

فيزياء درس 01	التجاذب الكوني	الجدع المشترك
---------------	----------------	---------------

الكفايات المستهدفة:

- ❖ كتابة عدد كتابة علمية.
- ❖ معرفة الأرقام المعبرة في عدد معين.
- ❖ معرفة سلم المسافات لقياس الأبعاد بين الأجسام والدقائق في الكون.
- ❖ معرفة وزن جسم .
- ❖ استعمال العلاقة $g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$.

1- الكتابة العلمية للأعداد ورتبة القدر:

1-1 بعض خاصيات أس 10 :

$$10^1 = 10$$

$$10^0 = 1$$

$$10^n = 10 \times 10 \times \dots \times 10 \text{ (n مرة)}$$

$$10^{-n} = \frac{1}{10^n}$$

$$\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m} \quad n, m \in \mathbb{Z}$$

$$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$$

2-1 الكتابة العلمية لعدد :

تكون الكتابة العلمية لعدد على شكل : $a \times 10^n$ أو $a.10^n$

حيث a عدد عشري $1 \leq a < 10$ و n عدد صحيح $n \in \mathbb{Z}$

$$0,34.10^{-5}m = 3,4.10^{-6}m \quad 0,064m = 6,4.10^{-2}m \quad 3618m = 3,618.10^3m \quad \text{أمثلة :}$$

3-1 الأرقام المعبرة :

بالنسبة لقياس طول طاولة ، يمكن كتابة $L=1,2cm$ أو $L=1,20cm$ هاتان الكتابتان مختلفتان. فالأولى تدل

على أن وسيلة القياس تقيس الملمتر، والثانية تدل على أن وسيلة القياس تقيس عشر (1/10) الملمتر.

في القياسات الفيزيائية ، الأرقام المعبرة تحدد دقة القياس .

في الكتابة العشرية، الأرقام المعبرة هي كل أرقام العدد a (باستثناء الأصفار الموجودة على يسار أول رقم

غير منعدم)

أمثلة : العدد $0,00306 \text{ kg}$ يحتوي على ثلاث أرقام معبرة (بالبنط الغليظ)

العدد $314,00$ يحتوي على خمس أرقام معبرة .

في الكتابة العلمية ، كل أرقام العدد a معبرة .

1,02 3 أرقام معبرة.

1,020 4 أرقام معبرة.

12,020 5 أرقام معبرة.

0,52 2 أرقام معبرة.

0,0520 3 أرقام معبرة.

0,05020 4 أرقام معبرة.

الأعداد المعبرة هي التي يمكن التوصل إليها عن طريق وسائل القياس.

عند إنجاز جداء أو قسمة ، العدد الناتج يجب أن يكتب بحيث لا يتجاوز عدد أرقامه المعبرة العدد الذي لديه أقلها.

مثال : لا نكتب $1,63 \times 4,2 = 6,846$ بل نكتب $1,63 \times 4,2 = 6,8$.

عند إنجاز جمع أو فرق ، العدد الناتج يجب أن يكتب بحيث لا يتجاوز عدد أرقامه الكسرية تلك الموجودة في العدد الذي لديه أقلها.

مثال : لا نكتب $152,6 + 43,85 = 196,45$ بل نكتب $152,6 + 43,85 = 196,4$.

4-1 رتبة القدر:

تمكن رتبة القدر من كتابة مبسطة لمقدار فيزيائي. وتكون عملية عند التعامل مع أعداد تتغير من الا متناهي في الصغر إلى اللامتناهي في الكبير.

تساوي رتبة قدر عدد ما العدد أس عشرة الأقرب لهذا العدد.
رتبة قدر عدد تمكن من تكوين فكرة عن أهمية هذا العدد.
أمثلة : رتبة قدر العدد $1,6 \cdot 10^3$ هو 10^3 .

رتبة قدر العدد $4,653 \cdot 10^4$ هي 10^4 لأن العدد أس 10 الأقرب إلى 4,653 هو 1.

