

هناك مجموعة من العلاقات الرياضية خاصة بالعدسات السميكة وضعها العالم كاووس ، تربط الابعاد البصرية المتعلقة بالعدسة مع بعضها ، مع الاخذ بنظر الاعتبار استخدام ثلاثة اوساط مختلفة (يسار وداخل ويمين العدسة) ، وهذه العلاقات هي :

$$\frac{n}{f} = \frac{n'}{f_1'} + \frac{n''}{f_2''} - \frac{dn''}{f_1' f_2''} = \frac{n''}{f''} \quad \dots \dots (9)$$

$$A_1 F = -f \left( 1 - \frac{d}{f_2'} \right) \quad \dots \dots (10)$$

$$A_2 F'' = +f'' \left( 1 - \frac{d}{f_1'} \right) \quad \dots \dots (11)$$

$$A_1 H = +f \frac{d}{f_2'} \quad \dots \dots (12)$$

$$A_2 H'' = -f'' \frac{d}{f_1'} \quad \dots \dots (13)$$

حيث يشير الرقم السفلي للرموز في المعادلات اعلاه (كمثال  $f_1, f_2$ ) الى السطح الاول والثاني للعدسة على الترتيب ، بينما الرمز العلوي ("') الى موقعه بالنسبة للأوساط الثلاثة . فيتمثل ( $f_1'$ ) بعد البؤري الثانوي للسطح الاول للعدسة ، ( $f_2''$ ) يمثل بعد البؤري الثاني للسطح الثاني للعدسة ، ( $f''$ ) بعد البؤري الاولى والثانوي للعدسة على الترتيب .

تمثل المعادلة (9) معادلة بعد البؤري للعدسة السميكة ، والمعادلتين (10, 11) تحسب موقع البؤرة الاولية والثانوية على الترتيب ، والمعادلتين (13,12) تحسب موقع النقطة الاساسية الاولية والثانوية على الترتيب .

#### 14. مسائل الفصل الرابع (Problems)

(1) جسم ارتفاعه (5 cm) موضوع على بعد (20 cm) امام عدسة مفرقة لها بعد بؤري (5 cm). احسب : (a). قدرة العدسة ، (b). صفات الصورة المتكونة ، (c) ارتفاع الصورة.

$$a) P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-5 * 10^{-2}} = -20 D$$

$$b) s' = \frac{sf}{s-f} = \frac{20 * (-5)}{20 + 5} = -4 \text{ cm}$$

$$m = -\frac{s'}{s} = -\frac{-4}{20} = 0.2$$

الصورة خيالية واقعة على يسار العدسة بمسافة (4 cm) ، والصورة مصغرّة معتدلة.

$$c) m = \frac{y'}{y} \Rightarrow y' = my = 0.2 * 5 = 1 \text{ cm}$$

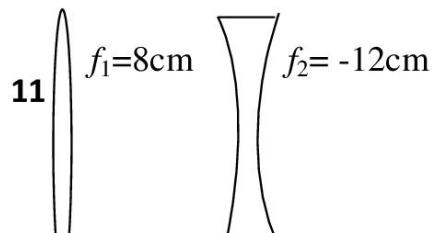
(2) عدسة (محببة مستوية) مصنوعة من زجاج معامل انكساره (1.7) . احسب انصاف اقطار التكور للعدسة التي تعطي قدرة للعدسة مقدارها (+5 D).

بما ان العدسة (محببة مسوية) فيكون نصف قطر تكور احد سطحاتها ( $r_1=\infty$ )

$$P = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$5 = (1.7 - 1) \left( \frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_2} \right) \Rightarrow r_2 = 14.2 \text{ cm}$$

(3) عستان البعد البؤري لهما ( $f_1=+8 \text{ cm}$  ،  $f_2=-12 \text{ cm}$ ) وضعتا على محور واحد بمسافة (6 cm) . جسم ارتفاعه (3 cm) موضوع على مسافة (24 cm) امام العدسة الاولى . جد : (a). صفات الصورة النهائية ، (b). ارتفاع الصورة النهائية.



$$S=24\text{cm}$$

$$a) \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$s'_1 = \frac{s_1 f_1}{s_1 - f_1} = \frac{24 * 8}{24 - 8} = \frac{192}{16} = 12 \text{ cm}$$

نفرض ان الصورة المتكونة في العدسة الاولى هي جسم بالنسبة للعدسة الثانية موقعها يحسب من العلاقة :

$$s_2 = d - s'_1 = 6 - 12 = -6 \text{ cm}$$

$$s'_2 = \frac{s_2 f_2}{s_2 - f_2} = \frac{(-6) * (-12)}{-6 + 12} = \frac{72}{6} = 12 \text{ cm}$$

$$m = m_1 * m_2 = \left( -\frac{s'_1}{s_1} \right) * \left( -\frac{s'_2}{s_2} \right) = \left( -\frac{12}{24} \right) * \left( -\frac{12}{-6} \right) = -1$$

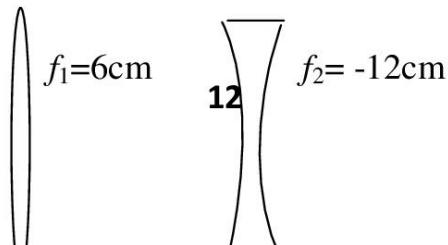
اذن الصورة النهائية حقيقة تقع على يمين العدسة الثانية بمسافة (12 cm) ، والصورة مقلوبة وبنفس حجم الجسم .

$$b) m = \frac{y'}{y} \Rightarrow -1 = \frac{y'}{3} \Rightarrow y' = |-3| = 3\text{cm}$$

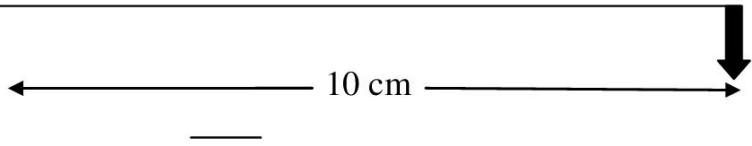
(4) وضعت عدسة لامة بعدها البؤري (6 cm) بحيث كانت على بعد (10 cm) من الصورة النهائية اين يجب وضع عدسة مفرقة مقدار بعدها البؤري (12 cm) من العدسة اللامة عندما يكون الجسم على بعد (24 cm) على يسار العدسة اللامة ؟



$$S_1=24\text{cm}$$



إعداد /م.م. سعد العنزي



$$\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{24} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow s'_1 = 8 \text{ cm}$$

$$s_2 = d - s'_1 = d - 8$$

$$s'_2 = 10 - d$$

$$\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{d-8} + \frac{1}{10-d} = \frac{1}{-12}$$

$$\frac{(10-d) + (d-8)}{(d-8)(10-d)} = \frac{1}{-12}$$

$$\frac{2}{(d-8)(10-d)} = \frac{1}{-12}$$

$$\frac{1}{d^2 - 18d + 80} = \frac{1}{24}$$

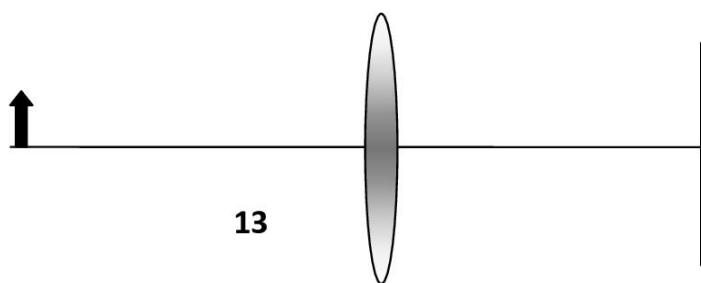
$$d^2 - 18d + 80 = 24$$

$$d^2 - 18d + 56 = 0$$

$$(d-14)(10-4) = 0$$

$$\therefore d = 14 \text{ cm} \text{ or } d = 4 \text{ cm}$$

5) جسم موضوع على مسافة (1.4 m) من شاشة . ما هو البعد البؤري المناسب لعدسة يجب وضعها بين الجسم والشاشة لنكون صورة حقيقة له مقلوبة ومكبرة بمقدار ست مرات ؟



