مقرر 102 فلك

مقدمة المجموعة النجمية والشمسية

المحاضرة الثانية:

الهدف دراسة التالي :

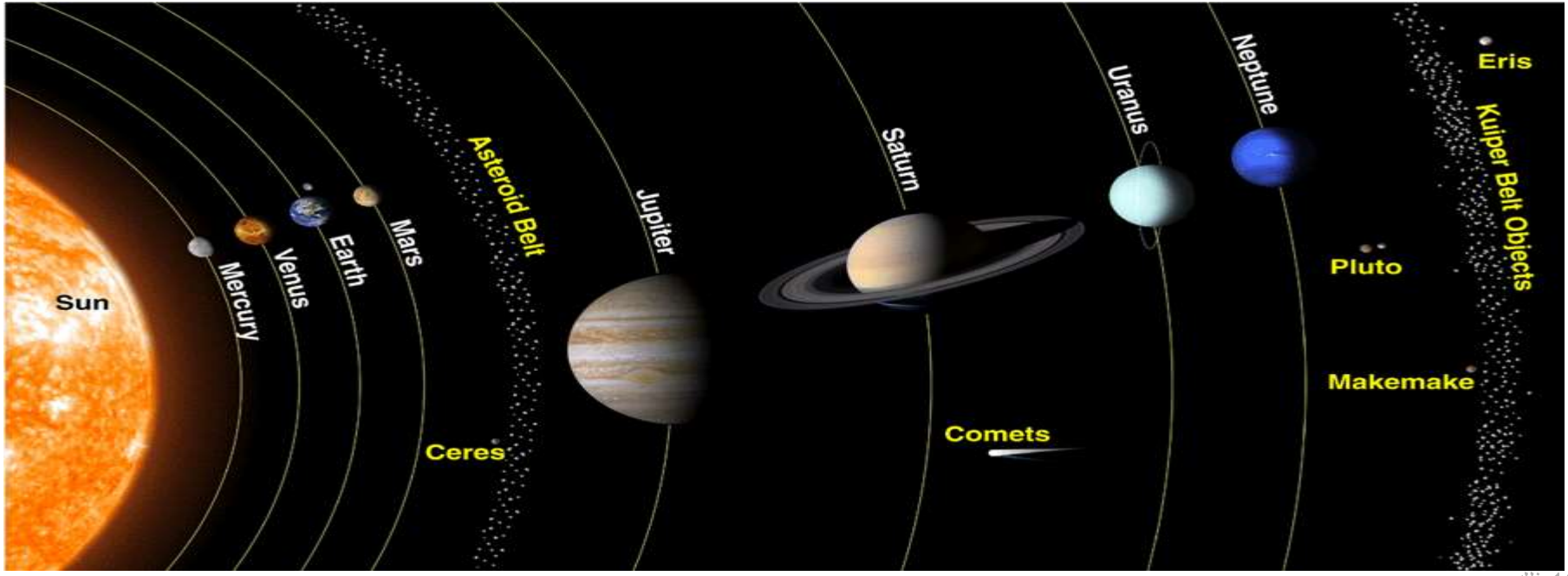
- ✓ قوانين كبلر
- ✓ قانون الجذب العام لنيوتن
- ✓ قانون كبلر المعدل
- ✓ السرعة المدارية لجرم سماوي
- ✓ خصائص عامة للمجموعة الشمسية

