مطبوعات الأستاذ: آيت عبد الرحمان فضيل

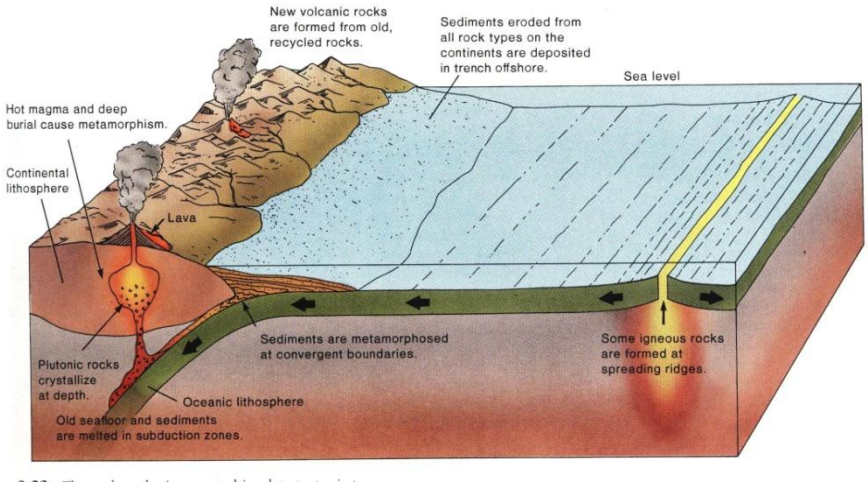
المجال II: الجيولوجيا التكتونية العامة

ملخص الوحدة 1 :

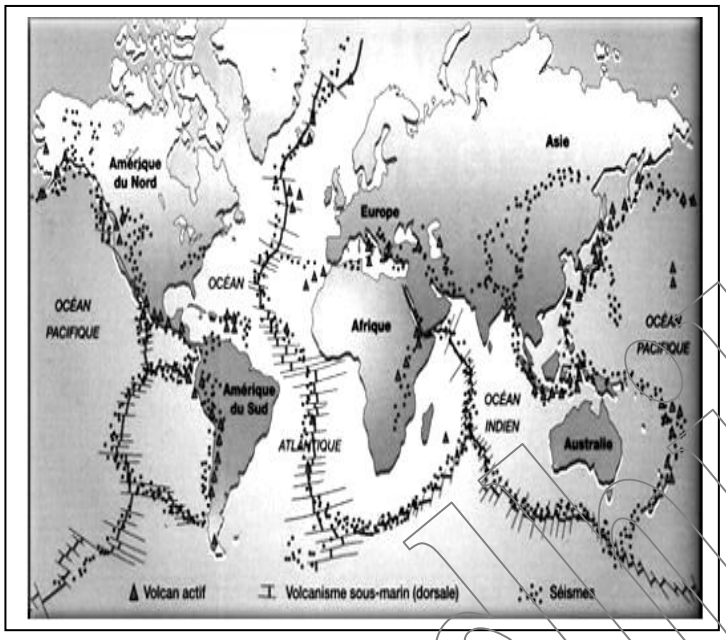
النشـــــاط التكنونـــي للصفائـــــــــح

السنة الدراسية: 2019/2018

المستوى: السنة الثالثة علوم تجريبية



تحديد الصفائح التكتونية



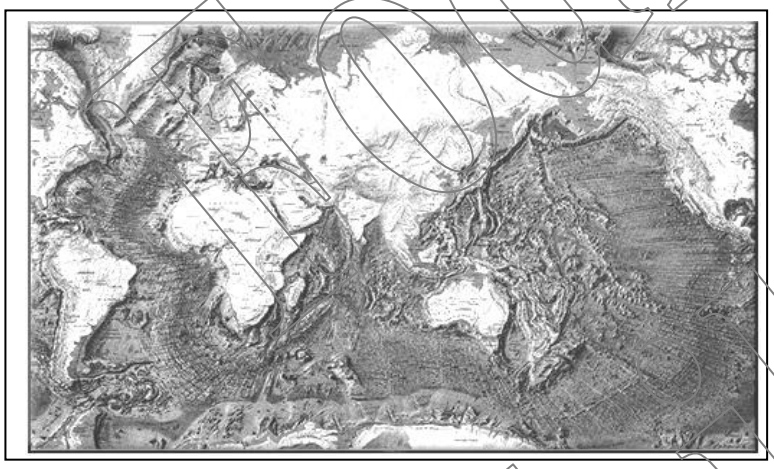
تنقسم القشرة الأرضية إلى عشرات الألواح الصلبة التي تكون في كما حركة دائمة، والتي نادرا ما تنطبق حدودها مع حدود القارات والمحيطات. أن انتشار المراكز السطحية للزلازل والبراكين في مناطق خاصة من العالم، تتمثل في تضاريس قيعان المحيطات (كالظهرات والخنادق) ومناطق نشأة الجبال الحديثة.

