

التجاذب الكوني

1

I. سلم المسافات الكونية

تتراوح المسافات الكونية بين أبعاد لا متناهية في الصغر كأبعاد الذرة و مسافات لا متناهية في الكبر كالمسافة بين الكواكب.

(1) وحدات المسافة

• النظام العالمي للوحدات: وحدة المسافة هي المتر m .

• السلم البشري: في حالة المسافات الاعتيادية تستعمل الوحدات التالية:

الإسم	مليمتر	سنتيمتر	دسيمتر	متر	ديكامتر	هكتومتر	كيلومتر
الرمز	mm	cm	dm	m	dam	hm	km
القيمة	$10^{-3}m$	$10^{-2}m$	$10^{-1}m$	$1m$	$10m$	10^2m	10^3m

• الأبعاد الصغرى و الأبعاد الكبرى :

وحدات المسافات الصغرى					وحدات المسافات الكبرى				
الإسم	تيرامتر	جيكامتر	ميكامتر	كيلومتر	مليمتر	ميكرومتر	نانومتر	بيكومتر	فيتمتر
الرمز	Tm	Gm	Mm	km	mm	μm	nm	pm	fm
القيمة	$10^{12}m$	10^9m	10^6m	10^3m	$10^{-3}m$	$10^{-6}m$	$10^{-9}m$	$10^{-12}m$	$10^{-15}m$

• الأبعاد الفلكية:

- الوحدة الفلكية: تساوي المسافة المتوسطة بين الأرض و الشمس و هي: $1 UA = 1,5.10^8 km$

- السنة الضوئية: تساوي المسافة التي يقطعها الضوء في ظرف سنة و هي: $1 AL = 9,5.10^{12} km$

(2) الكتابة العلمية لعدد

هي كتابة عدد على شكل الجداء التالي: $a.10^n$ بحيث a عدد عشري: $1 \leq a < 10$ و n عدد صحيح موجب أو سالب.

• أمثلة: $123 = 1,23.10^2$ - $2620 = 2,620.10^3$ - $0,036 = 3,6.10^{-2}$

(3) رتبة القدر

رتبة القدر لمقدار تساوي الأس العشري الأقرب لقيمة هذا المقدار و ذلك حسب القاعدة التالية:

• رتبة القدر للعدد $a.10^n$ هي 10^n إذا كان: $a < 5$

• رتبة القدر للعدد $a.10^n$ هي 10^{n+1} إذا كان: $a \geq 5$

$$6,4.10^6 \approx 10^7 - 5,5.10^{-11} \approx 10^{-10} - 2,67.10^4 \approx 10^4$$

• أمثلة:

(4) سلم المسافات الكونية

تتراوح رتب القدر للمسافات الكونية من $10^{-15}m$ (رتبة قدر قطر نواة الذرة) إلى $10^{26}m$ (رتبة قدر قطر الكون). لتمثيل كل هذه المسافات الكونية على سلم واحد يستعمل محور مدرج بالأس عشرة.

• تمرين: نعتبر الأبعاد التالية:

