

التجاذب الكوني

La gravitation universelle

I - سلم المسافات

1 - رتبة قدر كمية ما

* تعريف

نعرف رتبة قدر كمية ما بكتابة هذه الكمية على الشكل التالي :

$$a \cdot 10^n$$

بحيث $1 \leq a < 10$ و n عدد صحيح
يمثل العدد 10^n رتبة القدر للكمية المعينة .

* الفائدة من رتبة القدر

- تمكن من تحديد موضع مسافة على سلم المسافات وبالتالي مقارنتها مع مسافات أخرى .

- مقارنة مسافتين مختلفتين : نقول أن مسافتين تختلفان بما قيمته n رتبة قدر

إذا كان خارج قسمة المسافة الأكبر على المسافة الأصغر هو $a \cdot 10^n$

بحيث $1 \leq a < 10$ و n عدد صحيح

- مثال :

إذا كانت رتبة قدر قطر فيروس هي 100nm ورتبة قدر قطر كرية الدم حمراء هي $7\mu\text{m}$ حدد الاختلاف بين هاذين البعدين .

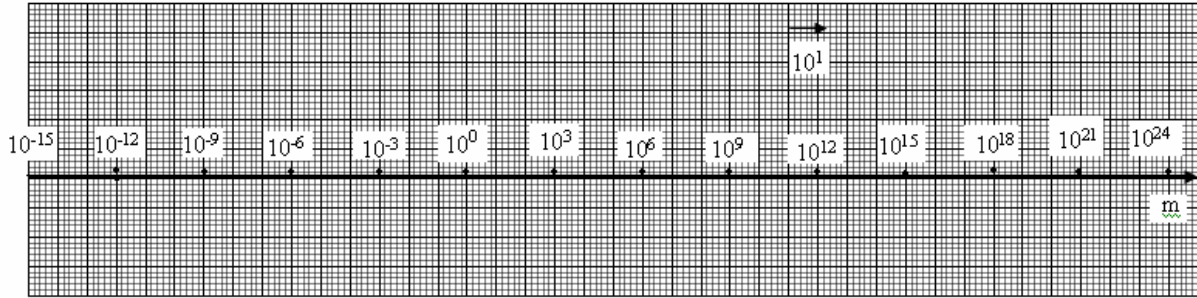
$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{10^{-7}} = 7 \cdot 10$$

نقول أن هاذين البعدين يختلفان بما قيمته رتبة قدر واحدة .

2 - محور سلم المسافات

جدول رتب قدر بعض الأبعاد (أنظر النشاط 1)

نموضع هذه الأبعاد على محور المسافات موجه ومدرج حسب أس عدد عشرة .



أجزاء ومضاعفات المتر

المتر هو وحدة المسافات في النظام العالمي للوحدات رمزه m .
مضاعفات وأجزاء المتر :

كيلومتر 10^3 (km)	مليمتري 10^{-3} (mm)
ميكامتر 10^6 (Mm)	ميكرومتر $10^{-6} \text{ (}\mu\text{m)}$
جيكامتر 10^9 (Gm)	نانومتر 10^{-9} (nm)
تيرامتر 10^{12} (Tm)	بيكومتر 10^{-12} (pm)

في مجال الفلك نستعمل وحدات أخرى مثل الوحدة الفلكية وهي المسافة المتوسطة بين الأرض والشمس ويرمز لها ب U.A

$$1 \text{ U.A} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$$

هناك كذلك السنة الضوئية وهي المسافة التي يقطعها الضوء خلال

$$\text{سنة} \text{ بالسرعة } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \text{ ويرمز لها ب A.L}$$

$$1 \text{ A.L} = 9.5 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

ملحوظة 1 : الأرقام المعبرة

الأرقام المعبرة لعدد ما هي الأرقام المستعملة في كتابة العدد انطلاقاً من اليسار ، وابتداءً من الرقم الأول المخالف للصفر .

بالنسبة لعدد $a \cdot 10^n$ ف a تمثل الأرقام المعبرة عن هذا العدد .

خلال عملية الضرب أو القسمة تكتب النتيجة باستعمال أقل عدد من الأرقام المعبرة المستعملة في كتابة مختلف تلك

القيم .

مثال :

$$1.52 \times 2.3 = 3.496$$

$$1.52 \times 2.3 = 3.5$$

خلال عملية الجمع أو الطرح نكتب النتيجة باستعمال أقل عدد من الأرقام المعبرة العشرية المستعملة في كتابة مختلف تلك القيم . مثال :

$$200.1 + 50.25 = 250.35$$

باستعمال الأرقام المعبرة نكتب :

$$200.1 + 50.25 = 250.3 \text{ أو } (250.4)$$

II - التجاذب الكوني

1 - قانون التجاذب الكوني

* نص القانون

تتجاذب الأجسام بسبب كتلتها ، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبي .

* الصياغة الرياضية لقانون نيوتن

نعتبر جسمان نقطيان A و B كتلتاهما على التوالي m_A و m_B وتفصل بينهما مسافة $d=AB$ يحدث بين هاذين الجسمين تأثير

بيني تجاذبي قوته $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ لهما المميزات التالية :

- نفس خط التأثير

- منحياهما متعاكسان

- لهما نفس الشدة ونعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

G تسمى ثابتة التجاذب الكوني ، وقيمتها في النظام العالمي

للوحدات هي : $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

2 - التأثير البيني لجسمين غير نقطيين

* الأجسام ذات تماثل كروي للكتلة

الجسم ذو تماثل أو توزيع كروي هو الذي تكون المادة المكونة له

موزعة بشكل منتظم أو موزعة على طبقات متجانسة ومترازة حول

مركزه

نعتبر النجوم والشمس والأرض وباقي الكواكب أجساما ذات تماثل

كروي .

* التأثير البيني لجسمين غير نقطيين

يخضع جسمان A و B لهما تماثل كروي للكتلة إلى تأثير بيئي

تجاذبي ، حيث تكون لقوتي هذا التجاذب نفس الشدة F بحيث :

$$F = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

m_B و m_A كتلتا الجسمين و d المسافة بين مركزيهما .

3 - التأثير البيني للأرض ولجسم ذي تماثل كروي للكتلة

جسم كتلته m_A موزعة كرويا ويوجد على ارتفاع h من سطح الأرض يخضع

لقوة تجاذب أرضي شدتها :

$$F = G \frac{m_T \cdot m_A}{(R + h)^2}$$

حيث m_T كتلة الأرض و R_T شعاعها .

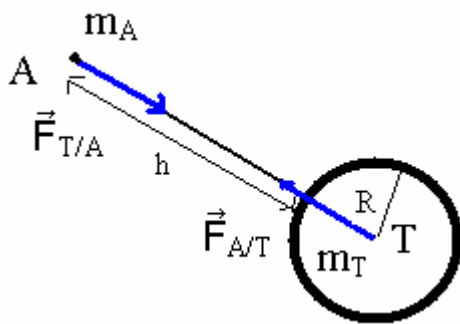
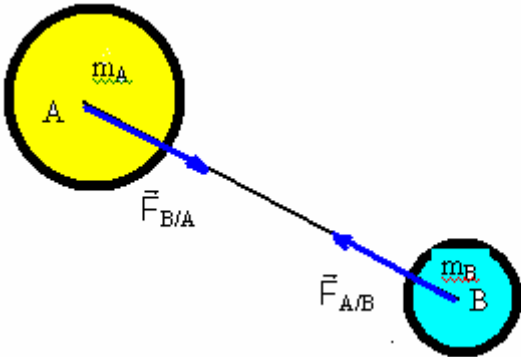
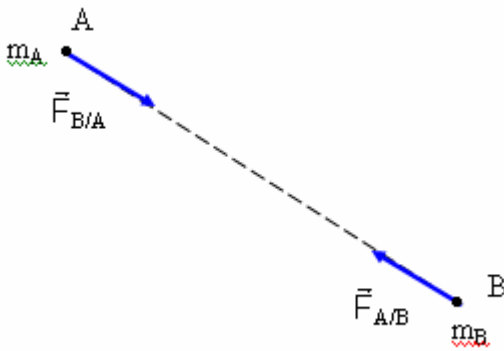
$R_T = 6.4 \cdot 10^6 \text{ m}$ و $m_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

4 - وزن الجسم

وزن الجسم هو القوة المقرونة بتأثير الأرض على الجسم ونرمز له بالمتجهة $\vec{P} = m\vec{g}$

مميزاته هي : خط التأثير هو الخط الشاقولي أو الرأسى المار من مركز ثقل الجسم . شدته هي $P = mg$ بحيث m كتلة

الجسم و g شدة الثقالة وتسمى \vec{g} متجهة مجال الثقالة .



بإهمال دوران الأرض حول نفسها يمكن اعتبار أن شدة وزن الجسم وشدة قوة التجاذب الأرضي متساويان أي :

$$m_A g = G \frac{m_T \cdot m_A}{(R + h)^2}$$

$$g = \frac{G m_T}{(R + h)}$$

من هذه العلاقة يتبين أن g شدة الثقالة تتعلق بالارتفاع h

$$g_0 = G \frac{m_T}{R^2}$$
 على سطح الأرض تكون $h=0$ في هذه الحالة نرمز لشدة الثقالة ب g_0 وتعبيرها

ونظرا لكون أن الأرض ليست كروية الشكل فإن g_0 تتغير حسب خط العرض
* من العلاقتين السابقتين نستنتج أن

$$g = g_0 \frac{R^2}{(R + h)^2}$$

ملحوظة : يمكن تعريف وزن الجسم على سطح كوكب آخر حيث تتعلق g بالثقالة التي يحدثها هذا الكوكب .