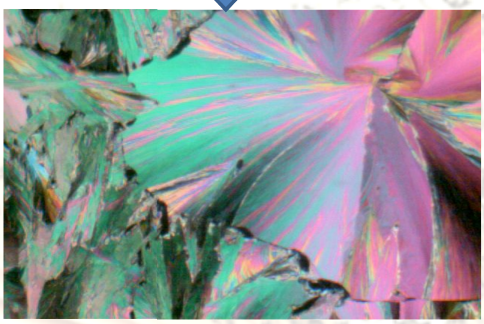
فائـــــــــــــــــــــــــــــــدة :



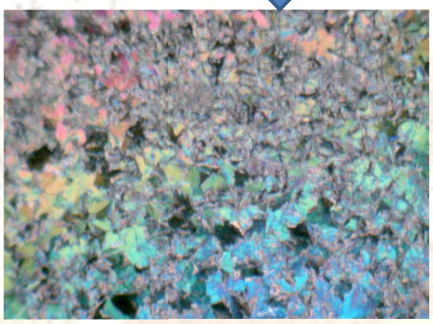
للتبريد البطيء ، سيتم وضع الشريحة في درجة حرارة الغرفة. سيستغرق ظهور التبلور من 3 إلى 5 دقائق

للتبريد السريع ، سيتم وضع الشريحة على الفور على طبق به مكعبات الثلج

الملاحظة بالمجهر المستقطب



بلورات كبيرة و نامية



بلورات صغيرة يصعب ملاحظتها

تطبيق

- اليك المعطيات التالية التي تمثل حجم كل غلاف من اغلفة الارض .
- احسب نسبة حجم كل غلاف بالنسبة لحجم الارض .

الخصائص / غلفة الأرضية	الحجم(كلم^3)
القشرة القارية	10^9 x 4.5
القشرة المحيطية	10^9x4
البرنس	10^9x920
النواة	10^9 x180

الحجم الكلي للارض $1108.5 * 10^9$ ⇦ 100%

حجم القشرة = (8.5 /1108.5) *100 ⇦ 0.76% =1%

حجم البرنس=(920 /1108.5) * 100 = 82،99 ⇦ 83%

حجم النواة = (180 /1108.5) * 100 = 16.23 ⇦ 16%

تتوزع مكونات الأرض كما يلي :

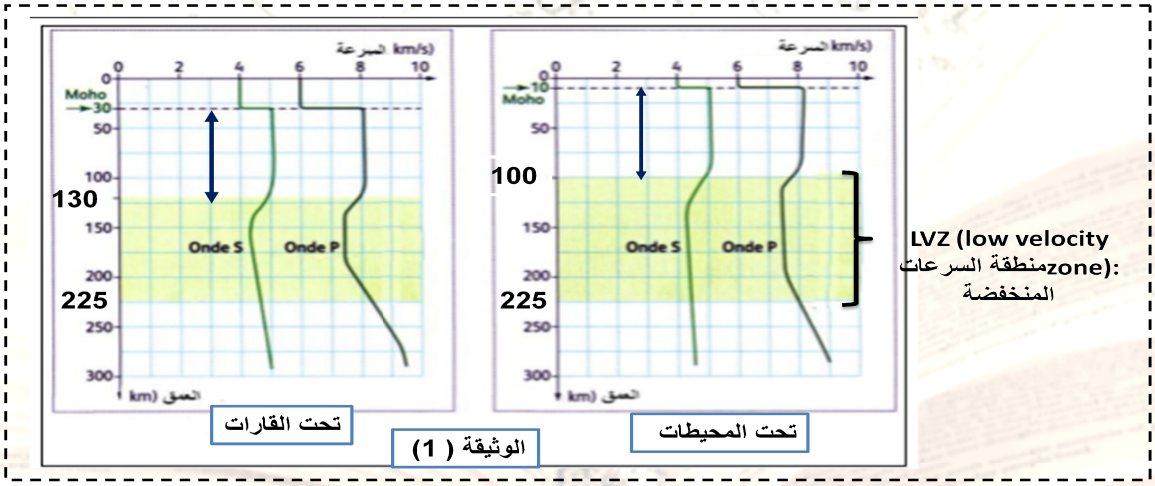
- 1% قشرة
- 83 % برنس
- 16 % نواة

❑ سمحت المعطيات التي قدّمتها دراسة انتشار الموجات الزلزالية من التعرف على الطبيعة الفيزيائية و المعدنية للبرنس فهو صلب و يتكون من مجموعة صخور البيريدوتيت . و لكن هناك معطيات اخرى تسمح بتمييز الليتوسفير عن الاستينوسفير .

3/ التمييز بين الليتوسفير و الاستينوسفير : نقترح تمرين مبني على ممارسة الاستدلال العلمي يتكون من جزأين :

يرتبط مفهوم الليتوسفير(الغلاف الصخري) بمفهوم الصفيحة التكتونية لكي نميز بينه و بين الاستينوسفير نجري الدراسة التالية :

الجزء الاول : الوثيقة (1) :نتائج قياس تطور سرعة الموجات الزلزالية تحت القارات و المحيطات .

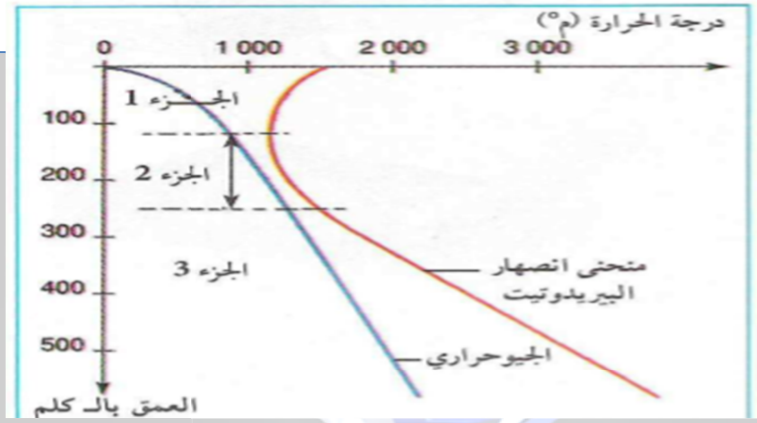


الوثيقة (1)

1- حدّد عمق و سمك منطقة LVZ بالنسبة للبرنس . ثم استنتج الحالة الفيزيائية للبرنس في هذه المنطقة مقارنة بالمستوى الاعلى منها (من انقطاع موهو الى حدودLVZ) .

الجزء الثاني :

الوثيقة (2) : تمثل نتائج تجريبية انجزت في المخبر سمحت بتحديد شروط انصهار البيريدوتيت و مقارنتها بمنحنى الجيوحراري .



1- قدّم تحليلا مقارنا للنتائج الموضحة في الوثيقة 2 . معلّلا تغير الحالة الفيزيائية للبرنس .

2- اعتمادا على المعلومات المتعلقة بالتركيب المعدني للبرنس و خصائصه الفيزيائية (صلب/ مرن) .

- حدّد مستويات البرنس.ثم ميّزبين الليتوسفير والاستينوسفير .

الحـــــــــــل.

- المشكل العلمي : ماهي المعطيات العلمية التي اعتمد عليها العلماء في التمييز بين الليوتسفير و الاستينوسفير ؟
- الجزء الاول :

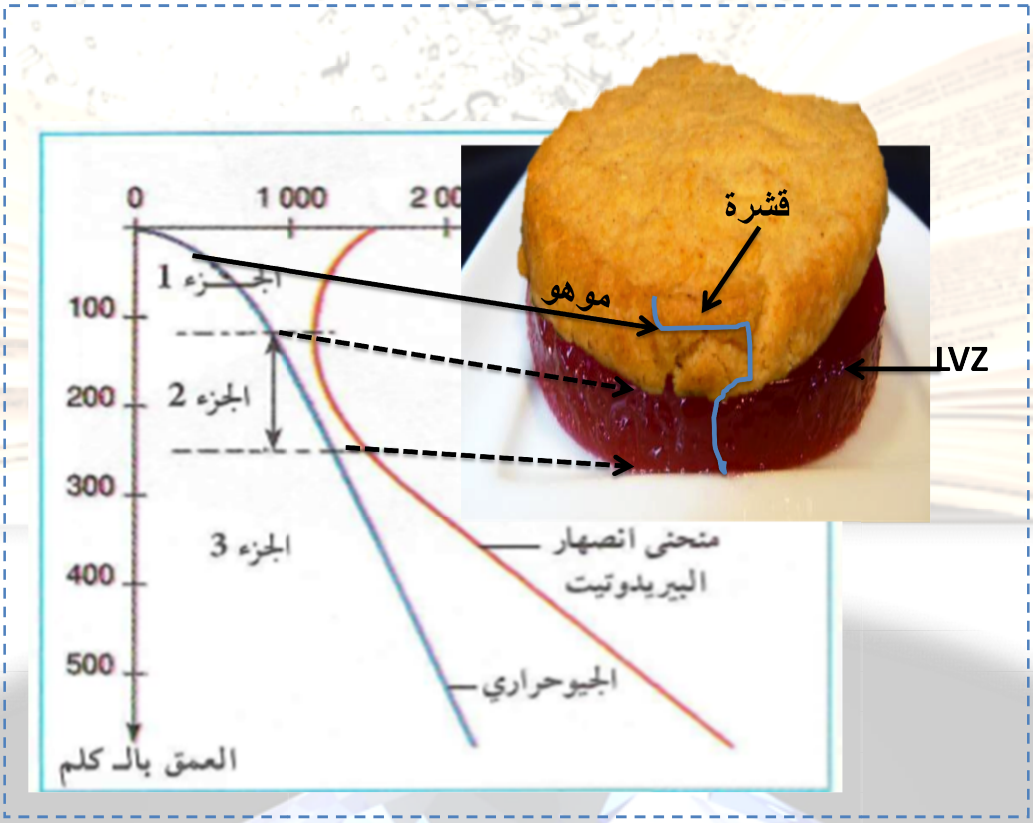
- التحليل : تبدأ منطقة LVZ (منطقة تنخفض فيها سرعة الموجات الزلزالية P,S)على عمق 100كلم تحت المحيط و تكون بسمك 125 كم وعلى عمق 130 كلم تحت القارات و بسمك 100كلم .

