

**البطاقة التربوية - نظري**

المستوى : 01 ج م ع \_\_\_\_\_

رقم المذكرة : \_\_\_\_\_

المجال : \_\_\_\_\_ الميكانيك

الوحدة : \_\_\_\_\_ التماسك في المادة وفي الفضاء

**مؤشرات الكفاءة****الأسئلة الأساسية**

- الكون فسيح ، هل له حدود ؟
- هل ينتهي الكون عند حدود المجرة ؟
- ما هي مكونات الفضاء الفلكي ؟
- كم هو عدد القوى الأساسية في الطبيعة ؟ وما دورها ؟

- 1- يقدم معلومات خاصة بالموضوع .
- 2- يتوصل إلى ماهية الكون و أبعاده
- 3- يدرك ان الكون يشغله فراغ
- 4- توظيف الكتابة العلمية لصياغة أبعاد الكون.
- 5- يفسر تماسك المادة بالأفعال المتبادلة الأساسية .

**المحتوى****الوسائل المستعملة والطرائق**

- جهاز الإلام الآلي .
- جهاز العرض .

**1 - من الذرة إلى المجرة**

تقديم الكون

- 1 - 1- تذكير حول بنية الذرة
- 1 - 2- نظرة إلى الكون .

**2 - الكتابة العلمية للأعداد**

- 1 - 2- العلاقة الرياضية
- 2 - 2- المضاعفات و الأجزاء
- 2 - 3- رتبة عدد

**3 - الأفعال المتبادلة الأساسية الأربعة .****1 - 3- 1 الفعل المتبادل الجاذب - الجاذبية الكونية**

- (أ) - قانون الجذب العام .
- (ب) - تجربة كافنديش .
- (ج) - علاقة قوة الجذب العام بثقل الجسم p
- (د) - دور التأثير الجاذبي الكوني في الطبيعة

**2 - 3- 2 الفعل المتبادل الكهرو مغناطيسي (الكهرطي)**

- (أ) - قانون كولوم .
- (ب) - العلاقة بين التكهرب و المغناطيسية .
- (ج) - دور التأثير الكهرو معنطيسي في الطبيعة .

**3 - 3- 3 الفعل المتبادل القوي****4 - 3- 4 الفعل المتبادل الضعيف****4- القوى الأساسية في الطبيعة والمقارنة بينها .****5- الجسيمات الأساسية في المادة .****التقويم****أمثلة للنشاطات :**

- محاكاة

- عرض بحوث التلاميذ - محاكاة حول :
- نشأة الكون: كيف و متى ؟
- النماذج الكونية و تطورها عبر التاريخ
- تمارين تقويمية حول الوحدة ( الكتاب المدرسي )

**النقد الذاتي****المراجع**

الكتاب المدرسي المقرر، الوثيقة المرفقة، الانترنت .

## مراحل سير الدرس

### 1- من الذرة إلى المجرة :

#### 1-1- تقديم الكون :

#### 1-1-1- تذكير حول بنية الذرة :

- تتكون الذرة من نواة والكترونات في حالة حرة سريعة ودائمة حول النواة في مدارات محددة وفق نظرية بوهر .
- ذرة الهيدروجين هي ابسط الذرات . نواتها تتكون من دقيقة عنصرية واحدة ، نصف قطرها يقارب جزء المليون من المليار من المتر (  $r_n = 1,2 \cdot 10^{-15} m$  ) ، إلكترونها الوحيد يوجد عن بعد من النواة يقارب الجزء 53 من ألف من المليار من المتر  $r_H = 5,3 \cdot 10^{-11} m$  .
- أبعاد كل الذرات الاخرى من نفس رتبة ابعاد ذرة الهيدروجين ، ويكمن الاختلاف في عدد الدقائق العنصرية فقط .
- يوجد بين النواة و الالكترونات فراغ كبير. نقول أن للمادة " بنية فراغية " .

#### 1-1-2- نظرة إلى الكون :

- هذا الكون الفسيح المترامي الأطراف ، هل له حدود ؟ هل يبدأ من مكونات البروتونات و النيوترونات و التي تسمى الكوارك Quarks أم يوجد أصغر منها ؟ أم مازلنا لم نصل بعد إلى الامتناهي في الصغر ؟!
- هل ينتهي الكون عند حدود المجرة ؟
- بالطبع لا ، فالمجرة ماهي إلا قطرة من بحر هذا الكون ، فملاير المجرات تتجمع في مجموعات أو ( عناقيد ) ، وهذه المجموعات هي ملايين تولف فقط ( الكون المنظور ) و الكون المنظور ما هو إلا جزء صغير " فقاعة " و الفقاعة هي وحدة فقط من الكون " التضخمي " .

