[١٤] الباب الرابع عشر :

تطبيقات على العدسات وبعض الأجهزة البصرية

[عين الإنسان ، المكبرة ، المجهر ، الميكرسكوب ، جهاز الإسقاط بروجكتور]

[١٤ ـ ١] عين الإنسان The human eye :

إن معرفة قوانين علم البصريات والضوء مكنت الإنسان من صنع أجهزة بصرية عديدة ، ذات أهمية بالغة فى حياة الإنسان وتقدم العلوم .

كما أنها مكنت الإنسان من فهم طبيعة وتركيب العين البشرية للإنسان وعضو النظر عند الإنسان ، هما العينان اللتان تعتبران من نواحى عديدة مجموعة بصرية متكاملة ، تماماً .

وقد خلق الله سبحانه وتعالى العين بحكمة بالغة حيث توفرت لها الأسباب الآتية .

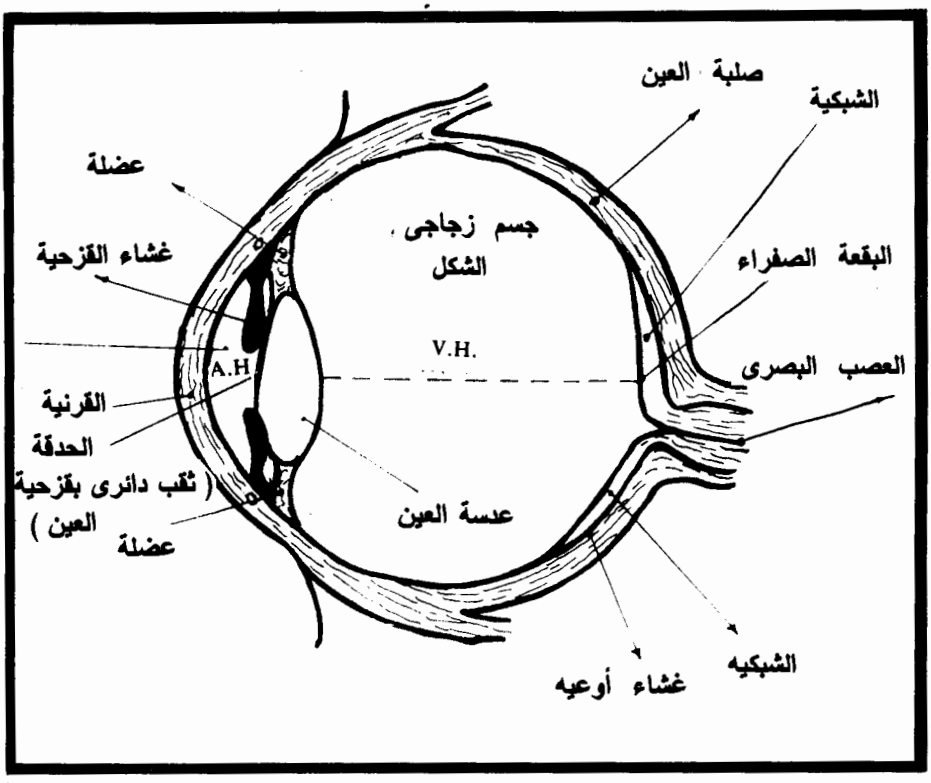
(١) وجود حاجب على العين يقيها من ضوء الشمس .

(٢) وجود جفنين على كل عين مع إمكانية تحركهما وذلك لوقايتها من أى مواد غريبة قد تدخل العين .

(٣) عملية إفراز الدموع تُسّهل حركة العين وتنظفها من أى مواد غريبة قد تدخل لها .

(٤) يتم حماية العين فى داخل تجويف خاص بالعين ، حتى تكون أقل تعرضاً للمؤثرات الخارجية .

تركيب عين الإنسان : أنظر الرسم شكل (١٤ ـ ١) .



شـكل [١٤ ـ ١]
تركيب عين الإنسان

[١] العين بصورة إجمالية ، عبارة عن جسم كروى الشكل ، يبلغ قطره حوالى ٢,٥ سم وتُسمى بكرة العين eyeball .

[٢] ويحيط بها غلاف خارجى متين وغير شفاف يُسمى صلبة العين sclera .

[٣] ويُسمى الجزء الأمامى الشفاف والأكثر تحدباً بالقرنية cornea ويكون أمام العدسة .

[٤] وتغطى صلبة العين من الداخل ، غشاء أوعية يتكون من أوعية دموية لتغذية العين .

[٥] ويتغير هذا الغشاء فى المنطقة المقابلة للقرنية إلى غشاء القزحية iris وهى التى يختلف لونها عند البشر ، وتُحيط بعدسة العين .

[٦] وتفصل القرنية عن غشاء القزحية ، غرفة ذات كتلة مائية شفافة .

[٧] وتوجد فى غشاء القزحية فتحة دائرية تُسمى الحدقة يتغير قطرها .

وعلى هذا فإن غشاء القزحية يلعب دور الحاجز الذى يعمل على تنظيم دخول الضوء للعين .

وتصغر الحدقة فى الضوء الساطع وتزداد كبراً فى الضوء الضعيف وليلاً .

[٨] يوجد بداخل كرة العين خلف غشاء القزحية ، عدسة العين Eye – lens والتى تعتبر عدسة محدبة (ثنائية التحدب) من مادة شفافة يبلغ دليل انكسارها حوالى ١,٤ ، وهى تعمل على تجميع الضوء الساقط عليها .

[٩] تحيط بعدسة العين عضلة حلقية تعمل على تغيير تقوس أو انحناء سطحها الخارجى تعمل على تغيير البعد البؤرى للعدسة مما يغير من قوة العدسة وتُسمى ciliary muscles .

[١٠] وفى الجهة الداخلية من العين يُغطى غشاء الأوعية بتشعبات عصب حساس للضوء وتكون كثيفة بصورة خاصة مُقابل الحدقة .