- يدل انخفاض سرعة الموجات الزلزالية على تغير في الحالة الفيزيائية للمادة فهي من جهة صلبة (انشار الموجات S) و من جهة اقل صلابة من المستوى الاعلى من البرنس .

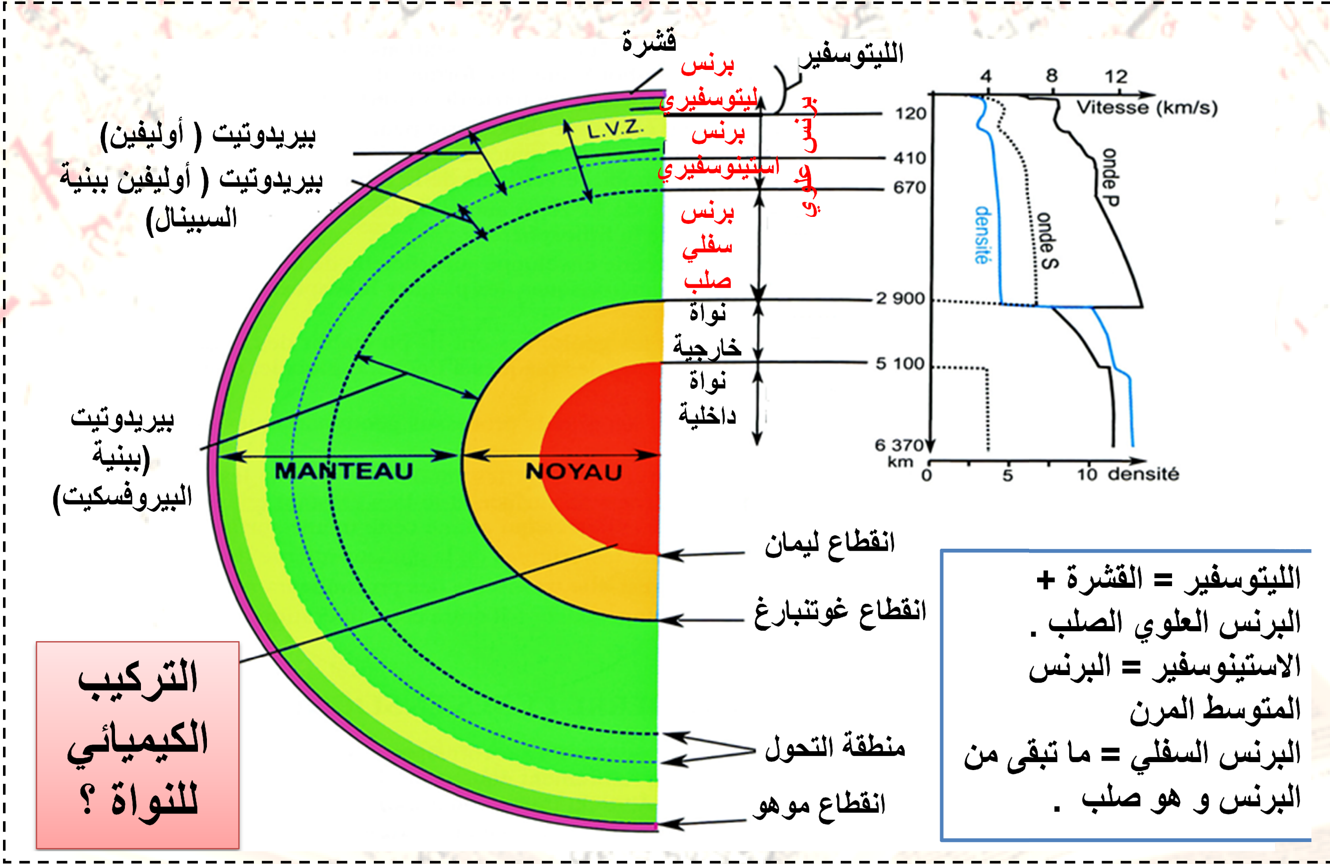
- نستنتج ان المادة في منطقة LVZ مرنة (مطاطية) .

- الجزء الثاني :
- 1- التحليل المقارن :
- تحليل مقارن لمنحنيي الجيوحراري و انصهار البيريدوتيت :
- يفصل منحنى انصهار البيريدوتيت بين مجالين من الضغط و الحرارة ، مجال يكون فيه البيريدوتيت منصهرا و مجال يكون فيها صلبا .
- مثلا في درجة الحرارة 1000م° و ضغط منخفض 2.5 يكون البيريدوتيت صلبا ، و في نفس االضغط و بدرجة حرارة 2000 م° من يكون البيريدوتيت منصهرا .
- في درجة حرارة 2000م° و تحت ضغط عال يكون صلبا . و في نفس الضغط العالي عند رفع درجة الحرارة يصبح منصهرا .
- هذا ما يدل على ان الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت تتغيير حسب ظروف محددة من درجة الحرارة و الضغط .
- بمقارنة منحنى انصهار البيريدوتيت مع منحنى الجيوحراي الذي يعبر عن الحرارة الداخلية للارض بدلالة العمق ، نلاحظ ان الجيوحراري يقع في المجال الصلب للبريدوتيت ما يدل على ان صخور البرنس في الارض في حالة صلبة ، وهذا ما يتوافق مع المعطيات التي قدمتها دراسة انتشار الموجات الزلزالية .

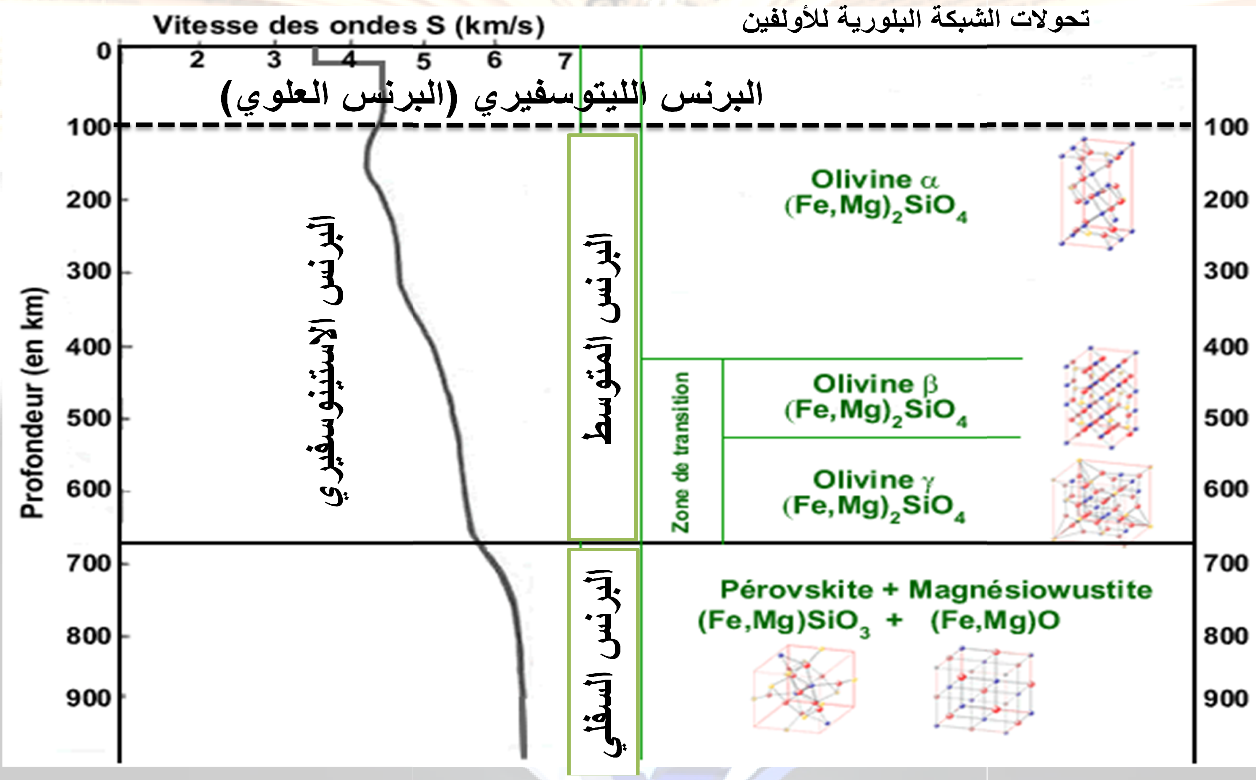
- الا أنه حسب الوثيقة يمكن تقسيم هذا الجزء من البرنس البرنس الى 3 اجزاء :
- حيث الجزء الاول نلاحظ تباعد الجيوحراري عن ظروف انصهار البيريدوتيت ما يدل على ان البرنس صلب و متين .
- الجزء الثاني نلاحظ تقارب الجيوحراري مع ظروف انصهار البيريدوتيت ما يدل على انه في حالة اقل صلابة (مرن = مطاطي) و هو ما يوافق منطقة LVZ .
- الجزء الثالث يبتعد الجيوحراري عن منحنى انصهار البيريدوتيت مايدل على تناقص المرونة و زيادة الصلابة .
- نستنتج أن الحالة الفيزيائية للبرنس تتعلق بالحالة الفيزيائية للبيريدوتيت التي بدورها تتعلق بالظروف الفيزيائية (الضغط (العمق) ودرجة الحرارة).
- وعليه فإن الطبيعة البيريدوتية للبرنس هي المسؤولة عن تغير حالته الفيزيائية حسب العمق صلب/ مرن/ صلب .