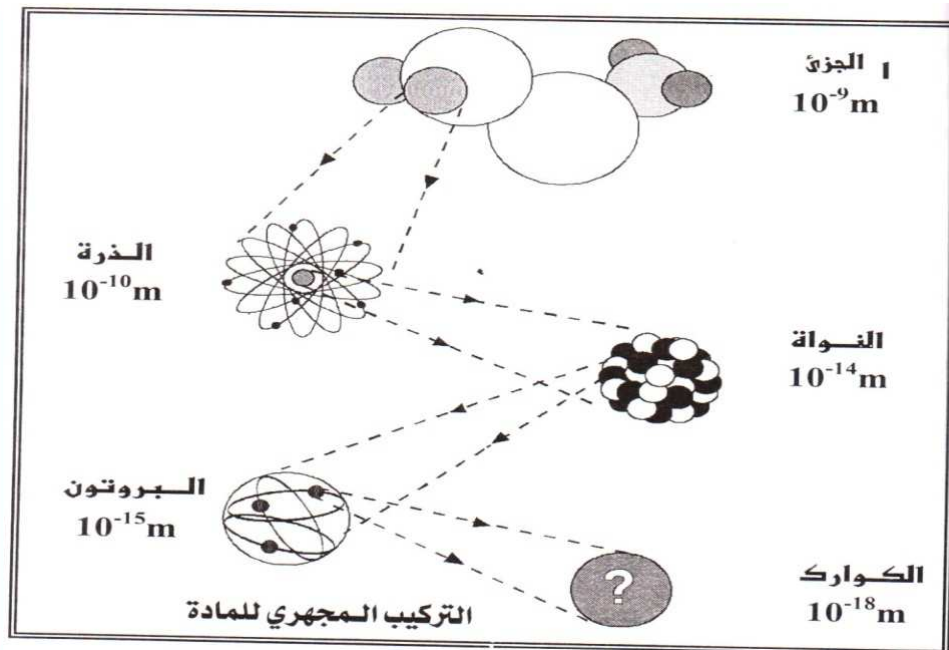
و هل هذا الكون ينتهي عند الكون التضخمي ؟ أمازلنا بعد لم نصل اللامتناهي في الكبير ؟!

#### 1-1-3- اللامتناهي في الصغر : من الجزيء إلى الكوارك .

- لقد تمكنا خلال القرن العشرين من التعرف على البنية الدقيقة للمادة ، فبعد أن صارت الذرة عبارة عن نواة وموكب من الالكترونات تم اكتشاف طبيعة النواة نفسها ( بروتونات و نيوترونات ) و التفاعل النووي بينهما، و ذلك خلال فترة

الثلاثينات و ما بعدها .

- و أكتشف خلال الستينات و السبعينات مستوى آخر للمادة وهو الكواركات التي تتكون منها البروتوناتو النيوترونات ، ولا ندري هل الكواركات تمثل آخر مستوى تركيب للمادة أم لا .



## 1-1-4- اللامتاهي في الكبر : من الأرض إلى الكون التضخمي .

\* المجموعة الشمسية :

- **الأرض** : لها قطر في حدود ( 12800 Km ) و كتلة تساوي تقريبا (  $6.10^{24}$  Kg ) .

تنتهي الأرض إلى المجموعة الشمسية ، التي نشأت منذ حوالي ( 4.6 مليار سنة ) .  
تبعد الأرض عن الشمس مسافة تساوي (  $150.10^6$  Km ) ، و اعتمدت هذه المسافة كوحدة قياس الأطوال داخل المجموعة الشمسية ، و تدعى بـ الوحدة الفلكية و يرمز لها

بالرمز ( Ua ) ( Unitè astronomique ) أي :  **$1 \text{ Ua} = 150.10^6 \text{ Km}$**

- **الشمس** : قطرها 110 مرة قطر الأرض تقريبا ، كتلتها حوالي 330000 مرة كتلة الأرض ، حجمها 3.1 مليون مرة حجم الأرض .

- **المجرة** : تنتمي شمسننا إلى مجموعة من النجوم ( حوالي 100 مليار نجم ) المكونة لمجرتنا المسماة

درب التبانة La voie lactée .

- قطر مجرتنا في حدود  $9, 5.10^{17}$  Km

- أقرب نجم إلى الشمس يسمى " الظلمان القريب " S antaura Proxima " و يبعد عنها

بحوالي ( 4.5 a.l ) ، و الذي ينتمي إلى مجرة " أندرو ميذا " Andromeda " و التي تبعد

عن مجرتنا بحوالي ( 2.6 a.l ) .

- المجرات تتجمع في ما يسمى " مجاميع المجرات " أو " عناقيد المجرات " .

- المجموعة التي تنتمي إليها مجرتنا تسمى " المجموعة المحلية " .

