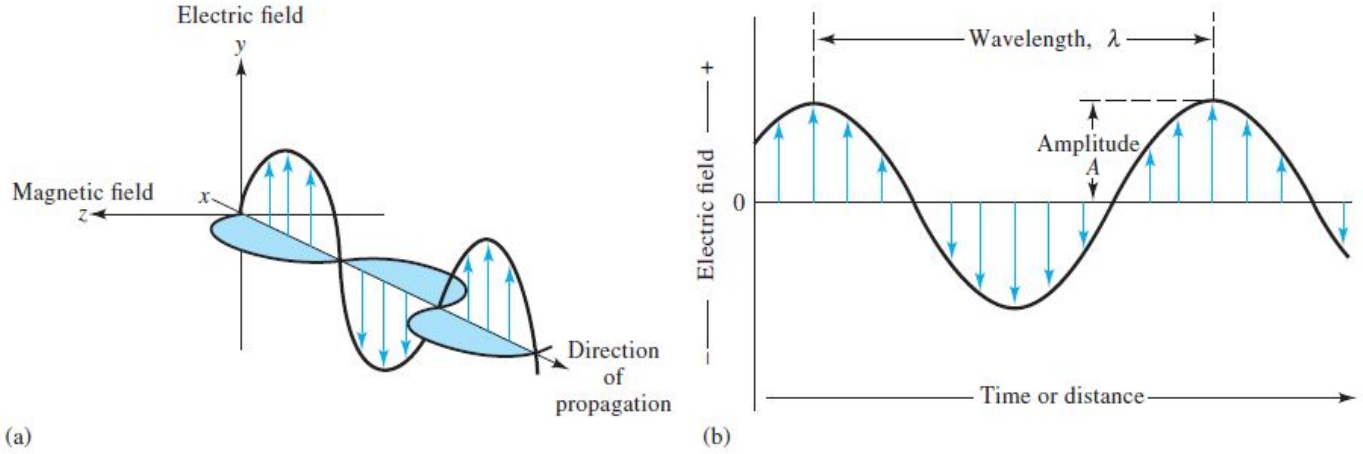
Chapter Two

Interaction of Electromagnetic Radiation with Matter.

الشعاع الكهرومغناطيسي و تداخله (تأثيره) على المادة

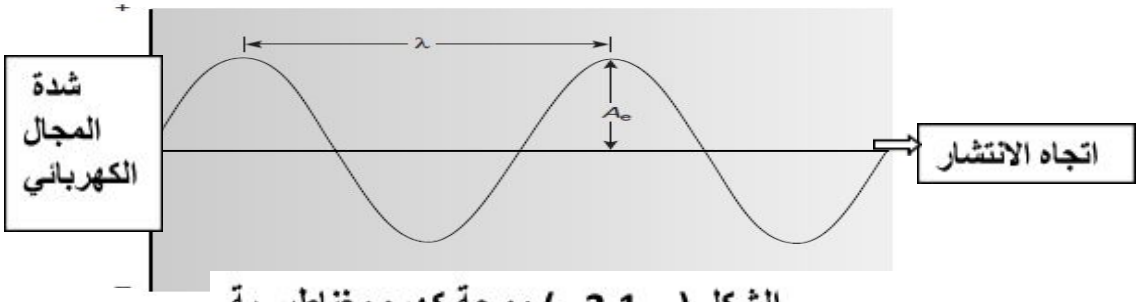
الاشعاع الكهرومغناطيسي هو صورة للطاقة المشعة (Radiant Energy) والتي تظهر خواص موجة و جسيم معا . أن ظواهر الانكسار و الانعكاس و التداخل البناء و الهدام ما هي الا أمثلة على خواص الموجة و من جهة أخرى فان تفسير أنشتاين للتأثير الكهروضوئي بأن الاشعاع الكهرومغناطيسي يتكون من جسيمات منفصلة تدعى الفوتونات (Photons) والتى لها طاقات محددة و تسير خلال الفضاء بسرعة الضوء . ولأجل التخلص من هذا التضارب فان ثنائية (الجسيم – الموجة) هو التفسير الصائب لسلوك الأكترون و الطبيعة الاشعاع الكهرومغناطيسي معا .

عرف الفوتون



طبيعة الاشعاع الكهرومغناطيسي :-

يظهر الشكل (2.1) الموجة الكهرومغناطيسية وكما يدل الاسم بانها تتكون من مركبة كهربائية و أخرى مغناطيسية . و المركبتان تتذبذبان في مستوين متعامدين و عموديتان على اتجاه انتشار الأشعاع.



الشكل (2.1) موجة كهرومغناطيسية

أن المركبة الكهربائية هي وحدها الفعالة في تداخل نقل طاقة الاشعاع الكهرومغناطيسي للمادة . لذلك سوف يتم مناقشة سلوك الموجي للمركبة الكهربائية فقط .و يمكن تعريف الطول الموجي(**λ**) بانه المسافة بين نقطتين متتاليتين على الموجه و مربع السعة (**A**) للموجة و هو مقياس لشدة الموجة .

التردد (**ν**) عدد الدورات الكاملة (عدد و حدات الطول الموجي الكاملة المارة بنقطة معينة في الثانية الواحدة وان وحداته (بالهرتز Hz أو الدورات / الثانية (Cycle/S) وان **λ** و **ν** يرتبطان مع سرعة الضوء بالتعبير :-

$$c / n \lambda = \nu$$

حيث **c** هي سرعة الضوء في الفراغ و

ان في الفراغ **n** معامل الانكسار (نسبة سرعة الضوء في الفراغ الى سرعة الضوء في الوسط المعني) تساوي واحد في الفراغ . أن تردد الأشعاع معين هو ثابت و لا يتغير بالوسط . و لا يتغير الا سرعة موجة الاشعاع و طولها من وسط ألى وسط أخر . كما يعرف التردد كذلك بأنة عدد وحدات الطول الموجي في $2.9979X10^{10}$ cm وهو رقم كبير. و من الملائم استخدام عدد وحدات الطول الموجي في السنتمتر الواحد. ويدعى هذا بالعدد الموجي Wave number (**ν**) :-