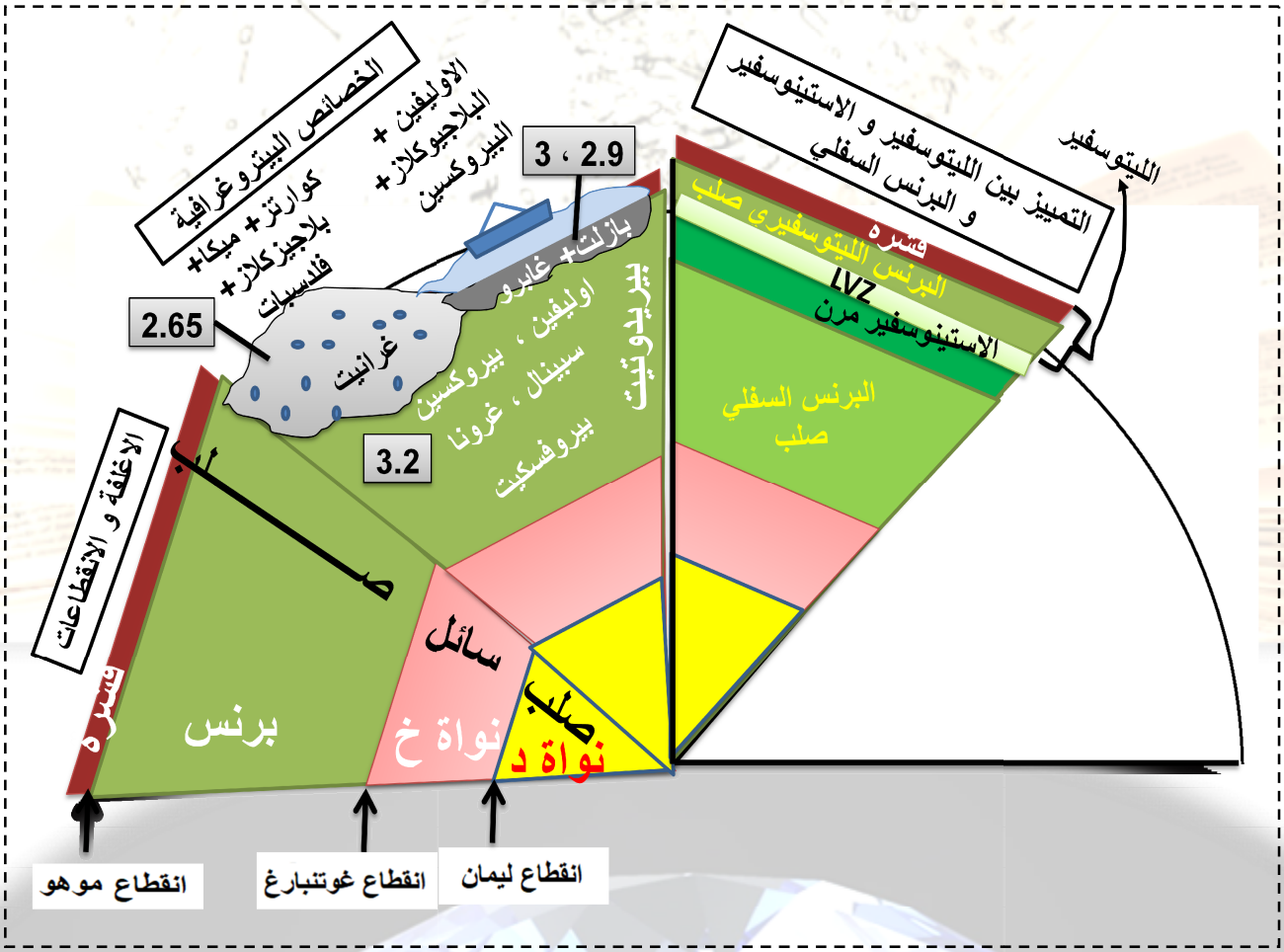
2–تحديد مستويات البرنس و التمييز بين الليتوسفير و الاستينوسفير.



فائـــــــــــــــــــــــــــــدة :



- ينقسم البرنس الى :
- برنس علوي صلب ومتين .
- تشكل القشرة مع البرنس العلوى وحدة متجانسة فيزيائيا (طبقة صلبة) تمثل الليتوسفير = الغلاف الصخري (مجزأ الى الواح تكتونية) .
- برنس متوسط يلي البرنس الليتوسفيري مرن أساسا .
- ما تبقى من البرنس يمثل البرنس السفلي و هو صلب و متين .



4/ التركيب الكيميائي لنواة الارض . نبني الدرس على شكل تمرين وفق المسعى العلمي(مسعى افتراضي تجريبية)

العمق الذي يتواجد عليه غلاف نواة الارض يجعل من المستحيل الحصول على عينات منه من اجل التعرف على التركيب الكيميائي ، إلا ان العلماء تمكنوا من التعرف عليه من خلال استغلال :

- تركيب النيازك (85% منها يمثل الكوندريت

و هي نيازك غير متمايزة الى طبقات) .

- تجربة بيرش Birch

الجزء الاول :

- التركيب الكيميائي للكوندريت و الارض.

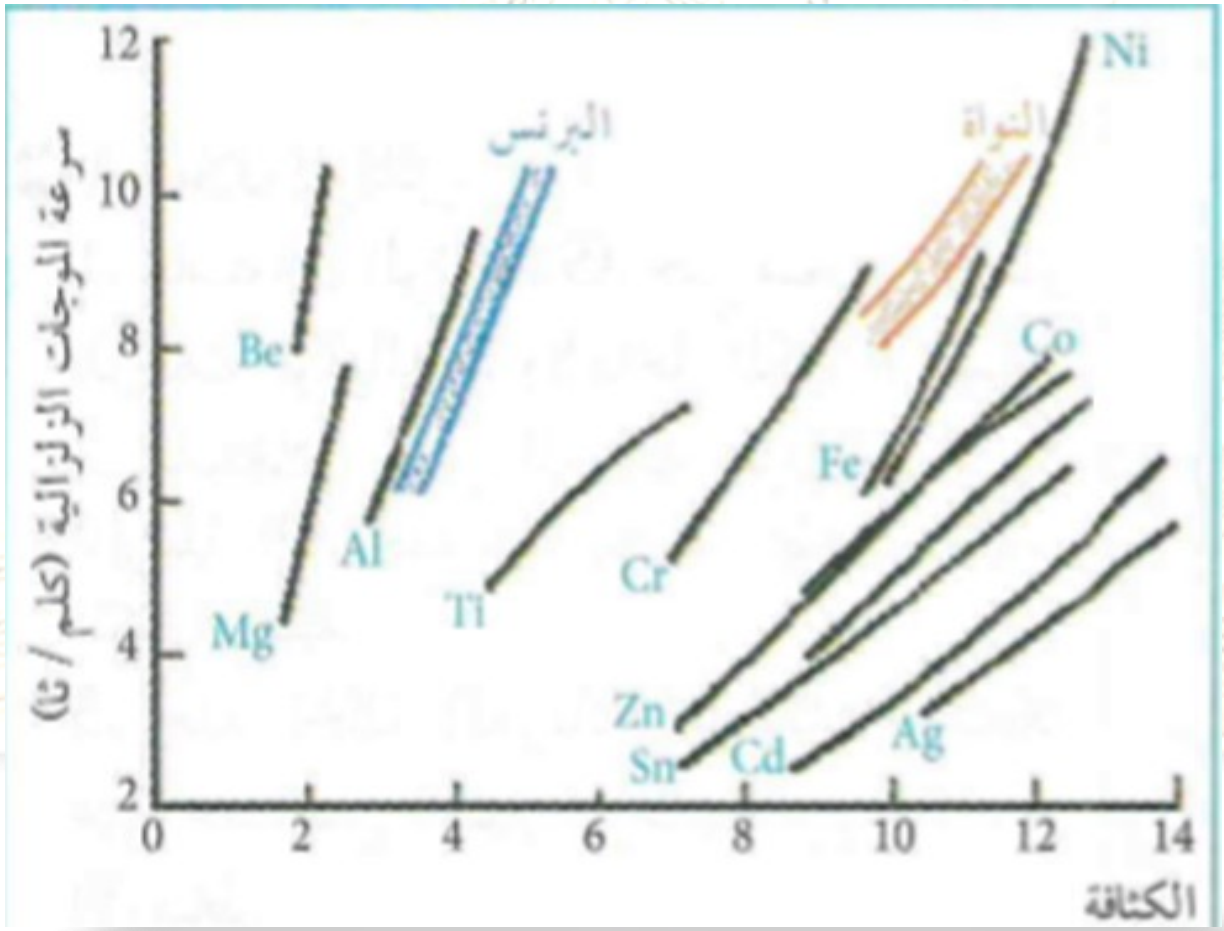
الأرض	75 % سيليكات (الاوليفين + البيروكسين) و 25 % عناصر غير معروفة.
الكوندريت	75 % سيليكات (الاوليفين + البيروكسين) ، الباقي عناصر ثقيلة منها 20% حديد، 5 % (P+S+Ni)

1- من مقارنتك للتركيب الكيميائي للكوندريت و الارض. اقترح فرضية حول التركيب الكيميائي للنواة.

