الفصل الثامن

الضوء والبصريات

مقدمة :

نتناول في هذا الفصل دراسة طبيعة الضوء وتعرف الطيف الكهرومغناطيسي حيث الضوء حزمة من هذا الطيف وتعرف خواص الموجات الكهرومغناطيسية ثم تفسير العديد من الظواهر التي تحدث للموجات الضوئية من مثل: الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود والاستقطاب، ويستعرض الفصل حالات تكون الصور في المرايا والعدسات وتفريق الضوء باستخدام المنشور الثلاثي وظاهرة السراب وفكرة استخدام الألياف الضوئية والمنشور العاكس وفكرة عمل الميكروسكوب البسيط والتلسكوب الفلكي وآلة التصوير والعين البشرية.

أولاً يشمل هذا الفصل الحقائق والمفاهيم العلمية التالية :

1. **الضوء ذو طبيعة ثنائية مزدوجة**: هي الطبيعة الموجية الجسيمية.
2. **الطيف الكهرومغناطيسي**: يتكون من مجموعات من الأمواج لها نفس طبيعة موجات الضوء ولا تختلف فيما بينها إلا في ترددتها (وأطوالها الموجية).
3. **الموجات الكهرومغناطيسية**: هي موجات تنشأ من اهتزاز مجالين؛ كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومتغيرين ومتلازمين ومتفقين في الطور.
4. **خواص الموجات الكهرومغناطيسية**: تنتشر في الفضاء في خطوط مستقيمة بسرعة 3×10^8 m/s قابلة للانعكاس والانكسار والحيود والتداخل والاستقطاب.
5. **انعكاس الضوء**: هو ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عند سقوطها على سطح عاكس غير منفذ للضوء.

قانونا الانعكاس في الضوء :

أ. زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

ب. الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح العاكس.

6 **انكسار الضوء**: هو انحراف الأشعة الضوئية عن مسارها المستقيم نتيجة انتقالها من وسط شفاف إلى وسط آخر شفاف يختلف عنه في الكثافة الضوئية عند سقوطها مائلة على السطح الفاصل بين الوسطين.

قانونا الانكسار في الضوء:

أ النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني نسبة ثابتة لهذين الوسطين.

ب الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل.

7 **معامل الانكسار النسبي بين وسطين** $({}_2\mu^1)$: هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني (أو) هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني.

8 **معامل الانكسار المطلق لوسط**: هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الهواء أو الفراغ إلى جيب زاوية الانكسار في هذا الوسط (أو) هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في هذا الوسط.

9 **الزاوية الحرجة** θ_c: هي زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية مقدارها $(90°)$.

10 **الانعكاس الكلي**: إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة وكانت زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة فإن الشعاع لا ينفذ إلى الوسط الأقل كثافة بل يرتد في نفس الوسط الأول.

11 ينفذ الشعاع الضوئي بعد مروره خلال المنشور الثلاثي منحرفاً عن مساره الأصلي بزاوية معينة هي «زاوية الانحراف».

زاوية الانحراف: هي الزاوية المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط والشعاع الخارج في المنشور الثلاثي.

12 **تطبيقات على الانعكاس الكلي:**

أ حدوث ظاهرة السراب.

ب نقل الضوء خلال الألياف الضوئية.

ج تغيير مسار الضوء باستخدام المنشورات العاكسة.

13 الضوء الأبيض يتفرق بعد مروره خلال المنشور الثلاثي إلى سبعة ألوان (ألوان الطيف المرئي) مما يدل على أنه مركب منها.

14 يمكن إعادة تركيب الضوء الأبيض باستخدام:

أ منشورين متماثلين بحيث يكونان في وضع متعاكس وسطحاهما القريبان متوازيان.

ب قرص نيوتن.

15 **العدسة**: هي وسط شفاف يحده سطحان كرويان أو سطح كروي وآخر مستو.

- أنواع العدسات: محدبة (مجمعة)، مقعرة (مفرقة).
- تفسير عمل العدسات بالاعتماد على دراسة المنشور.
- حالات تكون الصور في العدسات، تحديد مسار الأشعة الضوئية في العدسة المحدبة والمقعرة وعرض ست حالات ابتداء من وضع الجسم في ما لا نهاية إلى وضع الجسم عند بعد أقل من البعد البؤري وذلك في العدسة المحدبة، وتغيير الحالة الوحيدة لتكون الصور في العدسة المقعرة.

القانون العام للعدسات:

يحدد العلاقة بين بعد الجسم وبعد الصورة والبعد البؤري للقطعة الضوئية.

- **التكبير الخطي**: هو النسبة بين طول الصورة المتكونة وطول الجسم أو هو النسبة بين بعد الصورة المتكونة عن القطعة الضوئية وبعد الجسم عنها.
- **قوة العدسة**: هي مقدرة العدسة على تجميع الأشعة المتوازية أو تفريقها.

16 **الأجهزة البصرية:**

الميكروسكوب البسيط: عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري صغير ويوضع الجسم على بعد أقل من البعد البؤري فتتكون للجسم صورة تقديرية معتدلة مكبرة.

التلسكوب الفلكي: يستخدم في رؤية الأجسام البعيدة جداً والأجرام السماوية ويتكون من قصبة أسطوانية طويلة ويوجد عند نهايتها عدستان محدبتان.

آلة التصوير: تتركب من صندوق محكم، عدسة محدبة وظيفتها تكون صورة حقيقة مقلوبة للجسم على الفيلم الحساس وحاجز به ثقب دائري يمكن التحكم في اتساعه.

العين البشرية: تشبه كاميرا ممتازة ذات غالق وقرصية ونظام عدسات على أحد الجانبين وفيلم حساس يسمى الشبكية على الجانب الآخر.

17 **تكون الصور بالمرايا:**

المرايا المستوية: تتكون صورة تقديرية معتدلة معكوسة الوضع بالنسبة للجسم، وطول الصورة يساوي طول الجسم، وبعد الصورة عن المرآة يساوي بعد الجسم عنها.

المرايا الكرية: هي مرآة يكون سطحها العاكس جزءاً من سطح كري، وهي نوعان: محدبة (مفرقة)، مقعرة (مجمعة).

حالات تكون الصور في المرايا: تحديد مسار الأشعة الضوئية في المرايا المقعرة والمرايا المحدبة ورسم ست حالات للمرايا المقعرة - تطبيق القانون العام للمرايا والعدسات على المرايا الكرية وكذلك قانون التكبير الخطي.

18 **تداخل الضوء**: هو ظاهرة موجية تنشأ عن تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تسمى «هدب التداخل».

- تعيين الطول الموجي لضوء أحادي اللون باستخدام تجربة توماس يونج وتطبيق القانون ($\Delta x = \lambda \frac{L}{d}$)، حيث ($\Delta x$) المسافة بين هدبين متتالين من نوع واحد، (λ) الطول الموجي للضوء المستخدم (L) المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب، (d) المسافة بين الشقين.

19 **حيود الضوء**: هو ظاهرة موجية تنشأ عن تغير مسار موجات الضوء نتيجة مرورها خلال فتحة مناسبة أو ملامستها لحافة صلبة مما يؤدي إلى تراكب الأمواج وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة.