$$\nu = 1/\lambda = \nu / cn \text{))} \text{ الوحدة , } cm^{-1}$$

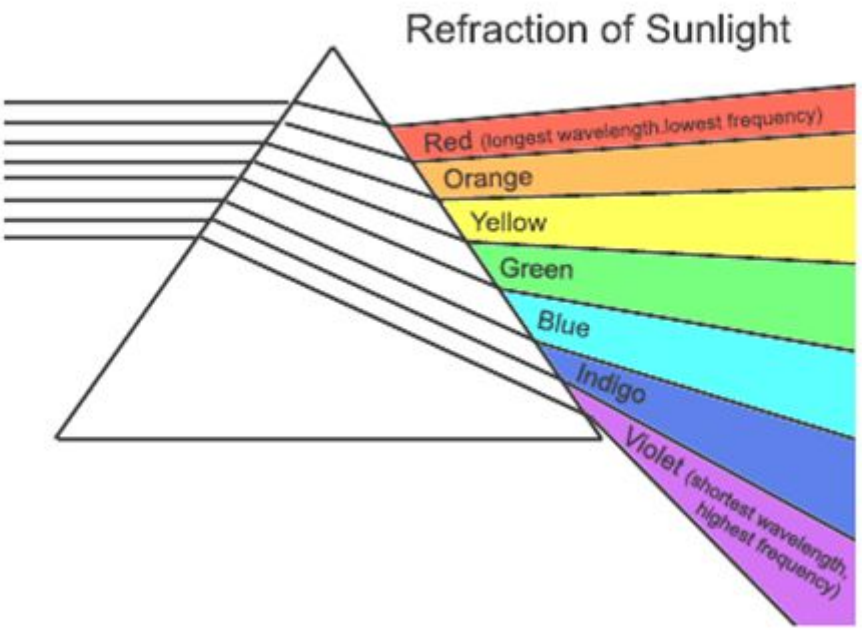
$E = h \nu$ h = Planck's constant = 6.624×10^{-34} JS

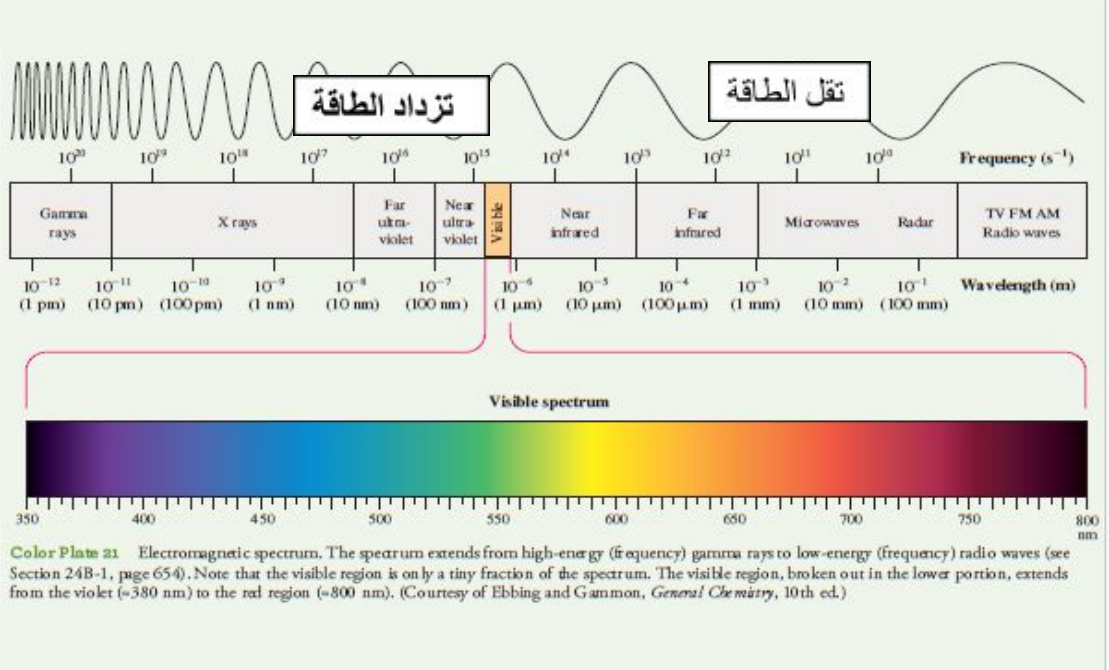
Or $6.624 X 10^{-27}$ erg.Sec ,

E الطاقة دائما تقاس بوحدة Joul أو eV

$c / n \lambda = \nu$

nفي الفراغ تساوي واحد


Refraction of Sunlight
Red (longest wavelength,lowest frequency)
Orange
Yellow
Green
Blue
Indigo
Violet (shortest wavelength, highest frequency)



Color Plate 21 Electromagnetic spectrum. The spectrum extends from high-energy (frequency) gamma rays to low-energy (frequency) radio waves (see Section 24B-1, page 654). Note that the visible region is only a tiny fraction of the spectrum. The visible region, broken out in the lower portion, extends from the violet (≈380 nm) to the red region (≈800 nm). (Courtesy of Ebbing and Gammon, *General Chemistry*, 10th ed.)

الحركة الموجية للأشعة الأكترونية و المغناطيسية

Wavelength, frequency and wave number are interrelated

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

λ تقاس بوحدات

m , µm , Å, cm

nm =10 Å =10^{-3} µm = 10^{-3} cm = 10^{-9} m

ν التردد (يمثل عدد الدورات الكاملة (عدد الموجات) المارة بنقطة معينة في الثانية الواحدة (بالهرتز Hz)

E = h ν h = Planck's constant = 6.624 x 10^{-34} JS

Or 6.624 X 10^{-27} erg.Sec ,

E الطاقة دائما تقاس بوحدة Joul أو eV

$c / n \lambda = v$

nفي الفراغ تساوي واحد

:- الوان الاشياء التي نراها بسبب الأطوال الموجية

- **النافذة**
- **أو المنعكسة**

بينما بقية الاطوال الموجية يتم امتصاصها .

