الفصل الثالث : الأجهزة الفلكية

1-3 الطيف الكهرومغناطيسي

أهداف الدرس :

1- يتعرف على مصادر الطيف الكهرومغناطيسي في الفضاء. 2- يحسب الطول الموجي لضوء صادر بترددٍ ما.
3- يقارن بين طيف الانبعاث وطيف الامتصاص.

الطيف الكهرومغناطيسي

الجدول 1 – 3 الأشعة الكهرومغناطيسية

نوع الأشعة	الطول الموجي	درجة الحرارة (K)	المصدر
جاما	أقل من 0.1 A0	أكثر من 108	بعض التفاعلات النووية
الأشعة السينية	0.1 – 100 A0	106-108	النجم النيوتروني/ الثقب الأسود.
فوق البنفسجية	100–4000 A0	105-106	سوبر نوفا بعض النجوم الساخنة.
الضوء المرئي	4000-7000 A0	103-105	النجوم.
تحت الحمراء	7000A0 – 1mm	10-103	الكواكب والأقمار والسحب بين نجومية.
راديوية	أطول من 1km	أقل من 10	إلكترون يتحرك في مجال مغناطيسي.

تشمل الأشعة الكهرومغناطيسية أنواعًا كثيرة من الموجات، منها :

- تقل الحرارة كلما ازداد الطول الموجي للأشعة.
- إذا كان النجم ذو حرارة عالية فإنه يصدر موجات ذات طول موجي قصير (والعكس صحيح).
- تقاس الأطوال الموجية بالمتر. ولكن عادة ما تستخدم وحدة الأنجستروم A° .

وهي وحدة قياس الطول للمسافات القصيرة للغاية حيث : [1 أنجستروم = 10^{-7} ملم].

- سرعة الضوء وكذلك جميع أجزاء الطيف الكهرومغناطيسي = 3×10^{8} م/ث .
- كل النطاقات الطيفية لها طول موجي وتردد مختلف والعلاقة بينهما عكسية.

- كلما زاد الطول الموجي قل التردد كما في العلاقة التالية :

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

f = التردد بالهرتز
c = سرعة الضوء م/ث
λ = الطول الموجي بالمتر

- يمكن حساب طاقة الفوتون من المعادلة الآتية :

$$E = hf$$

E = طاقة الفوتون
h = ثابت بلانك $= 6.626 \times 10^{-34}\ j/s$

- بالتعويض في المعادلة الأولى، نجد أن طاقة الفوتون =

$$\text{طاقة الفوتون} = \frac{\text{سرعة الضوء} \times \text{ثابت بلانك}}{\text{الطول الموجي}}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

- نستنتج من هذه المعادلة أن العلاقة بين الطاقة والطول الموجي علاقة عكسية.
- كلما قل الطول الموجي زادت طاقته.

س/ علل : الأشعة فوق البنفسجية قد تسبب الإصابة بأمراض سرطانية عند التعرض لها ؟

ج/ لأنها ذات طول موجي قصير وطاقة عالية.

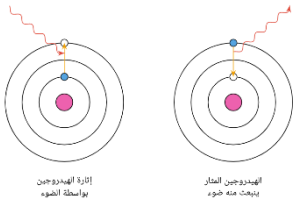
المطياف :

- يستخدم جهاز المطياف في تحليل أشعة النجم إلى أطياف.
- لشعاع النجم إذا تم تحليله بواسطة المطياف ثلاث حالات :

طيف مستمر	طيف انبعاث	طيف امتصاص
ينبعث من جسم ساخن ويظهر على الكاشف بعد خروجه من المطياف كما في الشكل [1].	ينبعث من غاز ساخن ويظهر على الكاشف بعد خروجه من المطياف كما في الشكل [2].	ينبعث من جسم ساخن مروراً بغاز بارد ويظهر على الكاشف بعد خروجه من المطياف كما في الشكل [3].



- تختلف خطوط الامتصاص التي تظهر على الكاشف باختلاف نوع الغاز.
- خطوط الامتصاص التي رُصِدت من طيف الشمس تسمى خطوط فرنهوفر، ومن خلالها تعرفنا على تفاصيل تركيب الشمس.



- عندما ينتقل الإلكترون لمستوى طاقة أعلى : يتسبب في امتصاص فوتون.
- عندما ينتقل الإلكترون لمستوى طاقة أقل : يتسبب في انبعاث فوتون.

- يختلف الطيف المتكون باختلاف :
  - العناصر الغازية (خفيفة - ثقيلة).
  - مستوى الطاقة للإلكترون.
  - اهتزاز ودوران الجزيئات.

- مستويات الطاقة الأقل للعناصر الخفيفة تكوّن أطيافًا في منطقة : الضوء المرئي + الأشعة فوق البنفسجية.
- مستويات الطاقة الأعلى للعناصر الخفيفة تكوّن أطيافًا في منطقة : الأشعة تحت الحمراء + الأشعة الراديوية.
- مستويات الطاقة الأولى للعناصر الأثقل تكوّن أطيافًا في منطقة : الأشعة السينية.
- تغيّر اهتزاز الجزيئات يكوّن أطيافًا في منطقة : الأشعة تحت الحمراء.
- تغيّر دورانها يكوّن أطيافًا في منطقة : الأشعة الراديوية.

طيف الهيدروجين :

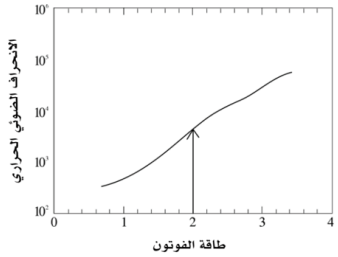
- ذرة الهيدروجين لها إلكترونًا واحدًا ويتحرك في المستوى الأول.
- إذا أُعطي هذا الإلكترون كمية من الطاقة فسينتقل لمستوى أعلى.
- إذا كانت كمية الطاقة التي امتصها الإلكترون كبيرة فقد يهرب من الذرة وفي هذه الحالة تصبح الذرة متأينة + .
- يفقد الإلكترون الطاقة على شكل فوتون (ضوء) ويعود إلى مستوى طاقة أقل.

مـــثال 1

تم تمثيل بيانات قياسات التحليل الطيفي للانحراف الضوئي الحراري لأحد الأجرام الذي طاقة فوتونه 2ev كما في الشكل. أوجد:

أ. مقدار الطول الموجي لشعاع الضوء. ب. حدد نطاق طيف إشعاعه الذي طاقة فوتونه 2ev.

ج. ما الأجرام التي يمكن أن يصدر منها هذا الطيف؟



الحل:

تحليل المسألة و رسمها:

المعلوم

$E=2\ ev$

المجهول

$\lambda=?$

إيجاد المجهول بتحويل طاقة الفوتون إلى وحدة الجول J

$1\ \mathcal{J}(\text{جول}) = 6.24 \times 10^{18} ev(\text{إلكترون فولت})$

$1\ ev = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathcal{J}$

$E = 2\ ev = 2 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 3.22 \times 10^{-19} \mathcal{J}$

- إيجاد قيمة التردد

$$f = \frac{E}{h} = \frac{3.22 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}} = 4.82 \times 10^{14} \text{ هرتز}$$

أ/ لإيجاد الطول الموجي λ :

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^{8}}{4.82 \times 10^{14}} = 6.22 \times 10^{-7}\ m = 6224\ A^{\circ}$$

ب/ نطاق طيف إشعاعه هو الطيف المرئي.

ج/ يمكن أن يصدر من بعض النجوم.

- تحتك الشهب عند دخولها الغلاف الجوي بجزيئات الهواء فيظهر نتيجةً لذلك أضواء تختلف ألوانها باختلاف الهواء.

مثلاً :

ذرات الصوديوم تعطي ضوءًا برتقالياً.

ذرات المغنيسيوم تعطي ضوءًا أزرق - أخضر.

الفصل الثالث : الأجهزة الفلكية

2-3 المناظير الأرضية والفلكية

أهداف الدرس :

1- يعدد مهام التلسكوبات. **2-** يذكر أنواع التلسكوبات. **3-** يقارن بين أنواع التلسكوبات البصرية. **4 -** يذكر عيوب المنظار الكاسر.

التلسكوبات

التسلكوب أداة مهمة وظيفتها :

1- استقبال الضوء المنبعث من الأجرام السماوية.
2- تجميع وتركيز الأشعة الصادرة من الأجرام البعيدة.
3- تكوين صورة واضحة يمكن التعامل معها.
4- تكبير صورة الأجرام القريبة كالشمس والقمر والكواكب.

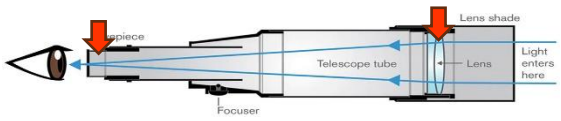
- يتفوق التلسكوب على العين المجردة للأسباب التالية :

1- العين لا تلتقط إلا نطاقًا ضيقًا من المجال الكهرومغناطيسي (المجال المرئي فقط).
2- اتساع بؤبؤ العين للسماح بمرور الضوء محدود جداً (7 ملم).
3- يتغلب التلسكوب على مشكلة محدودية تخزين الصور ، وفقدان التفاصيل مع مرور الأيام.

مهام التلسكوب :

1 جمع الضوء

نحتاج لبناء تلسكوب :
* عدسة شيئية : لجمع الأشعة عند البؤرة.
كلما زاد قطرها زادت كفاءة التلسكوب.



* عدسة عينية : لرؤية صورة الجسم.

قوة تجميع التلسكوب تقاس بالنسبة لتجميع عين الإنسان :

$$\text{قوة تجميع التلسكوب} = \frac{\text{مربع قطر الشيئية}}{\text{مربع متوسط قطر العين البشرية}} = \frac{D^2}{0.49} = P$$

2 قوة التفريق

هي القدرة على تفريق وتحليل صور الأجسام البعيدة عن بعضها.
- كلما زاد قطر العدسة الشيئية زادت قوة التفريق.
عملية حيود الضوء + الغلاف الجوي تقلل من كفاءة التلسكوب.

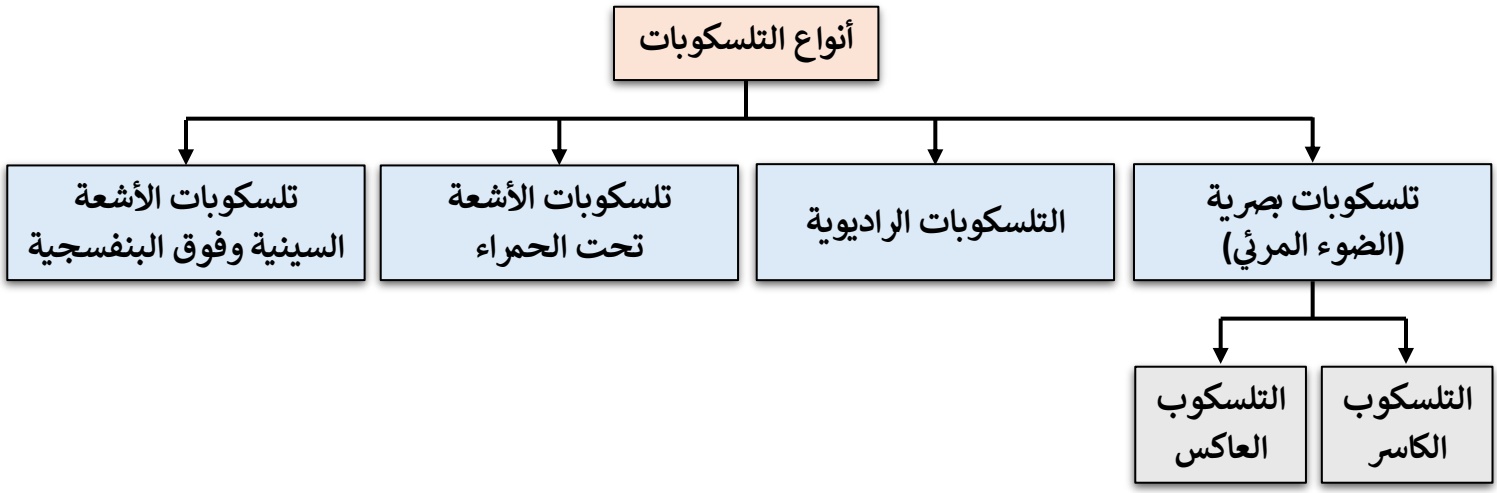
$$\text{قوة التفريق} = \frac{\text{أقل زاوية}}{\text{قطر الشيئية}} = \frac{11.58}{D} = R$$

3 تكبير الصورة

تعتمد هذه المهمة على : - البعد البؤري للعدسة الشيئية F (كلما طال زادت قوة التكبير).
- البعد البؤري للعدسة العينية f (كلما قصر زادت قوة التكبير).

$$\text{قوة التكبير} = \frac{\text{البعد البؤري للشيئية}}{\text{البعد البؤري للعينية}} = \frac{F}{f} = M$$

هناك حدين لتكبير المنظار يعتمدان على قطر الشيئية :
* الحد الأعلى للتكبير = $M_{max} = 11.8(D)$
* الحد الأدنى للتكبير = $M_{min} = 1.8(D)$



1- تلسكوبات الضوء المرئي (البصرية) :

- أول أنواع التلسكوبات التي استخدمها الفلكيون.
- تعتمد على استقبال الضوء المرئي القادم من النجوم ولها نوعين :

النوع	التركيب	المميزات	العيوب
المنظار الكاسر	- يتكون من عدستين محدبتين (شيئية وعينية) وينكسر الضوء عند مروره من خلال العدسة. - أول من استخدمه هو العالم جاليليو.	- لا تتأثر العدسة بمرور الزمن. - سهولة التنظيف والصيانة. - موضع البؤرة لا يتغير بتغير درجة الحرارة.	- العدسة ذات السمك الكبير ثقيلة الوزن وسعرها باهض. - قد لا ينفذ بعض الضوء من وسط العدسة. - الزيغ اللوني والزيغ الكروي *.
المنظار العاكس	- يتكون من مرآة مقعرة تنعكس عليها الأشعة الساقطة وتتجمع في البؤرة. - أول من استخدمه هو العالم نيوتن. - له عدة أشكال.	- اخترع للتخلص من الزيغ اللوني. - أغلب التلسكوبات شيوعًا. - أقل تكلفة وأسهل في التصنيع.	- الزيغ الكروي، ويتم تصحيحه بطريقتين *. - الزيغ الهالي.

- أكبر منظار كاسر : مرصد Yerkes التابع لجامعة شيكاغو. - أكبر قطر مثالي للعدسة = 102 سم فقط.
- أكبر منظار عاكس : مرصد Palomar .

* **الزيغ اللوني** : عند مرور الضوء الأبيض من خلال عدسة مفردة فإن الأطوال الموجية المختلفة المكونة له تنكسر بزوايا مختلفة ثم تجتمع في أماكن مختلفة.
- ينشأ عن هذا العيب : تكوّن أهداب ملونة في الصورة. - لتقليل هذا العيب : يتم تصنيع عدسة لها بعد بؤري كبير.

* **الزيغ الكروي** : نوع من التشوه يحصل للصورة بسبب اختلاف مكان البؤرة للأشعة النافذة من أطراف العدسة عنها للأشعة النافذة من مركز العدسة.
- يتم تصحيح هذا العيب بطريقتين :
1- جعل المرآة الرئيسة على شكل قطع مكافيء (ينتج عنه الزيغ الهالي).
2- استخدام عدسة تصحيح توضع أمام المرآة الكروية وفي مقدمة المنظار.

* **الزيغ الهالي** : تظهر فيه صورة الأجرام البعيدة عن مركز الرؤية فقط متطاولة وعلى شكل قطرة.

التقدم في المراصد :

للنهوض بصناعة التلسكوبات تم إحداث تغييرات هامة في هذه الصناعة، من هذه التغييرات نذكر ما يلي :

- استخدام مرايا خفيفة ذات بعد بؤري قصير.
- بناء تلسكوبات متعددة المرايا. [تتميز بقدرة عالية على رصد الأجرام السماوية البعيدة] .

مثل : مرصد كيك Keck (يتكون من 36 مرآة).

- بناء تلسكوبات الضوء المرئي للعمل في الفضاء الخارجي.

مثل : تلسكوب هابل الفضائي (له مرآة 2.5 متر وقدرة تفريق 0.1 ثانية قوسية).

2- التلسكوبات الراديوية :

- **يستخدم التلسكوب الراديوي هوائي (دش) لرصد الأشعة الراديوية الصادرة من النجوم.**
- **قوة التفريق تتدنى بزيادة الطول الموجي، ولأن الأشعة الراديوية ذات طول موجي عالي فالصور تكون غير واضحة.**
- **لتفادي هذه المشكلة يتم تكبير قطر التلسكوب لتحسين قوة التفريق.**



س/ لماذا يتم بناء التلسكوبات الراديوية بأحجام كبيرة جدًا؟

- **تم استخدام التلسكوبات الراديوية في :**
  - دراسة المجموعة الشمسية.
  - رصد الأجسام الخافتة أو المستترة خلف سحب الغبار كالنجوم النابضة (الكوازارات).
- **أكبر تلسكوب راديوي متحرك : تلسكوب Effelsberg في ألمانيا.**

3- تلسكوبات الأشعة تحت الحمراء :

- **تستخدم أنواعًا مختلفة من الأفلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء.**
- **تثبت على الأقمار الصناعية لزيادة الكفاءة، وأيضًا تستخدم الطائرات لحملها إلى ارتفاعات عالية.**

4- تلسكوبات الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية :

- **لابد من رصد هذه الأشعة خارج الغلاف الجوي للأرض. لماذا ؟**
  لأن الغلاف الجوي يمنع دخول هذه الأشعة تمامًا.
- **أفضل تلسكوبات الأشعة فوق البنفسجية هو : مكتشف الأشعة فوق البنفسجية الدولي (Explorer 57).**
- **أفضل التلسكوبات التي تعمل في هذا المدى هو : مرصد شاندرا.**

نهاية الفصل الثالث
أ. محمد عتيق