إشكالية: فما هي حدود الصفائح التكتونية؟ وهل لهذه التضاريس علاقة بالحدود؟

1/ توزيع الزلازل والبراكين في العالم:

تمثل الخريطة التالية توزع المراكز السطحية :

يتبين من الخريطة أن توزع الزلازل والبراكين في العالم يكون منتظما ومتطابقا وفق أحزمة موجهة تمثل المناطق الهشة في القشرة الأرضية.



2/ توزع تضاريس قاع المحيطات والسلاسل الجبلية الحديثة:

تقسم مختلف المحيطات تراكيب جيولوجية مميزة كالظهرات وسط أو محيطية (سلاسل جبلية بركانية متطاولة تقسمها فوالق تحويلية)الخنادق البحرية (مناطق غائرة تحت المحيط) أما الجبال الحديثة التكوين فتظهر على شكل أحزمة باللون عاتم في القارات في الخريطة المقابلة:

تحديد نقاط توزع كل من الزلازل والبراكين في العالم: تتوزع الزلازل بشكل عام في السلاسل الجبلية الحديثة وفي مناطق الشقوق الكبيرة من القشرة الأرضية كما ترتكز الزلازل العميقة في المناطق التي بها أغوار بحرية سحيقة العمق.

أما البراكين فتتواجد في المناطق القارية وفي مناطق السلاسل الجبلية التي توجد على حافات القارات بجوار أغوار محيطية

العميقة مثل الغور الموجود أمام الجزر اليابانية.

Fodil Ait

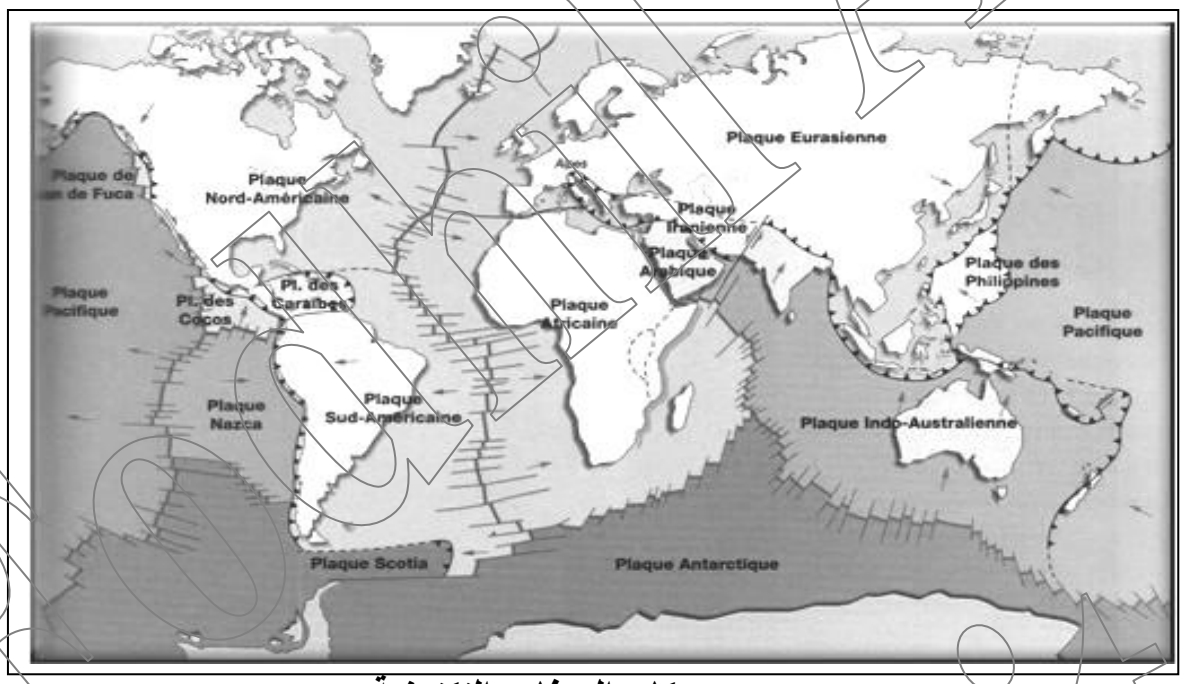
حدود أهم الصفائح التكتونية : ممثلة في الخريطة المقابلة :

أنواع الصفائح التكتونية: صفائح محيطية، قارية ومختلطة.