الباب الرابع

خصائص عامة في المجموعة الشمسية

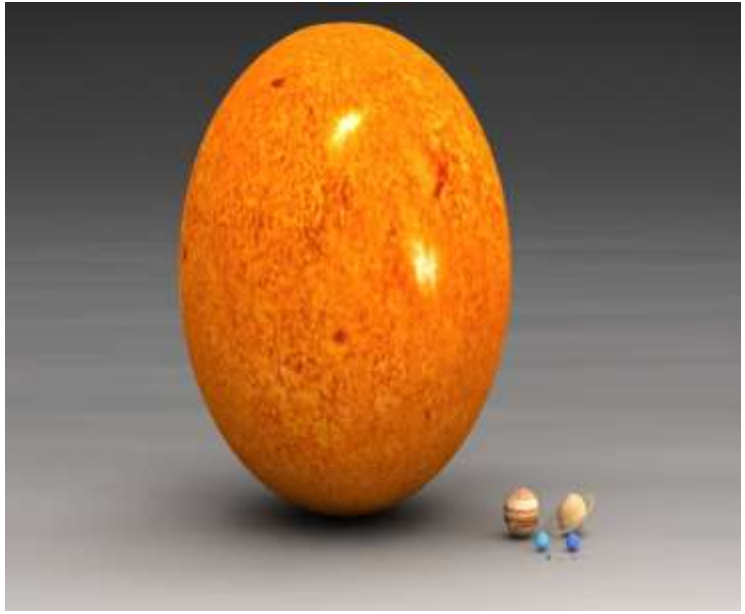
Introduction مقدمة

تتكون المجموعة الشمسية من 8 كواكب, وعشرات الاقمار تدور كل مجموعه منها حول احد الكواكب , وأعداد كبيرة من المذنبات والكويكبات , إضافة الى اعداد هائلة من الشهب والنيازك , ومادةمابين الكواكب.



توزيع الكتلة داخل المجموعة الشمسية:

تمثل الشمس 99.8 % من كتلها وباقي الكواكب موضحة بالجدول التالي :

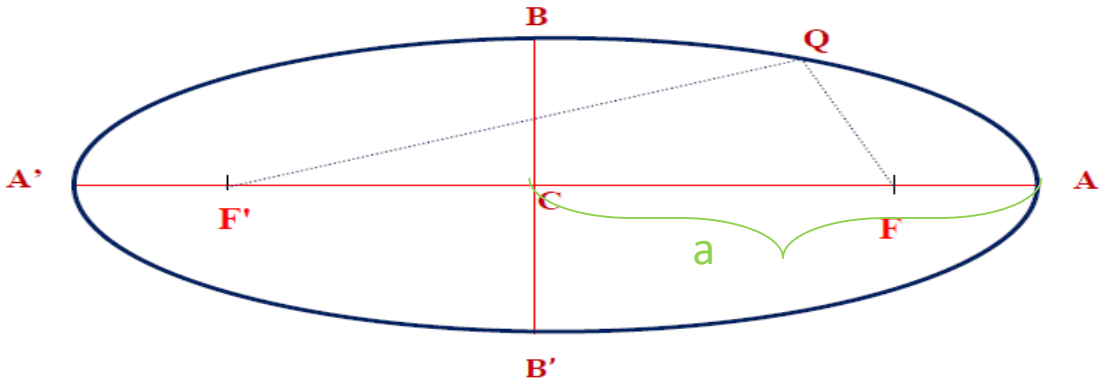


الجرم	الكتلة %
الشمس	99.8
المشتري	0.1
بقية الكواكب	0.04
المذنبات	0.05
الاقمار والحلقات	$5x10^{-5}$
الكويكبات	$2x10^{-6}$
مادة ما بين الكواكب	10^{-7}

القانون الأول:

تتحرك الكواكب حول الشمس في مدارات قطع ناقص بحيث تقع الشمس في إحدى بؤرتي المدار.

يعرف القطع الناقص بأنة المسارالذي ترسمةنقطة بحيث يكون بعديها عن نقطتين ثابتين يساوي مقدار ثابت , كما في الشكل ادناه



قطع ناقص

Kepler's laws قوانين كبلر

ونرمز لدرجة تفلطح المدار بـ e(eccentricity):

$$e = \frac{FF'}{2a} \quad \text{or} \quad e = \frac{CF}{a} \Rightarrow CF = ae$$