وينشأ من هذه التشعبات الحساسة ، غشاءً شبكياً يُعرف بالشبكية retina يتولد عليها صورة حقيقية للجسم المرئى ، تولدها المجموعة البصرية للعين وتعتبر الشبكية بمثابة الفيلم الحساس فى الكاميرا كما سيرد فيما بعد .

[١١] والفراغ فيما بين العدسة بالأمام والشبكية بالخلف ، يكون مملوءاً بجسم شفاف ذو شكل زجاجى وتكوينه هلامى jelly .

[١٢] وعلى امتداد المحور الرئيسى للعدسة ، عند تقاطعه مع الشبكة ، يوجد ما يعرف بالبقعة الصفراء Yellow spot – fovea centralis . أو البقعة المركزية وهى من أشد الأجزاء حساسية بالشبكية .

[١٣] وفى وسط القزحية ثقب دائرى يمر عبره الضوء يُعرف بإنسان العين pupil أو ما يُعرف بالبؤبؤ .

[١٤] الرطوبة المائية A.H. – Aqueous humour ، الرطوبة الزجاجية V.H. – Vitreous humour ، وهى سوائل أمام وخلف عدسة العين على الترتيب ، تُعلّق بهما عدسة العين .

وفيما يلى تسميات أخرى لبعض مكونات العين :

١ ــ *جدار مقلة العين* : وهو يتكون من ثلاث طبقات ، الطبقة الأولى وهى الصلبة وهى غير منفذة للضوء باستثناء الجزء الأمامى منها وهوالجزء الشفاف ــ القرنية . والطبقة الثانية وتُسمى المشيمية وهى غير منفذة للضوء كذلك ، ويعرف امتدادها الأمامى بالقزحية التى يتوسطها ثقب دائرى ــ إنسان العين والطبقة الثالثة وهى الشبكية .

كيفية الرؤيا بعين الإنسان :

عند سقوط أشعة ضوئية من الأجسام المرئية على عدسة العين فإن العدسة تقوم بتوليد صورة لها مقلوبة ومصغرة على الشبكية وينتقل الإحساس بالجسم المرئى عبر العصب البصرى إلى مكان محدد بمخ الإنسان حيث يقوم هذا الجزء بتصحيح وضع وحجم الصورة ، فيشعر الإنسان بالصورة مُعتدلة .

وقد خلق الله ــ سبحانه وتعالى ــ عين الإنسان بحيث تستطيع وبدون توتر أو إجهاد رؤية الأجسام الواقعة على مسافات ليست أصغر من ٦ أمتار عن العين وعندما تكون هنالك أجسام أقرب من ذلك للعين فإنه يتكون لها صور خلف الشبكية ، إلا أن العين تقوم بتصحيح هذا للحصول على صورة واضحة حيث تقوم العضلة الحلقية المحيطة بالعين بتقليص العدسة وزيادة تحدبها بدرجة أكبر بحيث تقع الصورة على الشبكية ، ويمكن لهذه العضلة أن تُحافظ على وضع العدسة بهذا التحدب .

وعندما تكون العضلة الحلقية للعين متراخية فإنه تتكون صورة الأجسام البعيدة على الشبكية .

ومما سبق يتضح أن ضبط البؤرة فى عين الإنسان يتم عن طريق العضلة الحلقية التى تغير من تحدب العدسة وبالتالى من البعد البؤرى لها وبالتبعية من قوة العدسة .

وفى حالة ارتخاء العضلة الحلقية فإن القوة البصرية لعين الإنسان تكون فى حدود ٥٨ ديوبتر .

ويُعرّف تكيف العين accomodation أو تأقلمها بأنه قابلية المجموعة البصرية للعين على تكوين صور واضحة للأجسام الواقعة على مسافات مختلفة عن العين .

وإذا نظر الإنسان إلى جسم بعيداً جداً ، فإنه فى هذه الحالة ، تسقط أشعة متوازية على العين وفى هذه الحالة تكون العين مكيفة على اللانهاية .

ويكون إجهاد العين فى هذه الحالة أقل ما يمكن .

ولذلك فإن عينا الشخص المستغرق فى التفكير (السرحان) تتكيف بصورة تلقائية على وضع اللانهاية .