خلاصة: ينقسم الغلاف الصخري (الليتوسفير) إلى عدة صفائح صلبة:

الصفيحة التكتونية منطقة غير نشطة،يمكن أن تكون محيطية،قارية أو مختلطة.

–تُفصل الصفيحة التكتونية عن الصفائح المجاورة بمناطق نشطة تميزها حركات زلزالية و بركنة قوية وتضاريس خاصة مثل : سلسلة جبلية لقيعان البحار (ظهرات) خندق محيطي، سلسلة جبلية قارية...



حركات الصفائح التكتونية

تتوسع القشرة الأرضية على المستوى الظهرات وتتقلص على مستوى مناطق الهدم.

إشكالية: فما هي الأدلة العلمية على ذلك؟ وما هي العواقب الناتجة على مستوى الكرة الأرضية؟

I. حركات التباعد:

1/ مضاهاة الصخور القديمة لقارتي أمريكا الجنوبية وإفريقيا:

تبين الوثيقة المقابلة انتشار الأراضي القديمة التي يفوق عمرها 250 مليون سنة على مستوى قارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية.

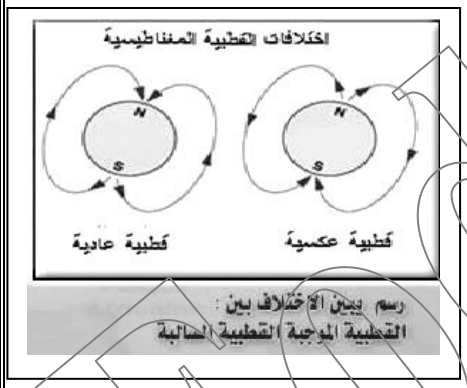
يتبين من الخريطة وجود تكامل بين الحدود الغربية لإفريقيا والحدود الشرقية لأمريكا الجنوبية، كما أن هناك تماثلا بين الأشكال الجيولوجية للقارتين(نوع الصخور وعمرها)، وقد أظهرت الدراسات المستحاثية للقارتين وجود مستحاثات نباتية وحيوانية عاشت في نفس الفترة الزمنية في القارتين.

من خلال ما سبق نستنتج أن القارتين كانتا كتلة واحدة ثم افترقتا عبر الأزمنة الجيولوجية

2 / دراسة مغنطة صخور القشرة المحيطية:

أ) دراسة المغنطة الأرضية:

تحتوي الحمم البازلتية على عدد كبير من المعادن الحديدية-المغنيزية (مثل المغنتيت) الذي يأخذ شكلا إبريا، والتي لها خاصية المغنطة عندما تنخفض درجة حرارتها إلى أقل من 578 °م (نقطة Curie). يحافظ هذا الصخر على مغنطته إذا لم يتعرض للتسخين مرة أخرى وبالتالي يمكن استخدامه كبوصلة "مستحاثية" لتحديد اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي القديم في الفترة التي تشكل فيها، وذلك باستعمال جهاز حساس يدعى: Magnétomètre .



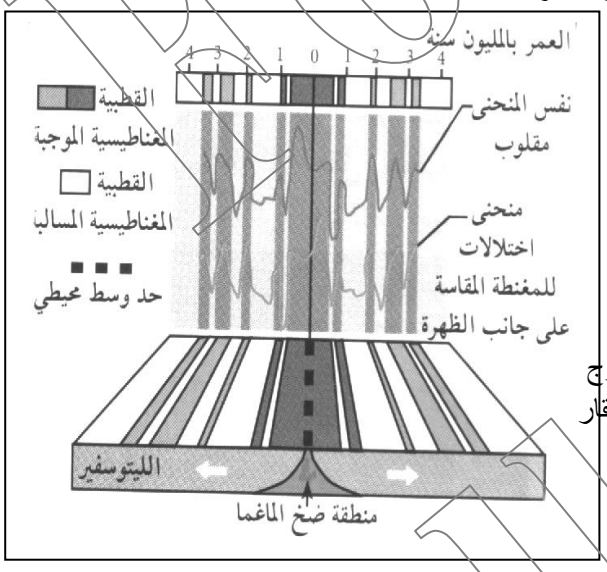
رسم يبين الاختلاف بين القطبية الموجبة القطبية السالبة

يتولد عن الكرة الأرضية حقل مغناطيسي ناتج عن دوران الأرض حول نفسها، وحركة مادة النواة الأرضية المكونة أساسا من النيكل والحديد من جهة ثانية، فتأخذ الأرض حينئذ سلوك قضيب مغناطيسي كبير.

