المحاضرة الخامسة – معامل الانكسار Refractive index

معامل الانكسار *Refractive index*

عند مرور حزمة ضوئية من وسط الى اخر مثلا (من الهواء الى الماء) فأن اتجاه مسار الاشعة يتغير اي يعاني انكسار Refracted وذلك نتيجة اختلاف سرعتها في كلا الوسطين.

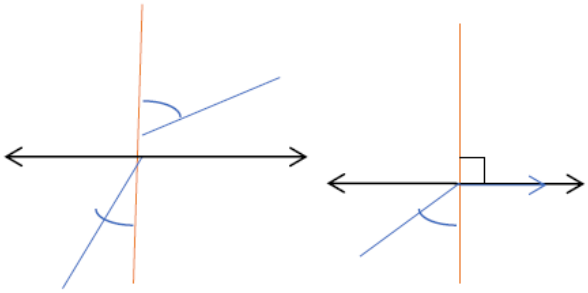
يعرف معامل الانكسار:- بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ التام على سرعة الضوء في المادة. وبما ان قياسات سرعة الضوء ليست سهلة لذا استعيض عنها

بطريقة اخرى وهي النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار

معامل الانكسار = جيب زاوية السقوط I / جيب زاوية الانكسار R

اذا انتقلت حزمة ضوئية من وسط اقل كثافة الى وسط اكثر او اكبر كثافة اي من الهواء الى الماء يكون قياس زاوية السقوط اكبر من قياس زاوية الانكسار والعكس صحيح.

الزاوية الحرجة Criticle angle:-عندما ينتقل الضوء من نقطة معينة مضيئة داخل وسط كثيف الى وسط اخر اقل كثافة ضوئية منه كأن ينتقل الضوء من الزجاج او الماء الى الهواء مثلا فأن الشعاع المائل ينكسر مبتعدا عن العمود المقام من نقطة السقوط , كلما كبرت زاوية السقوط في الماء او الزجاج كبرت زاوية الانكسار في الهواء حتى تصبح زاوية الانكسار قائمة وعندها ينطبق الشعاع المنكسر على الحد الفاصل بين الوسطين وتسمى زاوية السقوط في هذه الحالة بالزاوية الحرجة لذلك الوسط.



تعرف الزاوية الحرجة:- بأنها زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا والتي تكون زاوية انكسارها قائمة.

لكل مادة معامل انكسار خاص بها ويستفاد من قياسه للتعرف على:-

1- طبيعة التركيب الجزيئي 2- درجة النقاوة 3- التعرف على المواد المجهولة التركيب

وتتوقف درجة انكسار الضوء ومقدار التغير الذي يحدث في اتجاه الضوء على عوامل كثيرة اهمها :

1- عدد الذرات التي تتكون منها الجزيئة الواحدة من المادة التي يدخلها الضوء او تركيز هذه المادة اذ كانت مذابة في محلول ما .

2- كيفية ترتيب هذه الذرات وكيفية ارتباطها مع بعضها ونوع الاصرة الموجودة وعددها.

كيف يتم قياس معامل الانكسار-

يتم قياس معامل الانكسار باستخدام اجهزة تسمى **Refractometer** ومن هذه الاجهزة جهاز آبي لقياس معامل الانكسار Abbe- Refractometer و Hand-refractometer يتكون هذا الجهاز من مرأة صغيرة تعكس الضوء وتوجهه على موشورين علوي وسفلي حيث يتم وضع النموذج بين هذين الموشورين ثم يذهب الضوء الى اربعة مواشير متعاكسة في الجزء العلوي من الجهاز وفي النهاية تحصل على دائرة مقسومة الى قسمين الاعلى مضيئ والاسفل اقل اضاءة بعدها يمكن اخذ القراءة الى رابع مرتبة عشرية اي بدقة **0.0001** ولكن هذا الرقم يتغير بمقدار**0.0004** لكل درجة مئوية نتيجة لتغير عدد الجزيئات الموجودة في وحدة الحجم (سم^3) اذ ان حجم السائل يزداد بارتفاع درجة الحرارة وتقل الكثافة فتزداد زاوية الانكسار ويزداد معها زاوية الانكسار ولذلك يقل معامل الانكسار لذلك تثبت الحرارة (اي ان العلاقة عكسية بين درجة الحرارة وقيمة معامل الانكسار) التي يقاس عندها معامل الانكسار وهي للسوائل 20مْ وهذا ما يسمى معامل التصحيح وهذا العامل يتغير بتغير السوائل.