هل توجد فائدة لاختلاف مناطق الطيف ؟

الخصائص الدقائقية للموجة و مفهوم التأثير الكهروضوئي

أنة من المفيد التفكير بان حزمة الضوء عبارة عن قطار من الفوتونات . ان طاقة كل فوتون تتناسب مع تردد الشعاع و تمثل بالعلاقة :-

$E = h\nu = hc/n\lambda$

حيث أن E طاقة الفوتون بوحدات الأيرك (ergs) و v هو تردد الأشعاع الكهرومغناطيسي بالهيرتز و h هو ثابت بلانك (Plank constant) و يساوي

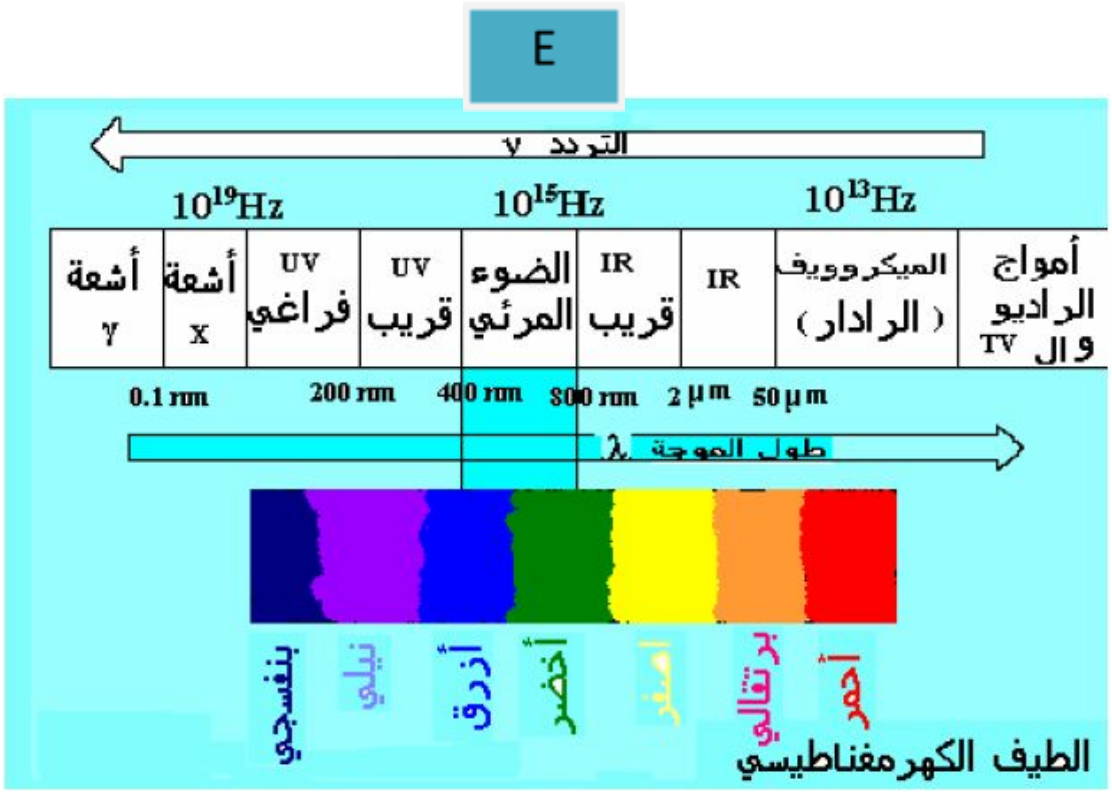
6.624 x 10^{27} erg.sec . أن للفوتون ذي التردد العالي (طول موجي قصير) طاقة أعلى من الفوتون الذي له تردد واطئ (طول موجي طويل) . أن شدة الحزمة الضوئية تتناسب مع عدد الفوتونات و تكون غير معتمدة على طاقة الفوتون

الطيف الكهرومغناطيسي :

الشكل (2.2) يوضح الطيف الكهرومغناطيسي و هو المدى الكلي للاشعاع وان المناطق التي تطبيقيات كيميائية . علما بان الشعاع الكهرومغناطيسي الذي هو

موضع الاهتمام في الكيمياء و يصنف وفقا لتردد موجتة , و يتكون الطيف الكهرومغناطيسي و فقاً لتزايد التردد وتناقص الطول الموجي من الأمواج الرايدويه

تليها الموجات المايكروية , تليها الأشعة تحت الحمراء , يليها الضوء المرئي , يليه الأشعة الفوق البنفسجية تليها الأشعة السينية , و أخيرا أشعة كاما . و العين البشرية تتحسس منطقة صغيرة جدا تسمى المنطقة المرئية .



الشكل 2.2 الطيف الكهرومغناطيسية

تعرف المناطق المتباينة للطيف بنوع العدة المستخدمة لتوليد الأشعاع والكشف عنة مثل عين الانسان و مطياف ما تحت الحمراء .....الخ . لا توجد حدود فاصلة بين مناطق الطيف و هي متداخلة في ما بينها .

الجدول (2.1) يدرج بعض المديات للاطوال الموجية للمناطق المهمة من الطيف .

الجدول (2.1) بعض مناطق الطيف المهمة في دراستنا الحالية .

UV	200-380 nm
Vis.	380 – 780 nm
Near IR	0.78 – 2.5 µm
Mid IR	2.5 – 15 µm

كذلك الجدول (2.2) يرج الوحدات و الرموز المستعملة لوصف الشعاع الكهرومغناطيسي .

الكمية	الوحدة	الرموز	التحويلات
الطول الموجي ʎ	Micrometer Nanometer Angstrom	mµ nm Å	$M = {}^{10\text{-}4}\,cm^{\mu}\ 1$ $nm = 10^{-3}\ \mu m = 10^{-7}\ cm\ 1$ $Å = 10^{-8}\ cm1$
التردد ν	Cycles per second Hertz Megahertz	cps Hz MHz	 1 Hz = 1 cps $1\ MHz = 10^{6}\ cps$
العدد الموجي	Reciprocal centimeter	cm^{-1} or $\bar{\nu}$	$cm^{-1} = 1/ʎ$
الشدة	Energy per sec Per unit solid angle	 I	
الطاقة المشعة	Energy per sec	P	