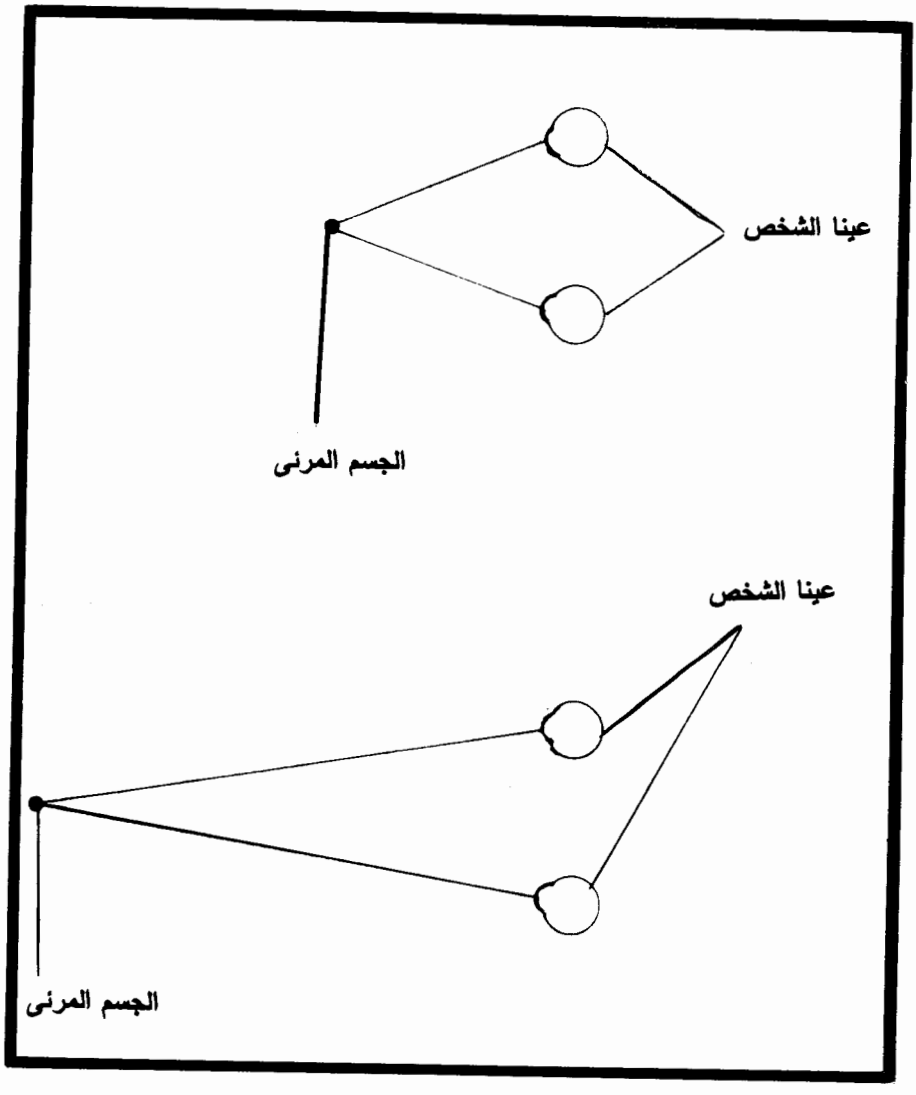
إلا أن تكييف العين يكون بحدود وليس بدون حد وحدود تكيف العين تكون فى حدود ١٢ ديوبتر مهما تقلصت إو ارتخت عضلة العين وعند النظر إلى أجسام قريبة لمدة طويلة فإن العين ، تُجهد وتبدأ العضلة الحلقية فى التراخى حيث تنتشر صورة الجسم .

وفى الظلام وبعد أن تتعود العين على الظلام فإن العين يمكنها أن تُميز أشباح الأجسام البعيدة .

وتُعرف قابلية العين للتأقلم على درجات مختلفة من سطوع الأجسام المرئية أو قابلية العين للتأقلم على درجات مختلفة من التهييج فى نهايات العصب الحساس للضوء على شبكية العين بـ المهايأة adaption أو التوفيق .

وتبلغ حساسية العين للإشعاع الضوئى الواقع عليها ليلاً أكبر عنها فى النهار **بعدة مليارات** من المرات .

وعندما ينظر الإنسان إلى جسم ما يكون عنده محورا نظر العينين (المحوران الرئيسيان للعدستان بالعينان) ، متقاطعان عند الجسم ، انظر الرسم شكل (١٤ – ٢) .



شـكل [١٤ ـ ٢]

وكلما اقترب الجسم من عين الإنسان ، كلما كانت القوة العضلية اللازمة لتجميع محورى نظر العينين كبيرة ، ويستطيع الإنسان تقدير مسافة الجسم المرئى من قيمة القوة اللازمة لتجميع محورى العينين .

وتعرف عملية تجميع محورى نظر العينين فى نقطة معينة بـ : تقريباً Convergency .

وإذا كان هنالك جسمان على بعد كبير من عينى الإنسان ، فإنه عملياً لا تتغير الزاوية بين محورى العينين عند إنتقال النظر من أحد الجسمين إلى الجسم الآخر وفى هذه الحالة يفقد الإنسان قابلية تحديد موقعى الجسمين .

وفى حالة ما إذا كان الجسم بعيداً جداً ، فإن محورى نظر العينين يكونان متوازيين وهنا لا يستطيع الإنسان تحديد ما إذا كان الجسم المرئى البعيد جداً ، متحركاً أم ساكناً .

وتلعب العضلة الحلقية التى تُقلص العدسة وتغير من قوتها عند النظر إلى أجسام قريبة من العين ، دوراً محدداً فى تحديد مواقع الأجسام .

وقد أظهرت الدراسات والتجارب أنه إذا نظر الإنسان لجسم ما فإنه يستمر فى رؤية هذا الجسم حتى بعد إبعاده عن العين بفترة تعادل $\frac{1}{10}$ ثانية وتفيد هذه الخاصية فى رؤية تتابع الصور فى السينما والتلفزيون مما يُعطى إحساساً بالحركة ، (تتوالى الصور على الشاشة السينمائية بمعدل ٢٠ صورة فى الثانية) .

عيوب الإبصار : طول النظر ، وقصر النظر :

عندما يكون الجسم المرئى قريباً جداً من العين فإنها تتعب بسرعة عند النظر لهذا الجسم .

وعموماً فإنه عندما تكون المسافة بين العين والجسم أقل من ٢٠ سم فإن العين الطبيعية لا تستطيع رؤية الأجسام بوضوح .

وتعرف مسافة أفضل رؤية بأنها أقل مسافة تستطيع فيها العين رؤية الأجسام بوضوح وبدون توتر أو إجهاد .

وللناس ذوى طبيعة الإبصار السليمة المعتادة فإن مسافة أفضل رؤية تكون ٢٥ سم وهى تعادل بالضبط المسافة بين العينين والكتاب عند القراءة .

إلا أن هذه المسافة تكون عند بعض الناس أقل من ٢٥ سم ويعرف هؤلاء الناس بـ قصيرى النظر short sight فى حين تكون هذه المسافة عند البعض الآخر من الناس أكبر من ٢٥ سم ويُسمى هؤلاء الناس بـ طويلى النظر ـــ بعيدو النظر Long sight .

وقصيرى النظر لا يمكنهم رؤية الأجسام البعيدة جيداً ، ولذلك فإنهم عندما ينظرون إلى جسم بعناية ، فإنهم يسعون أو يحاولون تقريبه إلى العينين .

