الوحدة 1

التجاذب الكوني
La gravitation universelle

I) سلم المسافات

1 ـ رتبة قدر كمية ما

1.1 ـ تعريف

نكتب كل عدد L علميا على الشكل $L = a.10^n$ بحيث n عدد صحيح و $1 \leq a < 10$. رتبة قدر هذا العدد L هي 10^n إذا كان $a<5$ أو 10^{n+1} إذا كان $a>5$.

مثال : $L = 57300$ نكتب L علميا $L = 5,7300.10^4$ خمسة أرقام معبرة أو $L = 5,75.10^4$ رتبة قدر L هي 10^5

2.1 ـ تمرين تطبيقي

يتضمن الجدول التالي المعطيات الخاصة بكواكب المجموعة الشمسية :

اسم الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نيبتون	بلوتون
الكتلة $(10^{22}kg)$	32,9	490	598	65,8	$1,90.10^5$	$5,62.10^4$	$8,87.10^3$	$1,02.10^4$	1,2
الشعاع (10^3km)	2,24	6,05	6,38	3,40	71,49	60,27	25,56	25,57	1,62
المسافة إلى الشمس (10^6km)	57,9	108	150	228	778	1430	2870	4500	5910

أ ـ حدد رتب قدر معطيات هذا الجدول .

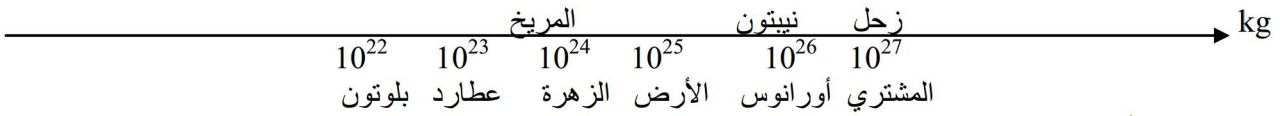
ب ـ رتب على محور قوى العدد 10 (axe de puissance de 10) رتب قدر كتل كواكب المجموعة الشمسية .

الحل

أ ـ رتب قدر المعطيات الخاصة بكواكب المجموعة الشمسية

اسم الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نيبتون	بلوتون
الكتلة (kg)	10^{23}	10^{24}	10^{25}	10^{24}	10^{27}	10^{27}	10^{26}	10^{26}	10^{22}
الشعاع (m)	10^3	10^4	10^4	10^3	10^5	10^5	10^4	10^4	10^3
المسافة إلى الشمس (km)	10^8	10^8	10^8	10^8	10^9	10^9	10^9	10^9	10^{10}

ب ـ ترتيب رتب قدر كتل كواكب المجموعة الشمسية على محور قوى العدد 10



2 ـ محور سلم المسافات

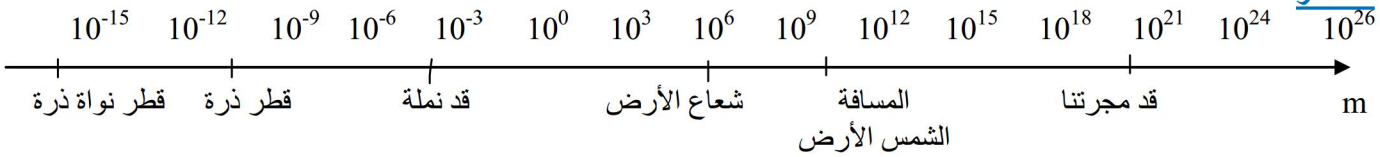
نشاط

يمثل الجدول التالي رتبة قدر بعض الأبعاد

البعد	قطر نواة ذرة	قطر ذرة	قد قيروس	قد نملة	شعاع كوكب الأرض	شعاع الشمس	المسافة بين الأرض و الشمس	قد مجرتنا
رتبة قدره	$10^{-15}m$	$10^{-10}m$	$10^{-5}m$	$10^{-3}m$	10^7m	10^9m	$10^{11}m$	$10^{21}m$

مثل هذه الأبعاد على محور لسلم المسافات . أي محور مدرج و موجه حسب أس عدد 10 .

استثمار



II) التأثير البيني التجاذبي Interaction gravitationnelle

1 ـ نشاط

تتجاذب الأجسام بسبب كتلها .مثال التجاذب الكوني بين التفاحة و الأرض ـ التجاذب الكوني بين الأرض و القمر .

أ ـ بين أن قوى التجاذب الكوني قوى تأثير متبادل .

ب ـ فسر لماذا تنجذب التفاحة نحو الأرض و لا يظهر انجذاب الأرض نحو التفاحة ؟

ج ـ قارن قوة التأثير البيني الجاذبي بين التفاحة و الأرض مع قوة التأثير البيني الجاذبي بين الأرض و القمر.

ـ استثمار

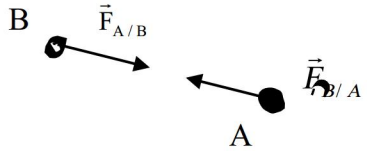
أ ـ المثال الثاني التجاذب الكوني بين الأرض و القمر يبين أن الأرض تؤثر على القمر لأن القمر يدور حول الأرض ، كما يبين أن القمر يؤثر على الأرض و ذلك بتأثيره على البحار و المحيطات (المد و الجزر) . إذن يوجد تأثير بيني بين الأرض و القمر و نعممه بالنسبة لجميع قوى التجاذب الكوني .

