[١٠] الباب العاشر :

إنعكـاس الضـوء

Reflection of Light

[١٠ ـ ١] عـام :

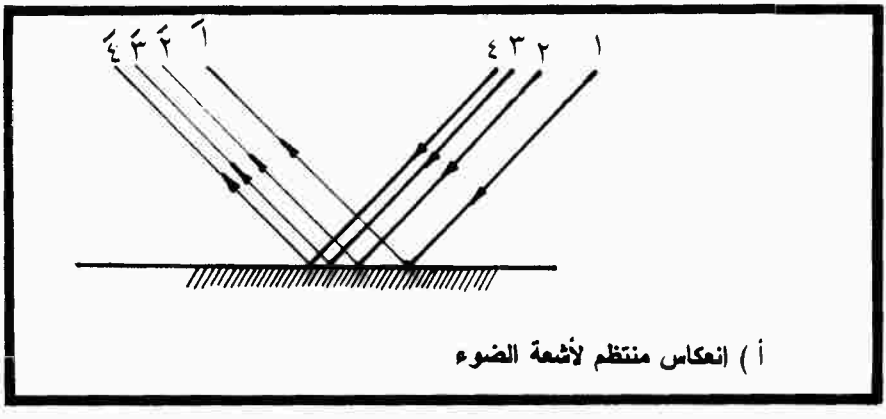
عند النظر إلى مرآة مستوية عادية أو إلى سطح الماء الساكن أو إلى جسم معدنى مصقول فإنك ترى صورتك حيث تقوم هذه الأشياء بتكوين صورة للجسم المواجه لها ويحدث هذا نتيجة إنعكاس الضوء على أسطح بعض الأجسام (ذات المواصفات الخاصة) .

ويمكن بسهولة ملاحظة أن إنعكاس الضوء على أسطح الأجسام المصقولة كالمرايا والمعادن اللامعة فإنه ينعكس ، إنعكاساً منتظماً .

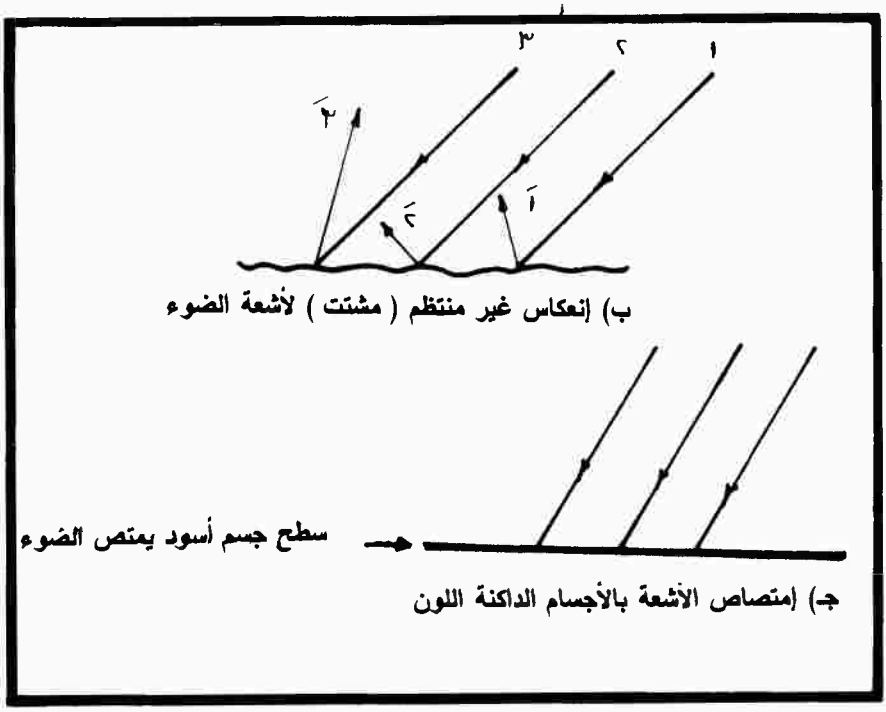
فى حين أن إنعكاس الضوء على أسطح الأجسام الغير مصقولة ، يكون إنعكاساً بغير نظام معين ويعرف بالإنعكاس الغير منتظم .

وعند سقوط أشعة الضوء على أسطح بعض الأجسام ، فإنه يُمتص ولا يحدث له إنعكاس كأسطح الأجسام السوداء .

أنظر الرسم شكل (١٠ ـ ١) وهو يوضح الحالات الثلاث السابقة .



أ) إنعكاس منتظم لأشعة الضوء



شكل [١٠ ـ ١]
أ ، ب ، جـ

ويمكن إيضاح الحالات الثلاث بحالة الكرة المنتظمة ، فإن اصطدمت بجسم أملس فإنها ترتد وفى اتجاه يتوقف على زاوية اصطدامها أو سقوطها وترتد بزاوية تساوى زاوية السقوط فى هذه الحالة .

أما عند اصطدامها أو سقوطها عمودياً على الجسم فإنها ترتد عمودياً على الجسم كذلك وارتداد الكرة هنا هو ارتداد منتظم أو إنعكاس منتظم .

وفى حالة سقوطها أو اصطدامها بجسم سطحه خشن فإن ارتدادها يكون فى اتجاه غير متوقع أى ارتداد غير منتظم أو انعكاس غير منتظم .

أما اصطدام أو سقوط الكرة بالشبكة أو على جسم لدن فإنها لا ترتد ويتم امتصاص طاقة حركتها كلياً (أو جزئياً) وهو ما يشبه عملية امتصاص الضوء كلياً أو جزئياً .

[١٠ ـ ٢] المرايا المستوية Plane mirrors :

يمكن اعتبار كل الأسطح الناعمة واللامعة كمرايا وقديماً فإن المرايا كانت تُصنع من المعادن بصقل سطحها جيداً .

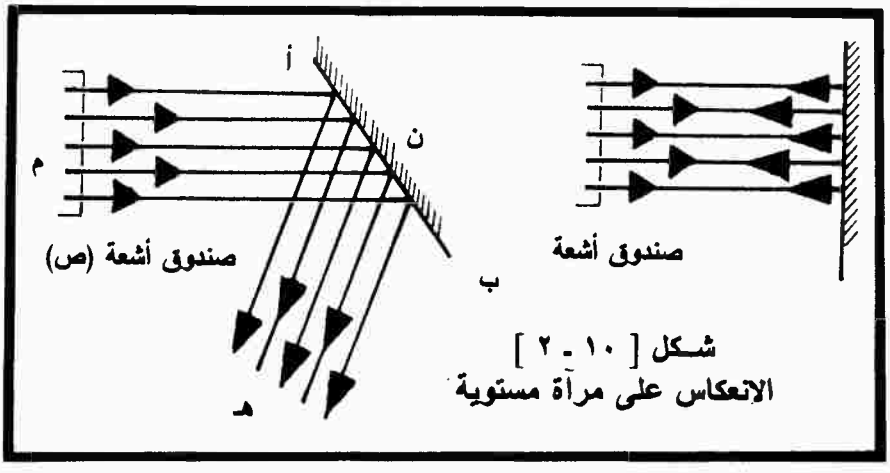
إلا أن المرايا الجيدة التى يتم صناعتها حالياً فتكون بحيث (يُفضض) أحد أوجه لوح مستوى تماماً من الزجاج المصقول .

أى يُغطى أحد جوانبه بطبقة لامعة من معدن يقوم بعكس الضوء والأشعة الساقطة عليه .

وللمرايا المستوية استخدامات عديدة ، فهى تستخدم فى زيادة الإضاءة بالمنازل والمحلات وفى جميع المنازل للزينة وتستخدم فى جميع السيارات كما أن لها استخدامات كثيرة فى كثير من الأجهزة العلمية والبصرية وفى أجهزة الملاحة لقياس زاوية ارتفاع الشمس وغيرها الكثير .

ويمكن دراسة انعكاس أشعة الضوء كما فى شكل (١٠ ــ ٢) باستخدام صندوق الأشعة (ص) ومرآة مستوية (أب) ، حيث نجد أن الأشعة المتوازية (م ن) تنعكس فى الاتجاه (ن هـ) .

فإذا ما قمنا بإدارة المرآة فإن اتجاه الأشعة المتعكسة يتغير وعندما تدخل أو تسقط الأشعة عمودياً على المرآة ، فإنها تنعكس لاتجاه الأشعة مرة ثانية عبر نفس المسار .



شكل [١٠ ـ ٢]
الانعكاس على مرآة مستوية

ويعرف الانعكاس الناشيء على أسطح المرايا المستوية بأنه انعكاس منتظم كما سبق وذلك لأن الأشعة المتوازية للضوء تنعكس فى اتجاه واحد ولا يتشتت وهذا مرجعه إلى نعومة سطح المرآة ولمعانه إلا أن معظم الأجسام لا تقوم بعكس الضوء بنفس الانتظام مثل المواد الورقية والقماش كمثال وهذا بسبب عدم توفر النعومة أو أن السطح (مِحَبِب) ويمكن رؤية هذا تحت ميكروسكوب قوى .

حيث تنعكس الأشعة الساقطة على مثل هذه الأجسام فى مختلف الاتجاهات ويُطلق على الانعكاس هنا بأنه انعكاس غير منتظم .

ويمكننا رؤية صفحات هذا الكتاب أو رؤية وجه الإنسان بواسطة الانعكاس غير المنتظم للضوء .

[١٠ ـ ٣] قوانين الإنعكاس Laws of reflection :

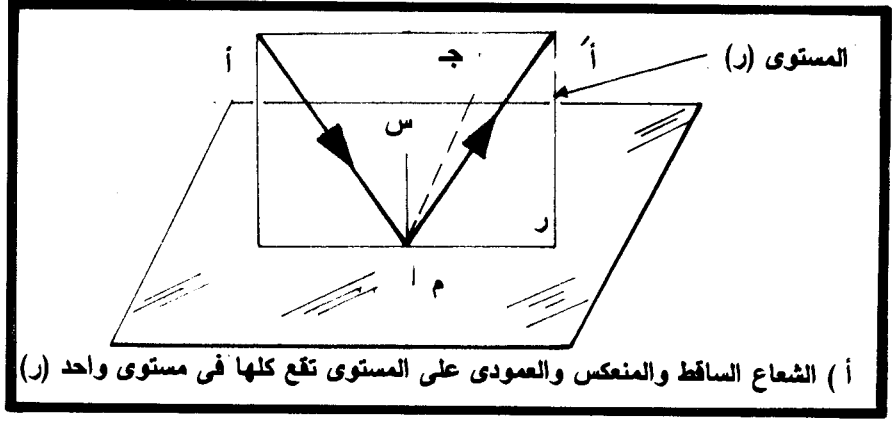
منذ القرن الثالث قبل الميلاد ، وجد العالم اليونانى القديم إقليدس عن طريق التجربة قوانين الانعكاس للإشعاع الضوئى .

وفيما يلى قوانين الإنعكاس على الأسطح المستوية :

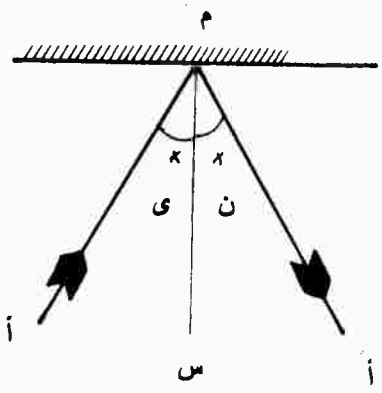
١ ـ الشعاع الساقط The incident ray والشعاع المنعكس the reflected ray ، والعمودى على المستوى تقع جميعها فى مستوى واحد .

٢ ـ زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس .

، انظر الرسم شكل (١٠ ـ ٣) أ ، ب وهو يوضح هذا .



أ) الشعاع الساقط والمنعكس والعمودى على المستوى تقع كلها فى مستوى واحد (ر)



ب) زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس زاوية ن = زاوية ى

شـكل [١٠ ـ ٣] أ ، ب
قوانين الإنعكاس

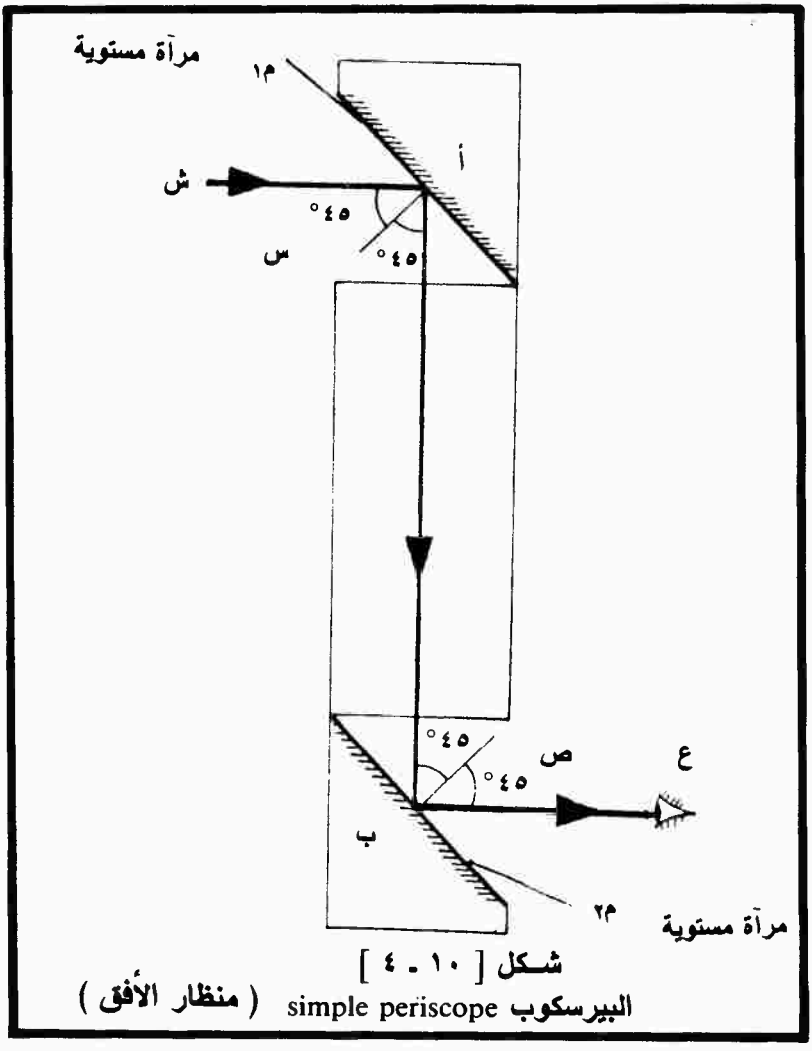
وفى الشكل (١٠ ــ ٣ ــ أ) نجد أن الشعاع الساقط (أ) على مرآة مستوية أفقية يدخل عند (م) ، وهنالك أشعة ضوئية كثيرة مثل (م جـ) يمكن رسمها خارجة من النقطة (م) وتميل على العمودى (م س) بنفس زاوية سقوط الشعاع (أ م) إلا أنه لا يوجد سوى شعاع واحد وواحد فقط يخرج من نقطة (م) صانعاً زاوية تعادل زاوية السقوط ويقع فى نفس المستوى ، ألا وهو الشعاع (م آ) .

[١٠ ـ ٤] تطبيقات عملية على المرايا المستوية وقوانين الإنعكاس "البريسكوب البسيط"

Simple periscop

ويعرف كذلك بعين الغواصة .

يعتمد فى عمله أساساً على المرايا المستوية ، انظر الرسم شكل (١٠ ــ ٤) وهو يوضح فكرة عمل البيرسكوب .



شـكل [١٠ ـ ٤]

البيرسكوب simple periscope **(منظار الأفق)**

ويتكون الجهاز من مرآتين مستويتين (م١) ، (م٢) مثبتتين بزاوية ٤٥° على الأفقى عند نهايتى إنبوبة مفتوحة الطرفين عند (س) ، (ص) وبطول كافى ومناسب ،

ويسقط الشعاع (ش أ) من الشىء المراد رؤيته على المرآة (م١) بزاوية سقوط = ٤٥° ، حيث ينعكس بزاوية ٤٥° كذلك فى الاتجاه (أ ب) حيث يسقط على المرآة (م٢) بزاوية ٤٥° ، وينعكس بزاوية ٤٥° أيضاً فى الاتجاه

(ب ع) حيث يسقط على عين المشاهد عند (ع) عابراً الفتحة السفلية عند (ص) .

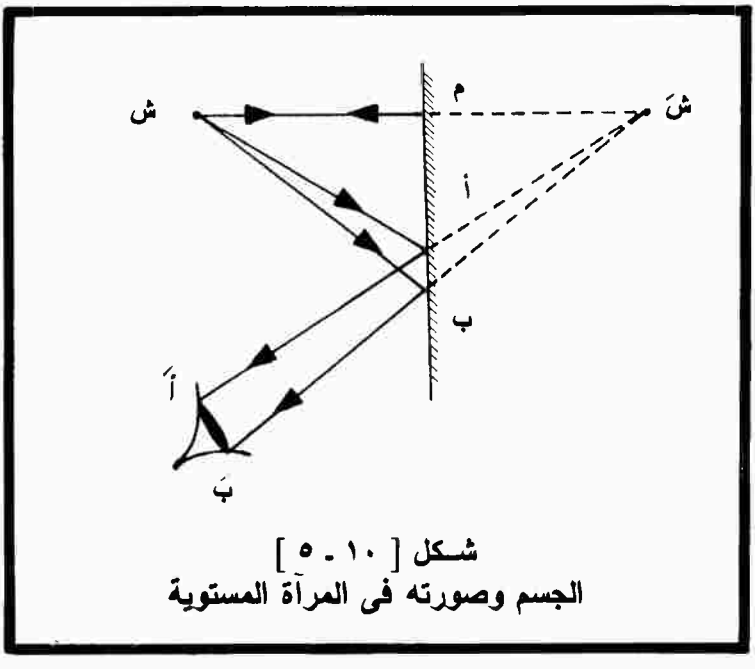
وأى **خطأ** فى ميل الزاوية الموضوع بها كل من المرآتين م١ ، م٢ يؤدى إلى احتمال عدم الرؤية بوضوح أو كلياً حيث يجب أن تكون المرآتين متوازيتين وعلى زاوية ٤٥° على الأفقى تماماً .

ويستخدم هذاالجهاز فى رؤية الأجسام التى تكون فى مستوى أعلى من مستوى عين الشخص المشاهد ، ويُعرف أيضاً بعين الغواصة . حيث يمكن بواسطته مشاهدة ما فوق سطح الماء ، كما يمكن استعماله فى رؤية الأجسام التى على سطح الأرض حين الاختفاء فى خنادق تحت الأرض .

[١٠ ـ ٥] صورة الجسم فى المرآة المستوية :

عند رؤية جسم صغير (ش) نتيجة انعكاسة على مرآة مستوية فإن صورة هذا الجسم (شَ) تظهر كما لو كانت خلف المرآة .

ويوضح شكل (١٠ ــ ٥) ، كيفية حدوث هذا ،



شكل [١٠ ـ ٥]
الجسم وصورته فى المرآة المستوية

فبالنظر للمرآة ، نرى كل من الشعاعين (ش أ) ، (ش ب) ينعكس فى الاتجاهين (أ أَ) (ب بَ) .

ويبدو كل من الشعاعين (أ أَ) ، (ب بَ) كما لو كانا قادمين من النقطة (شَ) وهى تمثل نقطة تقاطع إمتداد كل من الشعاعين (أَ أ) ، (بَ ب) خلف المرآة عند نقطة (شَ) .

وكذلك فى أى شعاع آخر قادم من (ش) وينعكس على المرآة بحيث تراه العين (ع) سيبدو كما لو كان قادماً من نقطة (شَ) وعلى هذا فإن صورة (ش) هى (شَ) .

ويجب ملاحظة أن الشعاع (ش م) العمودى على المرآة ينعكس فى اتجاه (م ش) وبذلك فإن (شَ) تقع على الخط العمودى على المرآة من نقطة (ش) .

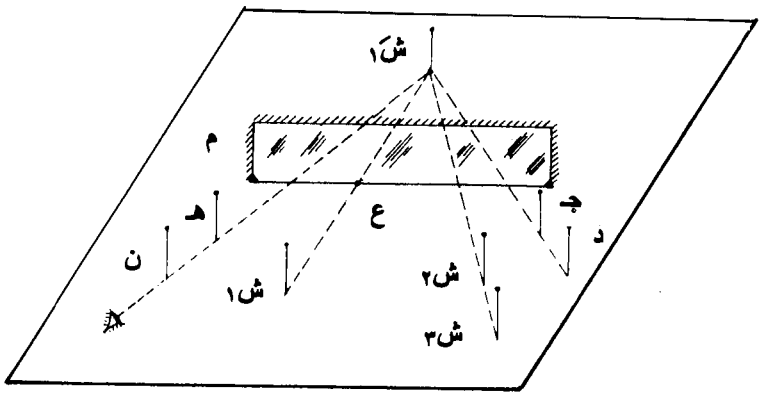
ويلاحظ من شكل (١٠ ــ ٥) أنه لا توجد أشعة فعلية تمر بنقطة (شَ) ، وإذا تصورنا أنه تم وضع لوحة أمام المرآة فإنه لا ترى الصورة (شَ) حينئذ ، فوق اللوحة لأن الشعاعان (أ أَ) ، (ب بَ) يتباعدان عن بعضهما .

ويمكن تحديد صورة الجسم (ش١) ، وهو عبارة عن دبوس فى المرآة (م) كما فى شكل (١٠ ــ ٦) وذلك بوضع دبوسين آخرين ش٢ ، ش٣ على نفس خط الصورة شَ١ الواضحة فى المرآة .

ويكرر نفس الشىء بوضع دبوسين آخرين فى مكانين آخرين وليكن الدبوسين (حـ ، د) ، (هـ ، ن) .

وبعد رفع الدبابيس فإنه يتكون لنا كل من الخطين ش٢ ش٣ ، جـ د أو الخطين ش٢ ش٣ ، هـ ن .

ويكون وضع الصورة (شَ١) هو نقطة تقاطع أياً من الخطين السابقين .



شـكل [١٠ ـ ٦]
بُعد الجسم عن المرآة = بعد الصورة عنها

وبالتجربة يتضح أن طول العمود على المرآة (م) وهو (ش'١ ع) ، للصورة ش'١ ، دائماً يساوى طول المسافة العمودية ش١ ع الساقطة من الجسم ش١ على المرآة م .

وعلى ذلك فإننا نصل إلى الحقيقة التالية :

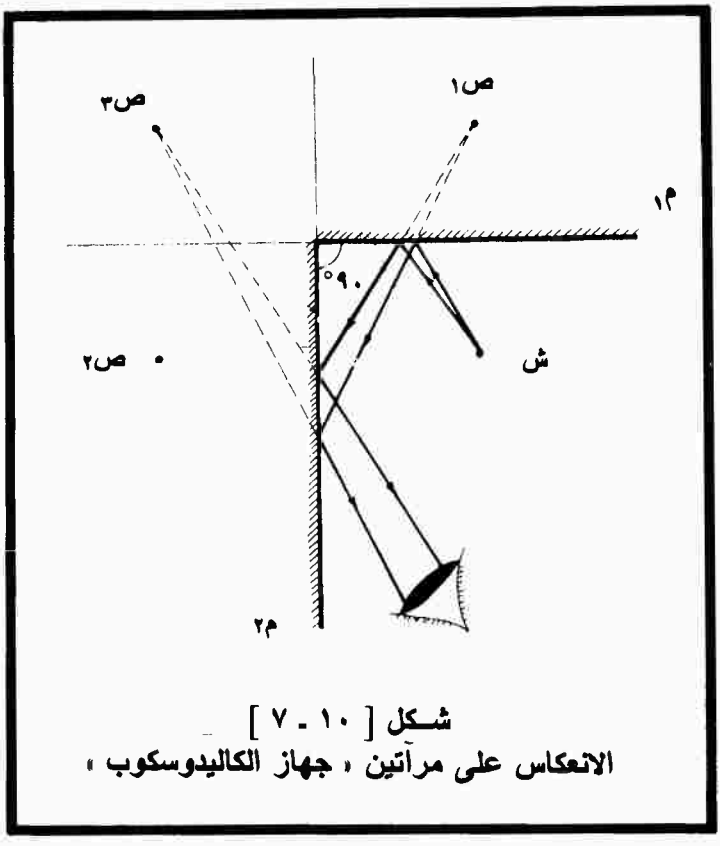
بعد الجسم عن المرآة = بعد الصورة عن المرآة .

[١٠ ـ ٦] المرايا المستوية ، المائلة ، The Kaleidoscope :

إذا وضعنا جسماً بين مرآتين مائلتين فإن الشخص يمكنه أن يرى عدة صور متكررة لنفس الشيء ويتوقف عدد الصور على الزاوية بين المرايا .

ويوضح شكل (١٠ ـ ٧) جسماً (ش) موضوعاً بين مرآتين م١ ، م٢ وعلى زاوية ٩٠° أى أن كل منهما عمودية على الأخرى .

فنجد ، الصورة ص١ والناشئة عن الانعكاس عن المرآة م١
، الصورة ص٢ والناشئة عن الانعكاس عن المرآة م٢
، الصورة ص٣ والناشئة عن الانعكاس عن المرآة م١ ثم المرآة م٢ .



شـكل [١٠ ـ ٧]
الانعكاس على مرآتين « جهاز الكاليدوسكوب »

والشكل يوضح كيفية وصول شعاع من الجسم ش إلى عين الرائى عن طريق الانعكاس المتكرر .

وبناء على هذه الفكرة فإنه تم تصميم جهاز يُستخدم كلعبة ويطلق عليه كاليدوسكوب Kaleidoscope حيث يمكن تكرار صورة الشيء عدة مرات باستخدام مرآتين مائلتين عادة بزاوية قدرها ٦٠° على بعضهما البعض .

ويتم تثبيت المرآتين عند إحدى نهايتى إنبوبة حيث يوضع عند هذه النهاية عدة قصاصات صغيرة من الورق الملون .

ومن الطرف الآخر لأنبوبة الجهاز يمكننا مشاهدة صور هذه القصاصات (صور متكررة) ، كما يمكن فى الوقت نفسه مشاهدة القصاصات الورقية الملونة ، ذاتها .

، وعند رج الأنبوبة أو هزها فإن أماكن القصاصات الورقية تتغير حيث يمكننا مشاهدة صور جديدة لنفس القصاصات (بعد تبديل وضعها بالرج والهز) .