$$380\,000\text{ km} = 3,8.10^8\text{ m} \approx 10^8\text{ m}$$

$$1,05.10^{-10}\text{ m} \approx 10^{-10}\text{ m}$$

$$4165\text{ m} = 4,165.10^3\text{ m} \approx 10^3\text{ m}$$

$$2\text{ nm} = 2.10^{-9}\text{ m} \approx 10^{-9}\text{ m}$$

$$6400\text{ km} = 6,4.10^6\text{ m} \approx 10^7\text{ m}$$

$$170\text{ cm} = 1,70\text{ m} \approx 10^0\text{ m}$$

$$150\text{ million de km} = 1,5.10^{11}\text{ m} \approx 10^{11}\text{ m}$$

$$10^{-15}\text{ m} \approx 10^{-15}\text{ m}$$

$$9,5.10^{17}\text{ km} = 9,5.10^{20}\text{ m} \approx 10^{21}\text{ m}$$

$$10\text{ }\mu\text{m} = 10^{-5}\text{ m}$$

$$700\,000\text{ km} = 7.10^8\text{ m} \approx 10^9\text{ m}$$

$$12.10^{22}\text{ km} = 1,2.10^{26}\text{ m} \approx 10^{26}\text{ m}$$

المسافة بين الأرض والقمر

شعاع ذرة الهيدروجين

ارتفاع جبل توبقال

قطر جزيئة

شعاع الأرض

قائمة إنسان

المسافة بين الأرض و الشمس

شعاع نواة ذرة الهيدروجين

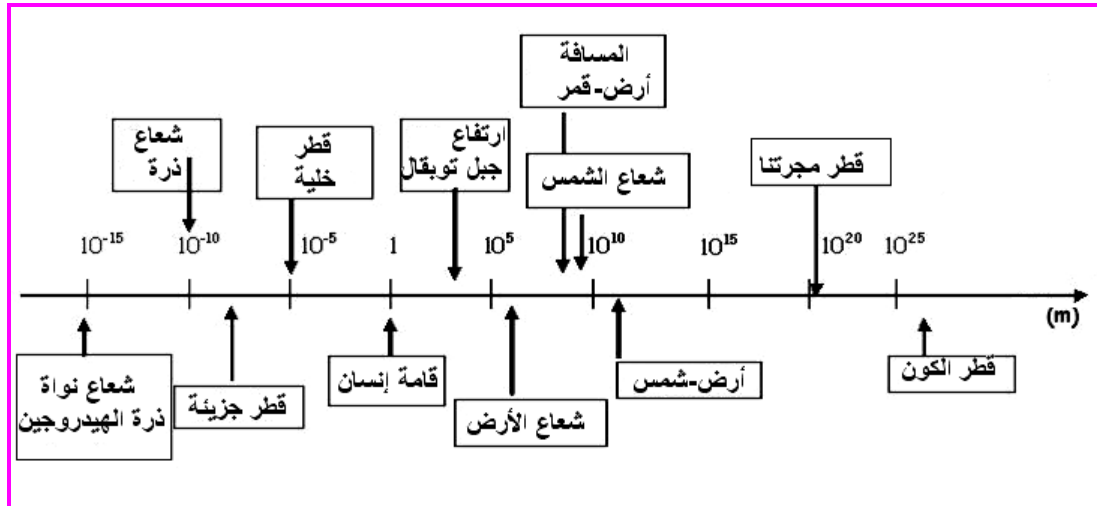
قطر مجرتنا

قطر خلية

شعاع الشمس

القطر التقريبي للكون

مثل رتب قدر هذه الأبعاد على سلم المسافات المدرج بالأس عشرة.



II. التجاذب الكوني

(1) قوى التجاذب الكوني

- سقوط الأجسام على الأرض،
 - حركة القمر حول الأرض،
 - حركة الكواكب حول الشمس،
- هي ظواهر تبرز وجود قوى تجاذبية بين الأجسام بسبب كتلتها.

(2) قانون التجاذب الكوني

أ - حالة جسمين نقطيين

يحدث بين جسمين نقطيين A و B تأثير بيني تجاذبي شدته:

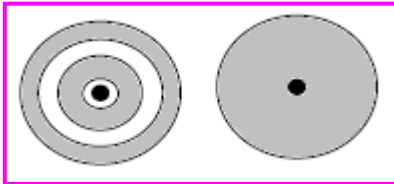
- تتناسب طرديا مع كتليهما m_A و m_B ،
 - تتناسب عكسيا مع مربع المسافة $d = AB$ بينهما.
- للقوتين المرتبطتين بهذا التأثير البيني المميزات التالية:
- نفس خط التأثير،
 - منحنيان متعاكسان،
 - نفس الشدة و تعبيرها:

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

G ثابتة تسمى ثابتة التجاذب الكوني و قيمتها: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

ب - حالة جسمين غير نقطيين

يطبق قانون نيوتن أيضا على أجسام لها تماثل كروي لتوزع الكتلة مع اعتبار أن المسافة d تساوي المسافة بين مركزيهما.



يعتبر جسم ذا تماثل كروي لتوزع الكتلة إذا كانت كتلته موزعة بانتظام حول مركزه (جسم متجانس) أو مكونا من طبقات متجانسة و متراكزة.

تعريف

تعتبر الأرض و القمر و الشمس و باقي الكواكب أجساما ذات تماثل كروي لتوزع الكتلة.

• **تطبيق عددي:** أحسب شدة التأثير البيني التجاذبي:

1- للأرض و القمر،

2- لكرتين حديديتين مماثلتين.

$$F \approx 2.10^{20} \text{ N}$$

$$F \approx 2.10^{-10} \text{ N}$$

• معطيات: $M_T = 5,98.10^{24} \text{ kg}$ - $M_L = 7,35.10^{22} \text{ kg}$ - $d = 3,84.10^8 \text{ m}$

$$m = m' = 5 \text{ kg} - d = 1 \text{ m}$$

لا يمكن إدراك أو قياس تأثيرات التجاذب الكوني إلا في حالة أجسام ذات كتل هائلة كالكواكب.

(3) الثقالة

أ - وزن جسم

على الأرض يخضع جسم لقوة التجاذب الكوني المطبقة عليه من طرف الأرض و تعبير شدتها هو حسب

$$F = G \frac{m \cdot M_T}{(R + h)^2} \quad \text{قانون نيوتن:}$$

لنقارن بين وزن الجسم و قوة التجاذب المطبقة عليه على سطح الأرض.

- وزن الجسم على سطح الأرض هو: $P = mg_0$ مع $g_0 = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- قوة التجاذب المطبقة عليه على سطح الأرض هي: $F = G \frac{m \cdot M_T}{R^2} = m \frac{G \cdot M_T}{R^2}$ ($h=0$)

$$\frac{G \cdot M_T}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{(6380 \cdot 10^3)^2} = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} \quad \text{مع:}$$

نستنتج أن وزن جسم يمثل قوة التجاذب التي تطبقها الأرض عليه.

ب - تغير شدة الثقالة حسب الارتفاع

باعتبار: $P = F$ أي: $mg = G \frac{m \cdot M_T}{(R + h)^2}$ نستنتج تعبير شدة الثقالة:

$$(1) \quad g = \frac{GM_T}{(R + h)^2} \quad \text{- على ارتفاع } h \text{ من سطح الأرض:}$$

$$(2) \quad g_0 = \frac{GM_T}{R^2} \quad \text{- على سطح الأرض (} h=0 \text{):}$$

$$g = g_0 \frac{R^2}{(R + h)^2} \quad \text{من العلاقتين (1) و (2) نستنتج التعبير التالي:}$$