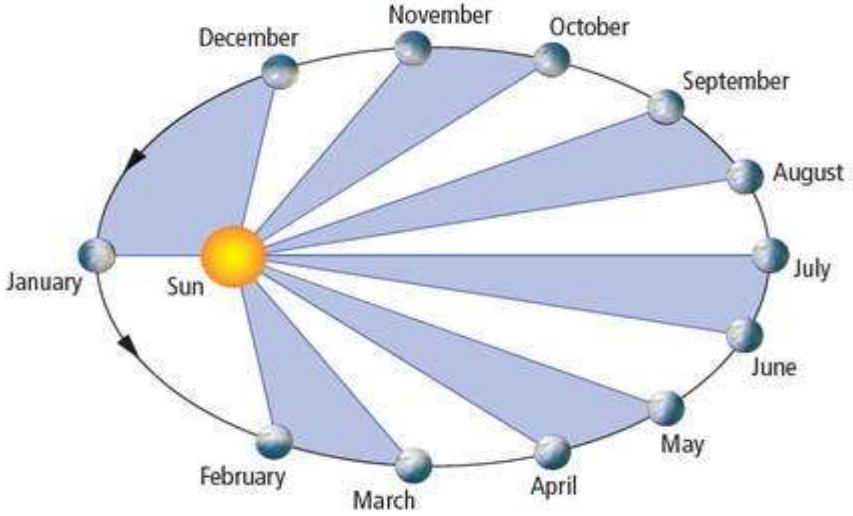
يتضح ان قيمة e للقطع الناقص دائما اقل من الواحد. كما نلاحظ أن الدائرة حالة خاصة من حالات القطع الناقص والتي فيها e=0 حيث تنطبق بؤرتي القطع على مركزه .والجدير بالذكر أن مدارات الكواكب شبة دائرية أي ان قيمة e صغيرة جدا قريبة من الصفر . أما بالنسبة للمذنبات فان قيم e تقترب من الواحد أي انها شديدة التفلطح .

البعد الحضيضي (r_p): حينما يكون الجرم أقرب مايكون للشمس . $r_p = a(1-e)$

البعد الأوجي (r_a): حينما يكون الجرم في أبعد نقطة عن الشمس . $r_a = a(1+e)$

القانون الثاني:

الخط الوهمي الواصل بين الكواكب والشمس يرسم مساحات متساوية في أزمنة متساوية



القانون الثالث:

مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب مع مكعب نصف طول المحور الاكبر لمدارة

$$p^2 = \text{constant}\ \ a^3$$

إذا قسنا P بالسنة النجمية و a بالوحدة الفلكية (au) فإن الثابت يساوي 1 لذا قانون كبلر الثالث يأخذ الصيغة التالية :

$$p^2 = a^3$$

مثال 1 : يدور مذنب حول الشمس في مدار بيضاوي أهليجيته 0.98 وصل ألى أقرب نقطة من الشمس على بعد 50 مليون كم , أحسبي أقصى بعد عن الشمس يصله, ومدة دورتة حولها ؟

$$e = 0.98$$

$$r_p = a\,(1 - e) = 50x10^6\ \text{km} = 0.33\ \text{a.u}$$

$$a = \frac{r_p}{1-e} = 16.7\ \text{a.u}$$

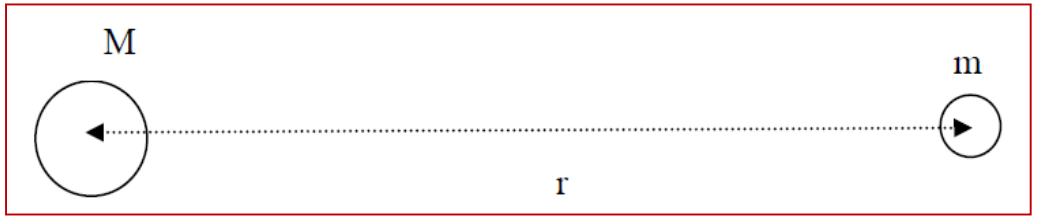
$$r_a = a\,(1+e) = 33\ \text{a.u}$$

$$p = a\sqrt{a} = 68.2\ \ \text{year}$$

Newton's gravitational law قانون الجذب العام لنيوتن

إذا كان لدينا كتلتان M,m المسافة بين مركزيهما يساوي r فإن هناك قوة جذب من الكتلة Mعلى الكتلة m تتناسب طرديا مع حاصل ضربهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

$$F = G\frac{M\,m}{r^2}$$



حيث ان G هو ثابت الجذب العام ويساوي $6.67 \times 10^{-11}\ m^3/kg.sec^2$.

