

# مركز منتظر في مفضل

الأمواج الضوئية

أطياف الإصدار وأطياف الامتصاص



الشعبة : جذع مشترك  
علوم و تكنولوجيا

\*\*\*\*\*

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

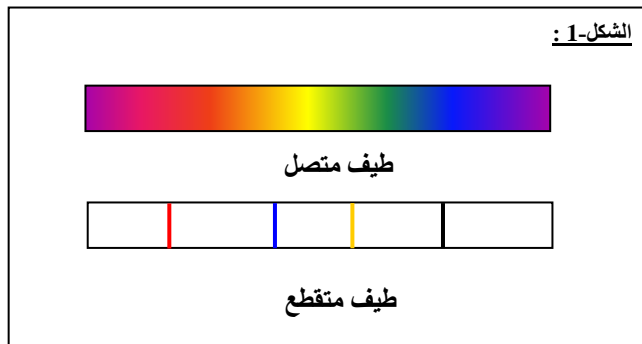
## 1- أطياف الإصدار ذات الأصل الحراري :

- علم الطيف هو ذلك العلم الذي يهتم بدراسة و تحليل طيف الضوء إذ يمثل فرعا هاما في الفيزياء و هو ما سمح و يسمح لحد الآن بمعرفة العناصر الكيميائية التي تدخل في تكوين العالم اللامتناهي في الصغر (الجزئيات) و العالم اللامتناهي في الكبر (الكواكب و النجوم) .
- إن كل عنصر كيميائي يكون مصحوبا بطيف ضوئي وحيد اللون يميزه ، هذه الخاصية لا تقتصر على الذرات فقط ، و إنما تشمل كذلك الجزئيات .
- المطياف هو جهاز يسمح بالحصول على طيف الضوء و تحليله ، و العنصر المهم فيه يمكن أن يكون موشورا أو شبكة من الشقوق .

أ- أطياف الإصدار :

\* الأطياف المستمرة :

- تصدر العناصر الكيميائية في ظروف معينة ضوءا ذا طيف خاص بها و مميز لها يدعى طيف الإصدار ، لذا يعتمد في كثير من الدراسات و البحوث على دراسة أطياف الإصدار للكشف عن العناصر الكيميائية المركبة للمادة التي تصدر هذا الضوء .
- تنقسم أطياف الإصدار إلى نوعين : أطياف الإصدار المتصلة ، أطياف الإصدار المتقطعة .

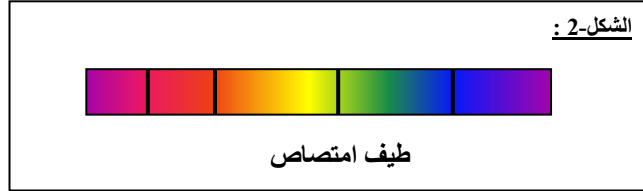


- يتألف كل طيف إصدار متصل من عدد لا متناه من اشعاعات متصلة ( مثل طيف الضوء الأبيض للشمس أو مصباح التوهج ) .

- يتعلق طيف الإصدار بدرجة حرارة المنبع ، فعند ارتفاع درجة الحرارة يزداد الطيف غنىً بالإشعاعات من الأحمر إلى البنفسجي .

### ب- أطياف الإمتصاص :

- طيف الإمتصاص هو طيف ضوء صادر من منبع ضوئي حدث له تغيير في مركباته إثر اجتيازه جسما ماديا (صلب ، سائل ، غاز ) أو جملة من الأجسام قبل أن نلتقطه بالمطياف كما أنه عبارة عن طيف مستمر منقوص منه بعض الإشعاعات ، يظهر على شكل خلفية من طيف مستمر لضوء المنبع الأصلي و به خطوط أو شرائط سوداء تدل على اختفاء بعض الإشعاعات التي امتصتها المادة المعترضة للضوء (الشكل-2) .