- الكون الذي نحن فيه يسمى " الكون المرصود " ، " الكون المرئي " ، الذي نصف قطره

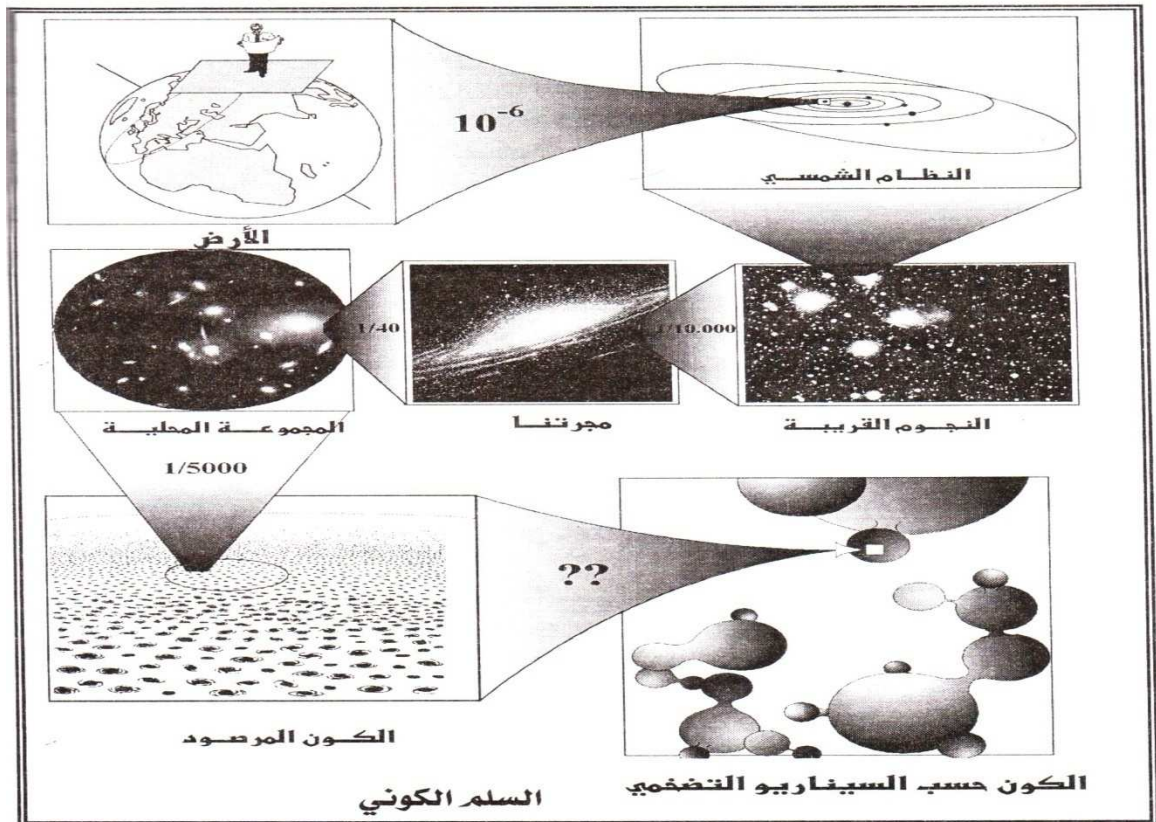
في حدود ( 15 مليار سنة ضوئية ) أي في حدود  $10^{26}$  m .

- الكون المرئي هو فقاعة من " الكون التضخمي متعدد الفقاقيع " .

- عمر الكون المرئي ( 15 مليار سنة ) و كتلته في حدود (  $10^{52}$  m ) و يحتوي

على (  $10^{90}$  نكليون ) .

- كتلته الحجمية في حدود (  $\rho=3.10^{-29}$  kg / m<sup>3</sup> ) .



## 2- الكتابة العلمية للأعداد :

### 2-1- العلاقة الرياضية :

للتعبير علميا عن الأعداد اللامتناهية في الكبر واللامتناهية في الصغر يتوجب استعمال كتابة علمية لتبسيط قراءتها وكتابتها ولهذا نلجأ إلي استخدام أس العدد 10 بحيث نكتب أي عدد بالشكل  $a \times 10^b$  .

حيث : a عدد من رتبة الأحاد وهو محصور بين (1) و (9) و b عدد صحيح موجب او سالب ،  
**تذكير :**

$$10^m + 10^n = 10^{m+n} \quad , \quad [10^m]^n = 10^{m \times n}$$

$$\frac{1}{10^n} = 10^{-n} \quad , \quad 10^{m+n} = \frac{10^m}{10^n}$$

### 2-2 المضاعفات والأجزاء :

البداية	فمتو	بيكو	نانو	ميكرو	ملي	الوحدة	كيلو	ميغا	جيجا	تيرا
	femto	pico	nano	mico	milli		kilo	Méga	Giga	Téra
الرمز	f	p	n	$\mu$	m		K	M	G	T
معامل	$10^{-15}$	$10^{-12}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	$10^{+3}$	$10^{+6}$	$10^{+9}$	$10^{+12}$

### 2-3 رتبة عدد :

رتبة عدد هي الأس العشري الأقرب إلي هذا العدد  
مثال : نصف قطر نواة الهيدروجين :  $1,2 \text{ fm}$  ،  $1,2 \times 10^{-15} \text{ m}$  ،  $r_n=1$  وهو من رتبة  $10^{-15} \text{ m}$  .

### تطبيق 1 : نعتبر الأعداد التالية :

10000 m ، 100000000 m ، 36400 m ، 378300 m ، 0.00000305 m ،  
 $523 \times 10^{-17} \text{ m}$  ،  $9270 \times 10^{20} \text{ m}$  ،  $0.56 \times 10^{-10} \text{ M}$

1 - أعطي الكتابة العلمية لهذه الأعداد وحدد رتبة كل عدد .