الفرق بين الكتله والوزن ؟

الكتلة mass: تعبر عن محتوى الجسم من مادة

الوزن Wight:يعبر عن قوة الجذب الوافقة على الجسم .. W=mg

Newton's gravitational law قانون الجذب العام لنيوتن

حيث ان g عجلة الجاذبية للكوكب وتساوي :

$$g = G\frac{m}{R^2}$$

حيث أن m كتلة الكوكب و R نصف قطره .

ويمكن كتابتها بدلالة عجلة الجاذبية للارض g_e التي تساوي $9.8\ m/sec^2$

$$g = \frac{m}{R^2}\ g_e$$

ويمكن حساب كثافة أي كوكب بدلالة كثافة الارض :

$$\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{m}{R^3}\ \rho_e$$

مثال 2: نجم كتلتة تساوي كتلة الشمس , ونصف قطرة يساوي نصف قطر الارض ,أحسبي جاذبيته مقارنة بالارض. ولو افترضنا أن رائد فضاء وزنة 100 وزن كجم هبط على ذا النجم فكم يبلغ وزنة ؟

$$m = 1\ m_{sun} = 2x10^{30}\ kg$$

$$= \frac{2x10^{30}}{6x10^{24}} = 333333\ m_{earth}$$

$$R = 1\ R_{earth}$$

$$g = \frac{m}{R^2} = 333333\ g_{earth}$$

أي ان جاذبية الجسم ستزيد ثلث مليون عن جاذبية الارض

$$\frac{W}{W_{earth}} = \frac{g}{g_e} = 333333$$

$$W = 333333\ W_{earth}$$

سيبلغ وزنه على على هذا النجم حوالي ثلث مليون مرة وزنه على الارض

Modified Kepler's law قانون كبلر المعدل

من قانون الجذب العام لنيوتن يمكن اثبات ان:

$$p^2 \alpha \frac{a^3}{M+m}$$

$$p^2 = \frac{4\pi^2}{G} \frac{a^3}{M+m}$$

حيث أن G ثابت الجاذبية ويساوي $6.67 \times 10^{11}\ N\ m^2/kg^2$

وهذا قانون كبلر صالح لاي جرم يدور حول جرم آخر.

Orbital velocity of a celestial object السرعة المدارية لجرم سماوي

اذا قسنا r,a بالوحدات الفلكية والكتلة M بدلالة كتلة الشمس فأن السرعة Vستكون بوحدات كم/ث :

$$V = 30\sqrt{M}\sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

وفي حال حركة كوكب حول الشمس فان السرعة :

$$V = 30\sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

مثال 3 : في المثال 1 كم تبلغ أدني واقصى سرعة للمذنب ؟

$$V_{min} = 30\sqrt{\left(\frac{2}{r_a} - \frac{1}{a}\right)} = 0.81 \text{ km/sec}$$

$$V_{max} = 30\sqrt{\left(\frac{2}{r_p} - \frac{1}{a}\right)} = 73.5 \text{ km/sec}$$

يتم اطلاق الاقمار الصناعية بسرعة عالية على ارتفاع عده مئات من الاميال ثم توجه بعد ذلك بحيث تدور حول الارض على ارتفاع محدد لغرض محدد.ومقدار السرعة التي يطلق بها الصاروخ تحدد شكل مدار القمر الصناعي حول الارض .

فأذا زادات اطلاق الصاروح عن السرعة الازمة للحركة في مدار دائري حول الارض تتحرك المركبة في مدار أهليجي . أستخدمت هذه الفكرة للوصول الي كواكب أخرى .