وبعيدو البصر لا يرون الأجسام القريبة جيداً ولذلك فالإنسان بعيد النظر يحاول إبعاد الجسم عن العينين .

وقد استخدمت النظارات الطبية لتحسين مسافة أفضل رؤيا عند كل من بعيدى النظر وقصيرى النظر .
وبالنسبة للناس قصيرى النظر فإن البؤرة الرئيسية لعدسة العين تكون فى مكان أمام الشبكية .

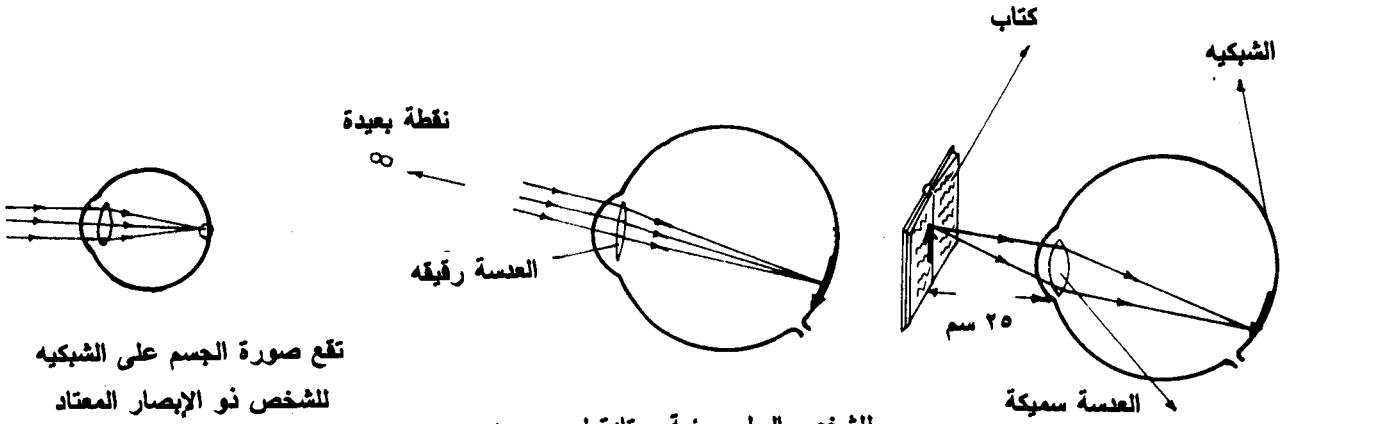
وتصحيح النظر لهؤلاء بواسطة النظارات الطبية ، يكون باستخدام عدسات مُفرقة (مشتتة ـ مقعرة) ، بحيث تصبح البؤرة الرئيسية للمجموعة البصرية للعين ، على شبكية العين .

فى حين أنه للناس بعيدو البصر فإن البؤرة الرئيسية لعدسة العين تكون فى مكان خلف الشبكية .

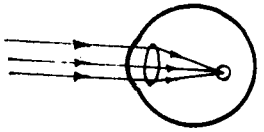
ويحتاج هؤلاء لعدسات طبية مُجمعة (محدبة) لنقل موضع البؤرة الرئيسية إلى شبكية العين .

ويتضح مما سبق أن النظارات تقوم فى كلتا الحالتين بنقل موضع البؤرة الرئيسية إلى شبكية العين بدون تغيير فى القوة البصرية للمجموعة بأكملها .

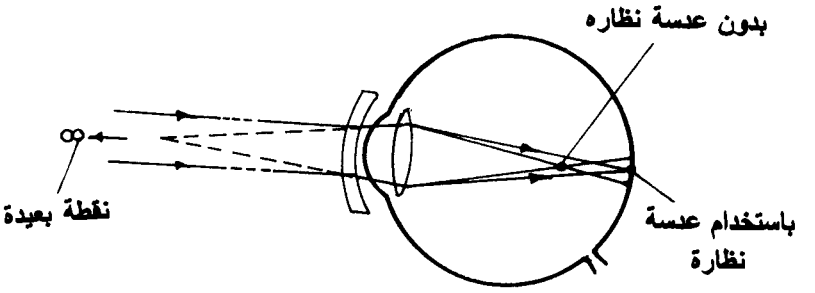
انظر الرسم شكل (١٤ ـ ٣) وهو يوضح الرؤية للشخص السليم الإبصار ولقصير النظر ولطويل النظر .


كتاب
الشبكيه
نقطة بعيدة
∞
العدسة رقيقه
٢٥ سم
العدسة سميكة
تقع صورة الجسم على الشبكيه
للشخص ذو الإبصار المعتاد
للشخص السليم رؤية معتادة لجسم بعيد
للشخص السليم بصريا رؤية معتادة لجسم قريب

(أ)



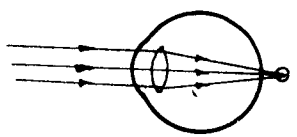
تقع صورة الجسم قبل الشبكيه للأشخاص
قصيرى النظر



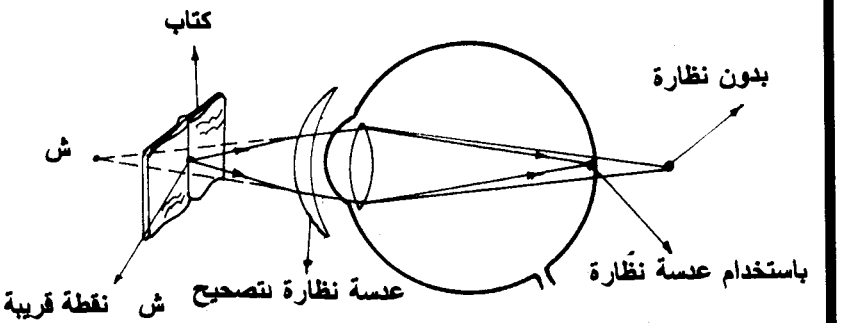
عدسة نظارة لتصحيح النظر مقعرة

تصحيح نظر قصيرى النظر

(ب)