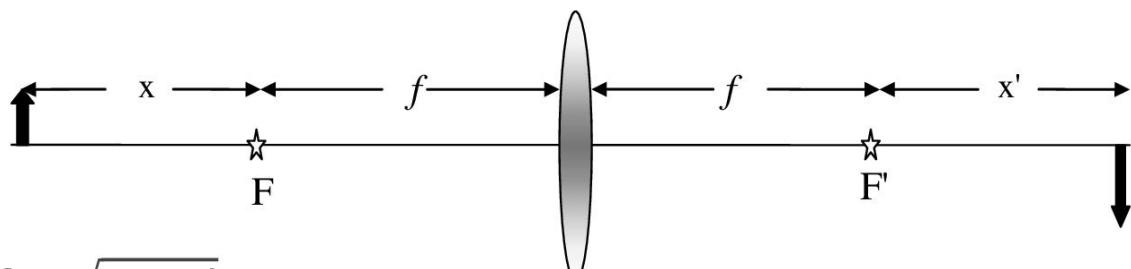
$$m = -\frac{s'}{s}$$

$$-6 = -\frac{1.4 - s}{s} \Rightarrow -6s = -1.4 + s \Rightarrow s = \frac{1.4}{7} = 0.2 \text{ m}$$

$$s' = 1.4 - s = 1.4 - 0.2 = 1.2 \text{ m}$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0.2} + \frac{1}{1.2} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 0.17 \text{ m}$$

(6) وضع جسم على يسار عدسة لامة بمسافة (30 cm) ، فإذا كان البعد البؤري للعدسة (20 cm) . اوجد صفات الصورة المتكونة لهذا الجسم باستخدام صيغة نيوتن .



$$f = \sqrt{x * x'}$$

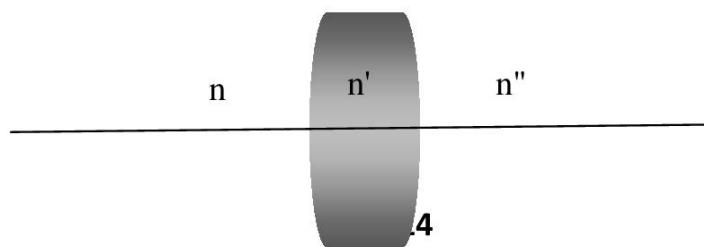
$$20 = \sqrt{10 * x'} \Rightarrow x' = 40 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{image distance from lens} = f + x' = 20 + 40 = 60 \text{ cm}$$

$$m = -\frac{f}{x} = -\frac{20}{10} = -2$$

اذن الصورة حقيقة تقع على يمين العدسة بمسافة (60 cm) ، كذلك الصورة مقلوبة ومحكراة مرتين .

(7) عدسة محدبة الوجهين ومتساوية التحدب (4 cm) ، معامل انكسار الزجاج لها (1.8) وسمكها (3.6 cm) . احسب: (a). البعد البؤري الاولى والثانوي للعدسة ، (b). موقع نقاط البؤرة الاولية والثانوية ، (c). موقع النقاط الاساسية الاولية والثانوية.



$$a) \frac{n'}{f'_1} = \frac{n}{f_1} = \frac{n' - n}{r_1} = \frac{1.8 - 1}{4} = 0.2$$

$$f_1 = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ cm} , \quad f'_1 = \frac{1.8}{0.2} = 9 \text{ cm}$$

$$\frac{n''}{f''_2} = \frac{n'}{f'_2} = \frac{n'' - n'}{r_2} = \frac{1 - 1.8}{-4} = 0.2$$

$$f'_2 = \frac{1.8}{0.2} = 9 \text{ cm} , \quad f''_2 = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ cm}$$

$$\frac{n''}{f''} = \frac{n}{f} = \frac{n'}{f'_1} + \frac{n''}{f''_2} - \frac{dn''}{f'_1 f''_2} = \frac{1.8}{9} + \frac{1}{5} - \frac{3.6}{9 * 5} = 0.2 + 0.2 - \frac{2}{25} = \frac{8}{25}$$

$$f = f''_2 = \frac{25}{8} = 3.125 \text{ cm}$$

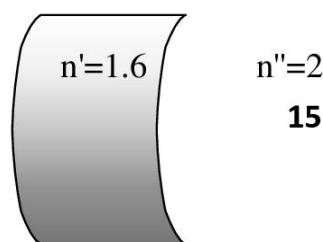
$$b) A_1 F = -f \left( 1 - \frac{d}{f'_1} \right) = -3.125 \left( 1 - \frac{3.6}{9} \right) = -1.875 \text{ cm}$$

$$A_2 F'' = f'' \left( 1 - \frac{d}{f'_1} \right) = 3.125 \left( 1 - \frac{3.6}{9} \right) = 1.875 \text{ cm}$$

$$c) A_1 H = f \left( \frac{d}{f'_2} \right) = 3.125 \left( \frac{3.6}{9} \right) = 1.25 \text{ cm}$$

$$A_2 H'' = -f'' \left( \frac{d}{f'_1} \right) = -3.125 \left( \frac{3.6}{9} \right) = -1.25 \text{ cm}$$

(8) عدسة هلالية سالبة سمكها (4.8 cm) ومعامل انكسارها (1.6) لها انصاف اقطار تكور اذا كان هناك سائل معايير انكساره (1.2) بتماس مع السطح الاول للعدسة ، وسائل اخر معايير انكساره (2) بتماس مع السطح الثاني للعدسة . احسب: (a). بعد البؤري الاولى والثانوي للعدسة ، (b). موقع نقاط البؤرة الاولى والثانوية ، (c). موقع النقاط الاساسية الاولى والثانوية.



15

n=1.2

$$a) \frac{n'}{f'_1} = \frac{n}{f_1} = \frac{n' - n}{r_1} = \frac{1.6 - 1.2}{6} = 0.067$$

$$f_1 = \frac{1.2}{0.067} = 18 \text{ cm} , \quad f'_1 = \frac{1.6}{0.067} = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{n''}{f''_2} = \frac{n'}{f'_2} = \frac{n'' - n'}{r_2} = \frac{2 - 1.6}{5} = 0.08$$

$$f'_2 = \frac{1.6}{0.08} = 20 \text{ cm} , \quad f''_2 = \frac{2}{0.08} = 25 \text{ cm}$$

$$\frac{n''}{f''} = \frac{n}{f} = \frac{n'}{f'_1} + \frac{n''}{f''_2} - \frac{dn''}{f'_1 f''_2} = \frac{1.6}{24} + \frac{2}{25} - \frac{4.8 * 2}{24 * 25} = 0.131$$

$$f = \frac{1.2}{0.131} = 9.16 \text{ cm} , \quad f'' = \frac{2}{0.131} = 15.27 \text{ cm}$$

$$b) A_1 F = -f \left( 1 - \frac{d}{f'_2} \right) = -9.16 \left( 1 - \frac{4.8}{20} \right) = -6.96 \text{ cm}$$

$$A_2 F'' = f'' \left( 1 - \frac{d}{f'_1} \right) = 15.3 \left( 1 - \frac{4.8}{24} \right) = 12.24 \text{ cm}$$

$$c) A_1 H = f \left( \frac{d}{f'_2} \right) = 9.16 \left( \frac{4.8}{20} \right) = 2.2 \text{ cm}$$

$$A_2 H'' = -f'' \left( \frac{d}{f'_1} \right) = -15.3 \left( \frac{4.8}{24} \right) = -$$

## 1. المرايا (Mirrors)

المِرْأَة هي أداة لها القابلية على عكس الضوء بطريقة تحافظ على الكثير من صفاتهما الأصلية. تخضع الصورة المكونة في المرايا إلى قوانين الانعكاس . تمتاز الصور المكونة في المرايا بخلوها من التأثيرات اللونية (الزيفغ اللوني) الذي سوف نتطرق له في الفصل اللاحق . تستخدم المرايا في كثير من الأجهزة البصرية والأدوات المنزلية والصناعية والطبية لما لها من مميزات في تكوين صور بأشكال وأحجام مختلفة .

ان الوظيفة الأساسية للمرايا هي تكوين الصور (image formation) باستخدام خواص انعكاس الضوء ، بالإضافة الى تركيز (concentration) وتشتيت (dispersion) وتسديد (collimation) الضوء . تمتاز المرأة بوجود وسط فعال واحد هو الوسط الذي يسقط منه وينعكس اليه الضوء بخلاف العدسة التي تحتوي ثلاثة او سطح فعالة . يصنع السطح العاكس للمرأة من معدن الالمنيوم غالبا وبعض المعادن التي لها انعكاسية عالية مثل الفضة والزنبق والنحيل .