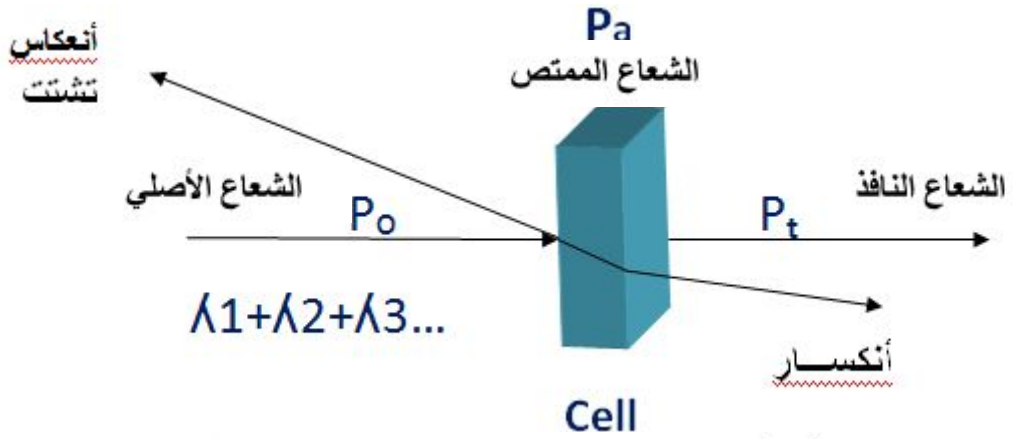
عند مفاعلة الأشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة سيؤثر المجال الكهربائي للأشعة

على الذرات و دقائق الوسط و تعتمد على طبيعة و نوعية التأثير على خصائص الوسط , وربما تؤدي المفاعلة الى :-

- المتصاص
- الأنبعاث او ال
- الأستطارة أو التألق(الفلورة و الفسفرة و التألق الكيميائي)
- الأنعكاس
- انكسار

- أستقطاب

كما في الشكل 2.3 :-



الشكل 2.3 :- أهم أنواع المفاعلات بين الشعاع الكهرومغناطيسي و المادة

متى يحدث انعكاس أو تشتت ؟

في هذا الفصل سوف نتطرق الى الى بعضها باختصار (مثل الامتصاص و سوف يتم التطرق لة بالتفصيل بالفصل الثالث) :-

1. الأمتصاص وهو أنتقال الطاقة من حزمة الطاقة المشعة (P_0) الى المادة عنئذ تسمى الأمتصاص و يقصد بها ببساطة أزاله ترددات معينة من الشعاع الكهرومغناطيسي الأصلي عند نفاذه من حلال طبقة شفافة للمادة الصلبة أو السائلة او الغازية .

ما هو اللون المتمم ؟

2. الانبعاث وهي عملية عكسية والتي بواسطتها يتحول جزء من الطاقة الممتصة (الطاقة الداخلية للمادة) الى طاقة أشعاعيه . و قد تكون كتألق (الفلورة و الفسفرة و تالق كيميائي او انبعاث الهبي)
3. الأنكسار هي ظاهره تحدث عند مرور أشعة ضوئية من وسط الى اخر يختلف عنة في الكثافة مما يؤدي الى تغير اتجاه الحزمة عند السطح الفاصل بين الوسطين و يمكن ان يعزى ذلك الى نقصان في سرعة الشعاع بسبب تداخل مجاله الكهربائي مع الاكترونات الوسط .

4. الفعالية البصرية والناتجة من مرور الأشعاع المستقطب (الناتج اصلا من التغيرات التي تطرأ علية من جراء سقوط الأشعة على المادة) خلال بعض البلورات و السوائل الفعالة بصريا (ليس لها مستوى تماثل) فأنها بامكانها تدوير الضوء المستقطب لليمين او لليسار .
5. تبعثر الأشعة أذا كان محلول المراد تقديرها غروي أو معلق فد تحث تعكرية او نفولومتريه .

أن دراسة هذه التغيرات التي تحدث للأشعة من جراء سقوطها على المادة تمكننا من معرفة نوع و كمية المادة وهذا المبدأ العام لطرق التحليل الطيفي وفي هذا الفصل سوف نركز على :-

- **الانكسار** (انكسار الاشعه – معامل الانكسار – قانون سنيل – علاقة لوزتنز و لوزنز – الانكسار النوعي – الانكسار المولي – التحليل النوعي – التحليل الكمي – جهاز ابي لقياس معامل الانكسار)
- **الاستقطاب** (استقطاب الضوء – الفعاليه البصريه – الدوران النوعي – الدوران الجزيئي – التحليل النوعي – التحليل الكمي – جهاز المقطاب)
- **الامتصاص** (مفهوم الامتصاص الذري – مفهوم الامتصاص الجزيئي –
- مفهوم الانبعاث الذري
- مفهوم التفلور- و التفسفر

Refraction
Refractive Index and Snell's Law

الأنكسار : هى خاصية غير أمتصاصية مفيدة في : -

- التشخيص
- و دراسة التركيب

انكسار الضوء هي ظاهرة انحراف عن مسارة عند أنتقالة بين الوسطين يسمحان بمرور الضوء و يختلفان في الكثافة الضوئية

حاجز شفاف جزئيا أو عاكس

عندما ينتقل الضوء من وسط ألى أخر عبر حاجز شفاف جزئيا أو عاكس مثل :-

(الزجاج و الهواء أو الزجاج والماء) فأن كل من :-

- سرعة الضوء في الوسطين
- و أتجاه أنتشارها **ربما يتغيران**

سرعة الضوء في الهواء $C = 3.0 \times 10^8 \ m/S$ ( )

معامل الانكسار :-

تنتقل جميع الموجات الكهرومغناطيسية باختلاف أطوالها الموجية في الفراغ أو الهواء بنفس السرعة و لكنها تختلف في الأوساط (المواد) الأخرى وكذلك يختلف طولها الموجي بينما يظل التردد ثابت لا يتغير :-

$$V \alpha \lambda , \ V = \nu \lambda$$

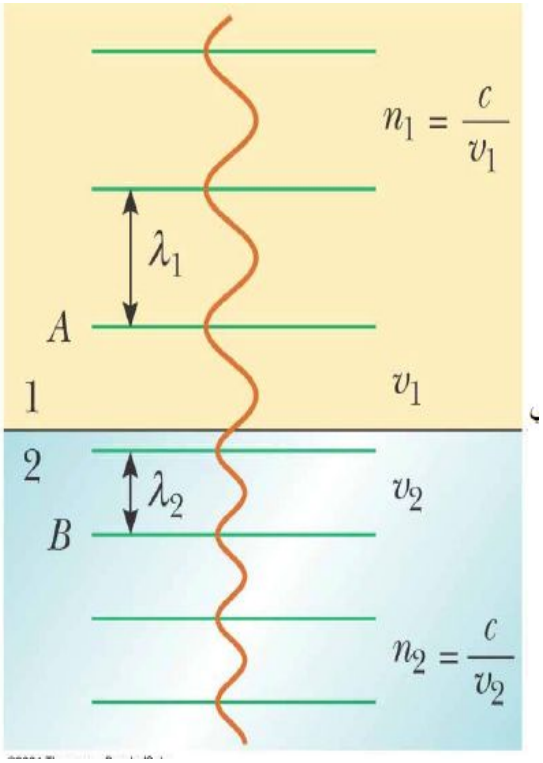
V سرعة الضوء (m/s)

ν التردد (الهيرتز Hz)

λ الطول الموجي (m)

عند أنتقال الضوء بين وسطين كثافتهما الضوئية مختلفة أي أن معامل الأنكسار لكل وسط مختلف عن الأخر فان سرعة الضوء و الطول الموجي يتغيران بينما التردد يظل ثابتا.

الشكل (2.) يوضح أنتقال الضوء من الوسط الى الوسط الثاني فان الطول الموجي (λ) يتغير بينما يظل التردد (**V**) ثابتا , علما بان سرعة الضوء في الوسط الأول اكبر من سرعته في الوسط الثاني .



الشكل 2. أنتقال الضوء من وسط لاخر

معامل الانكسار (n) :-

هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء الى سرعتة في الوسط .

$$n = \frac{C}{V} \geq 1$$

كلما زاد معامل الأنكسار للوسط كلما زادت الكثافة الضوئية للوسط .

الوسط	$[n]_D^{20}$ معامل الأنكسار	الوسط	$[n]_D^{20}$ معامل الأنكسار
الهواء	1.0000	الميثانول	1.3288
الماء	1.3330	هكسان اعتيادي	1.3749
الثلج	1.4900	هكسان حلقي	1.4266
الماس	2.4190	تلوين	1.4929
بنزين	1.4979	أنلين	1.5863
بردين	1.5095	اسيتون	1.3590
ايثانول	1.3590	حامض الخليك	1.3698
استيات الأثيل	1.3701		

قانون سنيل

الضوء ينتشر بخطوط مستقيمة في وسط متجانس , الا انه يغير مساره عند انتقاله الى كثافة مختلفة , وعند انتقال الضوء من جسم كثافته منخفضة لجسم كثافته اعلى تحدث ظاهرة الانكسار ,

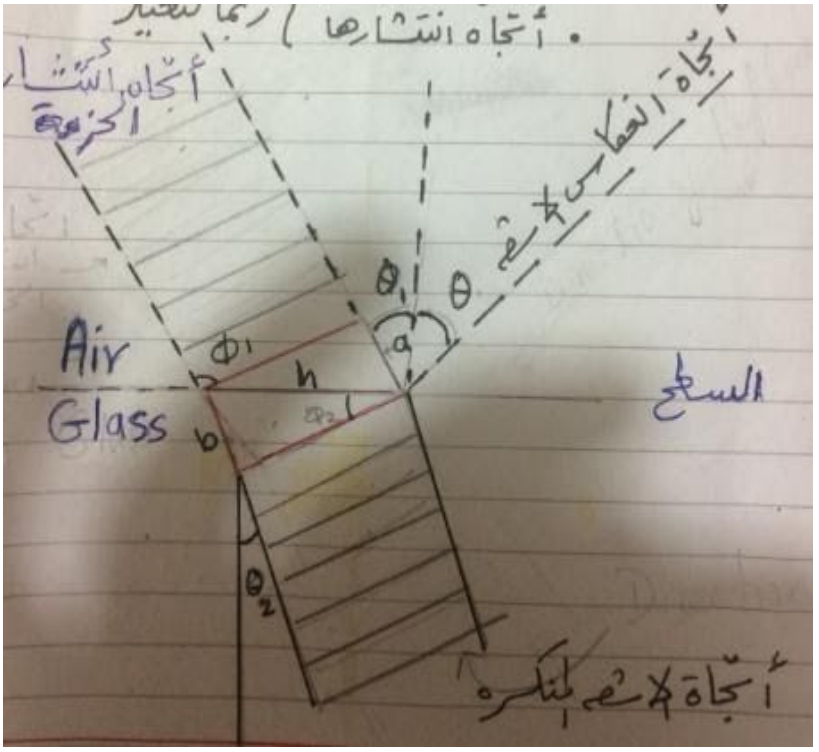
يوجد علاقة بين الضوء الساقط والضوء المنكسر وهي حسب قانون سنيل.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

انكسار الضوء هو عبارة عن انحراف الضوء عن مساره عند انتقاله من وسط شفاف الى وسط شفاف اخر فبدل ان يستمر في الحركة على نفس الخط المستقيم الذي كان يستمر فيه ينحرف عن مساره بنقطة انتقاله بين الوسطين. ان العلاقة بين الضوء الساقط والضوء المنحرف هي حسب قانون سنيل . معامل الانكسار n : هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وبين سرعته في المادة.

يلاحظ بان زاوية الانكسار تكون اصغر من زاوية السقوط عند انتقال الاشعة الى وسط معامل انكساره اكبر والعكس صحيح اذ تكبر زاوية الانكسار اذا انتقلت الاشعة الى وسط معامل انكساره اصغر كما ذكرت , الا في حالة الوصول الى زاوية سقوط قصوى تسمى الزاوية الحرجة , ينتج عنها زاوية انكسار مقدارها 90 , بعدها سنعكس

الضوء الساقط على السطح الفاصل انعكاساً كلياً دون ان ينفذ الى الوسط الشفاف الثاني .



Time = Distance / Velocity

= a / c air = b / c / n glass

h sinθ_1 / C = h Sin θ_2 / C / n glass

أن كل من المسافتين a and b يجب أن تقطع بنفس الزمن من أجل أن يبقى التذبذ في phase عبر الموجة ثابت :-

N glass = Sin θ_1 / Sin θ_2 Snell s Law

أن السرعة ومعامل الأنكسار لأي وسط عدا الفراغ : -

(دالة لدرجة الحرارة و التردد)

هذا يعني : - (بأن الضوء ذو الترددات المختلفة ينكسر بزوايا مختلفة)

❖ يستخدم المشور للحصول على أطوال موجية احادية لأنة : -

لأن معامل ألأنكسار دالة للطول الموجي لبلوغ التقزح (Despiration)

الذي يمكن تعريفة : -

(الفصل الزاوي للأطوال الموجية المختلفة المكونة لحزمة الأشعاع

قانون سنيل

N glass = Sin θ_1 / Sin θ_2 Snell s Law

أن السرعة ومعامل الأنكسار لأي وسط عدا الفراغ : -

(دالة لدرجة الحرارة و التردد)

هذا يعني : - (بأن الضوء ذو الترددات المختلفة ينكسر بزوايا مختلفة)

❖ يستخدم المشور للحصول على أطوال موجية احادية لأنة : -

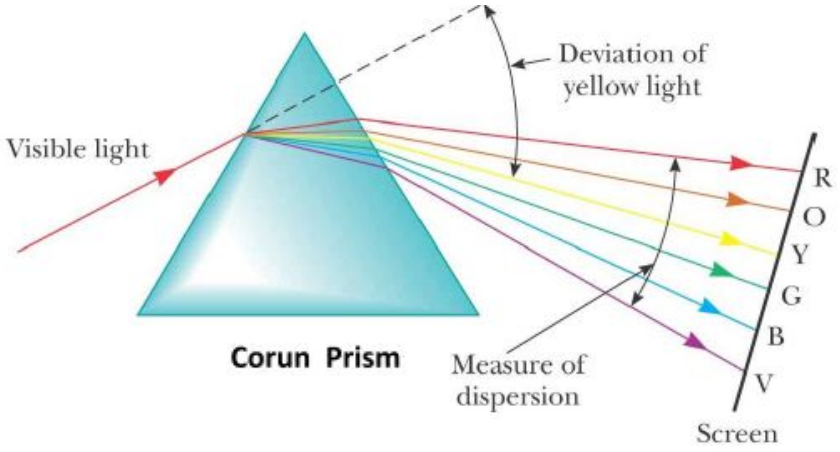
لأن معامل ألأنكسار دالة للطول الموجي لبلوغ (Despiration)

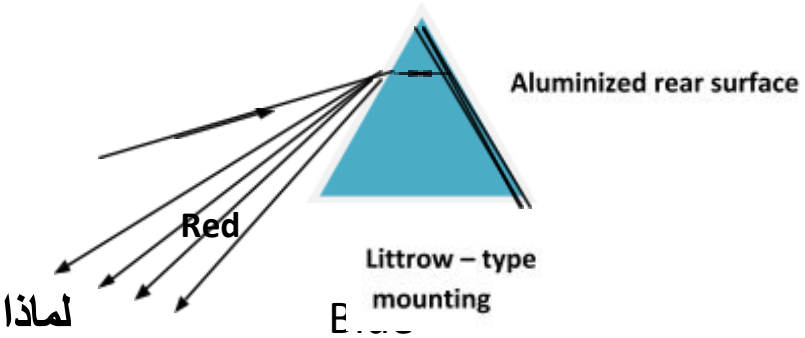
الذي يمكن تعريفة : -

-: التقزح

الفصل الزاوي للأطوال الموجية المختلفة المكونة لحزمة الأشعاع)

لذا يستخدم الموشور بتفريق الضوء الأبيض ، الذي يتكون من ألوان مختلفة الطول الموجي (٨) ، عند سقوطة على سطح الموشور بزاوية سقوط (θ_1) فأنه بأختلاف الطول الموجي تختلف سرعة الضوء و يختلف معامل الانكسار لمادة الموشور لكل طول موجي و لذلك تختلف زاوية الانكسار على السطح الأول وزاوية الخروج و يتم تفريق الضوء و ظهور الألوان المكونة له منفصلة ، كما موضح بالشكل أدناه .





لماذا

معامل الانكسار دائما أكبر من واحد العدد الصحيح ؟

كيف يكتب معامل النكسار ولماذا ؟

$[n]_D^{20}$ **حيث** 20 تعني عند عشرين درجة مؤية و D عند خط الصوديوم وطولة الموجي يساوي 589.3 nm .

هذا ان قيمة معامل الأنكسار تتغيرب :-

- الضغط
- درجة الحرارة (يجب السيطرة عليها و التغير يجب أن يكون (عند الدقة للمرتبة الرابعة بقيمة معامل الانكسار 0.2 ± و 0.02 ± للمرتبة الخامسة)

التي قد تعزى الى عدد الجزيئات التي تعترض طريق الأشعة (بسبب التمدد)

و لهذا السبب تم أيجاد قيمه لمعامل الأنكسار النوعي Specific Refraction (r_D) لا تتغير بتغير درجة الحرارة و الضغط وحسب المعادلة الرياضية التي وضعت استنادا للطبيعة الكهرومغناطيسية للاشعاع من قبل لورنتز ز لورنز (Lorentz and Lorenz).

$$Mr_D = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d_1}$$

علما بأن :-

n = معامل الانكسار , d = الكثافة

أما ناتج حاصل ضرب الانكسار النوعي بالكتلها الجزئية فيعرف :-

الأنكسار المولي (Mr_D Molar Refraction) و هو جمع للانكسار الذرات و المجاميع المكونة للجزيئه . مهي خاصية جزيئيه فيزيائية مستقلة عن التغير بدرجة الحرارة و الضغط في حالتي السائل و الغاز وهو خاصية تكوينيه و اضافة جزيئية . الجدول ( ) يدرج بعض قيم الانكسار المولي لبعض العناصر و المجاميع .

جدول (3-2) : قيم الانكسار المولي Mr_D لبعض العناصر والمجاميع

Group	Mr_D	Group	Mr_D
H	1.100	Br	8.865
C	2.418	I	13.900
Double bond (C=C)	1.733	N (primary aliphatic amine)	2.322
Triple bond (C≡C)	2.398	N (*sec* aliphatic amine)	2.499
O (carbonyl) (C=O)	2.211	N (*tert* aliphatic amine)	2.840
O (hydroxyl)(O—H)	1.525	N (primary aromatic amine)	3.21
O (ether, ester)(C—O—)	1.643	N (*sec* aromatic amine)	3.59
S (thiocarbonyl)(C=S)	7.97	N (*tert* aromatic amine)	4.36
S (mercapto)(S—H)	7.69	N (amide)	2.65
F	1.0	—NO_2 group (aromatic)	7.30
Cl	5.967	—C≡N group	5.459

محاسن قياس معامل الانكسار :-

- القياسات تتم بسهولة جدا
- سريعة
- غير مدمرة
- تحتاج كمية قليلة من العينة (1- 3 قطرات)
- مضبوطة جدا ولحد $1x10^{-5}$ وحدة .
- الأجهزة ذات تصاميم بسيطة (لكن المكونات الضوئية يجب ان مصنعة و مرتبة بعناية فائقة).

تطبيقات (Application) قياس الانكسار :-

- تشخيص المادة (بصورة خاصة النقية عند درجة حرارة معينة).
- يتم تقدير مزيج ، و خاصة بحالة الجريان المستمر عند تزويد جهاز قياس الانكسار بخلية جريان مستمر .
- تقدير خواص البوليمرات (الوزن الجزيئي و الحجم والشكل)
- تقدير الخواص الفيزيائية مثل التشتت الضوئي و الأنكسارية .

مثال :-

لتأثير درجة الحرارة :-

T	10	20	30	40	50
n	1.3337	1.3330	1.3323	1.3306	1.3290

مثال :- أذا كان $[n]_D^{20}$ للأسيتون يساوي 1.3591 و كثافته 0.791 g/cm^3

عند هذه الدرجة فما ((Mr_D)) له أذا كانت الكتلة الجزئية تساوي 50.08 وهل أن قيمة تدل على أنها خاصية تكوينية .

الحل :-

$$Mr_D = \frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{1}{d} \times M.wt$$

$$= \frac{[(1.3591)^2 - 1]}{[(1.3591)^2 + 2]} \times \frac{58.08}{0.791}$$

$$= 16.17 \ cm^3/mole$$

in

كذلك يمكن حساب الانكسار المولي للاسيتون الذي صيغته التركيبية $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ من حاصل جمع قيم Mr_D لمكوناته وعلى النحو الاتي:

$$Mr_D = 3xC + 6xH + 1xO \quad (-C=O \quad \text{نوع})$$

وبتعويض مايقابله لقيم Mr_D الواردة في الجدول (2-3) ينتج ان

$$Mr_D = (3x2.42) + (6x1.1) + 1x2.21$$

$$= 16.07 \ cm^3/mole$$

مثال :-

سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط

قياسها 60 ° و كانت زاوية انكسارة في الماء تساوي 40.5° . جد معامل الانكسار المطلق للماء.

$n1 \ Sin \ \Theta_1 = n2 \ Sin \ \Theta_2$

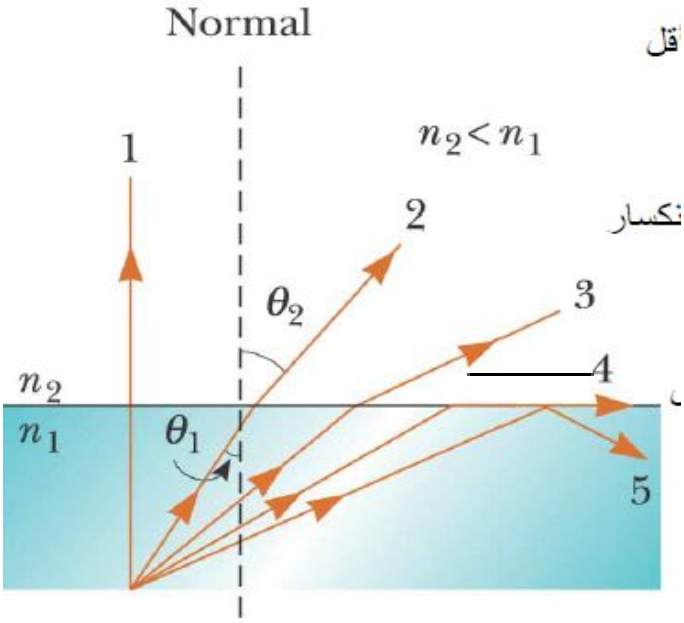
$1.0 \ x \ Sin \ 60 = n2 \ x \ Sin \ 40.5$

$1 \ x \ 0.866 = n2 \ x \ 0.649$

$n2 = 1.33$

الزاوية الحرجة و الانعكاس الكلي الداخلية

Critical Angle and the Total Internal Reflection



- عندما يكون معامل انكسار الوسط الأول (n_1) اكبر من معامل

- ***الزاوية الحرجة***: هى زاوية السقوط لشعاع يقابلها زاوية انكسار

تساوي 90^o حيث $n_1 > n_2$،

- ***الزاوية الحرجة***: هى زاوية السقوط لشعاع يقابلها زاوية انكسار تساوي 90^o حيث $n_1 > n_2$،

- زاوية السقوط θ_1 تساوي الزاوية لحرجة θ_c عندما ينعكس الشعاع ويكون موازيا للسطح الفاصل بين الوسطين حيث $n_1 > n_2$

- ***الانعكاس الكلي***: عندما تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة $\theta_1 > \theta_c$ فأن الشعاع الساقط ينعكس كليا داخل الوسط الأول (لا يمر للوسط الثاني) وبدون حدوث أي نقصان في شدته، ويسمى ذلك انعكاسا كليا.