الجزء الثاني : التحقق من صحة الفرضية : تجربة Birch.

- اجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe, Cr, Al, Mg, Na) متفاوتة الكثافة و مقارنتها بسرعة الموجات الزلزالية في البرنس و النوة .

- ملاحظة : توضيح يقدمه الاستاذ الدكتور توفيق الحاج عيسى .
- ان لكل معدن مجال للكثافة حيث تقاس السرعة لكل نقطة من الكثافة لهذا المعدن فنتحصل على مجال للسرعة يقابل مجال للكثافته . و نسمي هذا المجال من السرعة بالسرعة الشاهدة لمعدن معين .
- نقوم بحساب مجال الكثافة لصخر ما ، و بحساب سرعة الموجات الزلزالية ضمن مجال الكثافة لهذا الصخر .
- نقوم بمضاهاة سرعة الموجات الزلزالية الشاهدة للمعادن مع مجال السرعة الزلزالية للصخر .
- فنستنتج التركيب المعدني للصخر .



العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في كل من البرنس و النواة و سرعة موجات التصادم في بعض الاجسام الكيميائية .

2- باستغلال نتائج تجربة بيرش صادق على الفرضية .

الحـــــــــل :

المشكل العلمي : ماهي المعطيات التي اعتمد عليها العلماء في التعرف على التركيب الكيميائي لنواة الارض ؟

الجزء الاول :

1- من مقارنة التركيب الكيميائي للكوندريت و الارض نلاحظ أن :

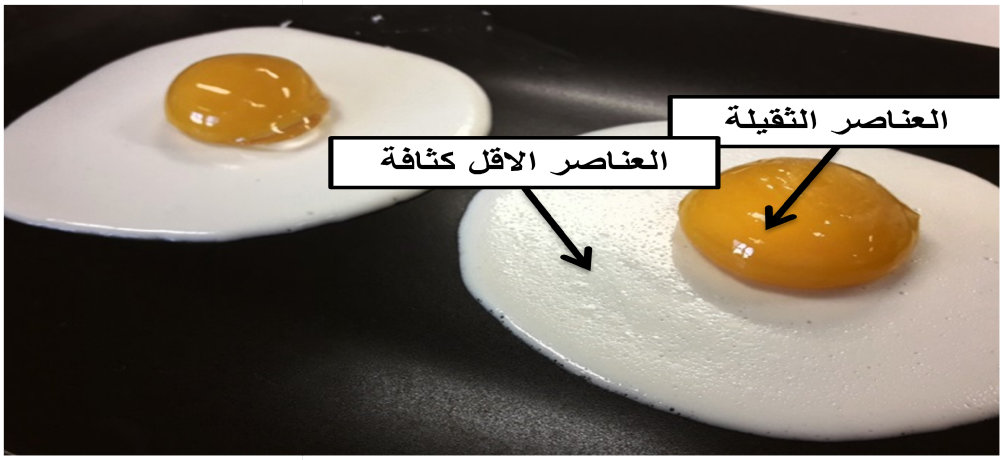
- **كل من الكوندريت والارض لهما نفس التركيب من حيث السيليكات (الاوليفين + البيروكسين) :% 75.**
- **الكوندريت يحتوي معادن ثقيلة حديد 20% ، 5 % (P+S+Ni+Fe) و بقية العناصر في الارض مجهولة .**
- **الفرضية :**

- بما ان السليكات تتجمع أساسا في البرنس (البيريدوتيت) فإن بقية العناصر المجهولة في الارض تشكل النواة و التي تتركب من المعادن الثقيلة مثل الحديد و النيكل.....

✓ **ملاحظة عندما تسبق الفرضية بتحليل معطيات فاننا لا نكتب الاستنتاج و انما نصيغه على شكل فرضية .**

الجزء الثاني : المصادقة على الفرضية .

- **تحليل الوثيقة (2) : العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في كل من البرنس و النواة و سرعة موجات التصادم في العناصر الكيميائية :**
- **تتناسب سرعة الموجات الزلزالية طرديا مع كثافة العنصر الذي تنتشر فيه .**
- **نلاحظ ان مجال صخور البرنس تكون أقرب لخطوط العناصر الخفيفية (مجال سرعتها الشاهدة) الالمينيوم و المغنزيوم بينما مجال النواة يكون اقرب لخطوط العناصر الثقيلة الحديد و النيكل .**
- **نستنتج ان النواة تتركب من العناصر الثقيلة (الحديد و النيكل اساسا) و البرنس يتركب من العناصر الاقل كثافة .**
- **يمكن تفسير ذلك بانّه أثناء تمايزالارض فإن العناصر الثقيلة ذات الكثافة العالية تجمعت في مركز الارض و شكّلت النواة (NiFe) ، أما العناصر الخفيفة (السليكات و....Mg,AL) فشكّلت البرنس وهذا ما يؤكد صحة الفرضية .**

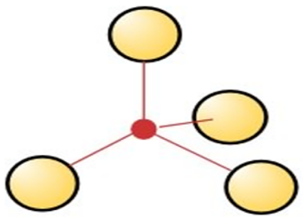


فائـــــــــــــــــــــــدة :

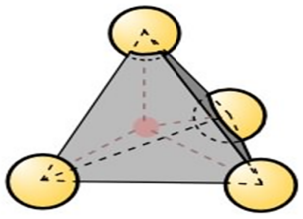
- ما معنى السيليكات : تتكون المعادن بشكل أساسي من Si و O مع عدد من الأيونات الأخرى.

MINÉRAL		FORMULE CHIMIQUE IDÉALISÉE
Olivine		$(Mg,Fe)_2SiO_4$
Groupe des **pyroxènes**		$(Mg,Fe)SiO_3$
Groupe des **amphiboles**		$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$
Micas	Muscovite	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
	Biotite	$K(Mg,Fe)_3Si_3O_{10}(OH)_2$
Feldspath	Orthoclase	$KAlSi_3O_8$
	Plagioclase	$(Ca,Na)AlSi_3O_8$
Quartz		SiO_2

تحتوي **جميع السليكات** على بنية أساسية تتكون من أيونات Si4+ و O2-.