يكون اتجاهه الحالي من الجنوب إلى الشمال : القطبية الموجبة (العادية)، أما مساره من الشمال إلى الجنوب : القطبية السالبة (العكسية).

ب) مغنطة قاع المحيطات:

تم قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي جنوب إسلندا (على جانبي الظهرة وسط المحيطية)عن طريق المسح بواسطة جهاز يسحب بالطائرات أو البواخر، مما يسمح بتحديد الاختلالات المغناطيسية (الموجبة والسالبة) لصخور القشرة المحيطية.

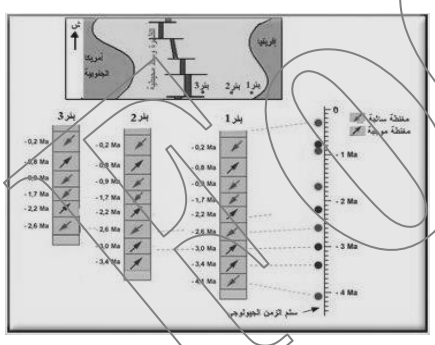


فتم الحصول على المنحنى المقابل وكذا المنحنى المقلوب (أعلاه). من مقارنة المنحنيين يتبين وجود تطابق بينهما، دلالة على أن المغنطة تتغير بالتناظر على جانبي محور الظهرة حيث أنه إذا قطعنا مسافة معينة عن محور الظهرة فسنجد نفس اتجاه المغنطة إذا قطعنا نفس المسافة من الجهة المقابلة من محور الظهرة كما نلاحظ أن عمر الصخور يزداد كلما ابتعدنا عن محور الظهر كما أنه يتغير كما تتغير المغنطة (بالتناظر على جانبي محور الظهرة).

ويفسر ذلك أن قاع المحيط في توسع مستمر، حيث تتشكل صخور جديدة بعد خروج فتدفع الصخور الأقدم منها في الاتجاهين، ينتج عن ذلك توسع المحيط وزحزحة القار

ج) تجديد عمر الصخور الرسوبية المكونة لقاع المحيط:

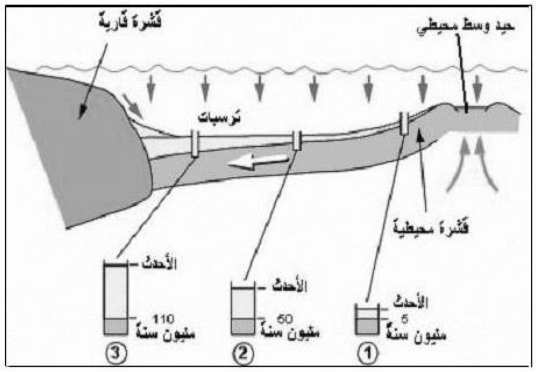
مكن حفر ثلاث آبار محيطية في مناطق مختلفة من المحيط، من تحديد عمر الصخور الرسوبية المكونة لقاع المحيط. بالاعتماد على المستحثات المتواجدة بها، وعن طريق قياس اتجاه مغنطتها.



بالمضاهاة بين الآبار الثلاثة يتبين أنه كلما ابتعدنا عن محور الظهرة يزداد سمك الرسوبيات، تتغير مغنطتها من جهة ويزداد من جهة أخرى عمر الطبقات.

حيث أن غياب الطبقات السفلى (الأقدم) في البئرين 2 و 3 يعود إلى عدم توضّعها كون البئرين تشكلا حديثا

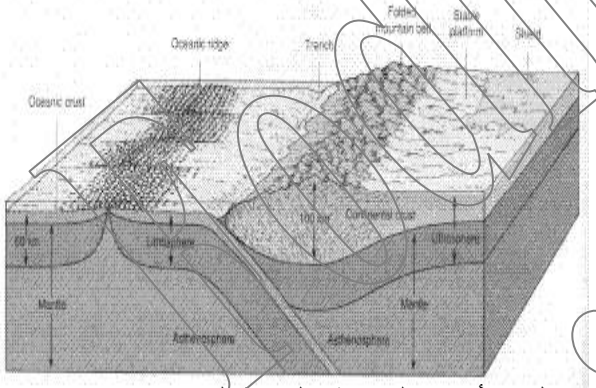
I. حركات التقارب:



يؤدي تباعد الصفائح إلى توسع المحيطي على مستوى الظهرات فكيف نفسر عدم زيادة حجم الكرة الأرضية ؟
الفرضيات المقترحة : يؤدي اتساع القشرة على مستوى الظهرات نتيجة الحركة التباعدية للصفائح التكتونية إلى تقلص القشرة في مناطق أخرى نتيجة الحركة التقاربية للصفائح .

