سلم تصحيح أسئلة مقرر
الجيوفيزياء العامة لطلاب السنة الثانية - جيولوجيا
د. نعيم أحمد

السؤال الأول: الحركة الزلزالية - الصفائح التكتونية (6 درجات):
تنشأ هذه الحركة عن قوى قص أو احتكاك عند الحواف الناتجة للزلازل الصفائح التكتونية أفقياً بمحاذاة بعض البقع، وهي أشد المصدر الناقلة للحركة فالقة سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية وفالقة النجم الميت شمال غرب الجزيرة العربية.

السؤال الثاني: مصادر الطاقة الأرضية:
(4 درجات)
أ- أشعة الشمس
ب- الخواص الحرارية للتكتونيات الجيولوجية
ج- التدفق الحراري القادم من أعماق الأرض الناجم عن عمليات الاشعاع.

السؤال الثالث: المغنطيسية المتبقية وأنواعها:
(8 درجات)
المغنطيسية المتبقية: هي تلك الدائمة في معظم صخور القشرة الأرضية، وخاصة الصخور النارية، وهي تعتمد على كمية معادن الفيرومغنتال وطبيعتها، وعلى شدة الحقل المغنطيسي السائد أثناء تكون الصخر.
الأنواع: المغنطيسية المتبقية متعددة الأنواع وهي المتكونة في أربعة:
(لكل نوع درجة)
1) المغنطيسية الأزلية: وهي تنتج لتعرض الصخر لفترة قصيرة وتزداد بتعرضه لفترة طويلة لحقل مغنطيسي.
2) ذاتية الانعكاس: تتكون في الصخر باتجاه معاكس لاتجاه الحقل المغنطيسي السائد.
3) المغنطيسية المتبقية الترسيبية: وتتكون نتيجة توجه الذرات باتجاه الحقل السائد أثناء ترسيبها في وسط ترسيبي ذي مياه هادئة.
4) المغنطيسية المتبقية البلورية أو الكيميائية: تتكون أثناء تبلور البلورات الصغيرة.
5) الصفائحية: تنتج لتعرض الصخر لضغط مرتفع بوجود حقل مغنطيسي خارجي وهي درجة معينة من الحرارة.

(الجزء الأول)
د. نعيم أحمد

سلم علامات مقرر الجيوفيزياء العامة
لطلاب السنة الثانية جيولوجيا
الجزء الثاني

السؤال الرابع :.....(١٥ علامة)

عدد أنواع المجرات واشرح بالتفصيل مجرة درب التبانة.

المجرات:

١- المجرات الإهليلجية (بيضاوية).٢-المجرات الحلزونية (لولبيه).٣-المجرات العدسية.

٤ - المجرات غير المنتظمة (الشاذة).٥-المجرات القزمة الصغيرة.

مجرة درب التبانة:

المجرة عبارة عن تجمع هائل ومركز للشموس، ويوجد لها نوعان رئيسيان: البيضوي والحلزوني. هذه الأنواع جرى اكتشفت في العشرينات من القرن الماضي من قبل عالم الفلك المشهور Edwin Hubble. الملاحظات الكونية أظهرت وجود العديد من المجرات، وأغلبها تصنف في قسم المجرات القزمة. التقديرات الرياضية تشير إلى أن هناك حوالي 1000 بليون مجرة. ولكن إذا ظهر أن الكون لانهاية له فأن عدد المجرات أيضا لانهاية له. مجرتنا تسمى درب التبانة، milky way وهي ثاني أكبر مجرة في منطقتها. تقع المجموعة الشمسية في أحد أذرع المجرة التي نعيش فيها و نراه على صفحة السماء على هيئة الطريق اللبني المعروف (Milky Way) و أطلق عليه العرب قديما سكة التبانة.

تملك مجموعتنا الشمسية حوالي 200 مليار نجمة، وقطر المجرة يصل إلى حوالي 100 ألف سنة ضوئية، ووزنها يعادل 1000 مليار وزن الشمس، وأقرب جار إليها هو مجرة Sagittarius والسحابة الكونية Magellanska. تعد مجرتنا من أكبر المجرات في المنطقة ولا يتجاوزها في الحجم إلا مجرة واحدة. تتألف مجرة درب التبانة، حسب ما نعلمه عنها، من أربعة أجزاء، المنطقة المركزية الكثيفة، الصفيحة المجرية التي تحوي الأذرع الحلزونية ، القبة البالونية المحيطة بالصفيحة والتي تبدو مظلمة بالرغم من أنها تحوي على أقدم النجوم، وأخيراً الامتدادات ما بعد القبة المجرية.

يبلغ قطر المنطقة المركزية حوالي 20 ألف سنة ضوئية وهي منطقة من الصعب رؤيتها لكونها مختبئة في غيوم كثيفة من الغاز والغبار الكوني. ولكن نعلم إن أغلب النجوم في هذه المنطقة من النجوم القديمة، ولهم من العمر حوالي 10 مليار سنة أو أكثر، كما أن المنطقة كثيفة النجوم للغاية. في منتصف المنطقة المركزية يوجد ثقب أسود كبير تبلغ كثافته 2.5 مليون مرة كثافة شمسنا.

تقع مجموعتنا الشمسية في الصفيحة المجرية وتبعد حوالي 27 ألف سنة ضوئية عن المركز. نجد في الصفيحة أيضاً خمسة أذرع هائلة للمجرة، هناك حيث تولد النجوم الجديدة باستمرار. تُعدّ شمسنا التي تبلغ من العمر 4.5 مليار سنة، وهي واحدة من بين النجوم المتوسطة العمر.

غالباً ينظر المرء إلى مجرة درب التبانة على أنها صفيحة كبيرة تدور حول مركزها. نحن لا ننتبه إلى قبة هائلة تُعدّ أيضاً جزءاً منها، وهي تظهر وكأنها مساحة فارغة على الرغم من أنها تحتوي على العديد من النجوم المظلمة والقديمة من كل الجهات.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بعد القبة المجرية المظلمة تبدأ منطقة أخرى لها كثافة أكبر من كثافة مجرة التبانة بأكملها. لا أحد يعلم من ماذا تتألف هذه المنطقة حتى الآن إذ لم يتمكن أحد من رؤيتها. وبسبب عدم وجود مصادر أخرى للمعلومات قام العلماء بوضع استنتاجات عن طبيعة هذا الوجود من خلال قوة تأثير جاذبيته على المجرة.

تملك المنطقة الرابعة مفتاح توضيح سبب نشوء مجرة درب التبانة وكيفيته، ولكشف هذه الخفايا يحتاج المرء إلى القيام بأبحاث وتحقيقات دقيقة جداً.

سنستعرض أربعة أدلة تساهم في معرفة تاريخ نشوء مجرة درب التبانة وهي:

الدليل الأول المستخدم لمعرفة تاريخ نشوء مجرة درب التبانة هو عمر النجوم، إذ إن أقدم النجوم يصل عمرها إلى حوالي 13 مليار سنة. هذا يعني أن مجرتنا نشأت بعد فترة قصيرة من الانفجار العظيم الذي جرى قبل حوالي 14 مليار سنة. في ذلك الوقت كان الكون أصغر مما هو عليه اليوم، وهذا يعني حدوث العديد من الاصطدامات بين ما يسمىprotogalaxy التي تُعدّ الشكل السابق للمجرات الحالية. هذا وحده يكفي لاستنتاج أن الاصطدامات أدت دوراً رئيسياً في ولادة مجرة الشتاء

الدليل الثاني المستخدم إن النجوم القديمة والنجوم اليافعة موجودة في مناطق منفصلة عن بعضها البعض كثيراً. أكثر النجوم القديمة نجدها في المنطقة المركزية، في حين أن النجوم اليافعة تتركز في الصفيحة. من هنا نستنتج أن المركز والقبة البالونية نشؤوا أولاً، في حين نشأت الصفيحة فيما بعد.

مع هذا الاستنتاج سيكون من الغرابة أن نعلم إن ليس جميع نجوم القبة البالونية هم نجوم قديمة. ونحن نعلم أن كثافة الغاز في هذه المنطقة لا يكفي لنشوء نجوم يافعة. من هنا الاعتقاد أن أغلب النجوم اليافعة في القبة البالونية هي من بقايا المجرات القزمية الأخرى التي ابتلعتها مجرتنا وضمتها إليها. لذلك وعلى الرغم من أن القبة قديمة إلا أن طور النشوء والتطور امتد لفترة طويلة.

ابتلاع مجرتنا لمجرات أخرى ظاهرة ليست نادرة إنها تحدث ألان بالضبط. مجرة درب التبانة تقوم ألان بابتلاع مجرة قريبة تسمى Sagittarius galaxy. غير أن هذا الأمر يحدث في الطرف الآخر من المجرة ويبعد عنا حوالي 80 ألف سنة ضوئية، ولهذا السبب لم يتمكن الفلكيون من اكتشاف هذا الحدث إلا في عام 1994. تشير حسابات الفلكيين إلى أن الأمر سيستغرق 100 مليون سنة أخرى حتى تزول آثار المجرة المبلوعة، وتضيع نجومها في داخل مجرة درب التبانة.

الدليل الثالث المستخدم هو حركة النجوم. في المنطقة المركزية والقبة البالونية تدور النجوم ببطء، في حين النجوم في الصفيحة تدور بسرعة كبيرة حول المركز تصل إلى 200-300 كيلومتر في الثانية. من هنا نرى إن ما يسمى اللحظة النبضية عالي الصفيحة بالنسبة إلى المنطقة المركزية والقبة البالونية.(الدورة النبضية هي المدة التي تستغرقها الذبذبة لقطع المسافة من سطح النجم إلى أعماق باطنه والرجوع ثانية، ولهذا فإن النجوم الكبيرة الشديدة التألق تكون دوراتها أطول من النجوم الأصغر والأضعف).

هذا الأمر من الصعب توضيحه من خلال نظرية ابتلاع مجرتنا مجرات أخرى، لكون المجرات التي ضُمّت وكونت مجرة الشتاء لابد أنها فقدت القسم الأكبر من اللحظة النبضية. وعلى العكس يجب أن يكون الغاز الذي تتكون منه الصفيحة التي نشأت عنها النجوم حافظت على لحظتها النبضية العالية بطريقة من الطرق، بعد اصطياد مجرة الشتاء لها.

في سعي الفلكيين لتفسير هذا الأمر يقترح البعض أن المجرات القديمة proto galaxy، ببساطة فقدت قسماً كبيراً من غازها نتيجة انفجار سوبرنوفا. في هذه الحالة تكون قد قذفت إلى الخارج غازاً حاراً غنياً بالمواد المشعة الثقيلة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

، وكان من الحرارة إلى درجة لم يكن بإمكان جاذبية المجرة أن تبقيه داخلها، وبهذا الشكل حافظت على مستوى سرعة دورانها. ولايزال الفلكيون يعلمون القليل عن هذا الأمر.

الدليل الرابع نجده في المستقبل البعيد للمجرة. كافة القياسات تشير إلى أن مجرة درب التبانة ستفقد بعض أذرعها الحلزونية، ويتغير شكلها بعد بضعة مليارات من السنين. هذا الأمر سيحدث عندما تصطدم مجرة جارة هائلة Andromeda galaxy، مع مجرتنا بعد ستة مليارات سنة. تبعد اندرو ميدا عنا مسافة 2.7 مليار سنة ضوئية، ولكون هذه المجرة بنفس حجم مجرتنا فلن يكون الأمر على شكل ابتلاع بسيط كما يحدث الآن، بل اصطدام بكامل أبعاده.

لقد أظهرت دراسة مجموعة مجرية بعيدة كيف كان شكل الكون قبل 3-4 مليار سنة. في ذلك الوقت كان 30% من المجرات حلزونية تماماً مثل مجرتنا اليوم. أما بقية المجرات كان لها الشكل البيضوي أي مجموعة كبيرة من النجوم بدون أذرع أو غيمة كونية.

في مجموعات مجرية قريبة، حيث الضوء انطلق في المليار سنة الماضية ، تُشكل المجرات الحلزونية مالا يزيد عن 5%. هذا الأمر يشير إلى أن المجرات الحلزونية ليست لديها القدرة على تحمل مثل هذه الاصطدامات، إذ من الواضح أنها تتحول إلى مجرة بيضوية بعد الاصطدام.

الاصطدام ذاته بين المجرتين سيحدث على امتداد بضعة ملايين من السنين كون النجوم في المجرتين منتشرة على منطقة واسعة في حين أن الذي سيصطدم بالسطح الفعلي للكلمة هو الغيمة الغازية والمنطقة الوسطى. هذا الاصطدام سيكون من العنف بحيث سيؤدي إلى نشوء كمية هائلة من النجوم الجديدة ستملأ فضاء المجرة الجديدة. المجرة الجديدة من نوع starburst galaxy، وستحتوي على حوالي نصف مليون نجمة. كما في الأشكال (1-11) و(1-12) تبين مجموعة من المجرات للمقارنة بينها.

السؤال الخامس :.....(٨ علامات)

اشرح مفهوم المجسم الأرضي (الجيوئيد Gcoid) وأهميته، موضحا بالرسم.