العدد أس 10 الأقرب إلى 8,456 هو 10 إذن رتبة قدر العدد $8,456 \cdot 10^4$ هو 10×10^4 أي 10^5 .

5-1 أهم فوائد رتبة القدر: المقارنة

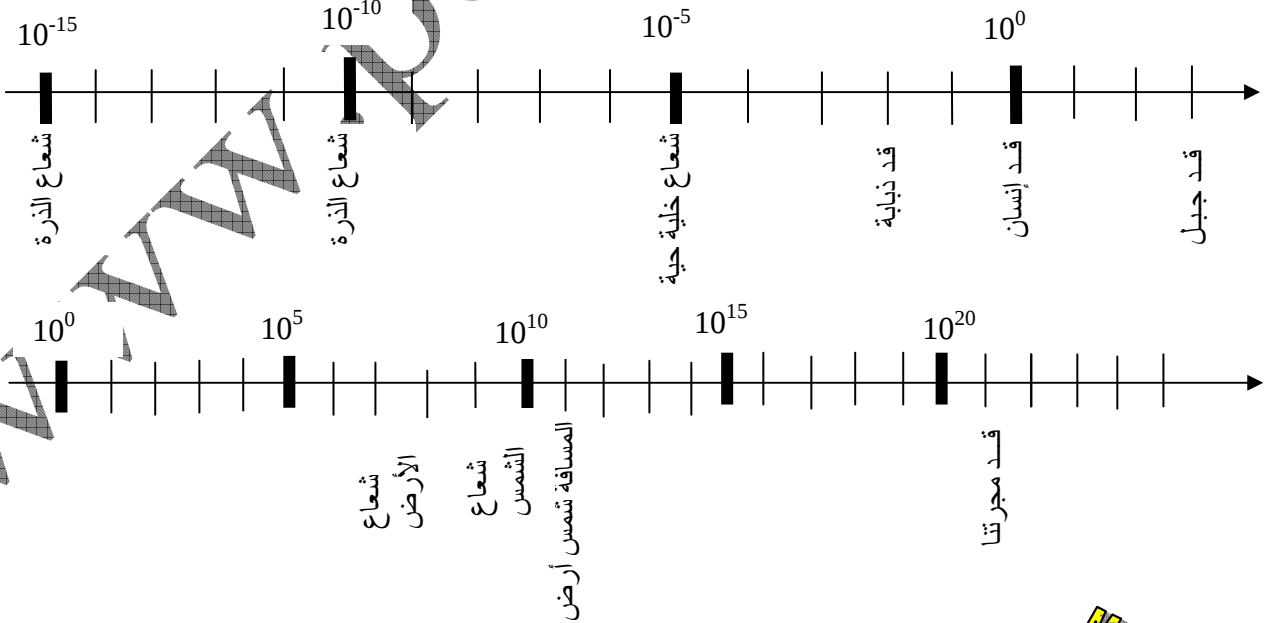
مثال : للمقارنة بين قطر خلية دم حمراء $d_1 = 7 \mu m$ وقطر ذرة كربون $d_2 = 0,14 nm$ نحسب الخارج $\frac{d_1}{d_2}$

علما أن $1 \mu m = 10^{-6} m$ و $1 nm = 10^{-9} m$.

نقول إن قطر خلية الدم الحمراء أكبر من قطر ذرة كربون بأربع رتب قدر.
 $\frac{d_1}{d_2} = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{0,14 \cdot 10^{-9}} = 5 \cdot 10^4$

6-1 رتبة القدر وبنية الكون :

تختلف أبعاد مكونات الكون من البروتون والنوترون إلى النواة فالذرة ثم الجزيئة ومنها إلى الكائن الحي ثم الأرض والشمس والمجرة والكون بمجمله.
لتفادي الغوص في تفاصيل الأعداد ، عوض المقارنة بين هذه الأبعاد نقارن بين رتب قدرها فقط.
ويمكن كتابة رتب قدرها على محور كالتالي :



Mohammed Sobhi

(2) التجاذب الكوني:

1-2 إبراز وجود التجاذب الكوني :

- عند سقوط كرة، تزداد سرعتها .
 - الأرض تدور حول الشمس والقمر يدور حول الأرض.
 - القمر يؤثر على مياه البحر ، ما يحدث المد والجزر.
- إسحاق نيوتن، وبناء على هذه الملاحظات وما شابهها، يضع فرضية مؤداها أن حركة الكرة والقمر سببها قوى ذات نفس الطبيعة.

