

بسم الله الرحمن الرحيم

سرعة الضوء

يرمز لسرعة الضوء بالحرف c و هو مشتق من الكلمة اللاتينية *celeritas* و تعني السرعة .

من خلال هذه الرابطة يمكن تعيين سرعة الضوء :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

في هذه الرابطة :

- ثابت النفاذيه المغناطيسية في الفراغ

$$\mu_0 = 1.256\ 637\ 061 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2} \text{ (Newton/sq.Ampper)} \quad \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{\text{A}^2}$$

- ثابت النفاذيه الكهربائيه في الفراغ

$$\epsilon_0 = 8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1} \text{ (Farad/meter)} \quad \frac{\text{s}^4\cdot\text{A}^2}{\text{m}^2\cdot\text{kg}} \times \frac{1}{\text{m}}$$

يتضح من هذه الرابطة بأن الفراغ في الفضاء ليس فراغ مطلق ، و إنما يتمتع بنفاذيه كهربائية و مغناطيسية . إذا فرضنا الفضاء فراغ مطلق ، أي هذين الكميتين (النفاذيه المغناطيسية و الكهربائيه) صفر في هذه الحالة تصبح سرعة الضوء مالا نهاية ! بينما هاتين الكميتين هما من خصائص الفضاء الذاتية. أي لا يمكن تصور فضاء يفقد لهاتين الخاصيتين ، لكن التغيرات التي تحدث لهاتين الكميتين

يؤثرنّ على سرعة الضوء في ذلك الفضاء . المقادير التي تلاحظونها هنا لهاتين الكميتين هما في الفراغ ، أي في فضاء يخلو من المادة أو بعيد جداً عن المادة و القوى المغناطيسية الناتجة عن المادة .

في جوار المادة تتغير قيمة هاتين الكميتين و بالتالي تتغير سرعة الضوء ، لذلك يجب النظر لسرعة الضوء بأنها دالة من المتغيرات μ_0 و ϵ_0 ، و السرعة المطلقة المفروضة للضوء هي ناتجة من هذه

$$\text{الرابطه } c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \text{ و قيمة كل من } \mu_0 \text{ و } \epsilon_0 .$$

هل تتأثر سرعة الضوء بهاتين الكميتين ، أم أن هاتين الكميتين يتأثرن بوجود الضوء في الفضاء ؟ لا يمكن الجزم بأي منهما لكن فرضنا بأن سرعة الضوء هي تابع من هاتين الكميتين و بالتالي فأن سرعة الضوء تتأثر بهاتين الكميتين .

هل كانت قيمة كلّ من μ_0 و ϵ_0 في طول مدت تشكيل الكون و وجوده ثابتة ؟

بالطبع لا ، و ذلك إستناداً على نظرية الانفجار العظيم فالمادة كانت أكثر متراكمة في الفضاء بالنتيجة كانت قيمة كل من μ_0 و ϵ_0 أكبر من هذه المقادير بالتالي سرعة الضوء أقل من سرعة الضوء الناتجة من هاتين القيمتين (الموجودتان أعلاه) . كذلك إستناداً على نظرية الانفجار العظيم و المشاهدات الفضائية لتلسكوب هابل فالكون في حالة تمدد و إتساع بالنتيجة تراكم المادة في تناقص، و هذا يؤدي الى نقصان قيمة كل من μ_0 و ϵ_0 و بالتالي تعاضم سرعة الضوء .

إذا قبلنا فكرة التمدد المستمر للكون يجب قبول هذه الفكرة بأن قيمة سرعة الضوء هي في تزايد مستمر .
بنظري من هذه السرعة التي نستنتجها من هذه القيم :

$$\mu_0 = 1.256\ 637\ 061 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2} \text{ (Newton/sq.Ampper)} \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{\text{A}^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12} \text{F}\cdot\text{m}^{-1} \quad (\text{Farad/meter}) \quad \frac{\text{s}^4 \cdot \text{A}^2}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}} \times \frac{1}{\text{m}}$$

نحصل على هذه السرعة للضوء 299792479,17 متر في الثانية . بالنسبة الى عمر الكون توحى هذه الفكرة بأن سرعة الضوء سوف تقترب من قيمة قصوى و لا تسعى الى قيمة خيالية أو مالا نهاية .

بنظري مهما تعاظمت سرعة الضوء سوف لن تصل الى ما لا نهاية . بالنتيجة مهما أوسع الكون سوف لن يصل الى ما لا نهاية ، و سيقترب لشكل نهائي لكن متناهي .

تتغير النفاذية المغناطيسية في الأجسام بالنسبة للنفاذية المغناطيسية في الفراغ أو الهواء ، بالنتيجة النفاذية المغناطيسية للأجسام هي :

$$\mu_{relative} = \frac{\mu_{material}}{\mu_{air}}$$

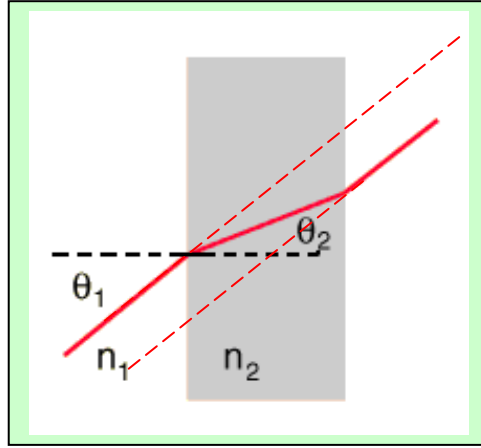
$$\mu_{air} = 1.256 \times 10^{-6} \text{H}/\text{m}$$

النفاذية الكهربائية هي كذلك تختلف بين جسم و آخر ، لذلك تتغير سرعة الضوء في الأجسام المختلفة . في الصفحات القادمة نبحث تغيرات سرعة الضوء في الأجسام .

سرعة الضوء عند عبوره من الأجسام الشفافة

عندما ينفذ الضوء في جسم شفاف فإن سرعته تتضاءل و يخرج الضوء من الجهة المقابلة ليدخل الفضاء (الهواء) بنفس سرعته المطلقة .

يدخل الضوء الى الجسم الشفاف بزوايه و يخرج بزوايه أخرى تعرف هذه الزوايا ، بزوايا الانكسار و و هي كما في الشكل الأسفل :



الرابطه بين هاتين الزاويتين و معامل الانكسار هي :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

و الرابطه بين معامل الانكسار و سرعة الضوء في الهواء و في الجسم هي :

$$n = \frac{c}{v}$$

معامل أنكسار الضوء في بعض الأجسام

material	n	material	n
Vacuum	1	Crown Glass	1.52
Air	1.0003	Salt	1.54
Water	1.33	Asphalt	1.635
Ethyl Alcohol	1.36	Heavy Flint Glass	1.65
Fused Quartz	1.4585	Diamond	2.42
Whale Oil	1.460	Lead	2.6

Values of n come from the *CRC Handbook of Chemistry and Physics*

معامل أنكسار الضوء و طول الموج

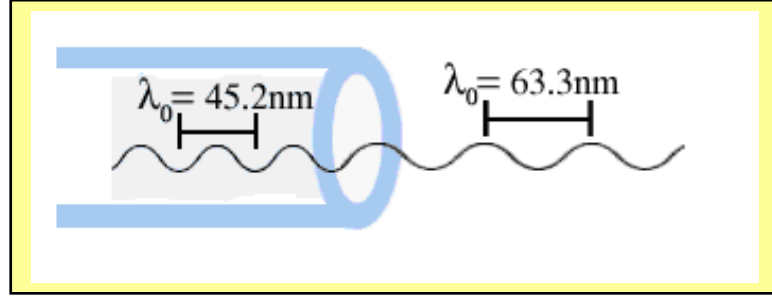
الرابطه بين سرعة الموج و التوتر و طول الموج هي :

$$v = \lambda f$$

$$\frac{\lambda_o}{\lambda} = \frac{c}{\frac{f}{v}} = \frac{f c}{f v} = \frac{c}{v} = n \implies n = \frac{\lambda_o}{\lambda}$$

في هذه الرابطه λ_o طول موج الضوء بسرعة c و λ طول موج بسرعة v و f التوتر (الفركانس)

مثال : يتغير طول موج الضوء عند حركته من كابل ضوئي الى الهواء من 452 نانو متر الى 633 نانو متر ، معامل الأنكسار :



$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{633 \text{ nm}}{452 \text{ nm}} = 1.400$$

طول موج الضوء داخل الأجسام الشفافة أقل من نظيره في الهواء و بما أن توتر الضوء في كلا الجسمين ثابت ، و سرعة الموج $v = \lambda f$ لذلك سرعة الضوء داخل الأجسام الشفافة أقل من سرعة الضوء في الهواء أو الخلاء .

إذن كلما كان الجسم أكثر شفافية كانت سرعة الضوء فيه أكثر ، و لا يمكن الجزم بالشفافية القصوى للهواء أو الفراغ الذي يحيط بالفضاء الذي ندرسه أو نعيش فيه نحن الآن ، و ربما يوجد فضاء أكثر شفافية من فضائنا هذا ، و معامل انكسار الضوء فيه أقل من واحد بالنتيجة تصبح سرعة الضوء فيه أكبر من سرعة الضوء التي توصلنا لها اليوم .



موقع جلال الحاج عبد

www.jalalalhajabed.com

البريد الإلكتروني :

jalal.alhajabed@hotmail.com

jalal.alhajabed@yahoo.com