1) نمذجة الحواف النشطة للقشرة الأرضية:

نلاحظ في الوثيقة أن تباعد الصفيحتين أدى إلى تكوين ظهرة وسط المحيط (اتساع قاع المحيط) بينما التصادم بين الصفيحة المحيطية والقارية أدى إلى غوص الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية (تقلص في القشرة المحيطية)
ويفسر ذلك بكثافة القشرة المحيطية العالية لتشبعها بالماء. تعرف هذه المناطق (مناطق الغوص) نشاطا زلزاليا وبركانيا كبيرين، حيث أن زلزال سدن سالفادور 2001 مثال عن ذلك كما أن البراكين التي تنشأ في المنطقة من النوع الإنفجاري.



2) دراسة مخطط بينيوف (Plan de Benioff) :

تتوزع البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية ويختلف عمقها من منطقة لأخرى حيث ترتبط مع نوع الحركات التكتونية
التي تتعرض لها الصفائح.
تمثل الوثيقة (12-أ) ص 246 من الكتاب المدرسي خريطة توزع الزلازل في أمريكا الجنوبية والمحيط الهادي، بينما تمثل الوثيقة (12-ب) مقطعا زلزاليا في الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية.
حيث أن توزع المراكز السطحية للزلازل يدل على أحد حدود الصفائح: صفيحة محيطية (صفيحة نازكا) وصفيحة قارية (صفيحة أمريكا الجنوبية).
من خلال المقطع (س-ص) يتبين أن عمق البؤر الزلزالية يزداد كلما دخلنا إلى القارة، أي أنه كلما ابتعدنا عن حدود الصفيحة زاد عمق البؤر الزلزالية. بوصل المراكز الزلزالية يتشكل مستوى يمتد انطلاقا من الحد الفاصل بين اللوح الطافي والغائص في اتجاه اللوح الطافي.

تفسير تقلص القشرة الأرضية على مستوى مناطق الغوص:

عند ارتطام صفيحة محيطية بصفيحة قارية نتيجة التقارب فإن القشرة المحيطية تنثني وتغوص في النطاق الوهن (الاستينوسفير Asthénosphère) وأثناء نزول الصفيحة المحيطية تقوم الصفيحة القارية من فوقهما بكشط ما يعلوها من رسوبيات غير متماسكة لذا نجد أن مثل الطاهرة تضيف المزيد من الرسوبيات المتراكمة على طول القارة نتيجة لعوامل التعرية.

ومع هبوط اللوح المتحرك ودخوله النطاق الوهن الساخن فإن مكوناته وما يحمله من رسوبيات مشبعة بالماء تبدأ في الانصهار (التقلص) وبالرغم من أن هذه العملية غير مفهومة التفاصيل إلا أن الانصهار الجزئى لهذا الخليط من الصخور البازليته والرسوبيات يعطى صهيرا مماثلا لصخور الأنديزيت أو الغرانيت أحيانا . وحيث أن الصهير الناتج يكون أقل كثافة من صخور الوشاح . فإن هذه المكونات تبدأ بالصعود تدريجيا حال تراكم كميات كافية منها . ومعظم الصهير الصاعد يبرد ويتبلور عند أعماق تبلغ عدة كيلومترات . أما الباقي فقد يخرج على السطح لينتج عنه أنشطة بركانية أحيانا.