تطبيق 2 : أعطي في الجدول التالي رتبة أبعاد الأشياء علميا أن رتبة الرجل هي 1 ( تقدر الأبعاد بـ m )

قطر الكون	
قطر المجرة	
البعد بين الأرض و الشمس	
البعد بين الأرض و القمر	
جبل ارتفاعه 800 m	
طول نملة	
طول خلية	
طول جرثومة	
قطر ذرة	
قطر نواة	

### 3- الأفعال المتبادلة الأساسية الأربعة :

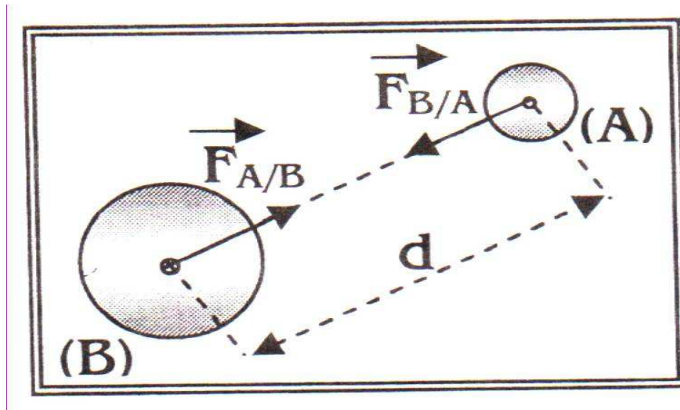
#### 1-3- الفعل المتبادل الجاذب :

#### (أ) قانون الجذب العام لنيوتن :

لقد شغل رصد الفضاء و دراسة حركة الأجرام السماوية العديد من علماء منذ القدم لكن رغم محاولاتهم الجادة لم يتم التوصل إلى صياغة قانون يضبط حركة هذه الكواكب إلى غاية 1687م أين نشر العالم الانجليزي "إسحاق نيوتن"

كتابه الشهير "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" و تضمن القوانين الثلاث: مبدأ العطالة، المبدأ الأساسي للتحريك

بالإضافة إلى قانون الجذب العام و هذا نصه: "كل جسمان كفيان يتجاذبان بقوة ، تتناسب مع جداء كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة التي تفصلهما". و هو يمثل أول قانون عام يصف صيغة الفعلين المتبادلين بين جسمين من جداء كتلتيهما.  
من خلال الوثيقة المقابلة اجب على الأسئلة التالية:



1- لماذا اطلق نيوتن على هذا القانون بقانون الجذب العام؟

- لأنه لم يحدد نوع الجسمان ولا المسافة بينهما .

2- هل حركة جسم بالنسبة للأرض خاضعة لقانون الجذب العام؟ ..... نعم.

3- اعد صياغة نص القانون السابق بشكل علاقة رياضية بالنسبة لجسمان A و B تفصلهما مسافة d

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

$F_{A/B}$  ..... شدة القوة التي يؤثر بها الجسم A على الجسم B وحدتها نيوتن (N) و تتجه من B نحو A

$F_{B/A}$  ..... شدة القوة التي يؤثر بها الجسم B على الجسم A وحدتها نيوتن (N) و تتجه من A نحو B

G ..... معامل التناسب

$m_A$  ..... كتلة الجسم A وحدتها الكيلوغرام (Kg) .

$m_B$  ..... كتلة الجسم B وحدتها الكيلوغرام (Kg) .

d ..... المسافة بين الجسم A و الجسم B ( m ) .

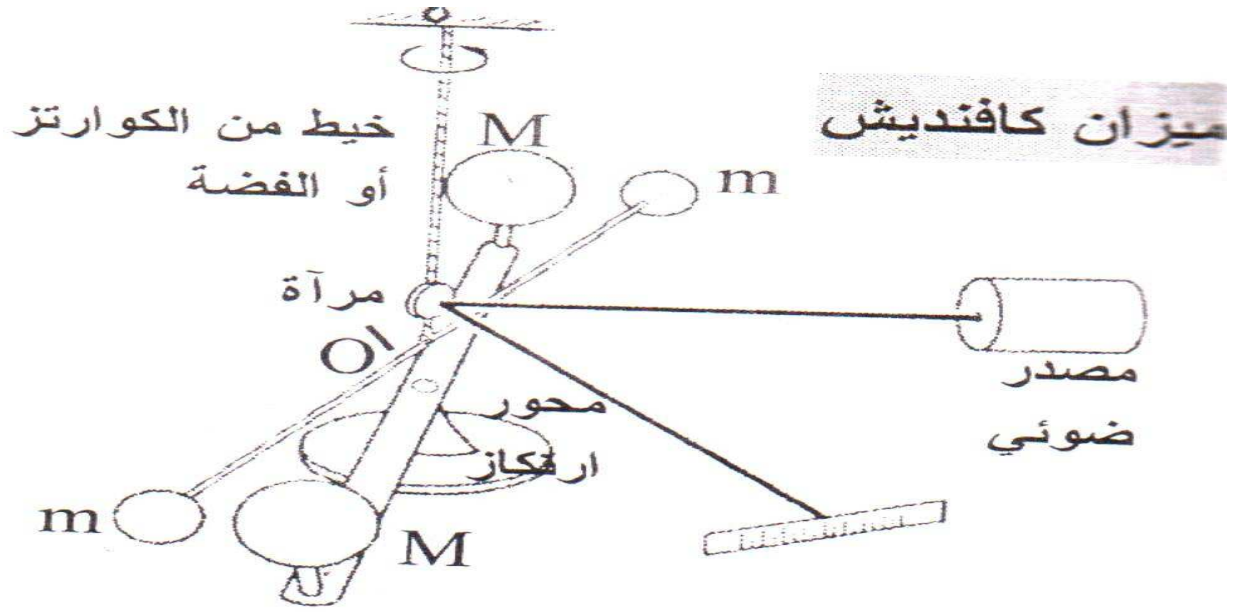
#### (ب) تجربة كافنديش :