تفسير حيود الضوء وشروط مشاهدته باستخدام مبدأ هويجنز.

20 **الاستقطاب في الضوء**: هو ثبات مستوى الاهتزاز بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة وهي ظاهرة لا تحدث إلا في الموجات المستعرضة.

ثانياً الأهداف الخاصة

يتوقع بعد الانتهاء من دراسة مفاهيم هذا الفصل أن يكون الطالب قادراً على أن:

1 يعرف أن الضوء ذو طبيعة ثنائية مزدوجة هي الطبيعة الموجية الجسيمية.

2 يذكر أن الطيف الكهرومغناطيسي يتكون من مجموعات من الأمواج لها نفس طبيعة موجات الضوء ولا تختلف فيما بينها إلا في ترددتها وأطوالها الموجية.

3 يعرف الموجات الكهرومغناطيسية بأنها موجات تنشأ عن اهتزاز مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومتغيرين ومتلازمين ومتفقين في الطور.

4 يعدد خواص الموجات الكهرومغناطيسية.

5 يستنتج من التجربة العملية أن موجات الضوء تنعكس عند اصطدامها بسطح عاكس.

6 يعرف ظاهرة انعكاس الموجات الضوئية بأنها ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عند سقوطها على سطح عاكس غير منفذ للضوء.

7 يستنتج من التجربة العملية قانوني الانعكاس في الضوء:
- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.
- الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح العاكس.

8 يوضح كيف نرى الأجسام المضيئة وغير المضيئة.

9 يفسر لماذا تستخدم السطوح العاكسة المقعرة في المصابيح الكشافة في السيارات.

10 يفسر استخدام سطح عاكس مقعر في بعض أنواع المدافئ.

11 يعرف ظاهرة انكسار الضوء بأنها اتزان الأشعة الضوئية عن مسارها المستقيم نتيجة انتقالها من وسط شفاف إلى وسط آخر شفاف يختلف عنه في الكثافة الضوئية عند سقوطها مائلة على السطح الفاصل بين الوسطين.

12 يفسر رؤية القلم مكسوراً إذا وضع مغموراً في حوض زجاجي به ماء.

13 يفسر رؤية الأجسام على أبعاد مغايرة لبعدها الحقيقي عند النظر إليها من وسط يختلف عن الوسط المغمور فيه.

14 يستنتج من التجربة العملية قانوني الانكسار في الضوء:
- النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني نسبة ثابتة لهذين الوسطين.
- الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل.

15 يعرف معامل الانكسار النسبي بين وسطين بأنه النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني (أو) النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول وسرعة الضوء في الوسط الثاني.

16 يعرف معامل الانكسار المطلق لوسط بأنه النسبة بين جيب زاوية السقوط في الهواء أو الفراغ وجيب زاوية الانكسار في هذا الوسط (أو) النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في هذا الوسط .

17 يستنتج أن معامل الانكسار المطلق لأي وسط أكبر من الواحد الصحيح .

18 يستنتج أن معامل الانكسار النسبي بين وسطين يساوي النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأول .

19 يستنتج قانون سنل $_1\mu \sin\theta_1 = {}_2\mu \sin\theta_2$

20 يعرف الزاوية الحرجة بأنها زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي (90°) .

21 يستنتج أن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأكبر كثافة ضوئية إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية يساوي جيب الزاوية الحرجة .

22 يوضح أنه عندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية $= \frac{1}{\sin\theta_c}$

23 يستنتج من التجربة العملية أن الشعاع الضوئي الذي يسقط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة لا ينفذ وإنما ينعكس كلياً في الوسط نفسه .

24 يحدد بالرسم مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي .

25 يفسر سبب انحراف الشعاع الضوئي الساقط على أحد أوجه منشور ثلاثي بعد نفاذه من الوجه الآخر .

26 يعرف زاوية الانحراف بأنها الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاع الساقط والشعاع الخارج .

27 يذكر بعض تطبيقات الانعكاس الكلي .

28 يفسر حدوث ظاهرة السراب في الصحراء في أيام الحر الشديد .

29 يفسر كيفية نقل الضوء من خلال الألياف الضوئية .

30 يذكر بعض استخدامات الألياف الضوئية في الحياة .

31 يشرح كيف يمكن تغيير مسار الأشعة الضوئية باستخدام المنشورات العاكسة .

32 يذكر أسباب تفضيل استخدام المنشور العاكس عن أي سطح معدني عاكس آخر .

33 يوضح بتجربة عملية أن الضوء الأبيض يتفرق بعد مروره خلال منشور ثلاثي .

34 يفسر سبب تبدد (تفريق) الضوء الأبيض عند نفاذه خلال المنشور الثلاثي .

35 يستنتج أن الضوء الأبيض عبارة عن مزيج من عدد معين من الإشعاعات الملونة بألوان مختلفة ينفصل بعضها عن بعض عند مرورها خلال منشور ثلاثي .

36 يوضح بتجربة عملية كيفية إعادة تركيب الضوء الأبيض من الإشعاعات المكونة له باستخدام فرص نيوتن أو منشورين متماثلين متعاكسين .

37 يذكر بعض استخدامات العدسات في الحياة العملية .

38 يعرف العدسة بأنها جسم شفاف سطحاه المتقابلان كرويان أو أحدهما كروي والآخر مستو .

39 يذكر أن هناك نوعين من العدسات (محدبة – مقعرة) .

40 يفسر عمل العدسات بالاعتماد على دراسة المنشور الثلاثي .

41 يذكر بعض المصطلحات الخاصة بالعدسة .

42 يحدد مسارات الأشعة الضوئية في العدسة المحدبة .

43 يرسم حالات تكون الصور باستخدام العدسة المحدبة مع تحديد بعد الجسم عن العدسة وبعد الصورة عن العدسة وصفات الصورة المتكونة .

44 يحدد مسارات الأشعة الضوئية في العدسة المقعرة .

45 يفسر الحالة الوحيدة لتكون الصور في العدسة المقعرة .

46 يستنتج القانون العام للعدسات والمرايا من خلال حالة تكون صورة حقيقية في العدسة المحدبة .

47 يستنتج قانون التكبير الخطي من خلال الاستنتاج السابق .

48 يطبق قاعدة الإشارات قبل استخدام القانون العام للعدسات والمرايا وقانون التكبير .

49 يعرف قوة العدسة بأنها : مقدرة العدسة على تجميع الأشعة المتوازية أو تفريقها .

50 يحل تطبيقات ومسائل على القانون العام للمرايا والعدسات وقانون التكبير الخطي في حالة العدسات .

51 يعين البعد البؤري لعدسة محدبة (لامة) عملياً بطريقتين وهما :

- انطباق الصورة على الجسم .
- تطبيق القانون العام للمرايا والعدسات .

52 يعين البعد البؤري لعدسة مفرقة (مقعرة) عملياً باستخدام عدسة محدبة.

53 يعرف الميكروسكوب البسيط بأنه عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري صغير نسبياً ويستخدم في تكبير المرئيات الصغيرة.

54 يشرح عمل الميكروسكوب البسيط.

55 يعرف مم يتركب التلسكوب الفلكي وفكرة عمله وفيم يستخدم؟

56 يذكر مم تتركب آلة التصوير!