1) الدوران :تدور اغلب الكواكب حول الشمس وحول نفسها في أتجاة واحد عكس عقارب الساعة(الحركة التقدمية) ماعدا كوكب الزهرة لها حركة مع عقارب الساعة (حركة تراجعية)وكذلك بعض الاقمار .

2) مدارات اغلب الكواكب دائرية ماعدا عطارد .وايضا عطارد يميل بدرجة كبيرة نسبيا على مدار الارض حول الشمس (دائرة البروج)

3) يميل مستوى لف الكواكب حول نفسها على مستوى دورانها حول الشمس بزاوية أقل من 30 ماعاد أورانوس يميل بزاوية 90

4) تدور بقية أعضاء المجموعة الشمية من مذنبات وشهب وكويكبات غالبا حول الشمس في اتجاة حركة الكواكب وهذا يدل على انها نشأت من نفس السحابة

5) جميع الكواكب لها أغلفة جوية ماعدا عطار د

6) نتيجة تأثير الجاذبية القوية للكواكب على اقمارها فأن أغلب الاقمار تدور حول كواكبها بوجه ثابت كما في قمر الارض

7) تقل درجة حرارة الكوكب كلما بعد عن الشمس ويخالف هذة القاعدة الزهرة .

8) سرعة الهروب Escape velocity هي السرعة التي يجب أن يكتسبها الجسم للتخلص من قبضة جاذبية جرم آخر.

$$V_{es} = 11.2\sqrt{\frac{m}{R}} \qquad km/sec$$

أقسام الكواكب :

1. الكواكب الارضية وهي : عطارد والزهرة والارض والمريخ , وبسبب قربها من الشمس تطاير أغلب مابها من هيدروجين وهيليوم لذلك تكونت لها أغلفة من عناصر أثقل مثل الاوكسجين والنتروجين ومركبات الكربون .
2. الكواكب المشتراوية وهي الكواكب العملاقة : المشتري وزحل وأرانوس ونبتون وهي كواكب بدائية تتركب من الهيدروجين ومركباتة .

المجال المغناطيسي وتركيب الغلاف الجوي للكواكب :

الكوكب	المجال المغناطيسي (جاوس)	التركيب الكيميائي للغلاف الجوي
عطارد	0.003 (1% مجال أرضي)	H, He
الزهرة	لا يوجد	CO_2, N_2
الأرض	0.3	N_2 , O_2 , (H_2O)
المريخ	ضعيف	CO_2 ،(H_2O ثلج وبخار)
المشترى	4	H_2 , He, NH_3, CH_4
زحل	0.2	H_2 , He, CH_4 (NH_3 قليل)
أورانوس	0.3	H_2, He, CH_4, NH_3
نبتون	0.2	H_2, He, CH_4 , NH_3

اليوم والسنة وبعد الكواكب عن الشمس :

الكواكب	اللف(اليوم)	الدوران(السنة)	بعده عن الشمس (وحدة فلكية)
عطارد	59 يوم	88 يوم	0.39
الزهرة	243 يوم	225 يوم	0.72
الأرض	24 ساعة	365 يوم	1.0
المريخ	24 ساعة 37 ق	1.9 سنة	1.5
المشترى	9 ساعات 50 ق	11.9 سنة	5.2
زحل	10 ساعات 10 ق	29.5 سنة	9.5
أورانوس	16 ساعة 10 ق	84 سنة	19.2
نبتون	18 ساعة 12 ق	164.8 سنة	30

الجاذبية ودرجة الحرارة للكواكب :

الكوكب	الجاذبية على سطح الكوكب	درجة الحرارة (كلفن)
عطارد	0.38	700 (100 على السطح الآخر)
الزهرة	0.91	720
الأرض	1.0	280
المريخ	0.38	230
المشتري	2.64	125
زحل	1.07	90
أورانوس	0.92	65
نبتون	1.18	50