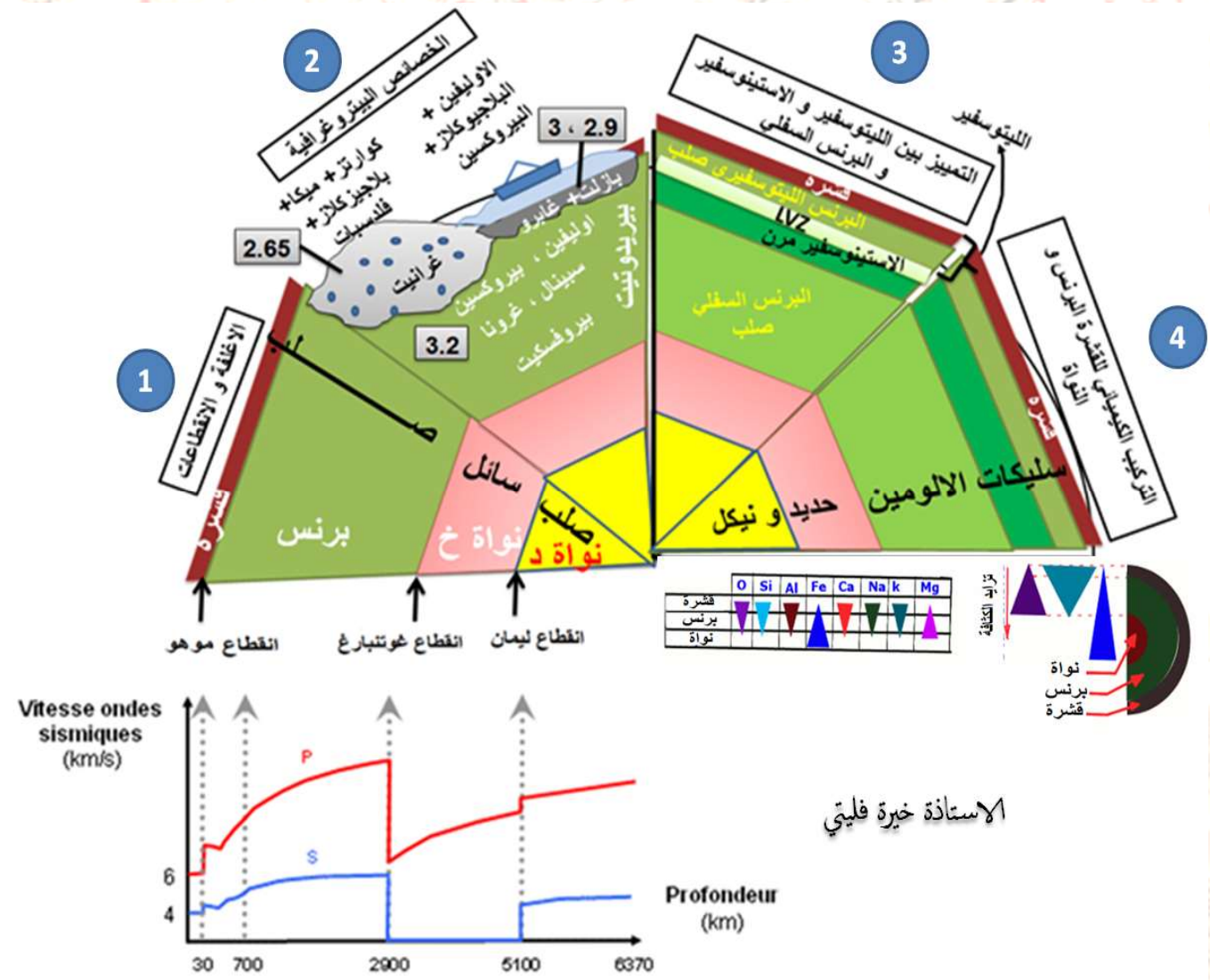
Structure de base des silicates



Le tétraèdre de base

- عندما نميز بين التركيب المعدني للبرنس و النواة . فاننا نرمز للبرنس بسليكات الالومين باعتباره اغنى بهذه العناصر مقارنة بالنواة الغنية بالحديد و النيكل .
- اما صخور القشرة فهي ناتجة اساسا عن تبرد ماغما تنشا عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت (الجاف بالنسبة للقشرة المحيطية فيهي غنية يالسيليس و المغنزيوم SIMA على مستوى الظهرات ، و البيريدوتيت المميه بالنسبة للقشرة القارية فهي غنية بالسيليس و الالمنيوم SIAL على مستوى مناطق الغوص) .....هذه المعلومات يتم تفسيرها في الوحدة (2) .

اكتمال صورة النموذج التفسيري لنية الارض



قشرة قارية SIAL	قشرة محيطية SIMA

القشرة تمثل 2% من حجم الارض.

البرنس (المعطف) يمثل81%
من حجم الارض.
يتكون من سليكات الالومين

النواة تمثل17 %
من حجم الارض.
يتكون من الحديد و النيكل

انصهار جزئي لبيريدوتيت جاف
تحت الظهرات

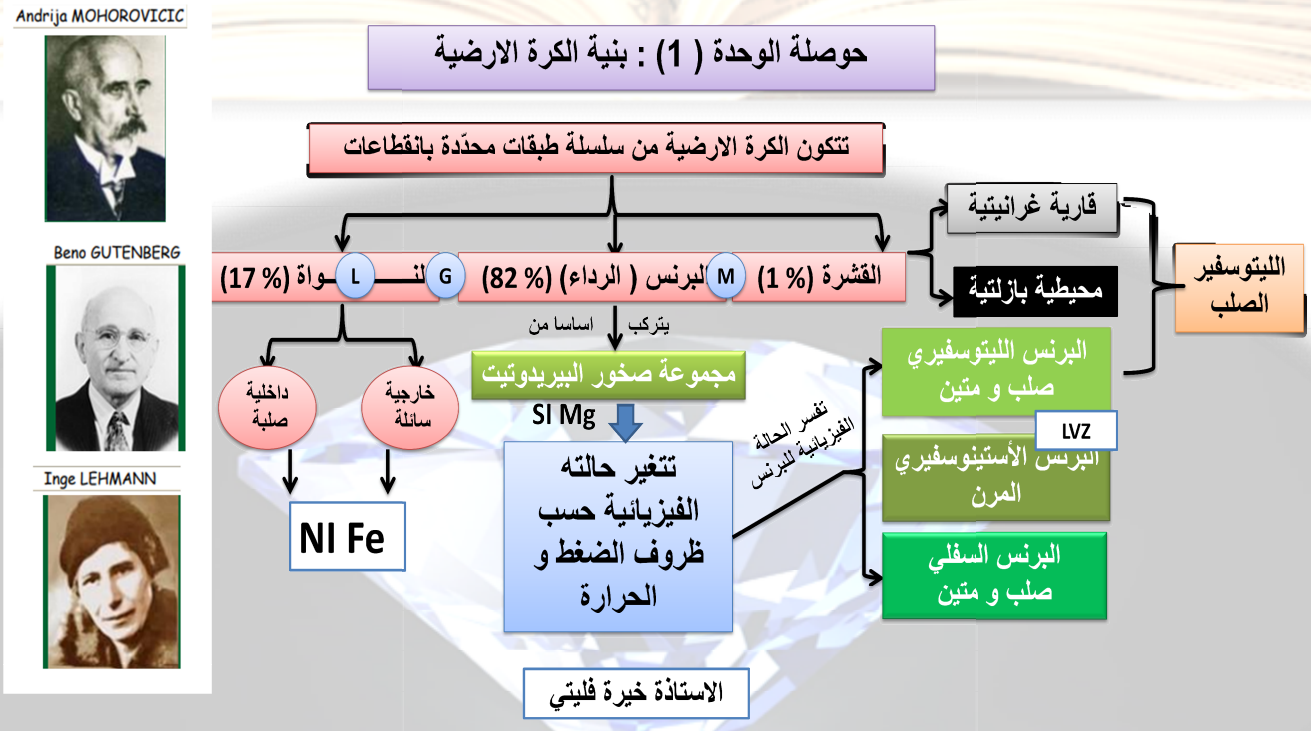
انصهار جزئي لبيريدوتيت مميه
في مناطق الغوص

تمايز طبقات الارض

حوصلة وحدة بنية الارض

- تتكون الكرة الارضية من سلسلة طبقات تفصل بينها انقطاعات القشرة – الرداء (البرنس = المعطف) – النواة يفصل بين القشرة و الرداء انقطاع موهو.و بين الراء والنواة الخارجية انقطاع قوتنبارغ .و بين النواة الخارجية و الداخلية انقطاع ليمان .
- القشرة الارضية صلبة حجمها اقل من 2 % [قشرة قارية غرانيتية اساسا ، و قشرة محيطية بازلتية اساسا]
- المعطف (البرنس) يتركب اساسا من سليكات الألومين (بيريدوتيت) و يشكل اكبر نسبة من حجم الأرض (81 %) و هو صلب تماما و ينقسم إلى :
- برنس سفلي صلب ومتين
- برنس متوسط (استينوسفير) مرن أساسا.
- برنس علوي صلب و متين يمثل البرنس الليتوسفيري .

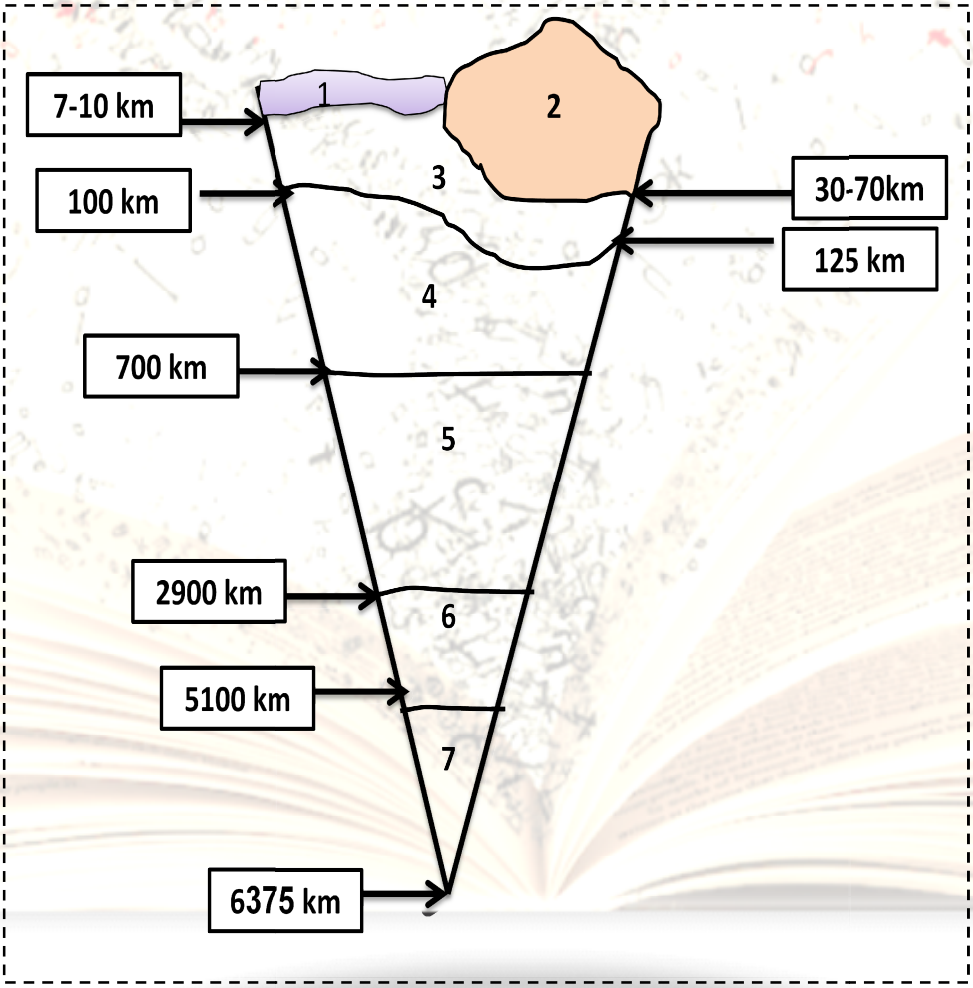
- تشكل النواة نسبة 17 %من حجم الكرة الأرضية و هي غنية بالنيكل و الحديد تنقسم إلى نواة داخلية صلبة و نواة خارجية سائلة .



تطبيـــــــــــــــــــــــــــقات الوحدة .

التمرين الاول : اختبر نفسك في تملك المعارف المتعلقة ببنية الكرة الارضية .

لديك النموذج التالي الذي يوضح مختلف طبقات الارض و اعماقها .



1-باستغلال النموذج و المعارف اجب بصح او خطأ على العبارات التالية مع تصحيح الخطأ .

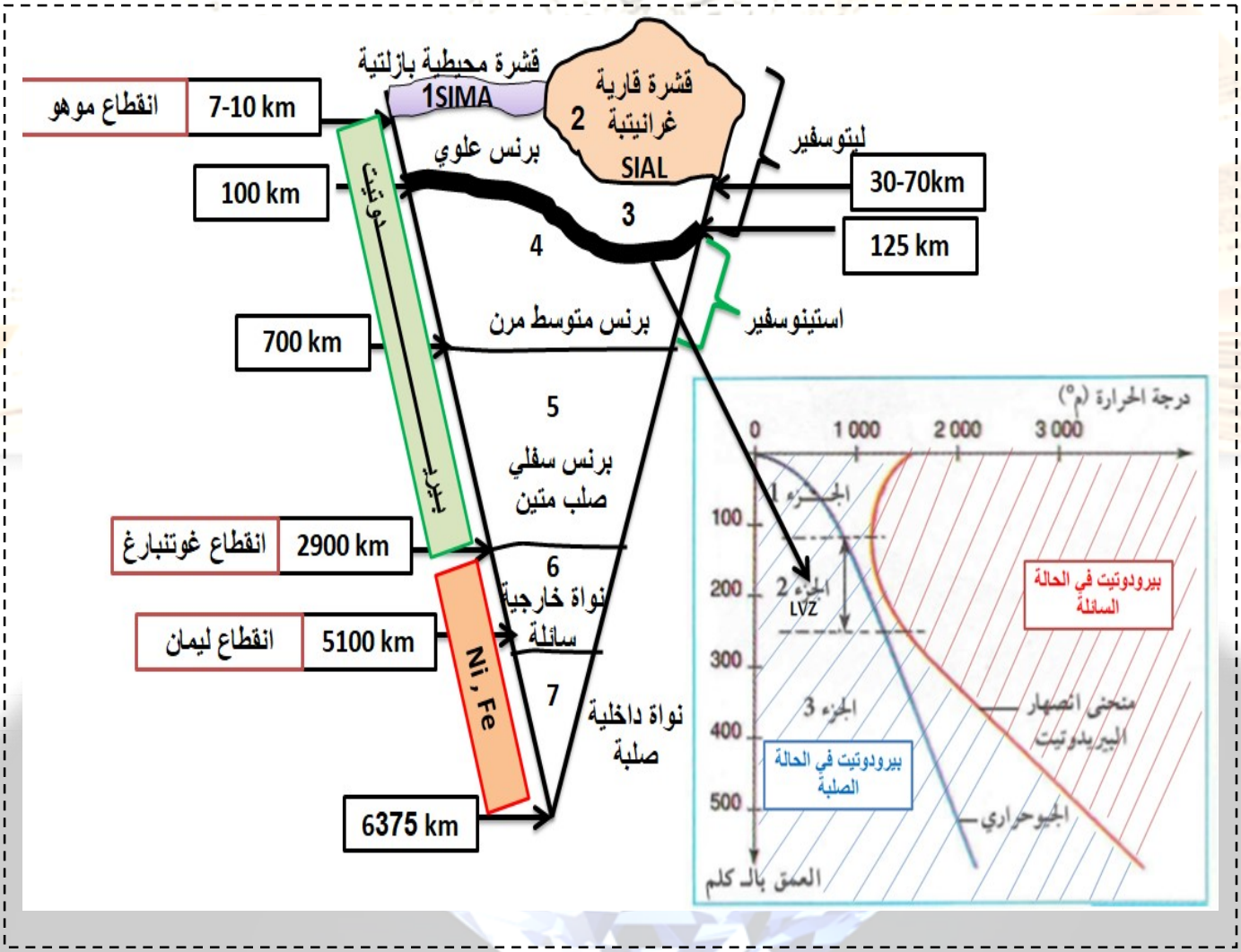
2- بناء على معارفك الصحيحة اعد رسم النموذج مميزا عليه كل الطبقات ، الانقطاعات ، الليتوسفير و الاستينوسفير . الخصائص البيتروغرافية (الصخور)، LVZ .

العبارات	صح/ خطأ	تصحيحي الخطأ
1- يتواجد انقطاع موهو على بعد 120كلم .		.....
2- يتواجد انقطاع ليمان بين النواة و البرنس .		.....
3- تتوضع القشرة القارية فوق القشرة المحيطية .		.....
4- تتوضع منطقة LVZ بين العمق 10 كلم و 100 كلم .		.....
5- نسجل ارتفاع فجائي لسرعة الموجة P على عمق 30 كلم و 2900 كلم .		.....
6- 83 %من حجم الارض يمثله الغلاف المحصور بين العمق 700 الى 5100كلم .		.....
7- الليتوسفير = الغلاف الصخري = 1+2 +3.		.....
8- الاستينوسفير = الغلاف 2 .		.....
9- الغلاف 4= برنس صلب مرن .		.....
10- بالغلاف 1+2 = SIMA+SIAL.		.....
11- 1= SIAL ، 2= SIMA .		.....
12- 1= بازلت اساسا ، 2= غرانيت أساسا		.....
13- تجربة بريش بيّنت ان العناصر الثقيلة Feو Ni تتوافق مع الغلاف المحصور بين 700 كلم الى 5100 كلم .		.....
14- البريدوتيت = سليكات الالومين اساسا + المغنزيوم و الحديد .		.....
15- يتواجد البيريدوتيت بين انقطاع موهو و انقطاع ليمان .		.....
16- عدم تسجيل الموجات S بين العمق 2900و 5100 كلم .		.....
17- مرونة البرنس تعود الى الخصائص الفيزيائية للبيريدوتيت و ظروف الضغط و الحرارة = الجيوحراري بعيد عن ظروف انصهار البيريدوتيت .		.....

الاجـــــــــــــــــابة.

العبارات	صح/ خطأ	تصحيحي الخطأ
1- **يتواجد انقطاع موهو على بعد 120كلم .**	خطأ	- على بعد 10كلم تحت المحيط و 30او 70 كلم تحت القارت .
2- **يتواجد انقطاع ليمان بين النواة و البرنس .**	خطا	- بين النواة الخارجية و الداخلية اما بين النواة و البرنس فنجد انقطاع غوتنبارغ .
3- **تتوضع القشرة القارية فوق القشرة المحيطية .**	خطا	- يشكلان معا غلاف مترابطا .
4- **تتوضع منطقة LVZ بين العمق 10 كلم و 100 كلم .**	خطأ	- LVZ تتوضع بين العمق 100 إلى 225تحت المحيط و بين 125 الى225 تحت القارات .اما الغلاف المحصور بين 10كم الى 100 تحت المحيط فهو البرنس العلوي = البرنس الليتوسفيري .
5- **نسجل ارتفاع فجائي لسرعة الموجة P على عمق 30 كلم و 2900 كلم .**	خطأ	- على عمق 30 كلم نعم نسجل ارتفاع فجائي للسرعة ، لكن على عمق 2900 فنسجل انخفاض فجائي .
6- **83 %من حجم الارض يمثله الغلاف المحصور بين العمق 700 الى 5100كلم .**	خطأ	- 83 % من حجم الارض يمثله البرنس المحصور بين العمق 10 كلم تحت المحيط و 30الى 70 كلم تحت القارات الى العمق2900 كلم .
7- **الليتوسفير = الغلاف الصخري = 1+2 +3.**	صح	- الليتوسفير = الغلاف الصخري = القشرة المحيطية و القارية + البرنس العلوي .
8- **الاستينوسفير = الغلاف 2 .**	خطا	- الاستينوسفير = البرنس المتوسط = الغلاف 4 اما 2 فمثل قشرة قارية.
9- **الغلاف 4= برنس صلب مرن .**	صح	
10- **الغلاف 1+2 = SIMA+SIAL.**	صح	
11- **SIAL =1 ، SIMA =2 .**	خطأ	- SIMA =1 غني بالمغنزيوم ، SIAL =2 غني بالالمينيوم و السليس .
12- **1= بازلت اساسا ، 2= غرانيت أساسا**	صح	
13- **تجربة بيرش بيّنت ان العناصر الثقيلة Feو Ni تتوافق مع الغلاف المحصور بين 700 كلم الى 5100 كلم .**	خطأ	- الحديد و النيكل تدخل في تركيب النواة التي تنحصر بين العمق 2900كم الى 6375 كم

14- البريدوتيت = سليكات الالومين اساسا + المغنزيوم و الحديد .	صح	- صخر فوق قاعدي
15- يتواجد البيريدوتيت بين انقطاع موهو و انقطاع ليمان .	خطا	- بين انقطاع موهو و انقطاع غوتنبارغ .
16- عدم تسجيل الموجات S بين العمق 2900و 5100 كلم .	صح	- لانها سائلة
17- مرونة البرنس تعود الى الخصائص الفيزيائية للبيريدوتيت و ظروف الضغط و الحرارة = الجيوحراري بعيد عن ظروف انصهار البيريدوتيت .	خطأ	- المرونة = الجيوحراري قريب من ظروف انصهار البيريدوتيت .



