

## التجاذب الكوني

### 1-سلم المسافات:

#### 1-1:تعريف:

لتحديد رتبة قدر مقدار معين ، يجب كتابة قيمة هذا المقدار على الشكل:  $a \cdot 10^n$  مع  $n \in \mathbb{Z}$  و  $1 < a < 10$

هناك حالتين:

- إذا كانت  $a < 5$  فرتبة القدر هي  $10n$
- إذا كانت  $a \geq 5$  فرتبة القدر في هذه الحالة هي  $10n+1$

#### 2-1:أمثلة:

- يبلغ إرتفاع صومعة مسجد الحسن الثاني  $210m$ ، أوجد رتبة قدر هذه الصومعة. يجب كتابة المقدار على الشكل  $a \cdot 10^n$  (مع  $a$  محصورة بين 1 و 10) إذن:
- قطر كرية دم حمراء هو  $7 \mu m$  (1 ميكرومتر  $= 10^{-6}m$ ). أوجد رتبة قدر كرية الدم الحمراء.

$7 \mu m = 7 \cdot 10^{-6}m$  نلاحظ أن  $a = 7 > 5$  إذن رتبة قدر كرية دم حمراء هي  $10^{-6+1} = 10^{-5}m$

#### 3-1 الفائدة من رتبة القدر:

- تمكننا معرفة رتبة القدر من:
- مقارنة مسافتين أو أبعاد جسمين. نقول أن المسافتين (أو البعدين) يختلفان بما قيمته  $n$  رتبة قدر إذا كان خارج المسافة الأكبر على المسافة الأصغر يساوي  $a \cdot 10^n$  مع  $1 < a < 10$
- تحديد موضع المقدار على سلم مسافات، حتى نتمكن من مقارنته مع مقادير أخرى

#### تطبيق:

قارن قطر كرية دم حمراء ( $d_1 = 7 \mu m$ ) مع قطر ذرة هيدروجين ( $d_2 = 0,16nm$ )  
1 نانومتر  $= 10^{-9}m$

#### حل:

لمقارنة مقدارين يجب أن نعبر عنهما بنفس الوحدة.  
 $d_1 = 7 \mu m = 7 \cdot 10^{-6}m$  و  $d_2 = 0,16nm = 0,16 \cdot 10^{-9}m$

نحسب الآن النسبة بين المقدار الأكبر على المقدار الأصغر:  $\frac{d_1}{d_2} = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{0,16 \cdot 10^{-9}} = 43,75 \cdot 10^3 = 43750$   
نلاحظ أن  $a = 43,75$  أكبر من 9,99 إذن يجب كتابة النسبة بحيث تكون  $a$  أصغر من 9,99 كما رأينا في التعريف.

نقول أن المقدارين يختلفان بما قيمته 4 رتب قدر

$$\frac{d_1}{d_2} = 4,375 \cdot 10^4$$

4 رتب قدر

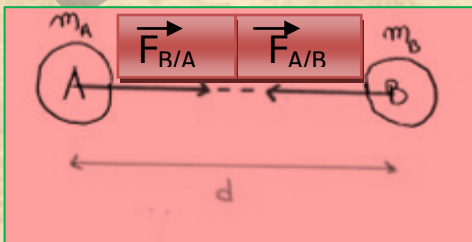
### 2- التجاذب الكوني:

#### 1-2: قانون التجاذب الكوني:

#### نص القانون:

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

● التعبير الرياضي لقانون نيوتن:



جسمين A و B نعتبرهما نقطتين كتلتاهما على التوالي  $m_A$  و  $m_B$  وتفصلهما مسافة  $d$ . هناك تأثير متبادل بين الجسمين حيث يؤثر الجسم A على الجسم B بقوة  $F_{A/B}$ ، وفي نفس الوقت يؤثر الجسم B على الجسم A بقوة  $F_{B/A}$  للقوتين نفس الشدة  $F = F_{A/B} = F_{B/A}$  وهي تتناسب إطرادا مع جداء كتلتي الجسمين، وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما:

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

الثابتة  $G$  تسمى ثابتة التجاذب الكوني وقيمتها في النظام العالمي للوحدات  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

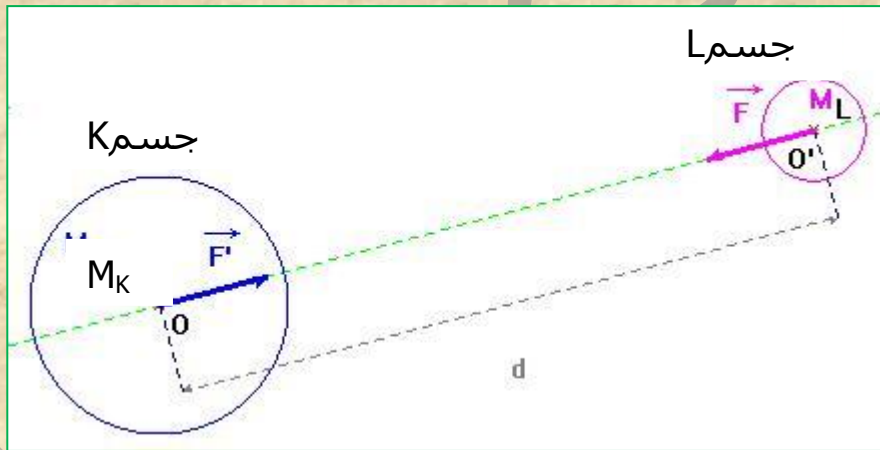
● مميزات قوتي التأثير البيني:

- خط التأثير: للقوتين  $F_{A/B}$  و  $F_{B/A}$  نفس خط التأثير وهو المستقيم AB.
- المنحى: للقوتين منحنيين متعاكسين
- الشدة: للقوتين نفس الشدة  $F = F_{A/B} = F_{B/A}$

نلخص هذه المميزات كما يلي:  $F_{A/B} = -F_{B/A}$  وللقوتين نفس خط التأثير (الإشارة- تدل على أن للقوتين منحنيان متعاكسان)

2-2: التأثير البيني لجسمين غير نقطيين:

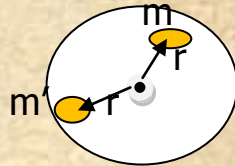
يمكن تطبيق العلاقة الرياضية لقانون نيوتن في حالة جسمين غير نقطيين، لكن مع أخذ المسافة  $d$  هي المسافة الفاصلة بين مركزي ثقل الجسمين.



في هذه الحالة نكتب  $F_{K/L} = F_{L/K} = G \cdot \frac{M_K \cdot M_L}{d^2}$

3-2: التأثير البيني للأرض ولجسم ذي توزيع كروي للكتلة:

نقول أن جسم كتلته موزعة كرويا إذا كانت الكتلة موزعة بنفس الشكل حول مركز الجسم.

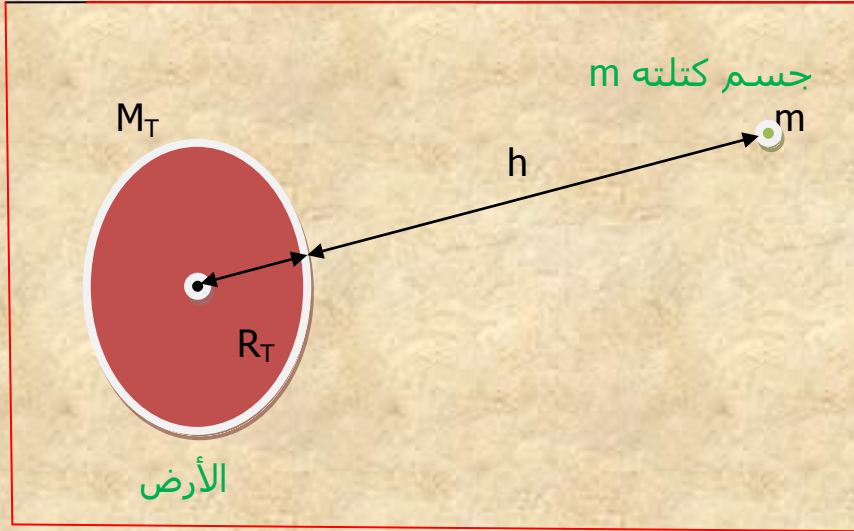


$$m = m'$$

يخضع جسم كتلته  $m$  موزعة كرويا ويوجد على ارتفاع  $h$  من سطح الأرض، لقوة تجاذب

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

حيث  $M_T$  كتلة الأرض وقيمتها  $M_T=6.10^{24}Kg$   $R_T$  شعاع الأرض قيمته  $R_T=6400Km$



#### 2-4: وزن جسم:

هي القوة المقرونة بتأثير الأرض على جسم كتلته  $m$  :  $\vec{P}=m\vec{g}$  حيث  $m$  كتلة الجسم وشدته الثقالة.

#### ● مميزات الوزن $\vec{P}$ :

- الإتجاه: الشاقولي المار من مركز ثقل الجسم  $G$
- المنحى: نحو مركز الأرض
- الشدة أو المنظم:  $P=mg$  ويعبر عنها بالنيوتن  $N$

#### ● وزن جسم وقوة التجاذب الكوني:

قوة التجاذب الكوني  $F$  ووزن الجسم  $P$  لا يمثلان نفس المقدار. لكن يمكن مقاربتهما إذا أهملنا دوران الأرض حول نفسها  $P \approx F$  نعوض فنجد:

$$(1) \quad mg = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T+h)^2} \quad \text{هذه العلاقة تعطي} \quad g_h = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T+h)^2}$$

نستنتج من هذه العلاقة أن شدة الثقالة  $g$  تتعلق بالإرتفاع  $h$  عن سطح الأرض. إذا إعتبرنا الأرض غير كروية (بيضوية الشكل) يعني الشعاع  $R_T$  للأرض يتغير من منطقة لأخرى (مثلا الشعاع عند خط الإستواء يخالف الشعاع عند القطب الشمالي). إذن نستنتج أن شدة الثقالة  $g$  تتعلق بالموقع على سطح الأرض.

$$P_0 = mg_0 = mG \frac{M_T}{R_T^2}$$

● شدة وزن جسم على سطح الأرض ( $h=0$ )

(نعوض  $h=0$  في العلاقة 1)

● شدة وزنه على إرتفاع  $h$  :  $P_h = m \cdot g_h = mg \frac{M_T m}{(R_T+h)^2}$

نضرب البسط والطرح في  $R_T^2$  فنجد :  $P_h = mG \frac{M_T m}{R_T^2} \cdot \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2} = P_0 \cdot \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$

$$g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$$

وبتعبير آخر

$$P_h = P_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2} \quad \text{إذن:}$$