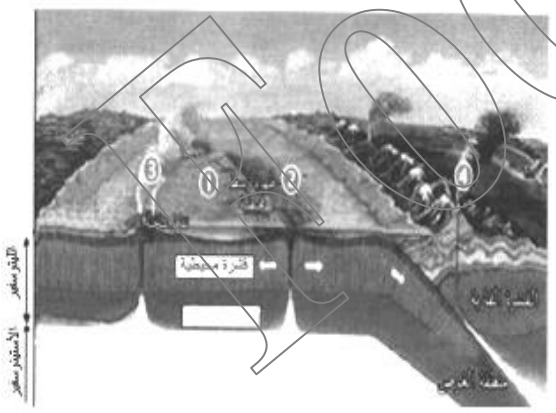
خلاصة:

-يمكن للصفائح أن تتباعد أو أن تتقارب.
-يمكن تبرير حركات التباعد من خلال : زحزحة القارات والتوسع المحيطي.
-يحدد عمر قاع المحيطات اعتمادا على الاختلالات المغنطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي.
-يزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري على جانبي الظهرة و هذا ما يدل على تباعد الصفائح التكتونية عن بضعها البعض.
-تتجلى حركات التقارب على مستوى الحدود المقابلة لمناطق التباعد بغطس صفيحة ما تحت صفيحة أخرى ويدعى هذا بالغوص) مثل غوص الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوربية.
-ينقسم الغلاف الصخري (الليتوسفير) إلى عدة صفائح متحركة عن بعضها البعض .و هذا ما يدعى بنظرية تكتونية الصفائح.

الطاقة الداخلية للكرة الأرضية

تتكون القشرة الأرضية من صفائح صلبة تتحرك إما تباعديا أو تقاربيا.
إشكالية: على ماذا ترتكز وتتوضع هذه الصفائح؟ وما مصدر طاقتها؟

1/ مظاهر تسرب الطاقة:



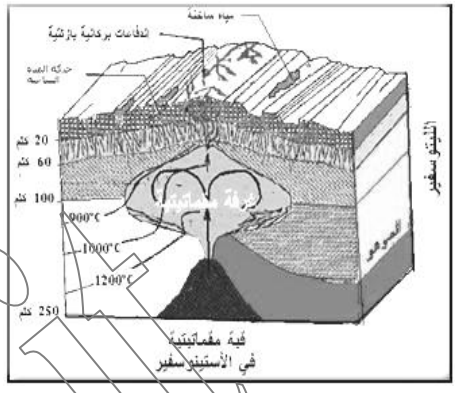
تظهر الوثيقة المقابلة أن الألواح التكتونية (الليتوسفير) ترتكز على طبقة الهون (الأستينوسفير) وهي طبقة أقل صلابة (لزجة).أما الوثيقة التي تليها فتبين مظاهر تسرب الطاقة حيث أن الطاقة الداخلية للأرض يمكنها أن تتسرب انطلاقا من الظهرات وسط المحيطية في شكل حمم بركانية أو بواسطة المياه الساخنة المحملة بالمعادن الثمينة والتي تظهر على سطح الأرض في شكل ينابيع.
كما نلاحظ أن الطاقة الداخلية للأرض تزداد بزيادة العمق

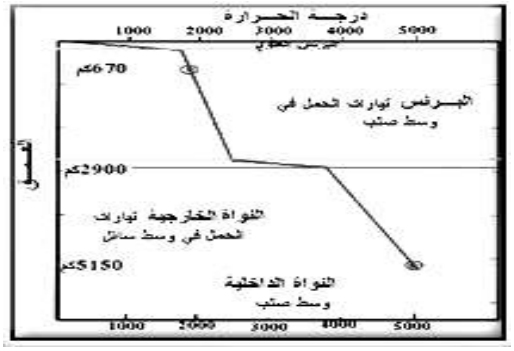
2/ مصادر الحرارة الأرضية:

يمثل الشكل المقابل منحنى التدرج الحراري الأرضي بدلالة العمق: حيث أن درجة الحرارة تزداد بزيادة العمق، ومعدل زيادتها يختلف باختلاف الخصائص الفيزيائية لطبقات الكرة الأرضية
أمكن تقدير متوسط الحرارة المنبثقة عن القشرة الأرضية (الطاقة الأولية: المجمعة داخل الكرة الأرضية أثناء تشكلها) من وضع الجدول الأول، أما الجدول الثاني

وبالتالي يمكن حساب الطاقة الكلية في المتسربة في الحالتين:

Fouilali





	كمية الحرارة (mW/m^2)	المساحة (Km^2)	الطاقة المنبثقة (W)
القارات	58.6	$10^6 \times 149.3$	$10^{12} \times 8.7$
السطيحة القارية	54.4	$10^6 \times 52.2$	$10^{12} \times 2.8$
القشرة المحيطية	67	$10^6 \times 308$	$10^{12} \times 20.7$
الطاقة الكلية			**$10^{12} \times 32.2$**

المستويات	الحجم ($كم^3$)	الطاقة المنبثقة (واط/$كم^3$)	الطاقة الكلية الناتجة (واط)
القشرة القارية	$10^9 \times 4.5$	$10^{12} \times 5$	$10^{21} \times 22.5$
القشرة المحيطية	$10^9 \times 4.0$	$10^{12} \times 0.06$	$10^{21} \times 0.24$
البرنس	$10^9 \times 920$	$10^{12} \times 1.3$	$10^{21} \times 1196$
الطاقة الكلية			**$10^{21} \times 1218$**

بمقارنة النتائج يتبين أن الطاقة الحرارية الأرضية الناتجة عن الإشعاع الذري أكبر بكثير من الطاقة الأولية.