57 يشرح مراحل التصوير.

58 يذكر أوجه الشبه بين العين البشرية وآلة التصوير.

59 يشرح كيف يتم الإبصار عن طريق العين البشرية.

60 يستنتج صفات الصورة المتكونة بواسطة المرآة المستوية.

61 يذكر أن هناك نوعين من المرآة الكروية (مقعرة – محدبة).

62 يذكر بعض المصطلحات الخاصة بالمرآة الكروية.

63 يحدد مسارات الأشعة الضوئية في المرآة المقعرة.

64 يرسم حالات تكون الصور بوساطة المرآة المقعرة مع تحديد بعد الجسم عن المرآة وبعد الصورة عن المرآة وصفات الصورة المتكونة.

65 يعين موضع وصفات الصورة المتكونة لجسم باستخدام المرآة المحدبة.

66 يطبق القانون العام للمرايا والعدسات وقانون التكبير الخطي على المرايا الكروية.

67 يعين البعد البؤري لمرآة مقعرة عملياً بطريقتين هما:
- انطباق الصورة على الجسم.
- تطبيق القانون العام للمرايا والعدسات.

68 يحل مسائل وتطبيقات على القانون العام للمرايا والعدسات وقانون التكبير الخطي في حالة المرايا الكرية.

69 يعرف جهة الموجة بأنها السطح الذي يمر بكل النقاط التي يصلها الاهتزاز في لحظة واحدة.

70 يذكر مبدأ هويجنز بأنه: كل نقطة على جهة الموجة تعتبر مصدراً جديداً للموجات تبث موجات جديدة تسمى الموجات الثانوية، والمماس المرسوم لجميع الموجات الثانوية هو جهة الموجة الجديدة.

71 يطبق مبدأ هويجنز في حالة الموجات المستوية والموجات الدائرية.

72 يشرح تجربة يونج في تداخل الضوء.

73 يذكر أن الهدب المركزي يكون هدباً مضيئاً بغض النظر عن الطول الموجي للضوء المستخدم.

74 يعرف ظاهرة التداخل في الضوء بأنها ظاهرة تنشأ من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تسمى «هدب التداخل».

75 يعرف هدب التداخل بأنها مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات ضوئية صادرة من مصدرين مترابطين.

76 يعين الطول الموجي لضوء أحادي اللون باستخدام المعادلة ($\Delta x = \lambda \frac{L}{d}$).

77 يحل مسائل على القانون السابق.

78 يعرف حيود الضوء بأنه ظاهرة تنشأ عن تغير مسار موجات الضوء نتيجة مرورها خلال فتحة مناسبة أو ملامستها لحافة صلبة.

79 يصف تجربة عملية توضح ظاهرة الحيود في الضوء.

80 يفسر ظاهرة حيود الضوء على أساس مبدأ هويجنز.

81 يفسر لماذا الهدب المركزي شديد الإضاءة أما الأهداب الأخرى فتكون شدة الإضاءة فيها أقل شدة.

82 يجري تجربة عملية لبيان استقطاب الموجات الدقيقة.

83 يثبت أن موجات الضوء مستعرضة عن طريق تجربة عملية باستخدام بلورات ثنائية اللون.

84 يوضح المقصود بالبلورة المستقطبة والبلورة المحللة.

ثالثاً التقنيات التربوية

يحتاج تدريس هذا الفصل إلى الأجهزة والأدوات والمواد التعليمية التالية:

1 صفيحة شفيفة للطيف الكهرومغناطيسي.

2 مطياف يدوي.

3 سيكتروسكوب (مطياف).

4 جهاز هارتل.

5 جهاز إسقاط الضوء الأبيض.

6 مرايا مستوية – حامل للمرآة – دبابيس – منقلة.

7 قطعة من الزجاج على شكل نصف قرص دائري.

8 متوازي مستطيلات.

9 منشور ثلاثي.

10 مصدر ضوئي أحادي اللون.

11 قرص نيوتن.

12 صفائح شفيفة توضح تفريق الضوء في المنشور الثلاثي.

13 عدسات محدبة ومقعرة.

14 حوائل بيضاء – حوامل خشبية – شموع – مسطرة مترية.

15 ميكروسكوب بسيط.

16 تلسكوب فلكي بسيط.

17 نموذج للعين.

18 مرايا مقعرة ومحدبة ذات أبعاد بؤرية مختلفة.

19 صفائح شفيفة توضح ظاهرة السراب وتركيب الألياف الضوئية.

20 نموذج للألياف البصرية.

21 منشور الانعكاس الكلي.

22 مرسل ومستقبل الموجات الدقيقة.

23 جهاز أوسيلسكوب (راسم الذبذبات).

24 إطار ذو أسلاك متوازية.

25 بلورات التورمالين، شرائح البولاريد.

رابعاً الأنشطة التعليمية المقترحة

1. عرض صفيحة شفيفة للطيف الكهرومغناطيسي.
2. تحليل الضوء الأبيض باستخدام منشور وأطياف (السبكتروسكوب).
3. عرض أفلام تعليمية عن طبيعة الضوء.
4. إجراء تجربة عملية لدراسة قانوني الانعكاس في الضوء.
5. إجراء تجربة عملية لدراسة قانوني الانكسار في الضوء.
6. إجراء تجربة مسار شعاع ضوئي (حزمة ضيقة) خلال متوازي مستطيلات من الزجاج باستخدام جهاز هارتل أو جهاز هاريسون.
7. عرض صفيحة شفيفة تحوي جدولاً لقيم معاملات الانكسار لمواد مختلفة.
8. إجراء تجربة لبيان مسار الشعاع الضوئي عند انتقاله من وسط كثيف (معامل انكساره كبير) إلى وسط أقل كثافة ضوئية (معامل انكساره صغير) باستخدام جهاز هارتل ونصف القرص الزجاجي.
9. إجراء تجربة تعين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي وتعين زاوية الانحراف.
10. عرض صفائح شفيفة لظاهرة السراب وتركيب الألياف الضوئية.
11. تجربة عملية لإسقاط أشعة ضوئية على منشور الانعكاس الكلي وملاحظة مسار الأشعة الضوئية.
12. إجراء تجربة إسقاط حزمة ضوئية على منشور ثلاثي وملاحظة تبدد الضوء الأبيض.
13. إجراء تجارب عملية لتحليل الضوء وتركيبه باستخدام منشورين متماثلين متعاكسين.
14. عرض صفائح شفيفة لظاهرة تفريق الضوء في المنشور.
15. عرض نماذج للعدسات بأنواعها.
16. إجراء تجارب عملية لبيان حالات تكون الصور في العدسة المحورية.
17. إجراء تجربة لحالة تكون الصور في العدسة المفرقة.
18. عرض عدسات متنوعة ذات أبعاد بؤرية مختلفة.

19 إجراء تجارب عملية لإيجاد البعد البؤري لعدسة لامة بطريقتين :

أ طريقة انطباق الصورة على الجسم .

ب طريقة تطبيق القانون العام للمرايا والعدسات .

20 إجراء تجربة عملية لإيجاد البعد البؤري لعدسة مفرقة باستخدام عدسة محدبة .

21 عرض أجهزة بصرية : ميكروسكوب – تلسكوب فلكي بسيط – كاميرا – نموذج للعين .