Moutamadris.ma

ب ـ يوجد تأثير بيني بين الأرض و التفاحة فالأرض تؤثر على التفاحة و في نفس الوقت التفاحة تؤثر على الأرض . فنلاحظ تأثير الأرض على التفاحة لأن التفاحة تتحرك نحو الأرض بينما لا نلاحظ تأثير التفاحة على الأرض لأن الأرض جد كبيرة ، فتتحرك و لا نراها .
ج ـ قوة التأثير البيني المطبقة بين الأرض و القمر جد قوية بالنسبة لقوة التأثير البيني المطبقة بين الأرض و التفاحة و نفسر هذا من خلال حركة المد و الجزر . إذن كلما كانت كتل الجسمين كبيرة وكلما كانت المسافة الفاصلة بينهما صغيرة كلما كانت قوة التجاذب الكوني .كبيرة

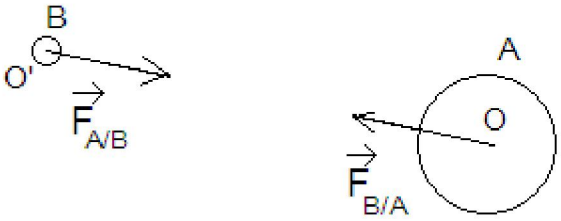
2 ـ قانون التجاذب الكوني

تتجاذب الأجسام ، كيف ما كان موضعها في الكون ، بسبب كتلها ، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبية
مميزات قوتي التأثير البيني التجاذبي $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$.
ـ بالنسبة لجسمية نقطيين A وB كتلتاهما على التوالي m_A و m_B و تفصل بينهما المسافة $d = AB$
* خط التأثير : للقوتين نفس خط التأثير إنه المستقيم (AB)
* المنحى : للقوتين منحيان متعاكسان
* الشدة : للقوتين نفس الشدة $F_{A/B} = F_{B/A} = G.\frac{m_A.m_B}{d^2}$



ـ بالنسبة لجسمين كرويين A وB كتلتاهما على التوالي m_A و m_B و تفصل بينهما المسافة $d = OO'$ تبقى علاقة الشدة سارية المفعول باعتبار كتلة كل جسم ممركزة في مركزه .

نسمي G ثابتة التجاذب الكوني و قيمتها في النظام العالمي للوحدات (SI) : $G = 6{,}67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$



3 ـ تمرين تطبيقي

يتضمن الجدول التالي بعض المعطيات الخاصة ببعض الكواكب :

اسم الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض
الكتلة $(10^{22}kg)$	$m_1 = 32{,}9$	$m_2 = 490$	$m_3 = 598$
المسافة إلى الشمس $(10^6 km)$	$d_1 = 57{,}9$	$d_2 = 108$	$d_3 = 150$

نعطي كتلة الشمس : $1{,}98 \times 10^{30} kg$
أ ـ ـ أحسب شدة قوة التجاذب الكوني بين الشمس و كل من هذه الكواكب
ب ـ أحسب رتبة قدر هذه الشدات.

الحل

1 بين الشمس و عطارد $F_1 = G.\frac{m_1.m}{d_1^2} = 6{,}67.10^{-11}.\frac{3{,}29.10^{23}.1{,}98.10^{30}}{(5{,}79.10^{10})^2} = 1{,}296.10^{22} N$ رتبة قدر هذه الشدة $F_1 = 10^{22} N$

III) التقالة la pesanteur

1 ـ وزن جسم

وزن جسم هو القوة المقرونة بتأثير الأرض على الجسم و نرمز له بالمتجهة $\vec{P} = m.\vec{g}$. حيث $\vec{g}$ متجهة مجال التقالة و m كتلته.

مميزات الوزن :
ـ نقطة التأثير : مركز ثقل الجسم
ـ خط التأثير : المستقيم الرأسي المار من مركز ثقل الجسم .
ـ المنحى : من الأعلى نحو الأسفل
ـ شدته : $P = m.g$ g : شدة التقالة

2 ـ تغيرات شدة التقالة

1.2 ـ تغيرات شدة التقالة حسب الارتفاع

Moutamadris.ma

إن الوزن هي قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الجسم .

عند ارتفاع h من سطح الأرض $F = G.\frac{m.m_T}{(R_T + h)^2}$ و $P = m.g$ إذن $m.g = G.\frac{m.m_T}{(R_T + h)^2}$ نستنتج تعبير شدة التقالة عند

الارتفاع h من سطح الأرض $g = G.\frac{m_T}{(R_T + h)^2}$

تعبير شدة التقالة عند سطح الأرض $g_0 = G.\frac{m_T}{R_T^2}$ نستنتج من العلاقتين $g = g_0.(\frac{R_T}{R_T + h})^2$

تمرين تطبيقي

أحسب شدة التقالة عند سطح الأرض ثم عند الارتفاع h = 100km من سطح الأرض

نعطي $m_T = 5,97.10^{24}kg$ ، $R_T = 6,37.10^6m$ و $G = 6,67.10^{-11}(SI)$.

الحل : $g_0 = 9.81N.kg^{-1}$ و $g = 9,5N.kg^{-1}$

2.2 - تغيرات g_0 حسب خط العرض

المكان	خط العرض	g_0 (N/kg)
خط الإستواء	0	9,789
الرباط	34°	9,796
القطب الشمالي أو القطب الجنوبي	-90° أو +90°	9,830

Moutamadris.ma