تقع صورة الجسم بعد الشبكيه
للأشخاص بعيدى النظر



تصحيح نظر بعيدى النظر

(جـ)

شـكل [(١٤ ـ ٣) أ ، ب ، جـ]
عيوب الابصار وعلاجها

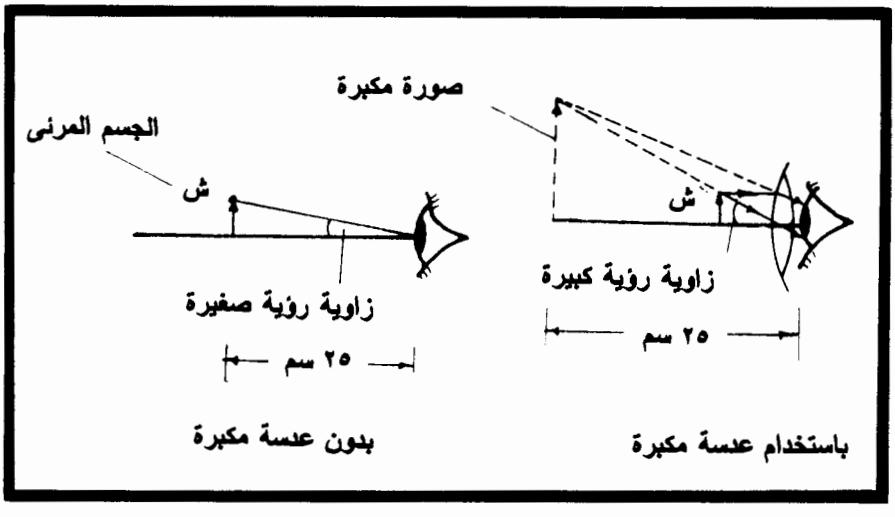
[١٤ ـ ٢] المكبرة (العدسة المكبرة) : Simple microscope or magnifying glass :

تؤدى محاولة النظر إلى شيء صغير جداً إلى إجهاد وتعب العين ولهذا تستخدم العدسة المكبرة حيث يتم النظر إلى صورة الشيء بدلاً من ملاحظته هو وذلك من خلال زاوية أكبر مما يؤدى إلى ظهور الجسم بقطر ظاهرى أكبر أو أبعاد أكبر ويمكن رؤية تفاصيل الجسم التى لم يكن بالاستطاعة رؤيتها بالعين المجردة .

والعدسة المكبرة هى عدسة محدبة مجمعة ذات بعد بؤرى صغير يتراوح من (٢ ـ ٥ سم) ، والعدسة المكبرة تعتبر أحد أبسط الأجهزة البصرية ، وقد اكتشفت منذ أكثر من ٣٠٠ عام .

والشيء المرئى يتم وضعه على بعد من العدسة أقل من بعدها البؤرى وبذلك فإن العدسة المكبرة تقوم بتكوين صورة وهمية مُكبرة ومعتدلة للجسم المرئى ، انظر الرسم شكل (١٤ ـ ٤) .

وتزداد قدرة هذه العدسات على التكبير كلما قل البعد البؤرى لها .



شكل [١٤ ـ ٤]
العدسة المكبرة

[١٤ ـ ٣] المجهر ـ الميكروسكوب المركب Compound microscope :

عند الرغبة فى رؤية أو فحص شيء دقيق مثل المقاطع الدقيقة للأنسجة الحيوانية أو النباتية أو الجسيمات الدقيقة وتركيب الدم والجراثيم ، إلخ .. فإن العدسة المكبرة لا تفى بهذا الغرض ، لذلك يُستعمل الميكروسكوب البسيط فى مشاهدة صور مكبرة لهذه الأشياء .

ويتكون الميكروسكوب المركب من نظامين بصريين مستقلين ومجتمعين ومحصورين فى إطارين منفردين ومركبين داخل أنبوبة معدنية وعلى محور واحد . وهذه الأنبوبة هى أنبوبة الميكروسكوب .

ويعرف النظام الأول بالنظام الشيىء والنظام الثانى بالنظام العينى . وتعرف العدسة التى توضع أمام الشيء بالعدسة الشيئية بينما العدسة التى ينظر خلالها بالعين فتعرف بالعدسة العينية .

وكل من العدستين مُجمعة وذات قوة بصرية عالية .

وتعرف المسافة بين بؤرتى العدستين ، الشيئية والعينية بطول أنبوبة الميكروسكوب .

وتكبير الميكروسكوب هو حاصل ضرب تكبيرى العدستين الشيئية والعينية ويرى الإنسان فى هذا الجهاز ، صورة خيالية ومقلوبة ومكبرة للجسم المرئى .