التمرين الثاني :

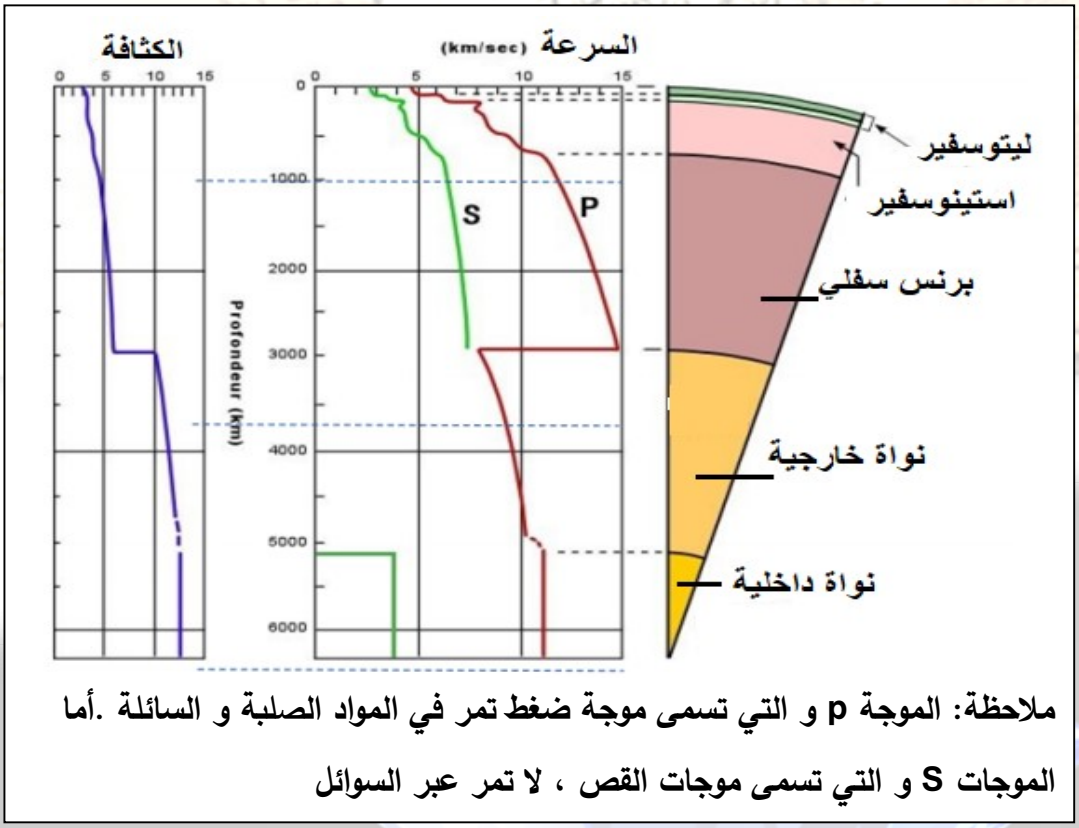
يختبر الجانب المعرفي و المنهجي .يتضمن فكرة جديدة تتطلب ممارسة الاستدلال من اجل الوصول الى البنية الداخلية للقمر و بالتالي اي جُرم آخر اعتمادا على الطريقة المستعملة في دراسة البنية الداخلية للأرض .

إن دراسة الاختلافات في سرعات انتشار الموجات الزلزالية تقدم معلومات عن طبيعة المواد التي تخترقها ، فهي تتأثر بالكثافة ودرجة الحرارة والظروف الفيزيائية لهذه المواد.

حاولت بعثات أبولو **Apollo** الى القمر بين عامي 1969 و 1977 جمع أقصى قدر من البيانات لدراسات مستقبلية ، ولهذا الغرض وضعت أدوات قياس مثل مقاييس الزلازل على سطح القمر .

من أجل التعرف على البنية الداخلية له و مقارنتها مع البنية الداخلية للارض نجري الدراسة التالية .

الجزء الاول : تمثل الوثيقة (1) نموذج للبنية الداخلية للأرض تم بناؤه بالاعتماد على دراسة تغيرات سرعة الموجات S و P الزلزالية.

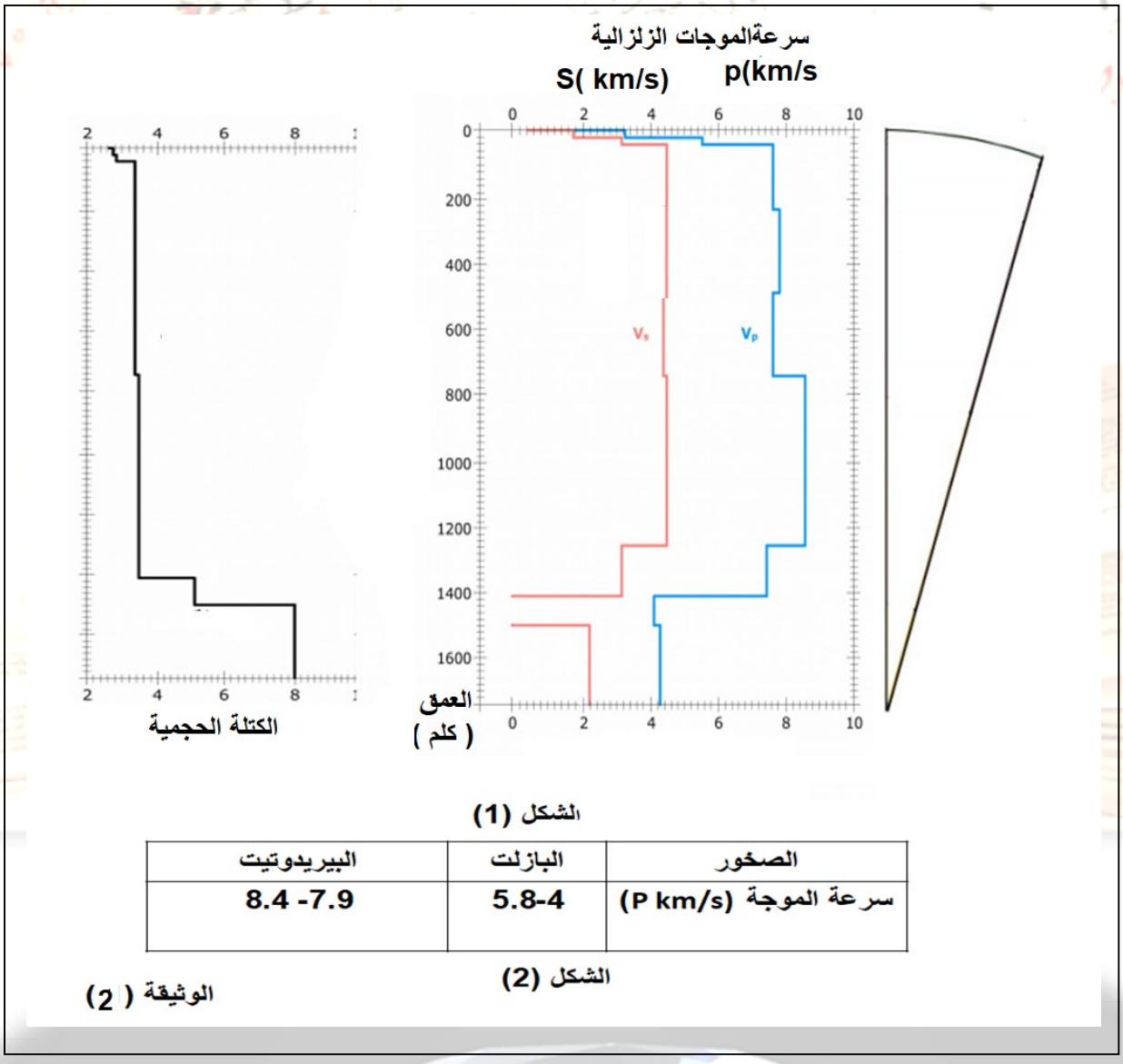


ملاحظة: الموجة p و التي تسمى موجة ضغط تمر في المواد الصلبة و السائلة .أما الموجات S و التي تسمى موجات القص ، لا تمر عبر السوائل

-باستغلال معلوماتك و معطيات الوثيقة 1 صف البنية الداخلية للارض مبرزا دور الموجات الزلزالية في تقديم المعطيات العلمية لبناء هذا النموذج .

الجزء الثاني : مكّنت التجارب الزلزالية التي اجرتها حملة Apollo على سطح القمر من وضع نموذج لانتشار الموجات الزلزالية P,S بالنسبة لعمق القمر علما ان نصف قطره 1738كلم .

تمثل الوثيقة (2) : نتائج قياس سرعة الموجات الزلزلية بدلالة العمق (الشكل 1) ، و معطيات حول سرعة الموجات الزلزالية P في بعض الصخور الارضية (الشكل2) .