يستعمل معامل الانكسار في المختبرات لاغراض مختلفة اهمها:

1- تعين او معرفة تركيز المحاليل الغذائية كتقدير نسب المواد السكرية والمواد الصلبة الاخرى الذائبة في المنتجات الصناعية المختلفة مثل الفواكه ومركزاتها وعصير الطماطم والمعجون

2- التعرف على صفات بعض المواد الغذائية ومدى نقاوتها كالتعرف على نقاوة الزيوت النباتية ودرجة هدرجتها للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية المتفق عليها.

3- التعرف على بعض المركبات الكيميائية المجهولة لمعرفة تركيبها الكيميائي والذرات الداخلة في تركيب جزيئاتها كذلك تميز المركبات عن بعضها البعض.

القوانين الخاصة بمعامل الانكسار:-

1-معامل الانكسار

Refractive index (n) = sin<I / sin<R

2-الانكسار النوعي

Specific refraction (r) $_{(cm3/g)}$ = 1/d * (n^2-1 / n^2+2)

d = الكثافة g / cm^3

ملاحظة :- الانكسار النوعي قيمة ثابتة لاتتغير بتغير درجة الحرارة

3- الانكسار المولي

Molar refraction (MR) $(cm^3/mole)$ = M.W (g /mole) × r [1/ d (g/cm^3) × n^2-1 / n^2+ 2)]

M.W الوزن الجزيئي (gm/mole) = مجموع الاوزان الذرية للمركب.

مثال 1 / جد كثافة خلات الاثيل $C_4H_8O_2$ علماً ان معامل الانكسار له 1.3521 والانكسار المولي 17.593 سم^3/ مول ، درجة حرارة المختبر 20 ^{o}م ، الاوزان الذرية C=12 ، H=1 ، O=16

الحل /

M.W الوزن الجزيئي (gm/mol) = مجموع الاوزان الذرية للمركب

= (16*2) + (1*8) + (12*4) = 88 غم/مول

$$M.R = \left(\frac{M.W}{d} * \frac{n^2-1}{n^2+2}\right)$$ الانكسار المولي

حيث ان :

- M.R الانكسار المولي (cm^3/mol)
- M.W الوزن الجزيئي (g/mol)
- d الكثافة (g·cm^{-3})
- n معامل الانكسار.

$$d = \left(\frac{M.W * (n^2-1)}{M.R * (n^2+2)}\right)$$

$$d = \left(\frac{88 * [(1.3521)^2 - 1]}{17.593 * [(1.3521)^2 + 2]}\right)$$

$$d = \left(\frac{88 * 0.82817441}{17.593 * 3.82817441}\right)$$

$$\boldsymbol{d = 1.09\ g/cm^3}$$

مثال 2 / جد الانكسار المولي للميثانول CH_3OH اذا علمت ان معامل الانكسار له 1.329 وكثافته 0.792 غم/سم^3 ودرجة حرارة المختبر 22 م^o ، الاوزان الذرية C=12 ، H=1 ، O=16

الحل / الخطوة (1) : تصحيح قراءة معامل الانكسار حسب حرارة المختبر

بما ان درجة الحرارة اعلى من 20 م°

كل 1 درجة م° يقابلها 0.0004 وهو مقدار التغير في قيمة معامل الانكسار نتيجة التغير في درجة الحرارة فاذا كانت درجة الحرارة 22م° اي اكبر من 20 م° فالفرق بينهما 2م°

2م° = 20 – 22

2 × 0.0004 = 0.0008 هذه النتيجة تضاف لقراءة معامل الانكسار

1.329 + 0.0008 = 1.3298 معامل الانكسار المصحح حسب حرارة المختبر

الخطوة (2) : حساب الكتلة المولية للجزيء او ما يسمى بالوزن الجزيئي

M.W الوزن الجزيئي (gm/mol) = مجموع الاوزان الذرية للمركب

= (1) + (16) + (1*3) + (12) = 32 غم/مول

الخطوة (3) : حساب الانكسار المولي

$$M.R = \left(\frac{M.W}{d} * \frac{n^2-1}{n^2+2}\right)$$ الانكسار المولي

$$M.R = \left(\frac{32 * [(1.3298)^2 - 1]}{0.792 * [(1.3298)^2 + 2]}\right)$$

M.R= 8.238 cm^3/mol

مثال 3 / واجب / جد الانكسار المولي للأسيتون C_3H_6O اذا علمت ان معامل الانكسار له 1.3571 وكثافته 1.038 غم/سم^3 ودرجة حرارة المختبر 21 م^o ، الاوزان الذرية C=12 ، H=1 ، O=16