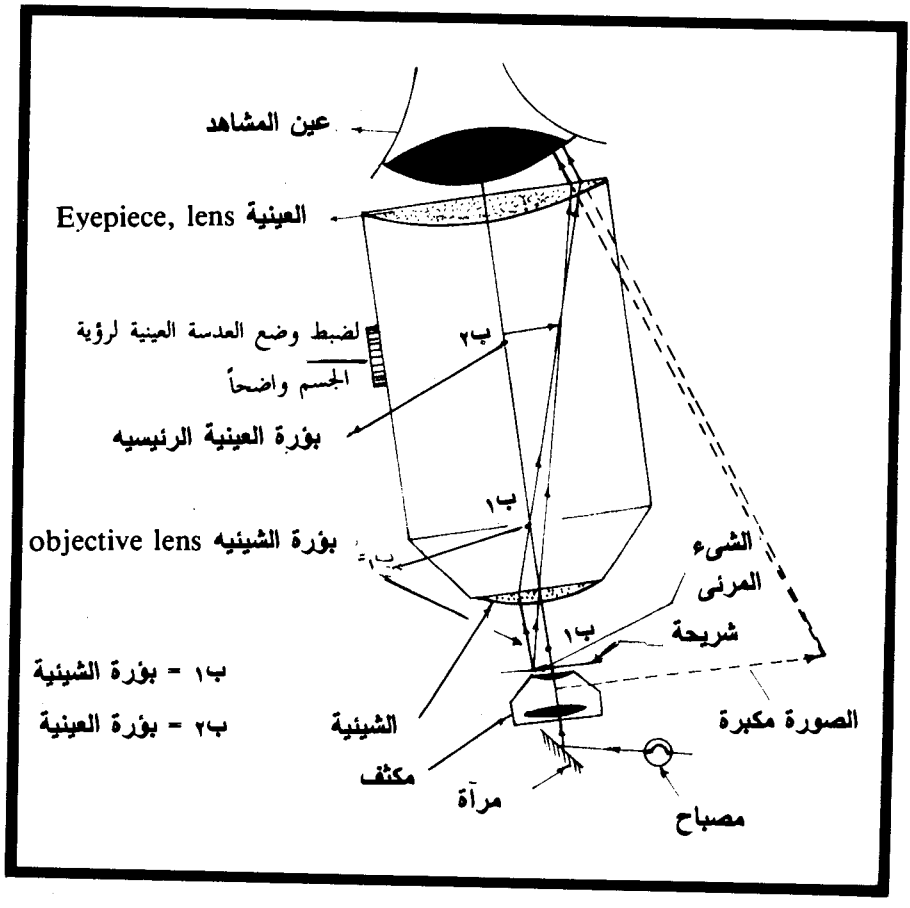
ولا تزيد قوة التكبير فى هذه الميكروسكوبات عن ١٠٠٠ ضعف عادة .

وهى تستخدم فى المعامل الطبية والعلمية .

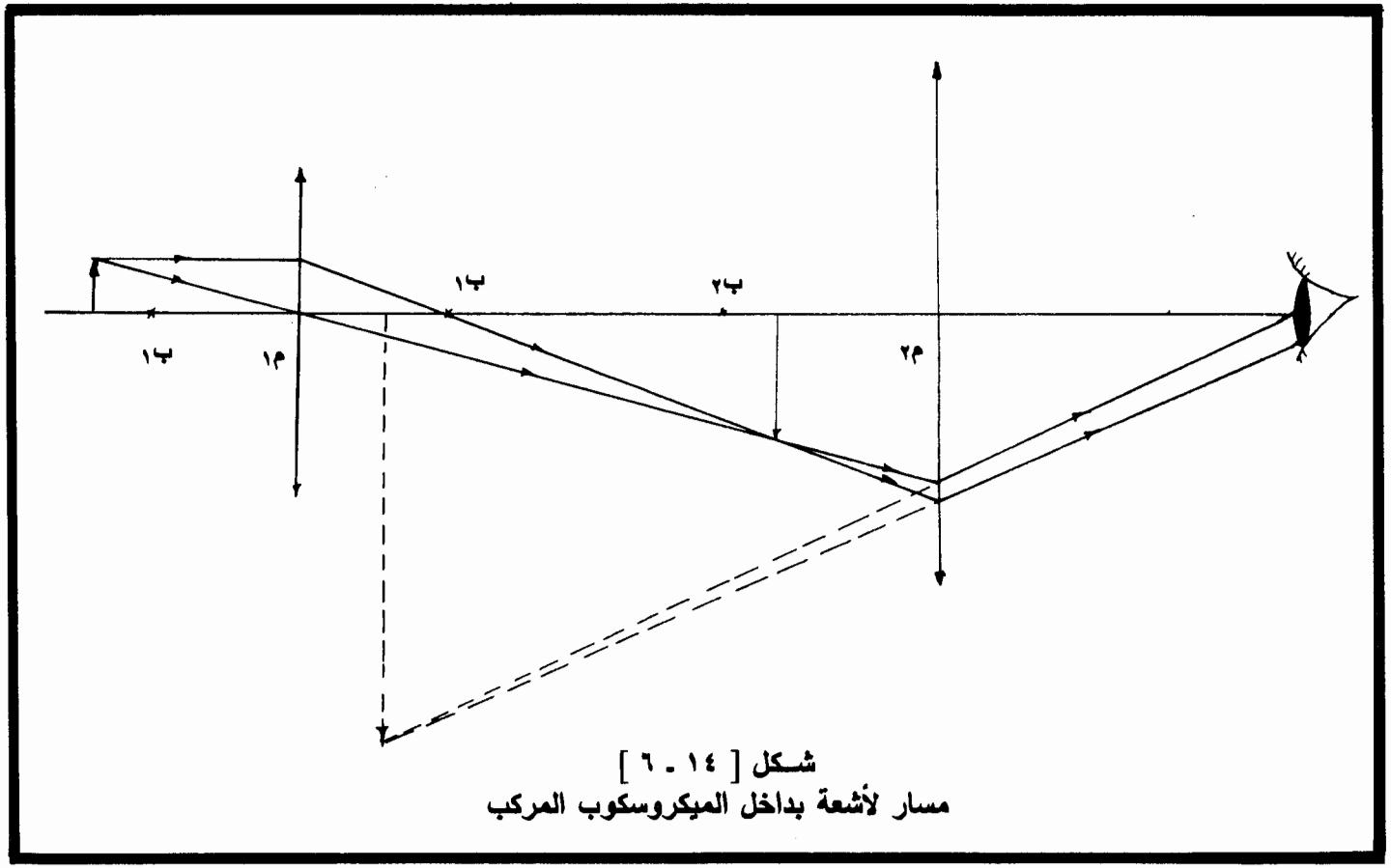
النظام الشيئى : هو نظام مُجمّع جداً جداً ولهذا يكون بعده البؤرى صغير جداً "بضعة ملليمترات"، ويعطى هذا النظام صورة حقيقية مكبرة جداً لشيء حقيقى .

النظام العينى : بعد أن تقوم العدسة الشيئية بتكبير الجسم ، تقوم العدسة العينية بوظيفة العدسة المكبرة ويضع المراقب عينه قرب العدسة العينية حتى يرى الصورة الحقيقية المكبرة بالشيئية حيث تحولها إلى صورة وهمية مكبرة أكثر من ذى قبل .

أنظر الرسم شكل (١٤ ـ ٥) ، (١٤ ـ ٦) .



شـكل [١٤ ـ ٥]
الميكروسكوب المركب



شـكل [١٤ ـ ٦]
مسار لأشعة بداخل الميكروسكوب المركب

ويتم إضاءة الشريحة بواسطة مصباح صغير أسفل المرآة . ويتم ضبط العدسة الشيئية بحيث يكون الجسم المراد رؤيته أقرب للعدسة من بؤرتها الرئيسية $ب_1$ حيث تظهر صورة حقيقية ومقلوبة ومكبرة عند $ب_2$

والآن تقوم العدسة العينية بعمل العدسة المكبرة حيث يتم تحريكها إلى أن تكون الصورة الناشئة عن الشيئية أقرب لها من بؤرتها الرئيسية $ب_2$ حيث يظهر صورة مكبرة نهائية .

وبعد ذلك يتم تحريك العينية إلى أن تصبح الصورة على بعد ٢٥ سم وهو البعد المناسب لأفضل رؤية للصورة والتى تكون مقلوبة .

[١٤ ـ ٤] جهاز الإسقاط « البروجكتور » Slide projector :

يستخدم فى إظهار صور مُكبرة للمشاهدين على شاشة بيضاء وتركيبه الأساسى كما يلى :

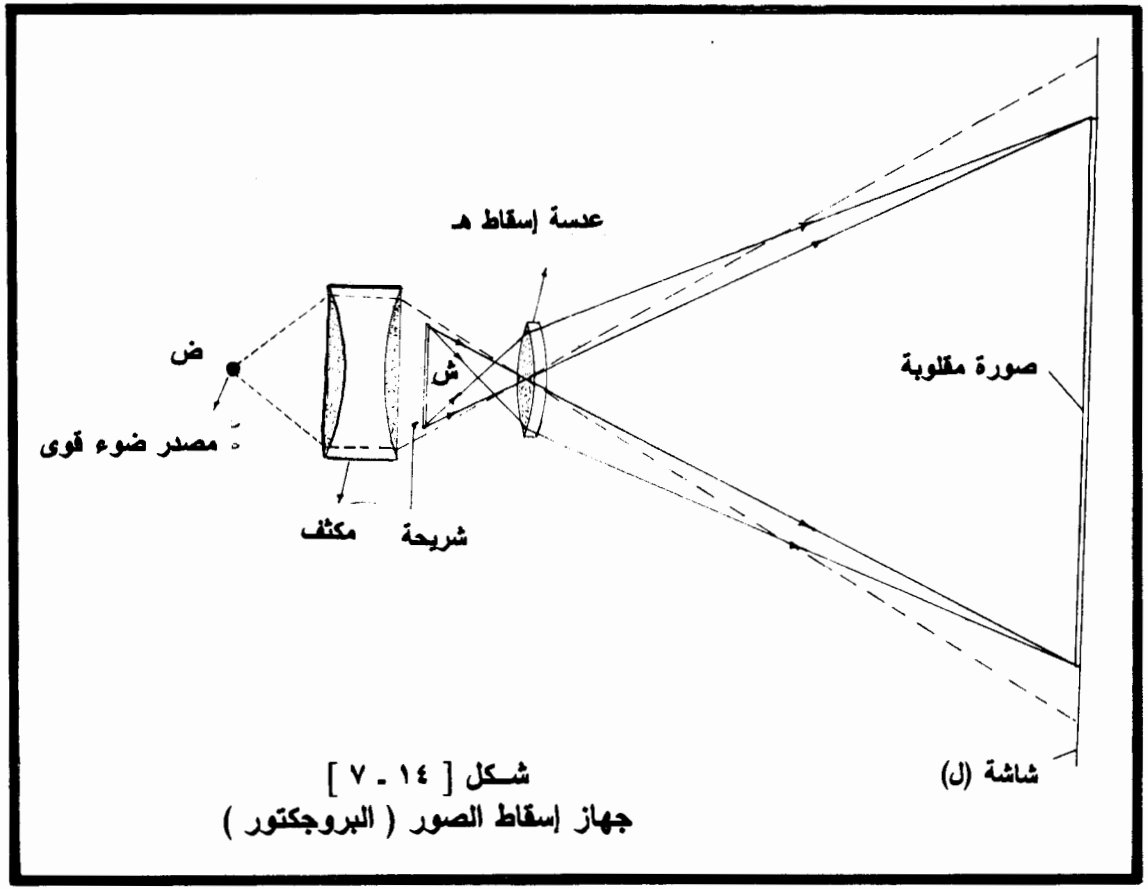
(١) مصدر ضوء قوى جداً ومُركز (ض) .

(٢) مكثف من عدستين محدبتين ، تقوم بجمع الضوء والأشعة الساقطة عليها فى اتجاه الشريحة (ر) والتى تكون مضاءة جيداً .