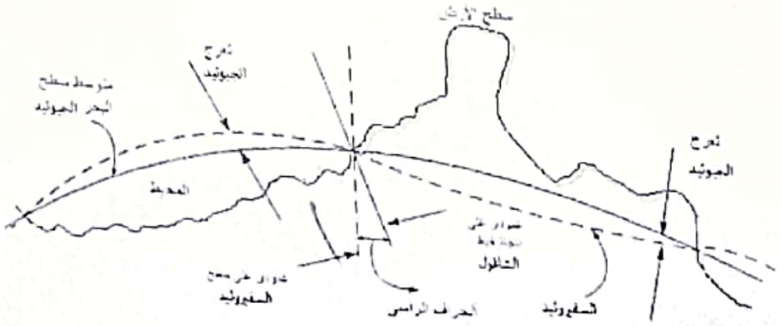
المجسم الأرضي : (الجيوئيد Geold):

$$g = g_0 (1 + \alpha \sin^2 \phi + \beta \sin^2 2\phi)$$

المعادلة السابقة لا تعبر تماماً عن شكل الأرض مهما كانت الدقة في تعيين قيم الثوابت، لأنها لا تعطي شكلاً منتظماً لسطح الأرض، وتهمل تموج سطح الأرض الحقيقي الذي يطلق علية اسم المجسم الأرضي (الجيوئيدGeoid) الذي يمكن اعتباره: سطح تساوي الكمون الحقيقي وهو ما يشير له ميزان التسوية الحقيقي ويكون فادن البناء (الشاقول) متعامداً معه، كما في الشكل .

ينتج هذا الاختلاف عن عدم التجانس في توزع الكتل ضمن الأرض وهذا اللاتجانس يؤدي إلى تغير قيمة الجاذبية في المعادلة الأخيرة. ولهذا يستخدم التغير في قيمة g φ لحساب قيمة الاختلاف بين الإهليلج المرجع والمجسم الأرضي. يبين الشكل(2-8) خريطة العالم الجيوئيدية بناء على الإهليلج المرجع ومقدار التسطح $\varepsilon = 1/298.257$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



(١٢ علامة).....

السؤال السادس :

اشرح آلية تشكل الحقل الكهربائي الأرضي.

آلية تشكل الحقل الكهربائي الأرضي: النظرية الديناميكية:

على الرغم من أن موضوع المغنطيسية الأرضية لم تكشف جميع جوانبه بعد، فان أكثر النظريات قبولاً في هذا المجال هي النظرية الديناميكية (Dynamo Theory)، وتعرف أيضاً بنظرية الكهربائية المغنطيسية (Magnetic Field) التي جاء بها إلسارس و بولارد (Elsasser and Bullard) اللذان افترضا أن الديناميكية اللازمة لتوليد الجزء الأكبر من المجال المغناطيسي الأرضي (ما يقرب من ٩٤%) يوجد في النواة الخارجية للأرض، التي تتكون بصورة رئيسية من الحديد والنيكل مع كميات قليلة من العناصر الخفيفة كالكبريت والسيليكون وبعض العناصر المشعة، وتوجد مواد هذه المنطقة بشكل مائع وموصل للكهربائية.

وتفترض النظرية الديناميكية أن حركة دوران الأرض باتجاه عكس دوران عقرب الساعة مع وجود تيارات حمل حراري (Thermal Convection currents) في غلاف النواة الخارجية السائلة ووجود النواة الداخلية الصلبة للأرض تؤدي إلى توليد تيارات كهربائية خفيفة. ويؤدي التداخل بين التيارات الكهربائية وحركة تيارات الحمل الحراري في غلاف النواة الخارجية إلى توليد مجال مغنطيسي. وتتأثر حركة السوائل في منطقة غلاف النواة بحركة دوران الأرض وبالتالي تؤثر الأخيرة في المجال المغنطيسي للأرض، وتكسبه خاصية ثنائية الاستقطاب، إذ يلاحظ أن الأقطاب المغنطيس متقاربة مع بعضها أغلب الأوقات.

ومما تجدر الإشارة إليه أن نسبة ضئيلة من المجال الأرضي لا يعود مصدرها إلى باطن الأرض بل إلى حركة التيارات الكهربائية في منطقة الايونوسفير (Ionosphere) من الغلاف الجوي، حتى إن بعض العلماء ذهب إلى الاعتقاد إن حوالي(٣%) من المجال المغناطيسي الأرضي لا يمكن احتسابه على نظرية الجهد. بل انه يعود إلى جريان تيارات كهربائية من الأرض إلى الغلاف الخارجي وبالعكس من خلال سطح الأرض. وهذه العملية تحتاج إلى تيارات كهربائية كثافتها(10^{-12} أمبير/سم^3)، وهو ما لم تتم ملاحظته حتى الآن في التيارات الجوية.

الدكتور نضال شقير

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner