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 ($10^3$km) | 2,24 | 6,05 | 6,38 | 3,40 | 71,49 | 60,27 | 25,56 | 25,57 | 1,62 |
| المسافة إلى الشمس ($10^6$km) | 57,9 | 108 | 150 | 228 | 778 | 1430 | 2870 | 4500 | 5910 |

أ ـ حدد رتب قدر معطيات هذا الجدول .

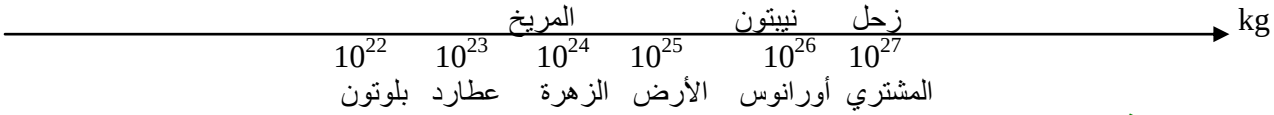
ب ـ رتب على محور قوى العدد 10 (axe de puissance de 10) رتب قدر كتل كواكب المجموعة الشمسية .

**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

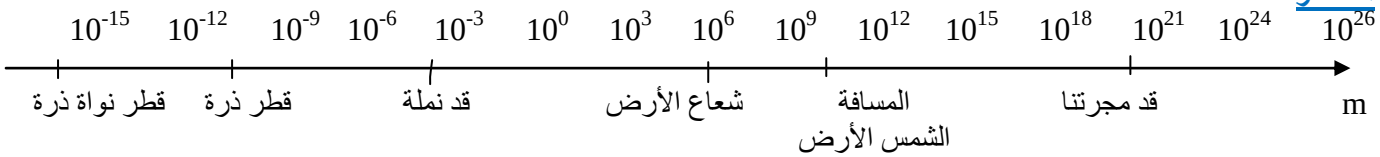
**نشاط**

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 | $10^7$m | $10^9$m | $10^{11}$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.

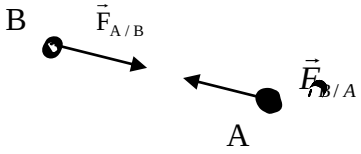
**ـ استثمار**

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 .

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

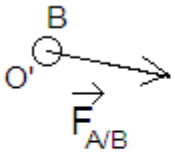
## 2 ـ قانون التجاذب الكوني

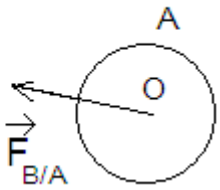
تتجاذب الأجسام ، كيف ما كان موضعها في الكون ، بسبب كتلها ، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبية
مميزات قوتي التأثير البيني التجاذبي $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ .
ـ بالنسبة لجسمية نقطيين A وB كتلتاهما على التوالي $m_A$ و $m_B$ و تفصل بينهما المسافة $d = AB$
* خط التأثير : للقوتين نفس خط التأثير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

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 ـ 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 |