2-2 قانون التجاذب الكوني أو قانون نيوتن :

نص قانون نيوتن : كل جسمين ، يطبق الواحد منهما على الآخر قوة جذب ، فقط بفعل كتلتهما. نقول إن بينهما تجاذب كوني.

نعتبر جسمين A و B ، كتلتهما m_A و m_B ، موزعة توزيعاً كروياً ، كل منهما يطبق على الثاني قوة عند بعد شدتها :

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

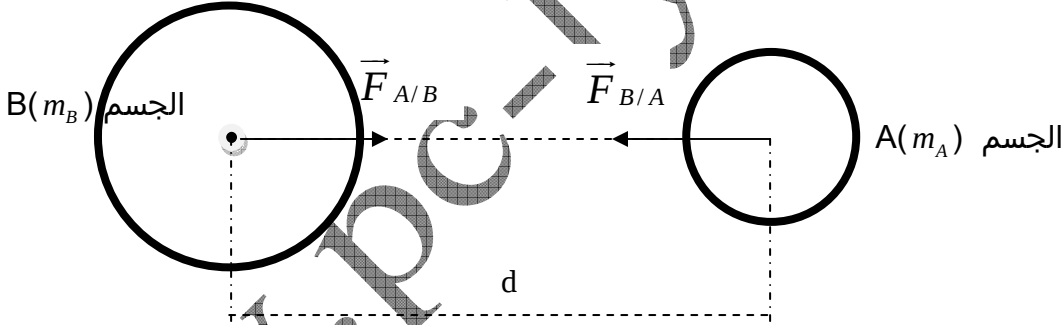
$F_{A/B}$ و $F_{B/A}$ شدتي القوتين (N)

m_A و m_B قيمة الكتلتين (kg)

d المسافة بين مركزي A و B (m)

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

القوتان $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ نقطتا تأثيرهما على التوالي هما A و B ، لهما نفس الاتجاه ، وهو المستقيم AB ، و متعاكسان.



مثال : شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على القمر والقوة المطبقة من طرف القمر على الأرض.

المعطيات : كتلة الأرض : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ كتلة القمر $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

المسافة المتوسطة بين مركزي الأرض والقمر : $d = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$.

$$F_{T/L} = G \cdot \frac{m_T \cdot m_L}{d^2}$$

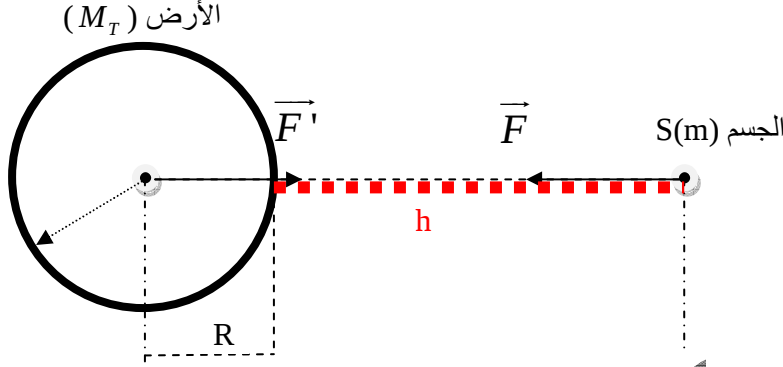
$$F_{T/L} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{5,98 \cdot 10^{24} \times 7,35 \cdot 10^{22}}{(3,84 \cdot 10^8)^2} \approx 2.10^{20} \text{ N} \quad \text{تطبيق عددي :}$$

$$F_{T/L} = 6,67 \cdot 10 \approx 2.10^{20} \text{ N}$$

$$P = F_{T/L} \Rightarrow mg = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R+h)^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M_T}{(R+h)^2}$$