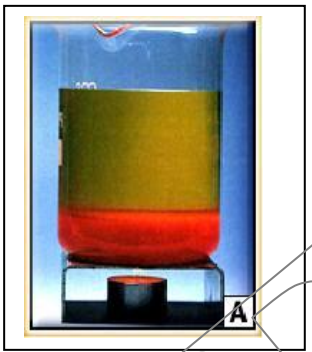
2/ المحرك الأساسي لحركة الصفائح التكتونية (نمذجة الظاهرة):

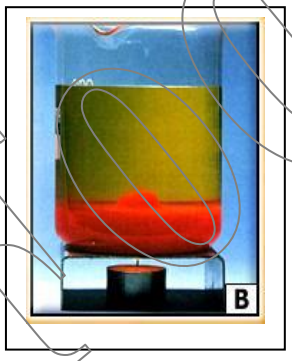
تبين من النشاطات السابقة أن طاقة المستويات العليا منخفضة أما المستويات السفلى فطاقتها عالية، حيث تعمل تيارات من المواد تدعى تيارات الحمل على نقل الطاقة من الأسفل إلى الأعلى ثم من الأعلى إلى الأسفل، فما علاقة تيارات الحمل بحركة الصفائح؟

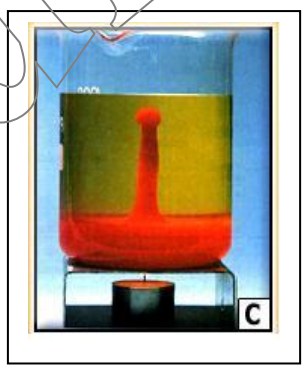
يدخل سائل قابل للتمدد عند تسخينه في حركة دورانية، إنها تيارات الحمل، المثال على ذلك حركة الماء المغلي حيث تصبح الجزيئات القريبة من المصدر الحراري خفيفة فتمد إلى السطح وعند ملامستها للهواء تبرد فتصبح ثقيلة فتنزل إلى القاع.

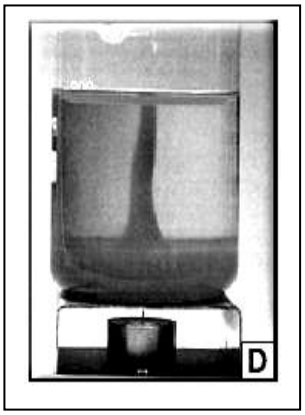
لنمذجة تيارات الحمل نضع زيتا في بيشر ونحقن أسفل منها زيتا ملونا، على السطح تطفو قطعتي خشب متلامستين (صفائح)،

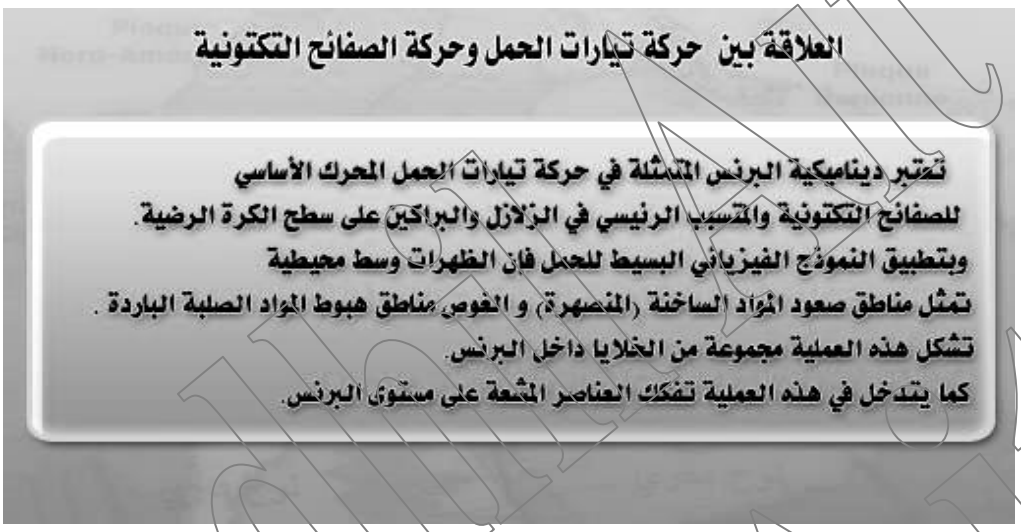
ونقوم بتسخين الزيت باستعمال شمعة. فنلاحظ صعود الزيت الملونة في شكل تيار صاعد انطلاقا من المنبع الحراري وبوصولها إلى السطح تتمدد ثم تغوص على جوانب البيشر.