22 عرض فيلم تعليمي عن الأجهزة البصرية .

23 إجراء تجارب عملية باستخدام مرايا مستوية وكروية (محدبة – مقعرة) لعرض حالات تكون الصور .

24 إجراء تجربة عملية لإيجاد البعد البؤري لمرآة مقعرة بطريقتين :

أ انطباق الصورة على الجسم .

ب القانون العام للمرايا والعدسات .

25 إجراء تجربة عملية لإيجاد البعد البؤري لمرآة محدبة باستخدام عدسة محدبة .

26 إجراء تجربة عملية لبيان ظاهرة التداخل للضوء .

27 عرض أفلام تعليمية لبيان تداخل الضوء .

28 إجراء تجربة عملية لبيان ظاهرة الحيود في الضوء .

29 عرض شفيفات ملونة لحيود ضوء أحادي اللون (أزرق – أصفر – أحمر) .

30 إجراء تجربة عملية لملاحظة استقطاب الموجات اللاسلكية الدقيقة باستخدام مرسل ومستقبل الموجات الدقيقة .

31 بيان استقطاب الضوء باستخدام بلورات التورمالين أو شرائح البولاريد .

32 تكليف الطلاب إعداد تقارير حول الموضوعات التالية التي تزيد من استيعاب الطلاب للمفاهيم الواردة في الفصل من مثل :

أ تطبيقات انعكاس الضوء في الحياة العملية .

ب العدسات واستخداماتها في عمل آلات التكبير وآلات التقريب والتصوير .

جـ العين وعيوب البصر .

د عمل تقارير عن التطبيقات المتنوعة للضوء.

هـ معرفة العناصر المكونة لأغلفة النجوم باستخدام التداخل.

و استخدام الاستقطاب في تحديد نسبة السكر في المحاليل.

33 تكليف الطلاب بعمل نماذج لكل من:

أ الميكروسكوب البسيط.

ب التلسكوب الفلكي.

جـ البيروسكوب.

34 حل مسائل عددية على جميع العلاقات والقوانين التي وردت في نطاق الموضوع.

خامساً التوجهات الخاصة بتدريس الفصل والعمل المخبري

1 من الضروري ربط المفاهيم بالتطبيقات الحياتية والظواهر والمشاهدات البيئية المختلفة.

2 لقد سبق للطالب أن درس في المرحلة المتوسطة كثيراً من خواص الضوء منها الانعكاس والانكسار وتعرف حالات تكون الصور في المرآة المستوية والمرآة الكرية وكذلك العدسات وتعلم طريقة رسم الحالات ولذلك يجب التركيز على كيفية إيجاد صفات الصورة من القانون العام للمرايا والعدسات وقانون التكبير وإعطاء مسائل وتطبيقات عليها.

3 في تجربة تعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي ينصح باستخدام مناشير ذوات قواعد كبيرة حتى يسهل قياس الزوايا.

4 في تجارب الحصول على الطيف وتحليل الضوء وتركيبه يراعى ما يلي:

أ تكون الفتحة التي تخرج منها الأشعة الساقطة على المنشور ضيقة بقدر الإمكان لتقلل من اتساع الأشعة الضوئية الساقطة على المنشور.

ب يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف بالنسبة للأشعة الساقطة حتى يمكن الحصول على أوضح صورة لأن كل لون في هذه الحالة يشغل أقل مساحة ممكنة فيزداد الطيف وضوحاً.

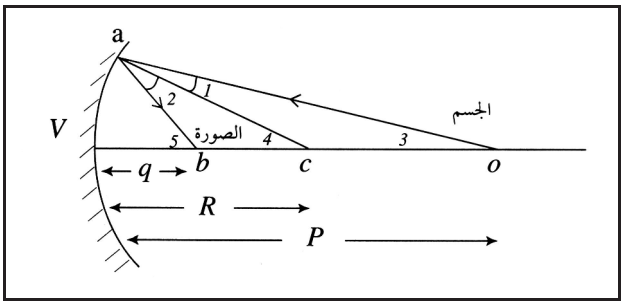
جـ لكي يكون المنشور في وضع النهاية (الصغرى) للانحراف بالنسبة لجميع أشعة الحزمة تقريباً يجب أن نسقط هذه الأشعة عليه بزاوية واحدة أي نسقط الأشعة

على المنشور متوازية وهذا لا يأتي إلا إذا وضعت عدسة لامة بين الفتحة والمنشور بحيث تكون الفتحة في بؤرة العدسة .

د وضع عدسة لامة بعد المنشور لتجميع كل لون في بؤرة خاصة به من بؤرتها الثانوية فينتج طيف حقيقي في مستواها البؤري .

5 عند تعيين البعد البؤري للمرآة والعدسة اللامة يفضل استخدام عدسات ومرايا ذات بعد بؤري كبير يتراوح بين (30 cm - 20 cm) .

6 يمكن إثبات القانون العام للمرايا والعدسات باستخدام مرآة مقعرة كما يلي :



شكل (8-1)

$\because \hat{1} = \hat{2}$

، $\hat{4}$ خارجة عن المثلث a 0 c فإن :

$\hat{1} = \hat{4} - \hat{3}$

، $\hat{5}$ خارجة عن المثلث acb فإن :

$\hat{2} = \hat{5} - \hat{4}$

$\therefore \hat{4} - \hat{3} = \hat{5} - \hat{4}$

$\hat{4} + \hat{4} = \hat{5} + \hat{3}$

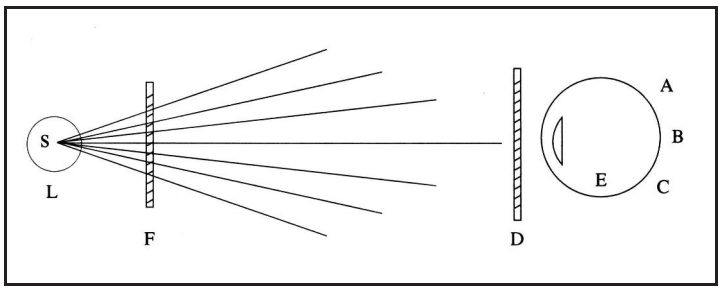
$$\frac{2\,a\,v}{R} = \frac{a\,v}{q} + \frac{a\,v}{p}$$

$\therefore R = 2f$ $\qquad$ $\therefore \frac{2\,a\,v}{2f} = \frac{a\,v}{q} + \frac{a\,v}{p}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

7 بيان أن ظاهرتي التداخل والحيود تحدثان نتيجة لتراكب الموجات، والفرق الوحيد بين هدب الحيود وهدب التداخل هو أن الأول ناتج عن عدد كبير من المصادر الضوئية، بينما ينتج الثاني عن مصدرين ضوئيين فقط .

8 من الممكن إجراء تجربة يونج في المختبر بشكل بسيط وذلك بوضع مصباح ذي فتيلة واحدة (L) في وضع رأس في نهاية الغرفة كما في الشكل (8-2).