3-2- التجاذب الكوني بين الأرض وجسم ذي أبعاد صغيرة :

تطبق الأرض قوة تجاذب كوني على كل جسم كتلته m ذي توزيع كروي للكتلة ، شعاعه مهمل أمام شعاع الأرض ، ويوجد على الارتفاع h من سطح الأرض ، تعبير شدة هذه القوة هو : $F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R+h)^2}$ ، حيث M_T كتلة الأرض و R



3- وزن جسم :

كل جسم كتلته m تطبق عليه قوة من طرف الأرض ، وتسمى وزن الجسم و شدتها $P = mg$ ، حيث g شدة الثقالة.

يظهر أن لوزن جسم وقوة التجاذب الكوني نفس التعريف ، لنقارن بينهما :

المميزات	وزن جسم كتلته m على سطح الأرض	قوة التجاذب الكوني بين الأرض وهذا الجسم $h=0$
نقطة التأثير	مركز الثقل	مركز الثقل
الاتجاه	شاقولي	شاقولي
المنحى	نحو الأسفل	نحو الأسفل
الشدة	$P=mg$	$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R^2}$

نلاحظ أن لهاتين القوتين نفس نقطة التأثير، نفس الاتجاه ونفس المنحى .

$$\text{لنقارن شدتهما : } F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R^2} = m \cdot \frac{G \cdot M_T}{R^2} \quad \frac{G \cdot M_T}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \cdot 10^{24}}{(6,38 \cdot 10^6)^2} = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$$

معدل قيمة g هو $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$. نلاحظ إذن أن $F \approx P$.

استنتاج : نعتبر أن وزن جسم يطابق قوة التجاذب الكوني.

4-2 وزن جسم وموضعه بالنسبة للأرض:

يتعلق وزن جسم بارتفاعه عن سطح الأرض، كما يتعلق بخط العرض.

$$\text{حسب العلاقتين } F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R+h)^2} \text{ و } P = mg$$

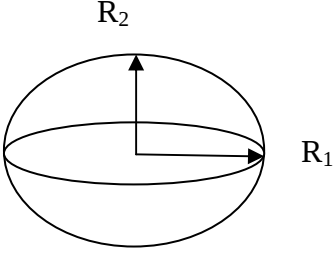
$$P = F_{T/L} \Rightarrow mg = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R+h)^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M_T}{(R+h)^2}$$

نلاحظ أن g تقل كلما زادت قيمة الارتفاع h . إذن P يقل مع زيادة h .

علما أن الأرض غير كروية الشكل ، حيث يتغير شعاعها من خط عرض إلى آخر ، فإن الوزن يزداد كلما اتجهنا من خط الاستواء نحو الشمال أو نحو الجنوب.

الشعاع عند خط الاستواء: $R_1=6378,137 \text{ km}$

الشعاع عند أحد القطبين : $R_2=6356,752 \text{ km}$



5- وزن جسم على سطح القمر :

نعتبر كوكب القمر كجسم ذي توزيع كروي للكتلة. تعبير قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف القمر على جسم كتلته m موضوع على سطحه هو : $F = G \frac{m.M_L}{R_L^2}$ حيث M_L كتلة القمر و R_L شعاعه. إذن $F = mg_L$ حيث g_L شدة

الثقالة على سطح القمر. حسب المعطيات التالية : $R_L = 1740 \text{ km}$ و $M_L = 7,35.10^{22} \text{ kg}$ فإن $g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1}$.

نحسب الخارج : $\frac{g_T}{g_L} = \frac{9,80}{1,62} \approx 6$ حيث g شدة الثقالة على سطح الأرض.

نستنتج أن نفس الجسم يزن على سطح القمر سدس ما يزنه على سطح الأرض.

Mohammed Sobhi