

التجاذب الكوني

La gravitation universelle

الوحدة 1

(I) سلم المسافات

1 - رتبة قدر كمية ما

1.1 - تعريف

نكتب كل عدد L علميا على الشكل $L = a \cdot 10^n$ 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 $a \geq 5$.

مثال : $L = 57300$ نكتب L علميا $L = 5,7300 \cdot 10^4$ خمسة أرقام معبرة أو $L = 5,75 \cdot 10^4$ رتبة قدر L هي 10^5

2.1 - تمرين تطبيقي

يتضمن الجدول التالي المعطيات الخاصة بكواكب المجموعة الشمسية :

اسم الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نبتون	بلوتون
الكتلة (10^{22} kg)	32,9	490	598	65,8	$1,90 \cdot 10^5$	$5,62 \cdot 10^4$	$8,87 \cdot 10^3$	$1,02 \cdot 10^4$	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 - حدد رتب قدر معطيات هذا الجدول .

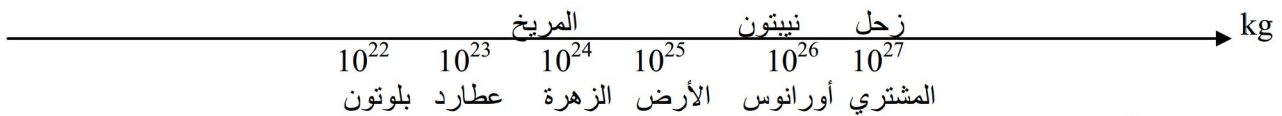
ب - رتب على محور قوى العدد 10 (axe de puissance de 10) رتب قدر كتل كواكب المجموعة الشمسية .

الحل

أ - رتب قدر المعطيات الخاصة بكواكب المجموعة الشمسية

اسم الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نبتون	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 - ترتيب رتب قدر كتل كواكب المجموعة الشمسية على محور قوى العدد 10



2 - محور سلم المسافات

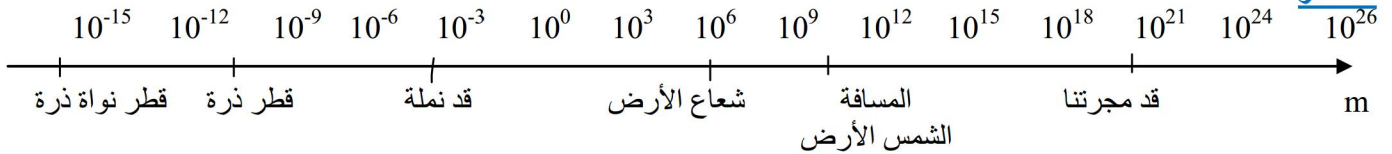
نشاط

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 قد مجرتنا
رتبة قدره	10^{-15} m	10^{-10} m	10^{-5} m	10^{-3} m	10^7 m	10^9 m	10^{21} m

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

استثمار



(II) التأثير البيئي التجاذبي Interaction gravitationnelle

1 - نشاط

تتجاذب الأجسام بسبب كتلتها . مثال التجاذب الكوني بين التفاحة و الأرض - التجاذب الكوني بين الأرض و القمر .

أ - بين أن قوى التجاذب الكوني قوى تأثير متبادل .

ب - فسر لماذا تتجاذب التفاحة نحو الأرض و لا يظهر انجذاب الأرض نحو التفاحة ؟

ج - قارن قوة التأثير البيئي الجاذبي بين التفاحة و الأرض مع قوة التأثير البيئي الجاذبي بين الأرض و القمر .

- استثمار

أ - 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 بيئي بين الأرض و القمر و نعمه بالنسبة لجميع قوى التجاذب الكوني .

ب - 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 - قوة التأثير البيني المطبقة بين الأرض و القمر جد قوية بالنسبة لقوة التأثير البيني المطبقة بين الأرض و التفاحة و نفس 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 - قانون التجاذب الكوني

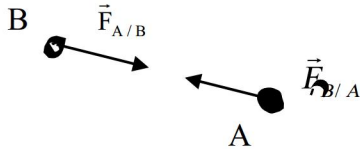
تتجاذب الأجسام ، كيف ما كان موضعها في الكون ، بسبب كتلتها ، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبية
مميزات قوتي التأثير البيني التجاذبي $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$.

- بالنسبة لجسمية نقطيين A و B كتلتاهما على التوالي m_A و m_B و تفصل بينهما المسافة $d = AB$

* خط التأثير : للقوتين نفس خط التأثير إنه المستقيم (AB)

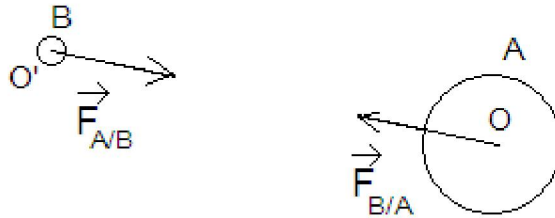
* المنحى : للقوتين منحىان متعاكسان

* الشدة : للقوتين نفس الشدة $F_{A/B} = F_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$



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

نسمي G ثابتة التجاذب الكوني و قيمتها في النظام العالمي للوحدات (SI) : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$



3 - تمرين تطبيقي

ينضمن 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 (10^6km)	$d_1 = 57,9$	$d_2 = 108$	$d_3 = 150$

نعطي كتلة الشمس : $1,98 \times 10^{30} \text{kg}$

أ - أحسب شدة قوة التجاذب الكوني بين الشمس و كل من هذه الكواكب

ب - أحسب رتبة قدر هذه الشدات.

الحل

1 بين الشمس و عطارد $F_1 = G \cdot \frac{m_1 \cdot m}{d_1^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{3,29 \cdot 10^{23} \cdot 1,98 \cdot 10^{30}}{(5,79 \cdot 10^{10})^2} = 1,296 \cdot 10^{22} \text{N}$ رتبة قدر هذه الشدة $F_1 = 10^{22} \text{N}$

(III) الثقالة la pesanteur

1 - وزن جسم

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

مميزات الوزن :

- نقطة التأثير : مركز ثقل الجسم

- خط التأثير : المستقيم الرأسى المار من مركز ثقل الجسم .

- المنحى : من الأعلى نحو الأسفل

- شدته : $P = m \cdot g$ شدة الثقالة g

2 - تغيرات شدة الثقالة

1.2 - تغيرات شدة الثقالة حسب الارتفاع

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

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

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

الارتفاع h من سطح الأرض

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

تمرين تطبيقي

أحسب شدة الثقالة عند سطح الأرض ثم عند الارتفاع $h = 100 \text{ km}$ من سطح الأرض
نعطي $m_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ، $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ و $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$
الحل : $g_0 = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ و $g = 9,5 \text{ N.kg}^{-1}$

2.2 - تغيرات g_0 حسب خط العرض

$g_0 \text{ (N/kg)}$	خط العرض	المكان
9,789	0	خط الإستواء
9,796	34°	الرباط
9,830	$+90^\circ$ أو -90°	القطب الشمالي أو القطب الجنوبي