شكل (8-2)

- في هذه الحالة سوف نقوم الفتيلة الرأسية المستقيمة (S) بعمل المصدر الضوئي والشق الأول.
- ويمكن إعداد الشق المزدوج لكل مشاهد بسهولة باستعمال ألواح فوتوغرافية صغيرة مساحة كلّ منها حوالي (1) إلى (2) بوصة مربعة وتعد الشقوق في المستحلب الفوتوغرافي بسحب طرف مطواه صغيرة على اللوح مع الاستعانة بحافة مستقيمة.
- بعد ذلك يحمل الشق المزدوج (D) بالقرب من العين (E) وينظر إلى فتيلة المصباح.
- فإذا كان الشقان متقاربين أي أن أحدهما يبعد عن الآخر (0.2 mm) مثلاً فإن ذلك يعطي هدباً تفصلها مسافات كبيرة، أما إذا كانا متباعدين أي أن أحدهما يبعد مسافة (0.1 mm) عن الآخر مثلاً فإننا نحصل على هدف ضعيفة جداً.

9 يمكن بيان ظاهرة التداخل والحيود في حالة الموجات الدقيقة باستخدام مرسل ومستقبل الموجات الدقيقة مع توصيل المستقبل براسم الذبذبات ومضخم للصوت وذلك لبيان المواقع التي يحدث فيها تداخل بناء حيث تكون السعة مضاعفة وكذلك بيان المواقع التي يحدث فيها تداخل هدام حيث تنعدم السعة.

10 في تجربة استقطاب الموجات اللاسلكية الدقيقة باستخدام مرسل ومستقبل الموجات الدقيقة يمكن استخدام إطار واحد فقط حيث إن الموجات الصادرة في اتجاه معين من جهاز الإرسال تكون موجات مستقطبة والإطار يعمل عمل البلورة المحللة.

11 التنويه أن هناك طرقاً أخرى لاستقطاب الضوء منها: الانعكاس - النفاذ من خلال مجموعة من الشرائح - الانكسار المزدوج.

12 يمكن الاستعانة برسم الأشكال الواردة في كتاب الطالب على صفائح شفيفة وعرضها بوساطة جهاز العرض العلوي.

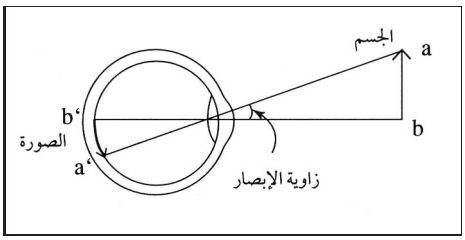
سادساً فقـــرة إثـــرائيـــة

الأجهزة البصرية Optical Instruments

ترى العين الأجسام بحجم يختلف عن حجمها الحقيقي يسمى بالحجم الظاهري ويتوقف الحجم الظاهري لجسم على زاوية إبصاره.

زاوية إبصار الجسم Visual Angle :

هي الزاوية المحصورة بين الشعاعين الصادرين من طرفي الجسم، والمارين بالمركز البصري لعدسة العين شكل (8-3).



شكل (8-3)

ونظراً لصغر هذه الزاوية فإنه يمكن التعبير عنها بالتقدير الدائري.

$$\therefore \text{ زاوية إبصار الجسم} = \frac{\text{طول الجسم}}{\text{بعده عن العين}}$$

ومن ذلك يتضح أن الحجم الظاهري لجسم يتناسب تناسباً طردياً مع طوله وعكسياً مع بعده عن عدسة العين.

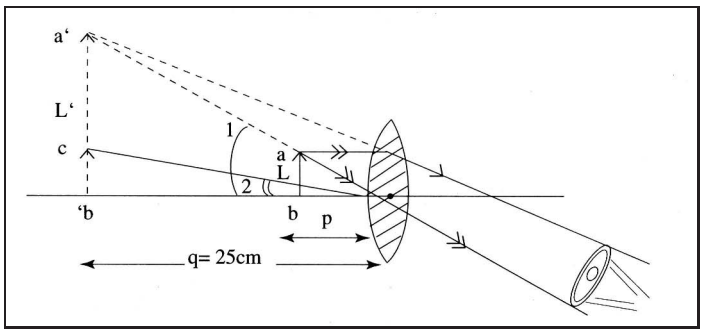
فكرة الأجهزة البصرية :

1. إذا وقعت صور مجموعة نقط من جسم على خلية عصبية واحدة من خلال الشبكية ظهرت للرائي كنقطة واحدة، وبذلك تكون الصورة غير واضحة التفاصيل.
2. إذا اقترب الجسم من العين زادت زاوية إبصاره وظهر الجسم بحجم ظاهري أكبر، ولكن لهذا التقريب حد لا يمكن تجاوزه وهو أن يكون الجسم على بعد يساوي بعد النقطة القريبة (25 cm للعين السليمة).
3. فإذا وضع الجسم على هذا البعد (25 cm) وظلت تفاصيل الجسم ودقائقه غير واضحة فإنه يلزم استخدام آلة إبصار وخلفيتها تكبير زاوية إبصار الجسم، أي تكوين صورة للجسم مكبرة على بعد من العين يساوي أقصر مسافة للرؤية الواضحة.

أنواع الأجهزة البصرية :

1. أجهزة تكبير من مثل: الميكروسكوب البسيط والميكروسكوب المركب وهذه الأجهزة تكون صورة تقديرية مكبرة على بعد من العين يساوي أقصر مسافة للرؤية الواضحة.
2. أجهزة تقريب من مثل: التلسكوب الفلكي ووظيفتها تكوين صورة للجسم البعيد بحيث تكون أقرب إلى العين، فتكون زاوية إبصارها أكبر فيمكن رؤيتها بوضوح.

الميكروسكوب البسيط Simple microscope



شكل (8-4)

وظيفة الجهاز :

يستخدم في تكبير الأجسام الصغيرة نسبياً من مثل :

1. تكبير الكلمات ذات الحروف الصغيرة نسبياً .
2. تكبير الأجزاء الدقيقة في بعض الأجهزة كما يحدث عند إصلاح الساعات .

تركيب الجهاز :

يتركب من عدسة محدبة بعدها البؤري صغير نسبياً

شرح عمله :

1. إذا وضع جسم صغير (ab) في الموضع ('cb) على بعد (25 mm) من العين تكون زاوية إبصاره صغيرة ($\hat{2}$) كما في الشكل (8-4) .
2. يقترب الجسم بحيث يصبح على بعد من العدسة أقل من بعدها البؤري فتزداد زاوية إبصاره ($\hat{1}$) ولكنه يصبح غير واضح المعالم .
3. تكون العدسة لهذا الجسم صورة تقديرية معتدلة مكبرة على بعد منها يساوي بعد النقطة للعين أي على بعد (25 cm) حتى تصبح الصورة واضحة ومكبرة .