ويُستخدم مصممى الألوان ، أحياناً جهاز الكاليدوسكوب فى اكتشاف ألوان (مزيج من الألوان) جديدة لتصميماتهم .

خـلاصـــة :

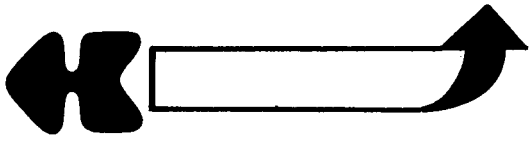
[١] قوانين الانعكاس :

أ ـ يقع كل من الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمودى فى نفس المستوى .

ب ـ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .

[٢] تكون صورة الجسم فى المرآة المستوية حقيقية إلا أنها معكوسة وتبعد الصورة عن المرآة نفس بعد الجسم عن المرآة .

[٣] يتكون البريسكوب من مرآتين مستويتين مائلتين بزاوية ٤٥° على الأفقى .



تدريبـــات :

[١] يخرج شعاع ضوئى أفقياً من مصباح حيث يسقط على مرآة مستوية ثم ينعكس رأسياً بزاوية ٥٩٠ بحيث يسقط عمودياً على شاشة . تبعد واحد متر عن المرآة ، ارسم تخطيطياً كيفية وضع المرآة بالنسبة للشعاع الساقط

ثم احسب مقدار الزاوية التى يجب إدارة المرآة بها بحيث تتحرك نقطة الضوء على الشاشة مسافة قدرها ١٠ سم أفقياً (يميناً أو يساراً) .

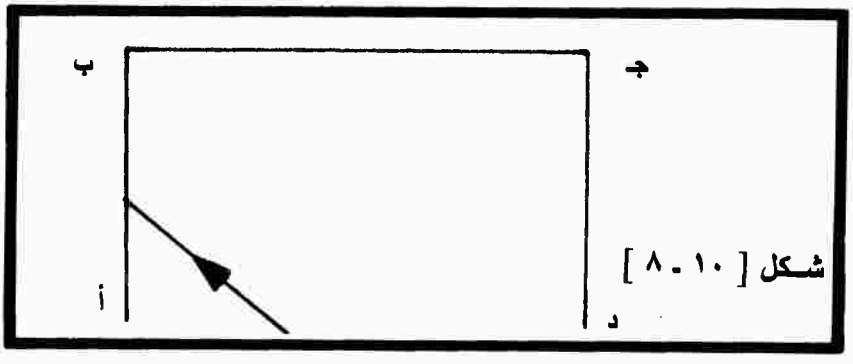
[الجواب : ٥٢,٩]

[٢] بريسكوب بسيط يتكون من مرآتين مستويتين (م١) ، (م٢) يبعدان رأسياً عن بعضهما (٩٠) سم وكل منهما تميل بزاوية (٥٤٥) على الرأسى ، النقطة « ش » تمثل جسماً يبعد عن المرآة العليا مسافة قدرها (٦٠) سم ويمكن رؤيتها بالعين على بعد (٣٠) سم عن المرآة السفلى وكل من هاتين المسافتين (أفقية) ، ارسم تخطيطياً ما يوضح مسار شعاعين من (ش) إلى (العين) ثم أوجد بعد الصورة النهائية عن نقطة (العين) .

[الجواب : ١٨٠ سم)

[٣] ثلاث مرايا مستوية وضعت كما فى الشكل الموضح بشكل (١٠ ـ ٨) ، ويسقط شعاع من الضوء على المرآة أب فى وسطها بزاوية سقوط قدرها ٥٤٠ بحيث يمكن للشعاع بعد ذلك أن ينعكس على كل من المرايا ب جـ ، جـ د ارسم رسماً تخطيطياً يوضح ذلك (تقريباً) ثم احسب الزاوية التى يدورها الشعاع على كل من الثلاث إنعكاسات .

[الجواب : ٥١٠٠ ، ٥٨٠ ، ٥١٠٠]



شكل [١٠ ـ ٨]