- يوافق كل خط أسود إشعاعا وحيد اللون مختلفا ( ممتصا أو ناقصا) طول موجته  $\lambda$  .  
 - يميز طيف الإمتصاص العناصر الكيميائية الموجودة بالمادة التي اجتازها الضوء .  
 - ينطبق طيف الإصدار المتقطع لعنصر كيميائي معين تماما على طيف الإمتصاص لنفس العنصر ، أي أن العنصر الكيميائي لا يمتص إلا الإشعاعات التي يكون قادرا على إصدارها .  
 - إن طيف إصدار الخطوط و طيف الإمتصاص يحددان هوية العنصر الكيميائي ، فهي بمثابة بطاقة تعريف له .  
 - تسمح الدراسة الطيفية للضوء المنبعث من المادة أو الذي يجتازها بالحصول على معلومات عن التركيب الكيميائي لهذه المادة و درجة حرارتها ، نجد تطبيقاتها في الكيمياء و الفيزياء الفلكية ، مثل دراسة الغلاف الخارجي للنجوم و العلوم البيئية .

### ملاحظة :

إن الإشعاعات الضوئية المعنية في الدراسات الطيفية تمتد إلى خارج المجال المرئي أي الإشعاعات التي لا تراها عين الإنسان .

## 2- تطبيقات في الفيزياء الفلكية :

### أ- المطيافية ( علم التحليل الطيفي ) :

#### \* القواعد الأساسية :

- عام 1666م قال نيوتن : ( ... كسرتُ شعاعا ضوئيا ملونا بالمشور ، ثم عكسته على أجسام مختلفة الطبيعة الضوئية ... ورغم ذلك لم استطع الحصول على ألوان جديدة... ) .  
 - بفضل هذه التجارب فهم نيوتن أن الضوء الأبيض كالذي يصلنا من الشمس يتركب من عدة إشعاعات من ضمنها تلك التي نعرف طيفها المرئي الذي يشكل الألوان المميزة لقوس قزح .  
 - إن الضوء الوحيد اللون يتميز بطول موجة و بتواتر و بدور و بسعة ، كما أنه بإمكانه نقل طاقة .

#### \* نبذة تاريخية :

- إذا كانت الأطياف معروفة منذ نيوتن فإن المطياف لم يتم اكتشافه إلا في عام 1802م من طرف العالم وليام وولاستون William Wollaston الذي اكتشف أن طيف الشمس يحتوي على أخاديد لخطوط عاتمة، بينما يعود الفضل في تحليل أول طيف عام 1811م إلى العالم الألماني جوزيف فون فرونهوفر حيث صنّف 600 خطا طيفيا على طيف الشمس . أما اليوم فيحصى أكثر من 2600 خطا طيفيا من ضمنها 600 خط طيفي خاص بالحديد فقط .

**\* القوانين الثلاث لكيرتشفوف (1824-1887) :**

- في منتصف القرن التاسع عشر وضع العالم الألماني كيرتشفوف ثلاث قوانين تحمل اسمه ، تسلم بوجود أنماط مختلفة للأطياف حسب طبيعة المصدر الضوئي، وهي :

- أي جسم مشع (صلب أو سائل) يرسل ضوءاً على كل الأطوال الموجية ، فهو يمثل طيفاً مستمراً.
- أي غاز متوهج يرسل ضوءاً على شكل خطوط مضيئة تدعى أطياف إصدار متقطعة.
- عندما يخترق الضوء الأبيض لمنبع ضوئي غازاً فإن هذا الأخير بإمكانه إلغاء بعض الأطوال الموجية من الطيف المستمر لمنبع الضوء وتعويضها بخطوط عاتمة تتركب على الطيف المستمر. تدعى الإشعاعات المختلفة بطيف الامتصاص.

إن أهمية هذه القوانين الثلاث تكمن في أن كل جسم له طيف مميز وأن كل ذرة أو جزيء بإمكانه امتصاص أو إرسال إشعاع بطول موجة مميز له .

**\* مظهر خطوط الطيف :**

- تبين قراءة الطيف أن خطوط الطيف هي أطوال موجات مختلفة عن بعضها البعض، وهي قابلة للقياس حتى الرقيقة منها. وتختلف في مكان توضعها ومقدار عرضها بحسب طبيعتها ونوع أجهزة التحليل.

- إن شدة خطوط الطيف تتعلق بالشروط الفيزيائية التي تتواجد عليها الذرات الصادرة أو الممتصة للإشعاع كالضغط ودرجة الحرارة وكثافة الإلكترونات وكتلة النجم وجاذبية الأجرام، مع العلم كل هذه المتغيرات يتعلق بعضها بالآخر.

- العرض الطبيعي لخطوط الطيف في حدود  $0.002 \text{ A}^0$ .

- يؤدي هيجان الإلكترونات بسبب درجة حرارة الوسط إلى الحركة العشوائية للدقائق مما ينجر عنه زيادة في عرض خطوط الطيف بحوالي  $0.001 \text{ A}^0$ .

- الاحتكاك بين الإلكترونات يؤدي هو الآخر إلى زيادة معتبرة في عرض خطوط الطيف.

- بعض الإلكترونات المثيجة تحدث حقلاً كهربائياً يؤدي إلى تغيير الإشعاعات الصادرة وكذلك إلى الزيادة في عرض الخطوط.

- إن دراسة الأطياف الضوئية الصادرة عن جرم سماوي (جسم سماوي) تمكن علماء الفلك من معرفة كم هائل من المعطيات عن الجسم، على اعتبار أن طيف الجسم بمثابة بطاقة هويته، فبالتحليل الطيفي يمكن تحديد درجة حرارته وتكوينه الكيميائي وسرعته.

**\* الطيف ودرجة الحرارة (حالة تسخين معدن):**

عند بداية التسخين وفي حدود بعض المئات من الدرجات فإنه لا شيء يرى بالعين المجردة إلا أنه يمكن تحسس الحرارة بتقريب اليد، ذلك أن المعدن يصدر إشعاعات تحت الحمراء . عند زيادة درجة الحرارة يبدأ المعدن بالللمعان ويصبح متوهجاً ويتغير لونه شيئاً فشيئاً من الأحمر إلى البرتقالي إلى الأصفر، فالضوء الصادر من الجسم يتعلق بدرجة حرارته .

- بضع مئات الدرجات يشع المعدن الأشعة تحت الحمراء.

- عند الدرجة  $300^0 \text{C}$  يشع المعدن في المنطقة المرئية الحمراء.

- عند الدرجة  $600^0 \text{C}$  يشع المعدن في المنطقة المرئية الصفراء.

**مثال:**

سطح الشمس يظهر بلون أصفر، يمكن القول أن درجة حرارته من رتبة  $600^0 \text{C}$  .

- حددت العلاقة بين درجة الحرارة وطول الموجة عند الإصدار الأعظم عام 1893م من طرف العالم وليام وين وهي لا تنطبق إلا على الأجسام السوداء. كما النجوم تخضع للعلاقة نفسها وذلك لأن لها سلوكاً مشابهاً للأجسام السوداء . وبذلك يمكن تحديد درجة حرارتها بتحليل طيفها الضوئي.

بصفة عامة : تصدر الأجسام الصلبة والسوائل والغازات الكثيفة إشعاعات مستمرة مطابقة لقانون وليام وين.

**مثال:** الغيوم المتواجدة بين النجوم مكونة من غازات وغبار تصدر في المنطقة الحمراء ، والشمس تصدر في المنطقة الصفراء من الطيف المرئي . أما الغازات المترابطة لمجرة (ساخنة بملايين الدرجات ) تصدر بالأساس أشعة X .

في كل الحالات فإن ملاحظة طيف هذه الأجسام هو الذي يسمح بتحديد درجة حرارتها.

### \* خطوط الطيف :

- إن دراسة الوضعية السابقة تختلف عند دراسة غاز قليل الكثافة ، حيث في عام 1814 م وخلال دراسة مدققة لطيف الطبقات السطحية للشمس اكتشف العالم جوزيف فان فرونهوفر Joseph Von Fraunhofer أن هذا الطيف ليس مستمرا بل يحوي خطوطا عاتمة سماها خطوط الطيف. هذه الخطوط توافق أطوال موجية مختلفة من طيف الشمس . لفهم هذه الظاهرة وشرحها قام العالمان الفيزيائيان روبرت بنسن Robert Bunsen وغيستاف كيرتشفوف Gustav Kirchhoff بصنع مطياف ( جهاز لتحليل الضوء بأطوال موجته) ثم قاما بتكبير معتبر للأطياف المتحصل عليها . وقد استعملا جهازهما لدراسة إشاعات مختلف الأجسام وبالأخص الغازات ، فوجدا أن طيف الغاز الساخن مكون من مجموعة من الخطوط اللامعة بدون خلفية مستمرة ، هي خطوط طيف الإصدار. كما لوحظ أن الجسم الأسود عند مروره بغاز بارد يكون طيفه مستمرا مغطى بخطوط عاتمة ، هي خطوط طيف الامتصاص.

- استخلص كل من بنزن وكيرتشفوف أن مكونات غاز لا تصدر ولا تمتص من الضوء إلا أطوالا موجية محددة على عكس الجسم الأسود

- عند ملاحظة غاز ساخن ، فإن الطيف يتكون من خطوط امتصاص لأطوال موجية تكون مكونات الغاز قادرة على إصدارها.

- عند ملاحظة غاز بارد موضوع أمام جسم أسود فإن مكونات الغاز تمتص الضوء بأطوال موجية خاصة بها، ومنه فإن خطوط الامتصاص تتراكم على الطيف المستمر للجسم الأسود.

- اكتشف بنسن وكيرتشفوف أن أي غاز معين يوافق مجموعة محددة من الخطوط .

مثال: يُميز غاز الصوديوم بخطين في المنطقة الصفراء للطيف المرئي .

- يُعتبر هذا الاكتشاف خطوة متقدمة ، حيث أنه من دراسة طيف إي غاز وتحديد خطوطه الطيفية يسهل تحديد مكوناته . على سبيل المثال فإن أي غاز مجهول يظهر خطين طيفيين في المنطقة الصفراء من الطيف المرئي بالضرورة تحتوي مكوناته على غاز الصوديوم .

- إن الدراسات الحديثة تبين أنه عندما تزداد درجة حرارة نجم فإن الطاقة الكلية للإشعاع تزداد ، وأن طول الموجة الموافق لأعظم طاقة ينزاح باتجاه أقصر طول موجة.

مثال: يمر طيف قطعة جمر مسخن بكل ألوان قوس قزح ويصبح ساخنا أكثر عند بلوغه منطقة الإشعاعات فوق البنفسجية.

### ب- طيف النجم :

- الإشعاع الصادر من الغلاف الخارجي للنجوم يماثل بتقريب أولي للإشعاع الصادر عن جسم ذي درجة حرارة عالية. طيف هذا الإشعاع متركز على العموم في المجال المرئي ويمتد إلى فوق البنفسجي .

- تُصدر الشمس والنجوم طيفا مستمرا .

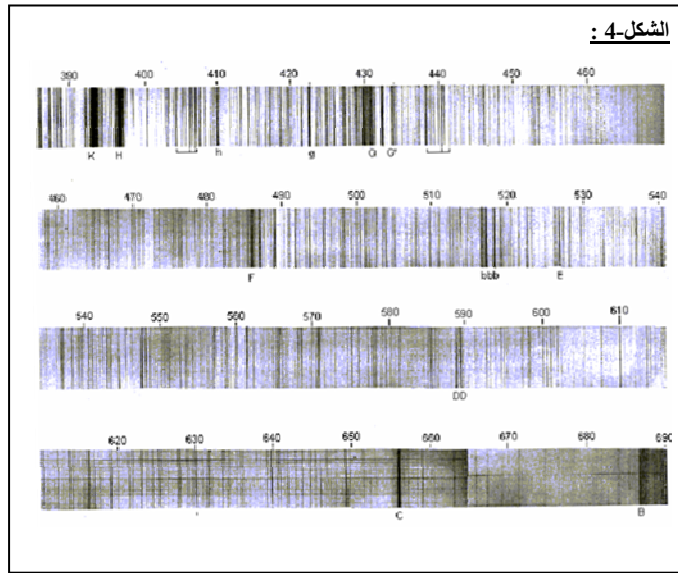
- نستنتج أن الغلاف الخارجي للنجوم، مكون من غازات، وأن حرارتها مرتفعة جدا .

- يحتوي طيف الشمس والنجوم أيضا على خطوط امتصاص تميز العناصر الكيميائية الموجودة في غلافها الخارجي

## 3- دراسة وتحليل وثائق :

### الوثيقة-1 :

- تمثل الوثيقة المبينة في (الشكل-4) خطوط الامتصاص الموجودة في طيف الضوء الشمس المستقبل على الأرض .  
- في هذه الوثيقة أطوال الموجات معطاة بالنانومتر ، و خطوط الامتصاص الأساسية (الأكثر شدة) معيّنة بحروف أو إشارات موضوعة تحت الطيف .



## الوثيقة-2 :

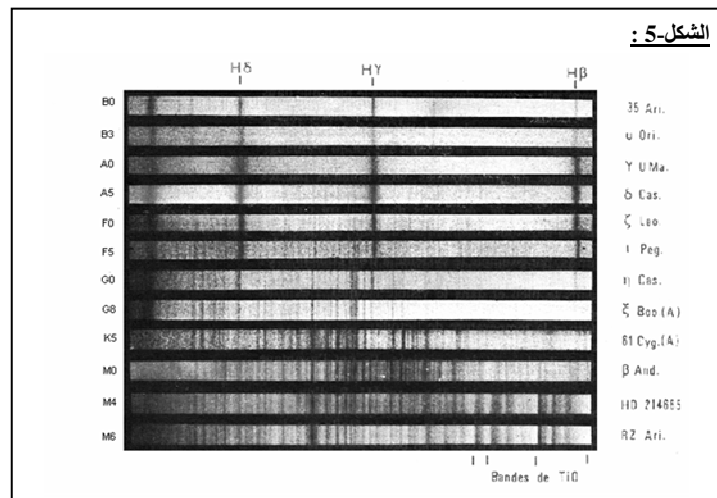
هي جدول لخطوط الطيف الأساسية والموجودة في ضمن المجال المرئي لبعض الذرات الأكثر استعمالاً في الفيزياء الفلكية.

ذرة أو شاردة	لون	λ (nm)	ذرة أو شاردة	لون	λ (nm)
He+	** فوق بنفسجي	388.9	Fe	أخضر	516.8
Ca+	** U. Violet	393.4	Mg	Vert	517.2
Ca+	* U. Violet	396.8	Mg	Vert **	518.4
Mn	** Violet	403.1	Cu	Vert *	521.8
Fe	Violet	404.0	Fe	Vert	527.0
K	* Violet	404.4	Ne	Vert	540.0
Hg	Violet	404.6	Hg	Vert *	546.1
K	Violet	404.7	Ba	Vert **	553.5
Fe	Violet	406.0	N+	Vert **	567.9
Fe	Violet	407.6	Cu	Vert **	570.0
Sr+	** Violet	407.8	Hg	** أصفر	577.0
N	* بنفسجي	409.9	Ba	* Jaune	577.8
Hδ	Violet	410.2	K	Jaune	578.2
N	* Violet	410.9	Hg	** Jaune	579.1
Ca	Violet	422.7	K	Jaune	580.2
N+	Violet	424.0	K	Jaune	583.2
Cr	** Indigo	425.4	Ne	Jaune	583.2
Cr	* Indigo	427.5	Ne	* Jaune	585.2
Cr	* Indigo	429.0	Ca	* Jaune	585.7
Fe	Indigo	430.8	He	* برتقالي	587.6
Hγ	Indigo	434.0	Na	** Orange	588.9
Hg	* Indigo	435.8	Na	* Orange	589.5
Fe	Indigo	437.6	Li	* Orange	610.3
Fe	Indigo	440.0	Ca	Orange	612.2
Fe	نيلي	442.7	Ba+	* Orange	614.2
N+	Indigo	444.0	Ca	Orange	616.2
Ca	Indigo	445.5	Fe+	Orange	630.0

447.1	Indigo	He	636.2	Orange **	Zn
455.4	Indigo **	Ba+	640.2	Orange **	Ne
455.5	Indigo *	Cs	640.8	أحمر	Sr
460.7	Indigo **	Sr	643.8	Rouge **	Cd
465.0	Indigo	N+	643.9	Rouge	Ca
468.0	أزرق	Zn	646.2	Rouge *	Ca
468.5	Bleu	He+	656.3	Rouge	H $\alpha$
472.2	Bleu	Zn	667.8	Rouge	He
480.0	Bleu **	Cd	670.8	Rouge **	Li
481.0	Bleu	Zn	671.8	Rouge	Ca
486.1	Bleu	H $\beta$	691.1	Rouge	K
492.2	أخضر	He	693.9	Rouge **	K
493.4	Vert	Ba+	706.5	تحت الأحمر	He
497.0	Vert *	Li	714.8	I	Ca
500.0	Vert	He	732.6	I	Ca
500.0	Vert	N+	766.5	I	K **
501.6	Vert	He	769.9	I	*
510.5	Vert *	Cu	852.1	I	**
515.3	Vert *	Cu	894.3	I	Cs
516.7	Vert	Mg		Rouge	Cs
* ← خط شديد			** ← خط جد شديد		

### الوثيقة-3 :

تمثل تصنيفا طيفيا للنجوم حسب الفيزيائي الألماني (J.FRAUNKOFER) (1814). يمثل الجزء العلوي للوثيقة أطيافا مميزة للتصنيف، أما الجزء السفلي للجدول ففيه تعليقات عليها.

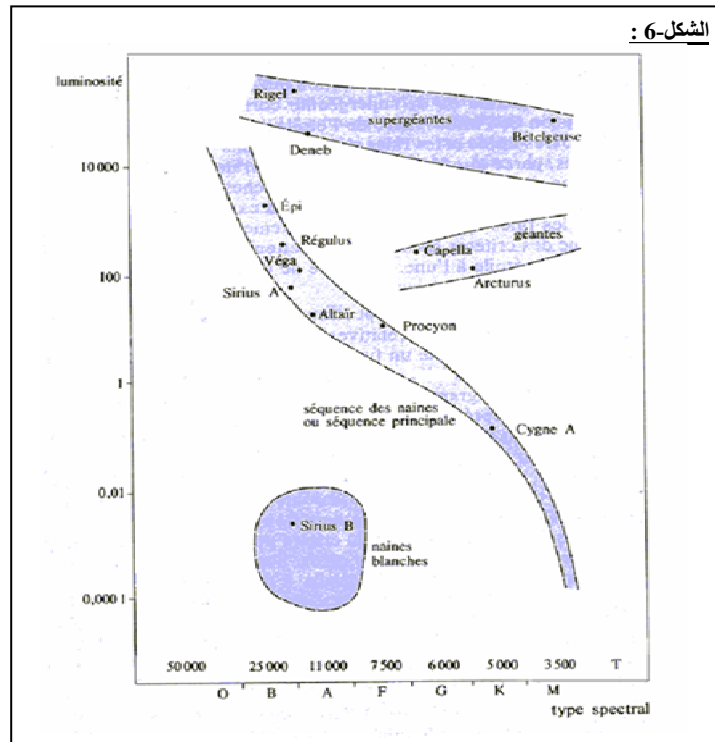


\* تُرتب النجوم إلى سبعة أصناف طيفية :

صنف النجمة	التحليل الطيفي
O	تواجد خطوط مميزة للهليوم الحيادي والمتشرد وللهيدروجين
B	خطوط الهيدروجين متواجدة أيضا و لكنها أقوى شدة من الصنف 0. ظهور خطوط جديدة مميزة للهليوم الحيادي وكذلك خط مميز لشاردة Mg+ مثل: B0 ، B3
A	هيمنة لخطوط الهيدروجين التي بلغت شدتها العظمى. اختفاء خطوط الهليوم وظهور خطوط شاردة Ca++ مثل: A0 ، A5
F	وجود خطوط الهيدروجين ذات الشدة، وظهور بعض الخطوط الرقيقة للمعادن مثل: F0 ، F5
G	خطوط الكالسيوم مهيمنة عند حدود البنفسجي. نلاحظ أيضا بعض خطوط الهيدروجين. خطوط الحديد أكثر وضوحا. نسجل تواجد خطوط دقيقة كثيرة للمعادن مثل: G0 ، G8
K	خطوط الهيدروجين اختفت تماما. الخطوط المعدنية عددها أكثر و شدتها أقوى مثل: K5 .
M	خطوط الكالسيوم الذري والشاردي أقوى شدة . نسجل أيضا عصابات مميزة لتواجد المجموعات الجزيئية TiO . مثل: M0 M4 M6

#### الوثيقة-4 :

- تمثل مخططا يسمح بتصنيف النجوم بدلالة درجة حرارتها و إضاءتها (مخطط HERTZ-RU)
- سلم درجة الحرارة على محور الفواصل معطى بالنسبة لأصناف FRAUNHOFER.
- سلم الإضاءة على محور التراتيب معطى بالنسبة لإضاءة الشمس.



**المسألة رقم 1 :**

- تعرف على العناصر الأساسية المسؤولة على الخطوط الأساسية للامتصاص الموجودة في طيف ضوء الشمس.  
 - في أي صنف حسب فرونهوفر FRAUNHOFER توجد الشمس؟  
 - ضع الشمس في مخطط هرتز برونك-روسل و أذكر إلى أي صنف من النجوم تنتمي (القزما البيضاء أو المقطع الأساسي أو عملاقة أو فوق العملاقة).  
 حرر الإجابة على الأسئلة السابقة مع التعليل.

**المسألة رقم 2 :**

- هل يوجد شذوذ (خروج عن المقياس) في الطيف المحلل؟  
 العصابة B الموجودة في نهاية الأحمر من طيف الشمس (الوثيقة 2) توافق امتصاص من طرف ثنائي أكسجين جزيئي، هل يوجد ثنائي أكسجين على سطح الشمس ؟ لكن كيف يمكن لمثل هذا الجزيء أن يتواجد في هذه الحرارة؟  
 - كيف يمكن أن تفسر وجود عصابة الامتصاص هذه ؟  
 حرر الإجابة على الأسئلة السابقة مع التعليل .

**تعليقات :****المسألة-1 :**

الطيف يحوي الخطوط  $H_\alpha$  ،  $H_\beta$  ،  $H_\gamma$  ،  $H_\delta$  ، للهيدروجين. الخطوط بالغة الشدة (K و H) وكذلك الخط h لشاردة الكالسيوم.  
 نجد أيضا خطوط الحديد ( $E=630$ ، 527 ، 442 ، 440 ، 438 ، 407 ، 406 ، 404) وكذلك كثير من الخطوط الدقيقة المعدنية ( $Ca \dots$  ،  $bbb = Mg$  ،  $DD = Na$ ).  
 هذه الخصائص توافق الصنف G من تصنيف فرونهوفر. نلاحظ على مخطط هرتزبرونك-روسل بأن هذه النجوم درجة حرارة سطحها تقارب  $6000K^\circ$  ، ثلاث أصناف من النجوم هي نظريا ممكنة: القزما من المقطع الأساسي، العملاقة وفوق العملاقة. الأولى هي الوحيدة التي تحتوي نجم ذات إضاءة I (إضاءة الشمس). الشمس هي إذن قزما من المجموعة الأساسية.

**المسألة-2 :**

يخترق ضوء الشمس المجال الأرضي قبل أن تستقبله الأرض، وهذا ما يوضح خطوط الامتصاص B الموجودة في الأحمر و الناتجة عن ثنائي الأكسجين الموجود في الغلاف الجوي للأرض.  
 تمرين: إثبات النتائج السابقة عن طريق تحليل لون الضوء الصادر.  
 بطاقة تمرين عن تحديد درجة حرارة الشمس.  
 الأهداف التعليمية المقصودة من العمل التطبيقي .

- تحليل النتائج التجريبية، ومواجهتها مع النتائج النظرية.
- انتقاء معلومات.
- استعمال تعبير علمي.
- تحرير تعليل.



**\*\* الأستاذ : فرقاني فارس \*\***

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم

الخروب - قسنطينة

Fares\_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .  
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)