إيجاد قوة التكبير في الميكروسكوب البسيط Magnifying Power

1. زاوية إبصار الجسم وهو على بعد (25 cm) $(\hat{2}) = \frac{\text{طول الجسم (L)}}{25}$
2. زاوية إبصار الصورة وهي على بعد (25 cm) $(\hat{1}) = \frac{\text{طول الجسم (L')}}{25}$

3 قوة التكبير (M) = $\frac{\text{زاوية إبصار الصورة}}{\text{زاوية إبصار الجسم}} = \frac{25\times L'}{L\times 25} = \frac{L'}{L}$

ولكن

$$\frac{L'}{L} = \frac{q}{10} = \frac{q}{f} - 1$$

$$\therefore M = \frac{q}{f} - 1$$

وبمراعاة الإشارات نجد أن :

$$M = \frac{q}{f} - 1 = -\left(\frac{q}{f} + 1\right)$$

إذا أهملنا الإشارة السالبة لعدم تأثيرها على القيمة العددية لقوة التكبير .

$$\therefore M = \frac{25}{f} + 1$$

ملاحظة هامة :

نظراً لأن العين تصاب بالإجهاد إذا نظرت خلال الميكروسكوب فترة طويلة فإنه يفضل لراحة العين أن تكون الصورة في ما لا نهاية ويستلزم ذلك أن يوضع الجسم عند بؤرة العدسة .

$$\therefore P = f \qquad \therefore M = \frac{q}{f} = \frac{25}{f}$$

الميكروسكوب المركب Compound Microscope

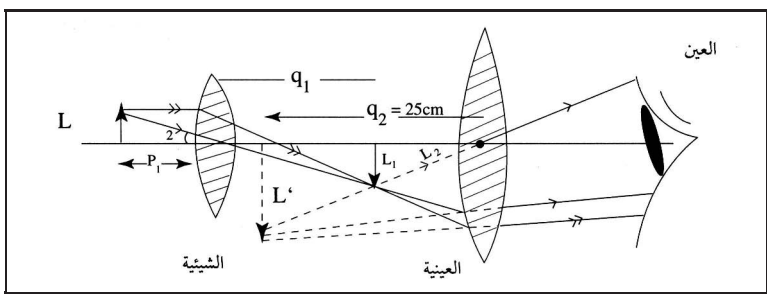
وظيفة الجهاز :

يستخدم هذا الجهاز عندما تحتاج إلى قوة تكبير أكبر كثيراً من قوة تكبير الميكروسكوب البسيط من مثل :

1. دراسة المقاطع العرضية لسيقان النباتات وجذورها .
2. فحص عينات الدم .
3. الكشف عن بويضات الطفيليات التي تصيب الإنسان .
4. الكشف عن المكيروبات والجراثيم التي تصيب الإنسان .

تركيب الجهاز :

1. عدسة شيئية Objective lens : عدسة لامة ذات بعد بؤري صغير (f_1) .
2. عدسة عينية Eyepice lens : عدسة لامة ذات بعد بؤري أكبر (f_2) .
3. العدستان الشيئية والعينية مركبتان في أنبوبة معدنية تسمى «القصبة» بأعلاها العينية وبأسفلها الشيئية .
4. يوضع الجسم المراد فحصه فوق فتحة صغيرة تتوسط لوحة ثم يثبت بوساطة ماسكين . ويضاء الجسم بالضوء المنعكس عن مرآة مقعرة شكل (8-5) .



شكل (8-5)

شرح عمله :

1. يوضع جسم طوله (L) أمام العدسة الشيئية على بعد منها أكبر قليلاً من بعدها البؤري، فيتكون له صورة حقيقية مقلوبة مكبرة (h_1) وتعمل هذه الصورة كجسم بالنسبة للعدسة العينية .

2 تحرك العينية بحيث يصبح البعد بينها وبين (L_1) أقل من بعدها البؤري فيتكون له صورة (L') تقديرية مكبرة معتدلة بالنسبة للصورة (L_1) ولكنها مقلوبة النسبة للجسم الأصلي (L). ولكي تكون هذه الصورة تامة الوضوح يلزم أن تكون على بعد من العين يساوي أقصر مدى للرؤية الواضحة وهو (25 cm) إذا كان الشخص سليم النظر.

إيجاد قوة التكبير :

1 قوة التكبير (M) = $\frac{\text{زاوية إبصار الصورة النهائية على بعد (25 cm) من العين}}{\text{زاوية إبصار الجسم عندما يكون على بعد (25 cm) من العين}}$

$$= \frac{\hat{1}}{\hat{2}}$$

ولكن $\frac{L'}{25} = \hat{1}$ ، $\frac{L}{25} = \hat{2}$

$\therefore M = \frac{L'}{25} \div \frac{L}{25}$ $\qquad$ $\therefore M = \frac{L'}{L}$

2 بالضرب $\times \frac{L_1}{L}$

$$\therefore M = \frac{L'}{L_1} \times \frac{L_1}{L}$$

وحيث إن $\frac{L'}{L_1}$ هي قوة تكبير العينية وحدها كما أن $\frac{L_1}{L}$ هي قوة تكبير الشيئية وحدها.

$\therefore$ قوة التكبير (M) = قوة تكبير العينية × قوة تكبير الشيئية (1)

3 - أ $\because$ العينية تعمل عمل ميكروسكوب بسيط.

$\therefore$ قوة تكبير العينية $(M_e) = \left(\frac{25}{f_2} + 1\right)$ (2)

ب $\because$ قوة تكبير الشيئية $(M_{cb}) = \frac{q_1}{P_1}$

$\therefore M_{cb} = \frac{q_1}{f_1} - 1$ (3)

جـ بالتعويض من (2) ، (3) في (1) ينتج أن:

قوة تكبير الميكروسكوب (M) تحسب بالقانون:

$$M = \left(\frac{25}{f_2} + 1\right)\left(\frac{q_1}{f_1} - 1\right)$$

4 وحذفت الإشارة السالبة لأنها لا تؤثر على القيمة العددية لقوة التكبير نظراً لأن العين تصاب بالإجهاد إذا نظرت خلال الميكروسكوب فترة طويلة، فإنه يفضل لراحة العين أن تكون الصورة النهائية في ما لا نهائية، ويسلتزم ذلك أن تحرك العدسة العينية بحيث يقع (L_1) عند بؤرتها ويصبح قانون التكبير في هذه الحالة :

$$M = \frac{25}{f_2}\left(\frac{q_1}{f_1} - 1\right)$$

الميكروسكوب الإلكتروني The Electron Microscope

فكرة الجهاز :

1 جميع الميكروسكوبات ضوئية كانت أم إلكترونية لا تكبر الأجسام إلا إذا كان طول الجسم المراد تكبيره أكبر من طول الموجة الساقطة عليه .

وقد استخدم الميكروسكوب الضوئي بنجاح في تكبير الأجسام الدقيقة نسبياً نظراً لتوافر هذا الشرط ، أما الفيروسات فنظراً لأنها أجسام دقيقة جداً فإن طولها أصغر من طول الموجة الضوئية ، ولذلك لم يصلح الميكروسكوب الضوئي لتكبيرها .

2 وبعد اكتشاف الإلكترون ودراسة الخواص الهندسية والطبيعية للحزمة الإلكترونية وجد أن هذه الخواص تتشابه إلى حد كبير مع خواص الحزمة الضوئية ، وعلى ذلك يكون للحزمة الإلكترونية خاصية موجية ، شأنها في ذلك شأن الضوء .

3 وقد أثبت دي بروبلي أنه كلما زادت سرعة الإلكترون قصر الطول الموجي المصاحب له طبقاً للعلاقة : $\lambda = \frac{h}{m v}$ ، حيث (λ) طول الموجة ، (m) كتلة الإلكترون ، (v) سرعته ، (h) ثابت بلانك ، وبذلك يمكن تصغير الطول الموجي حتى يصبح أصغر من طول الفيروسات فيمكن تكبيرها إلى درجة عالية جداً .

4 وقد أمكن معاملة الحزمة الإلكترونية في الميكروسكوب الإلكتروني نفس معاملة الحزمة الضوئية في الميكروسكوب الضوئي ، وذلك باستخدام عدسات إلكترونية بدلاً من العدسات الضوئية .

أنواع العدسات الإلكترونية :

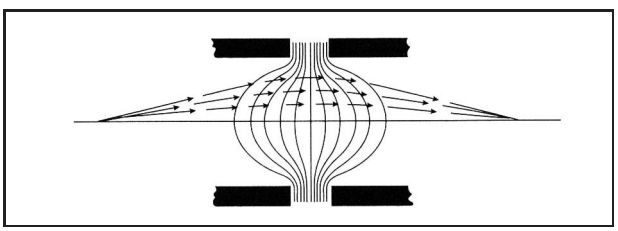
العدسات الإلكترونية نوعان :

1 عدسات كهروستاتيكية شكل (8-6) .

2 عدسات مغناطيسية شكل (8-7) .

أولاً - العدسات الكهروستاتيكية :

تتركب أبسط عدسة من أسطوانتين C_1 ، C_2 تحملان بجهود موجبة بالنسبة للمهبط ، بحيث يكون جهد C_2 الموجب أعلى من جهد C_1 ، ونتيجة لذلك يتولد بينهما مجال كهربائي .



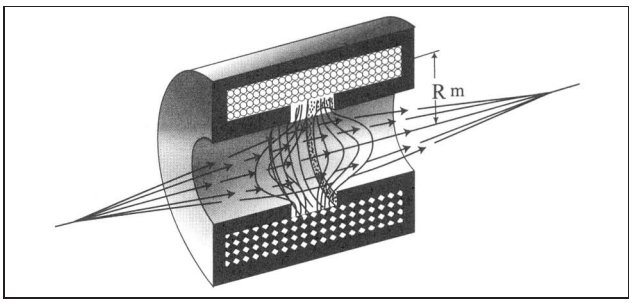
شكل (8-6)

فكرة عملها :

عند مرور الشعاع الإلكتروني بين C_1 ، C_2 يعمل المجال الكهربائي بينهما على تعجيل الشعاع بحيث ينحرف أولاً نحو المحور حتى يصل إلى منتصف المسافة بين القطبين، ثم يتابع مساره بعد ذلك منحرفاً بعيداً عن المحور، إلى أن يلقى نقطة تسمى البؤرة.

ثانياً – العدسات المغناطيسية :

تتركب من ملف مسطح يمر فيه تيار كهربي فيتولد مجال مغناطيسي عمودي على مسار شعاع الإلكترونات، ويغلف هذا الملف بصفائح من الحديد ليصبح المجال المغناطيسي أكثر تركيزاً، ويمكن الحصول على تركيز أكبر بعمل فجوة ضيقة داخل الغلاف الحديدي.



شكل (8-7)

فكرة عملها :

عندما تعبر الإلكترونات مجالاً مغناطيسياً في الاتجاه العمودي على المجال تتأثر بقوة مغناطيسية تعمل على تحريك الشعاع في مسار دائري، ونظراً لاندفاع الشعاع الإلكتروني إلى الأمام فإن ذلك يغير من شكل المسار بحيث يصبح مساراً حلزونياً، وبعد ذلك يعود ليتقابل ثانية مع المحور.

تركيب الميكروسكوب الإلكتروني وشرح عمله :

يتركب الميكروسكوب الإلكتروني من : شكل (8-8)

1. **الكاثود**: فتيل من التنجستن يمرر فيه تيار مناسب فيسخن ويتوهج وينبعث منه الإلكترونات.

2. **الأنود**: وهو لوح معدني ذو ثقب ضيق يُحمل بجهد موجب عالي يقدر ببضعة عشرات من آلاف الفولتات، فيعمل فرق الجهد العالي بين الفتيلة والأنود على إكساب

الإلكترونات المنبعثة طاقة حركة كبيرة جداً، وهذا يتضمن أن يكون طول الموجات المصاحبة لها أصغر من طول الفيروسات فيتحقق شرط التكبير.

3 **ثلاث عدسات إلكترونية**: هي عدسة المكثف للجسم والعدسة الشيئية وعدسة الإسقاط ووظائفها كما يلي:

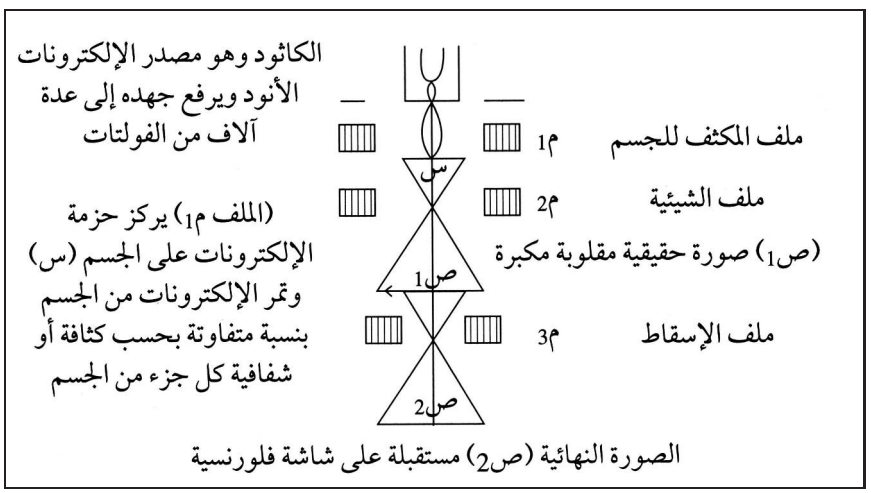
أ **عدسة المكثف للجسم**: تركز حزمة الإلكترونات على الجسم (س)، وتمر هذه الإلكترونات من الجسم بنسب متفاوتة تبعاً لشفافية كل جزء منه.

ب **العدسة الشيئية**: تكون للجسم صورة حقيقية مقلوبة مكبرة ($ص_1$).

جـ **عدسة الإسقاط**: تستقبل إلكترونات جزءاً صغيراً من الصورة ($ص_1$) وتكون له صورة حقيقية مقلوبة مكبرة جداً على شاشة مغطاة بمادة فلوريسية يومض بالضوء عند مواضع اصطدام الإلكترونات بها.

ملحوظة مهمة:

تفضل العدسة المغناطيسية على العدسة الكهربية لأنها تكون صورة أكبر وأوضح.