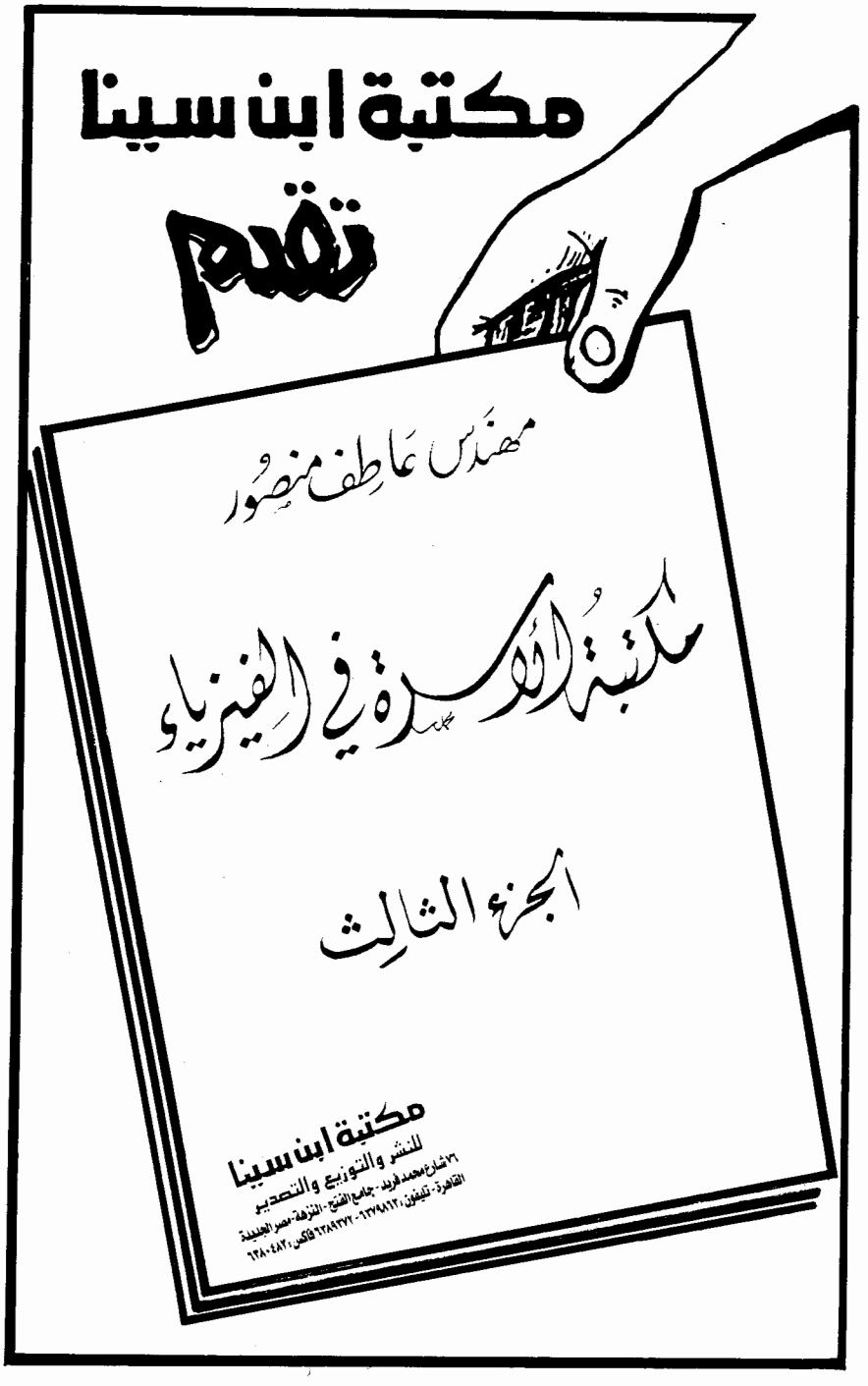
(٣) عدسة إسقاط (هـ) بالقرب من الشريحة . والتى تقوم بتوليد صورة مكبرة ومقلوبة للشيء أو للجسم (ش) على الشاشة (ل) وبدون المكثف وعدستيه فإن الشريحة تكون إضاءتها ضعيفة ولذلك توضع عدستى المكثف بحيث تجمع الضوء وتُسقطه على الشريحة أو الجسم (ش) .

ويكون وضع الجسم بالنسبة للعدسة (هـ) بحيث يكون أقرب لها من بعدها البؤرى وبذلك تظهر صورة مكبرة على الشاشة (ل) وتكون الصورة مقلوبة .

وتتكون صورة لمصدر الضوء (ض) على عدسة الإسقاط نفسها وبذلك فإنه لا تتكون صورة لمصدر الضوء على الشاشة مما يتلف الصورة . انظر شكل (١٤ ـ ٧) .



شـكل [١٤ ـ ٧]
جهاز إسقاط الصور (البروجكتور)


مكتبة ابن سينا
تقدم
مهندس عاطف منصور
مكتبة المسرة في الفيزياء
الجزء الثالث
مكتبة ابن سينا
للنشر والتوزيع والتصدير
٣١ شارع محمد فريد - جامع الفتح - المنزهة - مصر الجديدة
القاهرة - تليفون ٦٢٧٨٦٢٠ - ٦٢٨٦٣٧٢ فاكس ٦٢٨٠٤٨٢

المراجع العربية والأجنبية

☐ Principles of physics, M Nelkon, London.

☐ Physics, made simple Ira M. Freeman, London.

☐ الفيزياء جزء ١ و جزء ٢ ـ ل. جدانوف ، غ جدانوف دارمير ـ موسكو .

☐ Physics 1 foundation skills ☐ جزء ١

☐ Physics 2 foundation skills ☐ جزء ٢

☐ Physics 3 foundation skills ☐ جزء ٣

[By Barry stone , London, New York, Edin burgh].

☐ Ordinary Level Physics A.F. ABBOTT London.

☐ أساسيات الفيزياء ـ تأليف ف. بوش ـ ترجمة : دكتور سعيد الجزيرى ، دكتور محمد أمين سليمان ـ مراجعة : دكتور محمد عبد المقصود النادى .

☐ Fundamentals of Physics By : Halliday , Resnick.

☐ Starting science By : ALAN FRASHER, LAN GILCHRIST OXFORD.

,Hand book of elementary physics.

ن. أ. كوشكين ، م. ج شيركيفيتش .

دار مير للطباعة والنشر .