الشكل (1)

الصخور	البازلت	البيريدوتيت
سرعة الموجة (P km/s)	5.8-4	8.4 -7.9

الشكل (2)

الوثيقة (2)

1- بيّن كيف تسمح لك معطيات الوثيقة (2) من بناء نموذج تفسيري للبنية الداخلية للقمر على غرار البنية الداخلية للأرض .

1- اقترح رسما تخطيطيا لمقطع عرضي يوضح البنية الداخلية للقمر .

حل التمرين الثاني :

الجزء الاول :

1- وصف بنية الكرة الارضية مع ابراز دور الموجات الزلزالية في تقديم المعطيات التي سمحت ببناء النموذج :

- تتكون الارض من طبقات متراكزة (لها نفس المركز) متمايزة عن بعضها تفصلها انقطاعات .
- تتمثل الطبقات في القشرة ، البرنس يفصل بينهما انقطاع موهو ، النواة الخارجية و الداخلية يفصل بينهما انقطاع ليمان و يفصل بين النواة و البرنس انقطاع غوتنبارغ . يدلنا التغير الفجائي في سرعة الموجات الزلزلية على تحديد عمق الانقطاعات .
- القشرة و البرنس طبقات صلبة تمر عبرها الموجات p,s و يعود وجود انقطاع موهو الى الإختلاف في الطبيعة البيتروغرافية و المعدنية للصخور و الكثافة :

✓ القشرة تتميز الى قارية خفيفة = غرانيت **(كوارتز + ميكا + بلاجيوكلاز + فلدسبات)** و محيطية اكبر كثافة = بازلت (اوليفين + ميكروليتات البلاجيوكلاز + الزجاج البركاني) + غابرو **(الاوليفين + البلاجيوكلاز + البيروكسين)** ، اما البرنس من طبيعة بيريدوتية يتركب اساسا من معادن الاوليفين ، البيروكسين و تتحول شبكته البلورية بتزايد الضغط و الحرارة وهو اعلى كثافة من القشرة .

✓ ينقسم البرنس الى 3 مستويات :

- برنس علوي صلب يشكل مع القشرة الليتوسفير = الغلاف الصخري .
- برنس متوسط لدن يبدا من منطقة تناقص سرعة الموجات الزلزالية (LVZ)
- برنس سفلي صلب متين أعلى كثافة تتزايد فيه سرعة الموجات الزلزالية .

- النواة غنية بالحديد و النيكل والمعادن الثقلية فهي ذات كثافة عالية جدا ، تنقسم الى نواة خارجية سائلة لا تعبرها الموجات S و ونواة داخلية صلبة . و هذا ما يفسر وجود انقطاع غوتنبارغ بين البرنس و النواة الخارجية و انقطاع ليمان بين النواة الخارجية و الداخلية

الجزء الثاني :

1- استغلال معطيات الوثيقة (2) :

- **تحليل النتائج الموضحة في الشكل (1) : يمثل الشكل (1) نتائج قياس تغير الموجات الزلزالية الحجميةو تغير الكثافة بدلالة العمق في الطبقات الداخلية للقمر.**
- **من 0 إلى 1400 كلم : نسجل انتشار كلا النوعين من الموجات الزلزالية الحجمية P,S ما يدل على ان الطبقات صلبة . الانه يلاحظ تزايد فجائي للموجات الزلزالية و الكثافة يدل على وجود انقطاع هام عند العمق 40كلم ..**
- **و نلاحظ انخفاض كبير في سرعة الموجتين على عمق (1280كلم الى 1400كلم) ما يدل على أن الطبقة لدنة (مرنة) .**
- **من 1400 إلى 1500 كلم نلاحظ اختفاء الموجات S و تسجيل الموجات P فقط ما يدل على ان الطبقة سائلة**
- **من 1500كلم الى 1738 نسجل تزياد في سرعة الموجة P و عودة تسجيل الموجة S مايدل على أن الطبقة صلبة .**
- **نستنتج ان القمر يتركب من طبقات متراكزة تختلف من حيث الطبيعة الفيزيائية تفصل بينها انقطاعات :**
- **طبقة صلبة رفيعة سمكها لا يتجاوز 40 كلم ، تليها طبقة صلبة اعلى كثافة سمكها يتراوح بين العمق (40 الى 1400 كلم) تنقسم الى طبقة علوية صلبة تماما و طبقة سفلية لدنة و تليها طبقة سائلة (1420كلم الى 1500كلم) و طبقة مركزية صلبة (1500الى 1738 كلم) .**
- **استغلال الشكل (2) : نقارن سرعة انتشار الموجة P في صخور الارض مع سرعة انتشارها في القمر**
- **نلاحظ أن سرعة الموجة P في البازلت المكون للقشرة الارضية (4- 5.8 كلم /ثا) يتوافق مع سرعتها في الطبقة السطحية من القمر التي لا يتجاوز سمكها 40كلم . و سرعتها في البيريدوتيت الذي يكون برنس الارض تتناسب مع سرعتها في الطبقة الصلبة التي يتراوح سمكها بين عمق (40 الى 1420 كلم) .**
- **نستنتج ان القمر والارض يتشابهان في طبيعة الصخور و بالتالي البنية الداخلية لهما .**

- نستخلص : من مقارنة المعطيات التي قدمتها انتشار الموجات الزلزالية في القمر مع تلك المحصل عليها في الارض يتبين أن للقمر بنية داخلية مشابهة لحد كبير مع الارض .

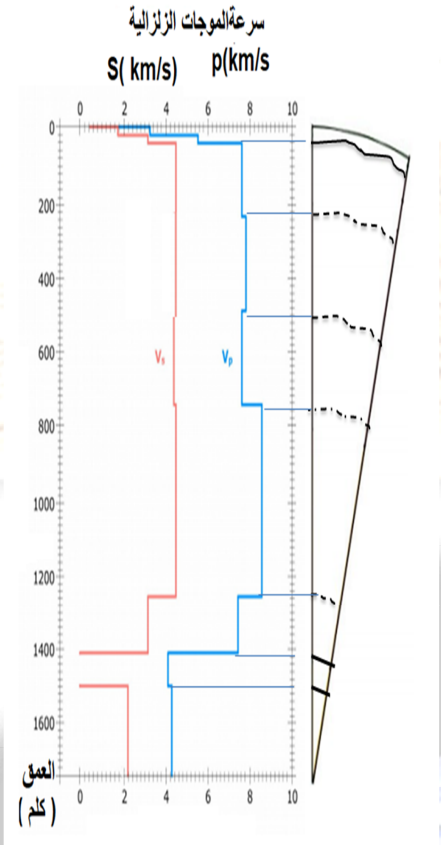
- قشرة بازلتية رفيعة تشبه القشرة المحيطية للارض .

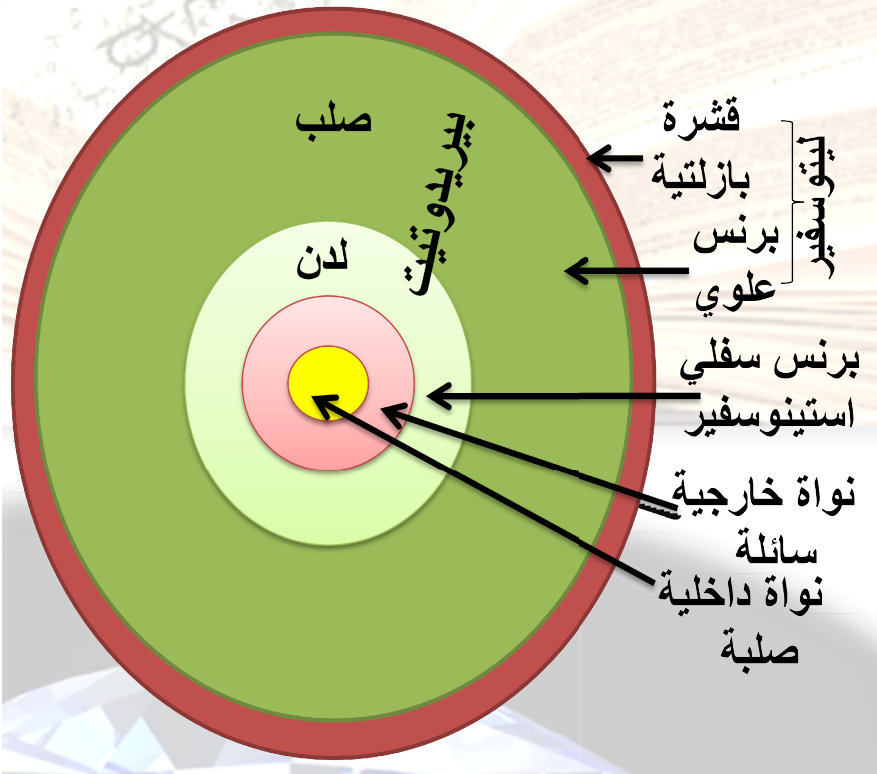
- برنس من طبيعة بريدوتية .ينقسم الى برنس علوي صلب و بالتالي يشكل مع القشرة ليتوسفير و برنس سفلي لدن يشكل الاستينوسفير .

- نواة خارجية سائلة.

- نواة داخلية صلبة .

2- اقتراح رسم تخطيطي يوضح البنية الداخلية للقمر :





رسم تخطيطي يوضح نموذج للبنية الداخلية للقمر