شكل (8-8) (المكيروسكوب الإلكتروني)

سابعاً: إجابات تقويم أسئلة الفصل الثامن

المجموعة الأولى

أولاً – المصطلح العلمي

م	الاجابة	م	الاجابة
1	الموجات الكهرومغناطيسية	13	المركز البصري للعدسة
2	الانعكاس	14	البؤرة الحصفية للعدرسة
3	زاوية السقوط	15	المحور الأساسي للعدسة
4	ظاهرة الانكسار	16	البعد البؤري
5	الكثافة الضوئية للوسط	17	التكبير الخطي
6	معامل الانكسار النسبي	18	مركز التكور
7	القانون الثاني للانكسار	19	قطب المرآة
8	معامل الانكسار المطلق	20	نصف قطر التكور
9	قانون سنل	21	المحور الأساسي للمرآة
10	الزاوية الحرجة	22	جبهة الوجه
11	زاوية الانحراف	23	التداخل في الضوء
12	العدسة	24	الحيود

ثانياً – أسئلة الإكمال

1	2	3	4	5	6	7
مجالين كهربائي ومغناطيسي	سرعة الضوء في الوسطين	سرعة الضوء، جيب زاوية السقوط، جيب زاوية الانكسار	على استقامته، صفر، صفر	الهواء أو الفراغ، الوسط	أكبر، سرعة الضوء في الهواء أكبر من أي وسط آخر	أقل
8	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**17**
الضوء، الفحوص الطبية والعلاج	أكبر	مركزي	مثلي	مقلوبة، معتدلة	المستعرضة	$\Delta x = \lambda \frac{L}{d}$

ثالثاً – ضع علامة (✓) أو (×):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓

رابعاً – أسئلة الاختيار من متعدد:

1	2	3	4	5
نسبة ثابتة للوسطين	$\frac{\mu_b}{\mu_a}$	1.22	2	مصغرة معتدلة
6	**7**	**8**	**9**	**10**
$\frac{q}{p}$	حقيقية مقلوبة مساوية	Δ 10-	التداخل	تسكن

إجابات المجموعة الثالثة – مسائل

1 - أ

$$\mu_{\text{زجاج}} = \frac{C}{V_{\text{زجاج}}} \qquad \therefore 1.6 = \frac{3 \times 10^8}{V_{\text{زجاج}}}$$

$$V_{\text{زجاج}} = \frac{3 \times 10^8}{1.6} = 1.875 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ب

$$\mu_{\text{هواء}}^{\text{ماء}} = \frac{\sin c}{\sin 90}$$

$$1.4 = \frac{1}{\sin \theta_c} \qquad \therefore \sin \theta_c = \frac{1}{1.4}$$

$$\sin \theta_c = 0.7142 \qquad \therefore \theta_c = 45^\circ\ 34'$$

جـ

$$\mu_{\text{ماء}}^{\text{زجاج}} = \frac{M_{\text{ماء}}}{M_{\text{زجاج}}} = \frac{1.4}{1.6} = 0.875$$

---

2 ينعكس بزاوية مقدارها 45°

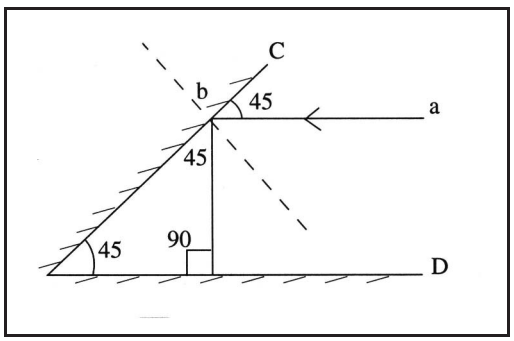
$$\because \mu_{\text{ماء}} = \frac{\sin \theta}{\sin \theta'}$$

$$\therefore 1.4 = \frac{\sin 45}{\sin \theta'} \quad \sin \theta' = \frac{\sin 45}{1.4}$$

$$\sin \theta' = \frac{0.707}{1.4} = 0.5050$$

$$\therefore \theta' = 30^\circ\ 20'$$

3



زاوية السقوط على المرآة C = 45°

زاوية السقوط على المرآة D = 90°

---

4 - أ بعد الصورة عن المرآة = -10 cm

ب طول الصورة = 20 cm

جـ التكبير $= \frac{\text{بعد الصورة}}{\text{بعد الجسم}} = -1$

د معتدلة مساوية معكوسة تقديرية .

---

5 المرآة مقعرة

$\therefore$ التكبير $= \frac{q}{p}$

$\therefore -4 = \frac{q}{20} \qquad \therefore q = -80 \text{ cm}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} - \frac{1}{80} = \frac{4-1}{80} = \frac{3}{80}$$

$$f = \frac{80}{3} \text{ cm}$$

6

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{q} \qquad \therefore \frac{1}{q} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{2-1}{20} = \frac{1}{20} \qquad \therefore q = 20 \text{ cm}$$

$$\therefore M = \frac{q}{p} = \frac{20}{20}$$

الصورة حقيقية معكوسة مساوية للجسم .

7

$q + P = 30 \qquad \therefore q = 30 - P$

$M = \frac{q}{p} \qquad \therefore 2 = \frac{30-P}{P}$

$\therefore 2p = 30 - P \qquad 3P = 30, \; P = 10 \text{ cm}$

$\therefore q = 30 - 10 = 20 \text{ cm}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{3}{20}$$

$$f = \frac{20}{3} = 6.67 \text{ cm}$$

العدسة محدبة

8

$$M = \frac{q}{p}$$

$$2 = \frac{q}{30} \qquad \therefore \quad q = 60 \text{ cm}$$

المسافة بين الجسم وصورته $= 30 + 60$

$= 90$ cm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{60} = \frac{2-1}{60} = \frac{1}{60}$$

$$\therefore f = 60 \text{ cm}$$

---

9 نوع العدسة مقعرة

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20} = \frac{2-3}{60} = -\frac{1}{60}$$

$$\therefore f = -60 \text{ cm}$$

10

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{q}$$

$$-\frac{1}{30} = \frac{1}{90} + \frac{1}{q}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{q} = -\frac{1}{30} - \frac{1}{90} = \frac{-3-1}{90} = \frac{-4}{90}$$

$$q = -\frac{90}{4} = -22.5 \text{ cm}$$

$$M = \frac{q}{P} = -\frac{22.5}{90} = -\frac{1}{4}$$

الصورة تقديرية معتدلة مصغرة

11

$$\Delta x = \lambda \frac{L}{d}$$

$$0.003 = \lambda \times \frac{75 \times 10^{-2}}{0.15 \times 10^{-3}}$$

$$\lambda = \frac{0.003 \times 0.15 \times 10^{-3}}{75 \times 10^{-2}} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{0.6 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

12

$$\Delta x = \lambda \frac{L}{d}$$

للبنفسجي $\Delta x_1 = 1.2 \times 10^{-3} = \lambda_1 \frac{L}{d}$

للأحمر $\Delta x_2 = 2.4 \times 10^{-3} = \lambda_2 \frac{L}{d}$

$$\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{1.2 \times 10^{-3}}{2.4 \times 10^{-2}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{2}$$

المراجع باللغة العربية :

1 – أساسيات الفيزياء ب. بوش (ترجمة د. سعيد الجزري وآخرون) الدار الدولية للنشر والتوزيع – الطبعة السادسة 1994م.

2 – دليل المعلم – الفيزياء – للصف الثاني عشر – الطبعة الأولى 1997م.

3 – كتاب المعلم – الفيزياء – للصف الثالث الثانوي القسم العلمي الطبعة الثانية 1999م.

باللغة الإنجليزية :

1 - Physics for Scients and Engineers Third Edition (1990). Raymond A. Searway (Saunders College Pub.).

2 - Electron Optical Applications in Metal Science 1970 Mc Graw Hill Inc. Lawrence Eugene Murr

أودع بمكتبة الوزارة تحت رقم 43 بتاريخ 25/ 3/ 2002