- هل يمكن حساب قوة الجذب العام لنيوتن لجسمين كتلتهما معلومة و المسافة بينهما أيضا معلومة ؟ .

حتى نتمكن من تطبيق قانون الجذب العام يجب معرفة قيمة ثابت التناسب و هذا ما توصل إليه

العالم كافنديش سنة 1798 م مستخدما جهاز يسمى ميزان كافنديش وتمكن إلى تقدير قيمة الثابت

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N.m}^2/\text{kg}$  ..... (انظر الدعائم) .



استخدم هذا العالم جهازا يسمى " ميزان كافنديش " المبين بالشكل و الذي يتالف من :

- كرتان صغيرتان من البلاتين كتلة كل واحد منهما (  $m = 50 \text{ g}$  ) البعد بين مركزيهما (  $20 \text{ m}$  ) ملحمتان بساق خفيف

معلق من منتصفه بواسطة خيط رفيع (  $00'$  ) من الفضة .

- كرتان كبيرتان من الرصاص كتاة كل منهما (  $M = 30 \text{ kg}$  ) مثبتتان في ساق يمكنها الدوران حول محور ارتكاز .

- مرآة صغيرة محمولة على الخيط تسمح بعكس أي شعاع ضوئي يسقط عليها .

- عند تقريب الكرتين الكبيرتين من الكرتين الصغيرتين على مسافة (  $d$  ) من بعضهما ؛ تحدث قوة تجاذب بين كل

كرة صغيرة و الكرة الكبيرة التي بجوارها ، مما يجعل خيط الفضة يفتل بزاوية  $\theta$  و بالتالي فان الشعاع الضوئي

الساقط على المرآة ينحرف ، و يمكن تعيين هذا الانحراف بواسطة مسطرة مدرجة .

- بمعرفة مقدار الانحراف نستطيع تحديد زاوية الفتل و من ثم نعين قوة التجاذب  $F$  حيث عزم الفتل:

$$M = C = F \cdot l \theta$$

مع  $C$  : ثابت فتل خيط الفضة .

و بين العالم كافنديش ان هذه القيمة هي في حدود  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$

### ج) علاقة قوة الجذب العام بثقل الجسم P :

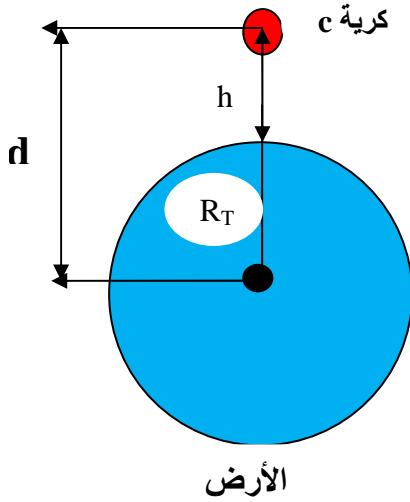
#### مثال :

كرة c كتلتها  $m_c$  تبعد مسافة  $h$  عن سطح الأرض (كتلتها  $m_T$  و نصف قطرها  $R_T$ ) حسب قانون نيوتن الثالث:

- 1- ما هما الفعلان المتبادلان للجسم (كرة + أرض)؟
- 2- ما هي القوة التي تؤثر بها الأرض على الكرة؟ وماذا تمثل؟
- 3- أعط عبارتها بدلالة  $G ; m_T ; m_c ; h ; R_T$ .
- 4- كيف تكون هذه العبارة إذا كانت الكرة موجودة على سطح الأرض؟
- 5- احسب قيمة الجاذبية  $g$  من أجل :

#### حل التمرين :

- 1- تؤثر الكرة على الأرض بقوة  $F_{C/T}$  و تؤثر الأرض بقوة على الكرة  $F_{T/C}$
- 2- القوة التي تؤثر بها الأرض على الكرة تمثل قوة الثقل  $P$ .
- 3- كتابة عبارة القوة:



$$F_{T/C} = G \cdot \frac{m_T \times m_C}{(R_T + h)^2} = P = m_C \cdot g$$

- 4- عندما تكون الكرة موجودة على السطح أي  $h = 0$  :

$$g = G \cdot \frac{m_T}{R_T^2} = 9.878 N / kg$$

### د) دور التأثير التجاذبي الكوني في الطبيعة :

#### نشاط :

- نستبدل الكرة في المثال السابق بالقمر

- 1- احسب قوة التجاذب بين الأرض و القمر علما ان كتلته  $M_L = 7.34 \cdot 10^{22} kg$  والمسافة بين مركزي عطالة كل من القمر و الأرض  $d = 3.84 \cdot 10^8 m$
- 2- ما دام القمر يخضع لقوة جذب من الأرض لماذا لا يسقط باتجاه الأرض؟ علل و ماذا تستنتج في ما يخص تماسك الأجسام الفلكية؟

#### الحل :

-1

$$F_{T/L} = F_{L/T} = G \cdot \frac{m_T \times m_L}{d^2} = 1.98 \times 10^{22} N$$

- 2- القمر يدور بسرعة  $v$  وفق مسار دائري حول الأرض مما يجعله خاضع إلى قوة طرد مركزية تسعى لانحرافه عن مساره فعلها يعاكس فعل قوة الجذب  $F_{T/L}$  التي تسمح للقمر بالمحافظة على مساره و على مسافة ثابتة بينه و بين الأرض.
- نعلم ذلك بان قوى الجذب هي المسؤولة عن تماسك القمر و الأرض و بالتالي تماسك الكواكب و المجرات فيما بينها أي هي المسؤولة عن تماسك الفضاء.

### ملاحظة هامة :

إن قوة الجذب العام عندما نطبقها على الأجسام ذات الكتل الصغيرة مقارنة بكتل الكواكب تكون فعلها ضعيف جدا لذا عادة ما تهمل و أما مجال تطبيقها الحقيقي يكون على الكواكب و الأجرام السماوية أي يظهر فعلها.

### 2-3- الفعل المتبادل الكهرومغناطيسي :

#### (أ) قانون كولوم :

#### نشاط :

ندلك ساقا من زجاج بواسطة قطعة قماش (قطن) ثم نقرّبها من قصاصات ورقية ماذا تلاحظ؟ كيف تفسر هذه الظاهرة؟ هل هي خاضعة لقانون نيوتن؟ أين يكمن الاختلاف؟  
نلاحظ انجذاب القصاصات نحو الساق نقول ان الساق الزجاجية تكهربت (شحنت) عن طريق الدلك ، وهي لا تخضع لقانون نيوتن لان السبب الذي ادى إلى فعل التجاذب هو شحنة الساق و ليس كتلتها نقول ان هناك نوع ثاني من الأفعال المتبادلة يسمى بقانون كولوم توصل له العالم كولوم عام 1785م و هذا نصه :  
" شدة التأثير المتبادل بين شحنتين كهربائيتين  $q_A$  و  $q_B$  تتناسب طرّدا مع جداء الشحنتين و عكسيا مع مربع المسافة بينهما " . و نكتب :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = K \cdot \frac{q_A \times q_B}{d^2}$$

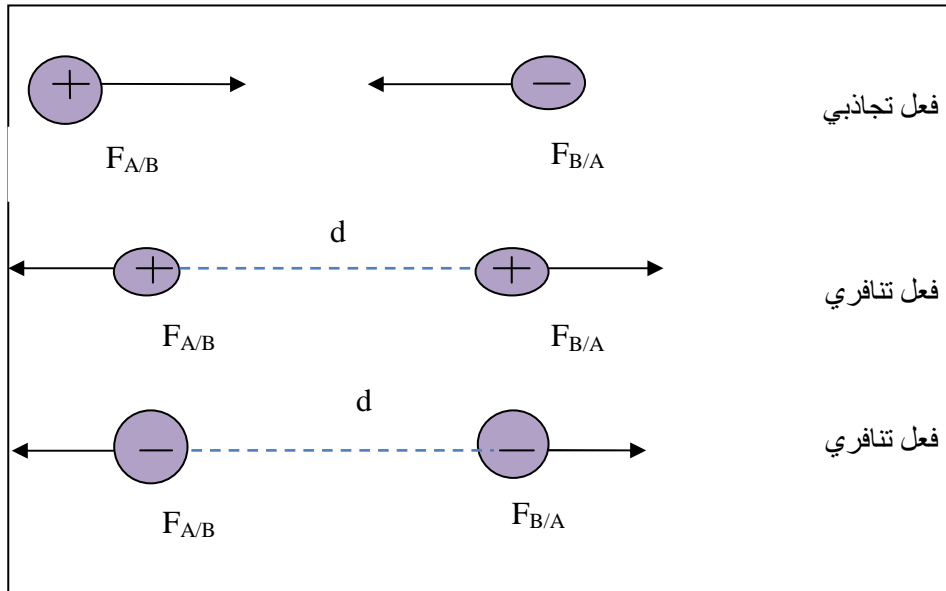
حيث:

$q_A$  : الشحنة الكهربائية للجسم A وحدتها الكولوم (c)

$q_B$  : الشحنة الكهربائية للجسم B وحدتها الكولوم (c)

d : المسافة وحدتها المتر (m)

K : ثابت كولوم قيمته  $9.10^9 \text{ N.m}^2 / \text{c}^2$



### ملاحظة هامة :

هناك علاقة بين الكهرباء و المغناطيسية كما بينها العالم فاراداي : عند تقريب مغناطيس من سلك ملفوف (وشيعه)

يولد تيارا كهربائيا. و أيضا الفعل المغناطيسي يولد فعلا كهربائيا لهذا السبب تم توحيد الكهرباء و المغناطيسية فسمي التأثير الكهرومغناطيسي و مجال تطبيقه يتم على مستوى الذرة و الجزيئات فهو يضمن تماسك الالكترونات في دورانها حول الذرة وبالتالي تماسك الذرات و الجزيئات للمادة.



### 3-3- الفعل المتبادل القوي :

#### نشاط :

مما تتكون نواة الحديد  ${}^{56}_{26}Fe$ ؟ هل قانون كولوم محقق؟ كيف تفسر تماسكها؟  
تتكون من 26 بروتون و 26 نيوترون فقانون كولوم غير محقق لأنه لم يحدث تناافر بين البروتونات  
و النيوترونات فسر العلماء ذلك بوجود قوة كبيرة جدا التي تضمن تماسك النواة تسمى القوة النووية القوية  
و ليس لها تأثير إلا داخل النواة مما يجعل مداها قصير.

### 4-3- الفعل المتبادل الضعيف :

من أجل تفسير عدم استقرار بعض الانوية اعتمد العلماء وجود قوة أساسية رابعة سميت القوة النووية  
الضعيفة وهي مسؤولة عن النشاط الإشعاعي للانوية غير المستقرة. لكن العلماء بعد جهود مضية توصلوا  
إلى توحيد هذه القوة مع القوة الكهرومغناطيسية إلى قوة واحدة سميت القوة الكهروضعيفة .

#### خلاصة :

بصفة عامة قوى الجذب العام هي المسؤولة عن تماسك الفضاء – و القوى الكهربائية هي المسؤولة عن تماسك  
المادة.

### 4- القوى الأساسية في الطبيعة و المقارنة بينهما :

تصنف القوى الأساسية الطبيعية في الفيزياء إلى أربعة قوى هي :

#### أ/ قوى الجاذبية الكونية :

- تعزى إلى كتلة الأجسام .

- نوع التأثير دوما تجاذبي.

$$F = G \cdot \frac{m \cdot m'}{d^2}$$

- شدتها تعطي بقانون الجذب العام لنيوتن

- مسؤولة عن تماسك الكواكب و المجرات و الكون إذن هي مسؤولة عن تماسك الفضاء .

- لا تلعب أي دور في تماسك الجسيمات الصغيرة ( الذرات ، الجزيئات ، النواة ... )

- هي أضعف القوى الأربعة .

#### ب/ القوى الكهرومغناطيسية :

- تعزى إلى الشحنة الكهربائية للجسيمات .

- نوع التأثير تجاذب أو تناافر .

$$F = K \cdot \frac{|q| \cdot |q'|}{d^2}$$

- شدتها تعطي بقانون كولوم

- تطبق على مستوى الذرات و الجزيئات فقط و لا تطبق على مستوى الكواكب لأن لهذه الأخيرة

كتل متعادلة الشحنة الكهربائية الداخلية .

- لا تأثير لها على الأجسام الكبيرة العنانية لان هذه الأجسام العنانية متعادلة كهربائيا .

- تأتي في الرتبة الثانية من حيث الشدة .

### ج / القوة النووية القوية :

و هي القوة التي تجيب عن السؤال المطروح : ما الذي يجعل النواة متماسك مع وجود التنافر الكهربائي الكبير جدا بين بروتوناتها ؟

- تعزى الى الخاصية القوية ( اللون ) التي تحملها الكواركات (  $vd$  ) التي تكوّن البروتونات و النيوترونات .

- نوع التأثير : تجاذبي

- شدتها تعطى بقانون غير معروف حتى الآن .

- مدى تأثيرها قصير و يكون على مستوى النواة أي في حدود الفارمي (  $1\text{fm} = 10^{-15}\text{m}$  )

- مسؤولة عن تماسك البروتونات و النيوترونات داخل النواة كما أنها مسؤولة عن تماسك كواركات

البروتون أو النيوترون .

- لا تلعب أي دور مهم في مدى اكبر من النواة .

- هي أعظم القوى الأساسية في الطبيعة على الإطلاق و تأتي في الرتبة الأولى ، وهي اكبر بحوالي 2000 مرة

من القوة الكهربائية .

### د/ القوة النووية الضعيفة :

لو كانت القوة النووية القوية هي القوة الفاعلة الوحيدة داخل النواة لكانت كل الانوية مستقرة ، لكننا نعلم

بوجود عدد كبير من الذرات التي أنويتها تصدر إشعاعات و جسيمات . إذن هي غير متماسكة رغم ارتباطها

بالقوة النووية القوية ، و هذا ما فسره العلماء بوجود قوة أخرى هي القوة النووية الضعيفة .

- تعزى إلى الخاصة الضعيفة التي تحملها الجسيمات .

- نوع التأثير تلامسي .

- مدى تأثيرها قصير جدا في حدود (  $2 \times 10^{-18}\text{m}$  ) أي في حدود الكوارك .

- مسؤولة عن النشاط الإشعاعي للأنوية غير المستقرة .

- تأتي في الرتبة الثالثة .