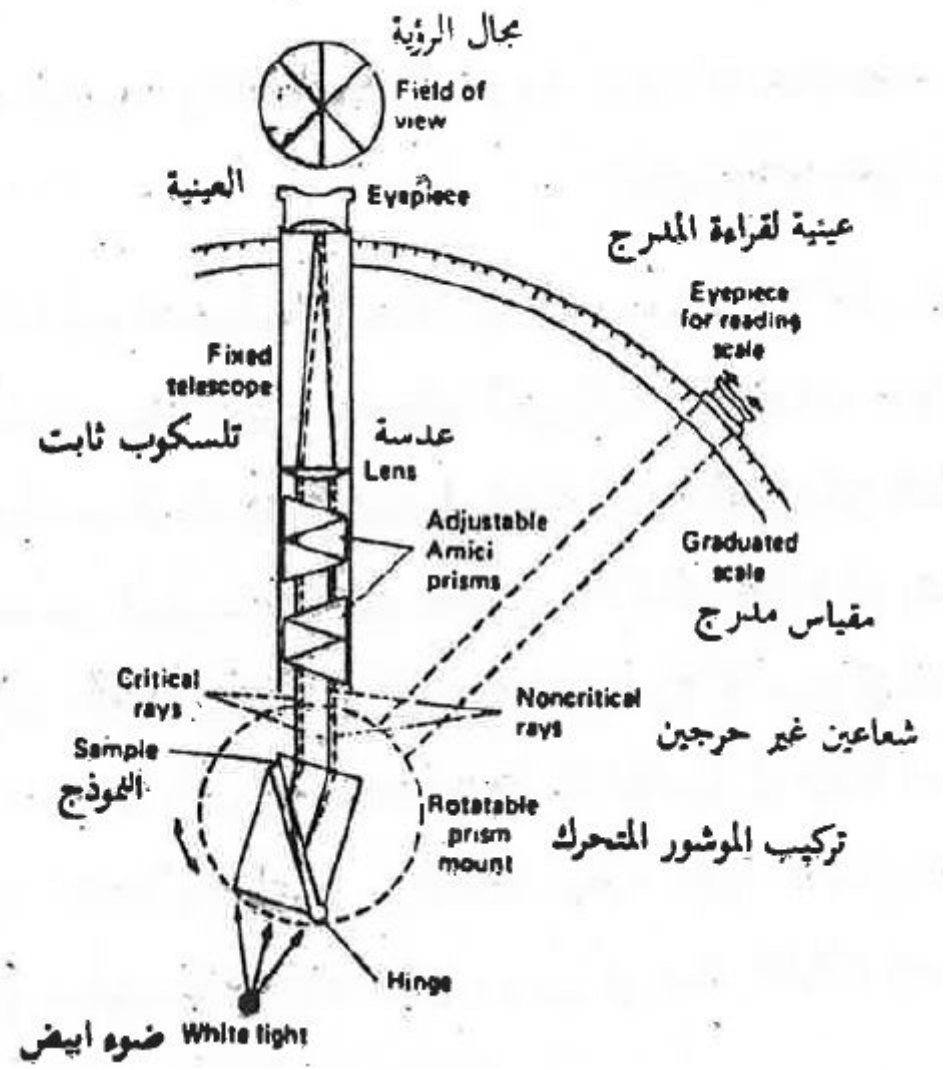
الألياف البصرية Fiberoptics :-

هي الياف زجاجية او بلاستك دقيقة تستعمل لنقل الضوء من مكان الى أخر حسب ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي لا يعاني الضوء خلالها أي فقدان في الطاقة سوى كمية قليليه جدا رغم قطعها مسافات طويلة من الكيلومترات و يوفر استخدامها تكنولوجيا (انترنيت) فائقة السرعة من خلال ربطها المنازل بشبكة من الألياف الضوئية الحديثة ذات السعات و السرعات الفائقة من خلال كابل ضوئي واحد , الأمر الذي يعد طفرة في مجال خدمات الاتصالات و أستخدمت هذه التقنية حديثا في العراق .

كذلك تستخدم بالمناضير الطبية (أي داخل جسم الأنسان) و كذلك تستعمل فحص الجزاء الداخلية في المكائن و الأجهزه الألكترونية و في فحص المفاعلات النووية و تستعمل أيضا لنقل المعلومات الضوئية والسمعية عبر المحيطات و القارات و هي محملة على أشعة ليزر .

اجهزة قياس معامل الانكسار ـ مقياس آبي للانكسار :

يتوفر لقياس معامل الانكسار عدد من الاجهزة التجارية. ويعتبر مقياس آبي للانكسار (Abbe Refractometer) بدون شك اكثرها شيوعا، ويعتمد في عمله على قياس الزاوية الحرجة التي تم التطرق الى مفهومها في الفقرة السابقة. يوضح الشكل (2ـ9) رسما تخطيطيا لاجزاءه البصرية.


مجال الرؤية
Field of view
العينية
Eyepiece
عينية لقراءة المدرج
Eyepiece for reading scale
Fixed telescope
تلسكوب ثابت
عدسة
Lens
Adjustable Amici prisms
Graduated scale
مقياس مدرج
Critical rays
Noncritical rays
شعاعين غير حرجين
Sample
النموذج
Rotatable prism mount
تركيب الموشور المتحرك
Hinge
ضوء ابيض
White light

يكفي وضع بضع قطرات من النموذج بين الموشورين للفحص، ويرتكز الموشور العلوي القابل للدوران على مسند بشكل جيد ويسمح بدورانه بواسطة الذراع الجانبية المبينة بالخطين المنقطين. ويربط الموشور السفلي بالموشور العلوي بواسطة مفصل متحرك يمكن من خلاله تنظيف المواشير ووضع النموذج. يكون وجه الموشور السفلي خشنا، فعندما ينعكس الضوء على الموشور يصبح هذا السطح مصدرا لعدد لانهاية له من الاشعاعات التي تمر خلال طبقة النموذج بكافة الزوايا. تنكسر الاشعة عند السطح البيني بين النموذج ووجه الموشور العلوي الاملس، حيث تمر الى التلسكوب الثابت. يقوم بعد ذلك موشوران من نوع (اوميكا Amici) من تجميع اشعة الزوايا الحرجة المتفرقة ذات الالوان المتعددة الى اشعاع يقابل اشعاع الصوديوم –D. ان العدسة العينية للتلسكوب مزودة بشعرتين متقاطعتين يتم من خلالها تحديد قيمة معامل الانكسار من خلال تدريج ثابت يعطي قيم (η_D) مباشرة. يبلغ مدى مقياس آبي (η_D1.3–1.7).

يستخدم D- Line للصوديوم كمصدر بالوقت الحاضر و من الشائع عمليا استخدام مصادر ضوئية أخرى مثل الزينون (Xe) او التنكستن (W) مع فلاتر مناسبةربما توفر محاسن :-

1. تقلل الكلفة
2. عمر أطول
3. حزمة عريضة من الأطوال الموجية