## 2. أنواع المرايا (Types of Mirrors)

هناك ثلاثة أنواع من المرايا تختلف حسب شكلها وطريقة تكوين الصور فيها هي : المرايا المستوية (plane mirrors) (سطحها غير منحني) التي تستخدم في مجالات صناعية وطبية ومنزلية، والمرايا الكروية (spherical mirrors) التي يكون سطحها جزء من كرة ولها مركز تكور بنوعيها المحدبة (convex) التي لها خاصية تفريغ الضوء المنعكـس (مرآة مفرقة) ، والممـقـعـة (concave) التي لها خاصية تجمـيعـ الضـوءـ المنـعـكـسـ (مرآة لامـةـ) التي تـسـتـخـدـمـ فيـ مـجاـلـاتـ صـنـاعـيـةـ وـعـلـمـيـةـ وـطـبـيـةـ مـتـعـدـدـةـ،ـ بـإـلـاضـافـةـ إـلـىـ المـرـاـيـاـ غـيرـ الـكـرـوـيـةـ (سـطـحـهاـ قـطـعـ مـكـافـئـ)ـ التي تـسـتـخـدـمـ فيـ صـنـاعـةـ الأـطـبـاقـ الـلـاقـطـةـ .

## 3. هندسة المرايا (Geometry of Mirrors)

ت تكون المرأة الكروية من سطح عاكس للضوء يرتد من خلاله الضوء الى الوسط الاول، لذلك تمتلك المرأة بؤرة واحدة فقط ومركز تكور كلا النقطتان تقعان على يمين المرأة المحدبة وعلى يسار المرأة المقعرة ، بينما المرأة المستوية لا تمتلك مركز تكور ولا بؤرة .

يسـمىـ المسـتـقـيمـ العمـوـديـ عـلـىـ سـطـحـ المـرـاـيـاـ وـالـذـيـ يـمـرـ فـيـ مرـكـزـ تـكـورـهـ المـحـورـ البـصـريـ أوـ محـورـ المـرـاـيـةـ (axis)ـ كـماـ فـيـ الشـكـلـ (1)ـ ،ـ نقطـةـ تقـاطـعـ المـحـورـ البـصـريـ معـ المـرـاـيـةـ تـسـمـىـ السـمـتـ (vertex)ـ التيـ تـعـتـبـرـ النـقـطـةـ المرـجـعـيـةـ التـيـ تـحـسـبـ مـنـهـاـ كـلـ الـابـعـادـ البـصـرـيـةـ الخـاصـةـ بـالـمـرـاـيـةـ ،ـ بـمـاـ انـ المـرـاـيـةـ تـمـتـلـكـ بـؤـرـةـ وـاحـدـةـ لـذـاـ يـكـوـنـ لـهـ بـعـدـ بـؤـرـيـ وـاحـدـ يـمـتـدـ مـنـ الـبـؤـرـةـ إـلـىـ سـمـتـ المـرـاـيـةـ (f)ـ .ـ الـبـؤـرـةـ لـهـ خـاصـيـةـ اـنـ ايـ شـعـاعـ صـادـرـ مـنـهـاـ (ـالـمـرـاـيـةـ المـقـعـرـةـ)ـ اوـ مـتـجـهـ اـلـىـ يـاهـاـ (ـالـمـرـاـيـةـ المـحدـبـةـ)ـ يـسـيرـ بـعـدـ الـانـعـكـاسـ مـوـازـيـ لـلـمـحـورـ البـصـريـ ،ـ اوـ اـنـ ايـ شـعـاعـ مـوـازـيـ لـلـمـحـورـ البـصـريـ يـسـيرـ بـعـدـ الـانـعـكـاسـ مـتـجـهـ اـلـىـ يـاهـاـ (ـالـمـرـاـيـةـ المـقـعـرـةـ)ـ اوـ كـاـنـهـ صـادـرـ مـنـهـاـ (ـالـمـرـاـيـةـ المـحدـبـةـ)ـ .ـ