### 5- الجسيمات الأساسية في المادة :

كما أسلفنا الحديث ، فإن المادة تتألف من ذرات والذرات من الكتلونات ونواة ، والنواة من بروتونات ونيوترونات .

لكن ، هل أن البروتونات والنيوترونات هي بدورها تتألف من جسيمات أصغر منها ؟ .

الجواب : نعم ، لقد أجريت تجربة مشابهة لتجربة رذرفورد والتي أجريت سنة 1911م ، وتم فيها قذف الذرات

بجسيمات تسمى جسيمات  $\alpha$  ، وتبين فيها أن الذرات تتألف من نواة ، هذه التجربة أعيدت سنة 1958 م إذ قذفت البروتونات بالكترونات ذات سرعات عالية فتبين أن البروتونات بدورها تتألف من حبيبات اصغر ، سميت

الكواركات ( Quarks ) سنة 1963م من قبل العالمين الأمريكيين " غيل مان " ( M.Gell.Mann )

و " جورج زويغ " ( G.Zeig ) وقد تم إثبات وجود الكواركات سنة 1969 م ، وتم التأكيد نهائيا من وجودها

سنة 1975 م ، وآخر كوارك تم في سنة 1994 م .

### \* ماهو الكوارك ؟

تبين أنه توجد على الأقل 6 كواركات هي :

- ✓ الكوارك **u** ( أو الكوارك العالي **up** ) .
- ✓ الكوارك **d** ( أو الكوارك السافل **down** ) .
- ✓ الكوارك **s** ( أو الكوارك الغريب **strange** ) .
- ✓ الكوارك **c** ( أو الكوارك المفتون **charmed** ) .
- ✓ الكوارك **t** ( أو الكوارك القمة **top** ) .
- ✓ الكوارك **b** ( أو الكوارك الجميل **beauty** ) .

### \* بماذا تتميز الكواركات ؟

تتميز بخصائص هي :

✓ الشحنة الكهربائية : للكواركات شحنة كسرية بالنسبة لشحنة الإلكترون حيث أن :

$$- شحنة الكواركات **u, c, t** تساوي  $+\frac{2}{3}|e^-|$$$

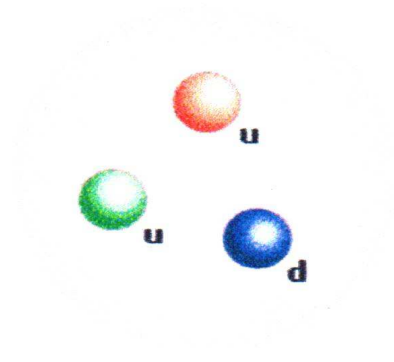
$$- شحنة الكواركات **d, s, b** تساوي  $-\frac{1}{3}|e^-|$$$

$$\text{حيث : } |e^-| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ cb}$$

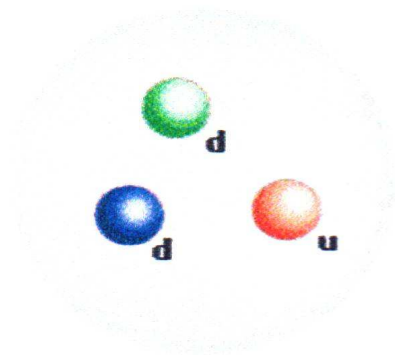
- ✓ الكتلة : لكل كوارك كتلة خاصة به .
- ✓ اللون : لها ثلاثة ألوان هي الأحمر ، الأخضر ، الأزرق ، ( في الواقع ليس للكواركات لون ، وإنما هو تعبير مجازي مميز يعبر به عن التفاعلات القوية بين الكواركات نفسها .
- ✓ النكهة : ترتب الكواركات في 6 عائلات أو 6 نكهات وهي كما ذكرنا سابقا ( عالي ، سافل ، غريب ، مفتون ، قمة ، جميل ) ، وننبه أن الكواركات الثلاثة الأولى ( **u, d, s** ) هي فقط الموجودة في الطبيعة ، والبقية تحصل عليها العلماء في مخابر الفيزياء .

### \* بماذا تتميز الكواركات ؟

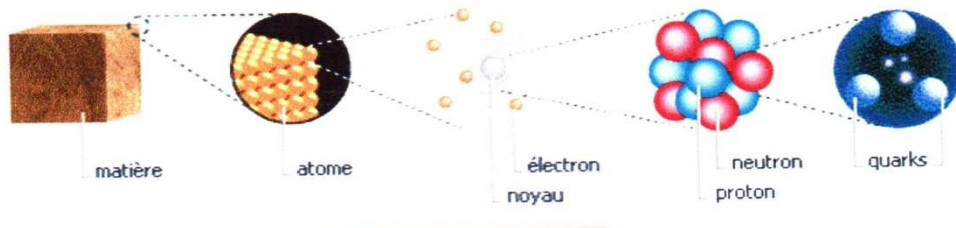
- ✓ تبين أن البروتون يتألف من 3 كواركات هي ( **u, d, u** ) بمعنى ( **u, d, u** ) .
- ✓ تبين أن النيوترون يتألف من 3 كواركات هي ( **d, u, d** ) بمعنى ( **d, u, d** ) .



Proton



Neutron



117 r