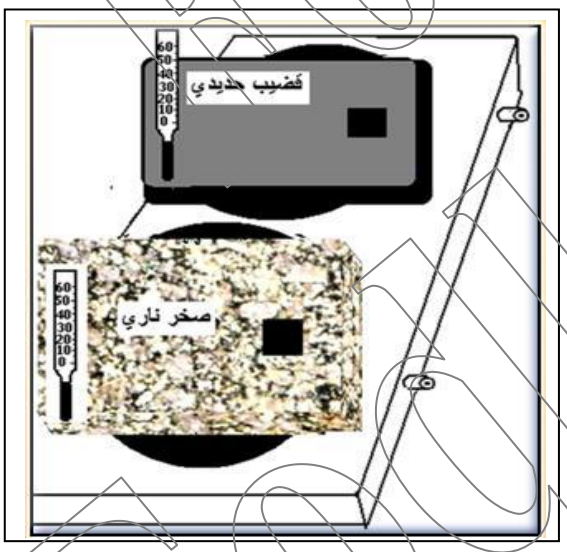








3/ المقارنة بين ناقلية الصخور وناقلية الحديد:



- **<u>تجربة:</u>**
- **نأخذ صخراً نارياً أو متحولا وقطعة حديدية من نفس الحجم.**
- **نصل طرفيهما بمنبع حراري ونقيس درجة الحرارة بواسطة مجرار في الطرف الثاني، وذلك كل 30 ثا.**
- **بعد 3 دقائق، ننزع المنبع الحراري ونقيس الحرارة كل 30ثا.**

ماذا تلاحظ؟

النتائج المحصل عليها في الجدول التالي

الزمن (ثا)		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
درجة الحرارة	قطعة الحديد	20	25	31	39	50	62	75	70	60	45	30
	الصخر	20	21	22	25	28	31	35	34	32	30	28

بالمقارنة يتبين أن الحديد ناقل جيد للحرارة حيث يسخن بسرعة ويفقد الحرارة بسرعة عكس الصخر (ناقل سيء للحرارة).

تعد الطاقة الداخلية للأرض محركا أساسيا لتنقل الصفائح الليتوسفيرية فوق الأستينوسفير.
أن حركة الصفائح التكتونية ناتجة عن الحركة البطيئة والضخمة للمواد داخل البرنس وتحويل الطاقة الناتجة عنها نحو السطح.
تنتج هذه الحركات عن الاختلاف في درجة الحرارة بين المستويات السفلى والعليا للبرنس حيث أن درجة الحرارة تزداد بزيادة العمق.
تصدر حرارة الكرة الأرضية عن مصدرين أساسيين:
- الحرارة الأولية المجمّعة داخل الكرة الأرضية أثناء تشكل هذه الأخيرة والمنبثقة عن القشرة والبرنس الأرضي.
- التحلل الذري لبعض العناصر المشعة كاليورانيم (U235، U238)، البوتاسيوم (K40) والثوريوم (Th232) الناتجة عن عملية التمدد القشري وصعود المواد الصخرية.
تتسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة ظاهرة الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) وهذا لكون الصخور ناقل سيء. وعليه فإن تيارات الحمل هي أحد محركات الصفائح التكتونية والتي تتمثل في صعود مواد ساخنة على مستوى الظهرات المحيطية ونزول مواد باردة على مستوى مناطق الغوص.
يعود تباعد الصفائح التكتونية إلى صعود طفوح بركانية آتية من البرنس على مستوى على مستوى الظهرات.
يعود غوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية لكونها أكثر كثافة

Forum Net

بالتوفيق في المراجعة للبكالوريا

أستاذ المادة :
آيت ع الرحمان فضيل

: