

البصريات ونظرية الإبصار بين جالينوس وأبي بكر الرازي

Optics and Theory of Vision Between Galen and Abū Bakr Al-Rāzī

Said SABBAGH* 

الملخص

كان أبو بكر الرازي محمد بن زكريا (250-313/865-925) أحد العقول الموسوعية الجميلة في تاريخ العلوم في الإسلام. ساهمت الخبرات التي جمعها من مختلف المجالات في نجاحه في بقية الفروع العلمية التي درسها. قادته الخيمياء إلى الكيمياء الحديثة وإلى بناء مختبر تجريبي حيث تعلم استخراج الأدوية الطبية. قام بنقل نفسه إلى صيدلاني معالج في المستشفى، حيث تحول فيما بعد إلى طبيب ناجح للقراء والأمراء. في كتابه "الشكوك حول جالينوس على كلام فاضل الأطباء جالينوس في الكتب التي نسبت إليه"، يسأل الرازي الأسئلة الصحيحة، وهذا ما ميزه كعالم من الدرجة العالية. في هذه المقالة التحليلية، تم استخراج المعلومات الفيزيائية عن تجاربه وملاحظاته وتعليقاته حول البصريات، وكيفية رؤية النجوم، وكيف يصل الضوء والصورة واللون إلى أعيننا، وما هي أبعاد النجوم والكواكب عنا والسبب المنطقي لعدم الدقة في قياسات تلك الأبعاد. يخبرنا الرازي، بطريقة جميلة لتدريس الفيزياء والبصريات، عن طريق إعطاء مثال لدعم أو رفض، كل فكرة تبحث عن التوازن الطبيعي في عقله الموسوعي. تدل المقاطع المتعلقة بالبصريات وطب العيون وهي تتحدث تركيب العين وكيفية الرؤية وبصريات العين في كتب جالينوس، على الإدراك العميق والجيد عند الرازي لألية الرؤية في العين عند الإنسان والحيوان. كما قام الرازي بتصحيح آراء جالينوس عن الحول، أيضا شرح آليات الرؤية في الظلام وبعد النوم. كما ذكر الرازي تجاربه في البصريات والرصد الفلكي ومنها من الممكن إعادة تطبيقها، وتحدث عن تجاربه عن الرؤية لشينين معاً متمثلين أو غير متمثلين على خط مستقيم، أو قريبين من بعضهما في نفس المستوى أو في مستوى مختلف، وذكر خواص ومقارنات صحيحة عن المرايا المقعرة والمحدبة واستعمالها في العصر العباسي الذي عاش الرازي فيه. قمنا بإجراء التجارب حسب وصفه ووجدنا صحة ودقة ملاحظاته التي أبداه.

الكلمات الدالة: البصريات، العين، طب العيون، تاريخ الفيزياء، تاريخ الطب، جالينوس، الرازي، ابن الهيثم، ديكارت.

ABSTRACT

Al-Razi Abū Bakr Muhammad ibn Zakariyyā (Rhazes) (c. 250/865-313/925) was one of the encyclopedic beautiful minds in the history of science in Islam. The experiences that he collected from different fields contributed to his success in the other scientific branches in which he studied. Alchemy led him to modern chemistry and to build a modern experimental laboratory, where he learnt to extract medical drugs. He turned himself to being a treating pharmacist in the hospital, where he later became an excellent doctor treating the poor and princes alike. In Al-Razi's book "Doubts on Galen (Shukūk 'ala Jālīnūs)" are the words of Galen, the senior of Physicians, from the books attributed to him. In this book, Al-Razi asks the right questions, and this is what distinguishes him as a high-class scientist. In this analytical article, the physical information was extracted from Al-Razi's experiments, observations, and comments about optics, how stars are seen, how light, image, and color reach our eyes, what are the dimensions and distances of the stars and the planets from us and the rationale for inaccuracies in those dimensions. Al-Razi's beautiful method is to teach physics and optics and when he explains an idea he approves it by a proof or disapproves it by a proof, looking for the correct place for every idea and he judges it by his "Natural Balances" in his encyclopedic mind. Al-Razi's articles on optics and ophthalmology talk about the structure of the eye, and how the eye sees the objects, by comparing them with Galen's books, indicates the deep awareness of Al-Razi of the mechanism of vision in the eye in humans and animals. Razi also corrected Galen's views about strabismus and amblyopia, and explained the mechanisms of vision in the dark and after sleep. Al-Razi also explained some of his experiments in optics and astronomical observations, suitable to be applied today, and he talked about his experiments about seeing two objects together, identical or different, together in a straight line or close to each other at the same level or in a different level. He mentioned the properties and correct comparisons of concave and convex mirrors and their use in the Abbasid era in which Razi lived. We repeated his experiments as he described and confirmed the validity and accuracy of his observations.

Keywords: Optics, eye, ophthalmology, history of medicine, galen, razi, rhazes, history of physics, Ibn Al-Haytham, descartes

Submitted/Başvuru: 17.04.2019 Accepted/Kabul: 14.05.2019

* **Corresponding author/Sorumlu yazar:** Said Sabbagh (Lecturer), Fatih Sultan Mehmet University, Prof. Dr. Fuat Sezgin Research Foundation for the History of Science in Islam, Istanbul, Turkey, E-mail: saidsabbagh@outlook.com, ORCID: 0000-0003-1366-8838

Citation/Atıf: Sabbagh, S. (2020). Optics and theory of vision between galen and abū bakr al-rāzī. In F. Başar, M. Kaçar, C. Kaya & A. Z. Furat (Eds.), *The 1st International Prof. Dr. Fuat Sezgin Symposium on History of Science in Islam Proceedings Book* (pp. 449-467).

<https://doi.org/10.26650/PB/AA08.2020.001.032>

جدول - 1 تحويل المصطلحات

Term	المصطلح المعاصر	الحد
Skilles / Industry		الصناعة
Professinal medicine		صناعة الطب
Physics of light geometry Geometrical optics	علم الضوء الهندسي أو البصريات الهندسية	المناظر
Origin / elementary material		جوهر
Existence and corruption	الوجود و التفكك	الكون والفساد
Vision: Light and color	الرؤية: النور و اللون	البصر / الإبصار
Pupil / hole of the uvea /		الناظر / ثقب العنبي / بؤبؤ العين / حدقة
Pine-Like 3D Vision Cone	مخروط الرؤية	صنوبر
Real Image is similar to the original body or thing. Inanimate images.	مجسم مشابه للجسم الأصلي	صنم / اصنام تمثال / تماثيل
Image	خيال – صورة	شبح / أشباح
Ray looks like an arrow	شعاع يشبه السهم	شعاع / أشعة
The Looker	من يرى	المُبَصِّرُ / الباصر
The Seen	الشيء المرئي	المُبَصَّر
The idea of the need for light to a transparent illuminator medium for its transition. This isea was canceled by Einstein.	فكرة حاجة الضوء إلى وسط شفاف مضيء للانتقال، والتي ألغها أينشتاين.	توسط المضيء
Optical Nerve: Hollow Optical Nerve.	العصب البصري، العصب النوري	العصبية المجوفة
Uvea	كرة العين الكاملة	العنبي / العنبيّة
Cornea		قرني / قرنية
The vitreous body, (Icay body in Arabic)	الجسم الزجاجي	جليدي / جليدية
Aqueous humor, Humeur aqueuse	الخلط المائي وتملأ المسافة الواقعة بين البلورة والقرنية	بيضية
Retina	نشأت من الكوب البصري في الشبكة العصبية للجنين.	شبكة / شبكية
Cristaline Lens	الجسم البلوري / البلورة	العدسة
Iris		قرحبة
Conjunctiva		الملتحمة
Sclera, the white of the eye	منها بياض العين	الصلبة
Choroid	وراء الشبكية	المشيمية
Ciliary body and Zonule of Zinn is a ring of fibrous strands forming a zonule (little band) that connects the ciliary body with the crystalline lens of the eye.	الجسم الهدبي أعلى العدسة	العنكبوتية

مقدمة

أبو بكر الرازي (925-865 / 313-250) *Al-Rāzī, Abū Bakr*¹

كان الرازي محمد بن زكريا أحد العقول الموسوعية الجميلة في تاريخ العلوم في الإسلام. ساهمت الخبرات التي جمعها من مختلف المجالات في نجاحه في بقية الفروع العلمية التي درسها. قادته الخيمياء إلى الكيمياء الحديثة وإلى بناء مختبر تجريبي حيث تعلم استخراج الأدوية الطبية. قام بنقل نفسه إلى صيدلاني معالج في المستشفى ، حيث تحول فيما بعد إلى طبيب ناجح للفقراء والأمرأ.

الرازي هو أيضا فيزيائي لأن الكيمياء/الخيمياء هي «بذرة ذهبية» للفيزياء ومن الضروري معرفة طبيعة الأشياء والنباتات والحيوانات والبشر لفهم العلاقات السببية بينهما. أدى رصده ضوء النجوم البعيدة إلى إبحاره في بعض التجارب البصرية وراء كل جزء من المعلومات.

في كتابه «الشكوك حول جالينوس على كلام فاضل الأطباء جالينوس في الكتب التي نسبت إليه» يسأل الرازي الأسئلة الصحيحة ، وهذا ما ميزه كعالم من الدرجة العالية.

في هذه المقالة التحليلية ، استخرجنا المعلومات الفيزيائية عن تجاربه وملاحظاته وتعليقاته حول البصريات ، وكيفية رؤية النجوم ، وكيف يصل الضوء و الصورة و اللون إلى أعيننا ، وما هي أبعادها عنا والسبب المنطقي لعدم الدقة في قياسات تلك الأبعاد. يخبرنا الرازي، بطريقة جميلة لتدريس الفيزياء والبصريات، عن طريق إعطاء مثال لدعم أو رفض، كل فكرة تبحث عن التوازن الطبيعي في عقله الموسوعي.

جالينوس (129-216 CE)² (Wasson, 2019) ، آخر الأطباء اليونان الموسوعيين في العصر الروماني، له عشرات الكتب الطبية والمقالات التي حفظت عن طريق الأطباء الإسكندرانيين والسريريان والعرب والمسلمين.

عن كتاب الشكوك

للكتاب طبعتان:

➤ الشكوك على جالينوس للطبيب الفيلسوف محمد بن زكريا الرازي بتحقيق مهدي محقق. (هي المستعملة في هذه الدراسة) (Mohaqqiq, 1999) باللغة العربية.

➤ كتاب الشكوك للرازي (320هـ)، على كلام جالينوس في الكتب التي نسبت إليه، تحقيق وتقديم مصطفى لبيب عبد الغني (لم يتسنى الاطلاع عليها). (Abdel-Ghani, 2005)

بسبب صعوبة الإحاطة بمصطلحات الطب و الطبيعة (الفيزياء) والفلسفة والكيمياء وتاريخ العلوم فقد تأخر نشر الكتاب حتى نشره مهدي محقق في 1993، و نشر عدد قليل من المقالات ربما أهمها مقالة بثينة جلخي «شكوك الرازي على جالينوس فيما يتعلق بالإبصار» (Jalkhy, 2006). كما توجد دراسة لطالب لها طلال المهاني لم يتسنى الاطلاع عليها.

مقالة هامة ثانية استخدمناها عن طب العيون عند العرب من المهم دراستها لسلمان قطاية (Qattayah, 1980) .

منهج الدراسة

قمنا باستخراج كل المقاطع المتعلقة بالبصريات وطب العيون من كتاب الشكوك. وهي نتحدث تركيب العين و كيفية الرؤية و بصريات العين في كتب جالينوس، وأصلح النص وشرحت الأفكار في صور و رسوم توضيحية معاصرة مع الإشارة إلى ديكارت، و وضعت التعليقات في الحاشية، وأعدت لتكون مفهومة من أطباء العيون والفيزيائيين المعاصرين.

✓ وضعنا أقوال الرازي بين معترضتين من الشكل « ».

✓ وضعنا أقوال جالينوس بين معترضتين من الشكل « ».

✓ وضعنا أقوال أرسطوطاليس بين معترضتين من الشكل (().

1 Rāzī, Ebū Bekir(865-925 / 250-313) (TDV, 1971)

2 Galen (129-216 CE) (Wasson, 2019)

أهمية الكتاب

الكتاب ثروة علمية من الملاحظات السريرية الطبية وأيضاً في تاريخ البصريات والفيزياء وفلسفة العلوم رغم احتوائه على علوم مختلفة، من المفيد لكليات تاريخ الطب تشجيع إعداد دراسات وترجمات عصرية لهذا الكتاب، ويكفي أن الكتاب يدقق في معلومات أشهر طبيبين تطبيقيين بعد الميلاد، حتى القرن التاسع عشر مع استمرار الأهمية في البحث عن أدوية جديدة وعلاجات للأمراض المستعصية كالسرطان وأمراض القلب وطب العيون.

جرت بعض الترجمات لمقاطع من الكتاب لكنها ترجمت عنوان الكتاب على أنه ضد جالينوس وهو ليس كذلك. ولن نشير إليها لاعتمادنا على النص الأصلي كما نشره د مهدي محقق.

دراستنا هذه اهتمت بالبصريات وطب العيون، ووضحت كثير من الأفكار الهامة، وأعدت لتكون مفهومة من أطباء العيون والفيزيائيين المعاصرين.

لمحات من فلسفة الرازي

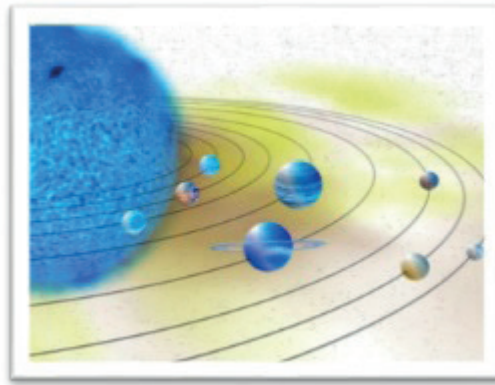
يقول الرازي [عن جالينوس]: «لو كان حياً حاضراً لم يلمني على تأليف هذا الكتاب» (Mohaqiq, 1999, p. 1). ويقول عن وحدة تاريخ العلوم والتقنية البشرية: (Mohaqiq, 1999, p. 3)

«و منها أن الصناعات لا تزال تزداد وتقرب من الكمال على الأيام، وتجعل ما استخرجه الرجل القديم في الزمان الطويل الذي جاء من بعده في الزمان القصير حتى يحكمه ويصير سبباً يسهل له استخراج غيره به، فيكون مثل القدماء في هذا الموضع مثل المكتسبين، ومثل من مجيء من بعد مثل المورثين المسهل لهم ما ورثوا اكتساباً أكثر وأكثر». «فإن قيل لي: هذا يدعو إلى أن يكون المتأخرون من أهل الصناعات أفضل فيها من القدماء، قلت: إنني لا أرى أن أطلق ذلك إلا بعد أن اشتراط في وصف هذا المتأخر في الزمان بأن أقول إذا كان مكملًا لما جاء به القديم.»

إدراك الرازي لمعلومات المناظر الفلكية والبصريات

عن كتاب البرهان لجالينوس

يقول الرازي: «وليس يمكننا أن نلاحق مقادير أعظام الكواكب وأبعادها إلا بضروب من الحيل المساحية والمناظر والنسب التي لا تبلغ التحقيق أبداً بل تقف على التقريب، فلو زاد في جوهر الشمس أو نقص منها مثل أعظم الجبال لما لحق رصدنا منه إلا مثل ما يلحق منه قبل الزيادة به أو النقصان منه.» (Mohaqiq, 1999, p. 5)



[شكل-1 رسم توضيحي يبين صحة قول الرازي عن كبر حجم الشمس بالمقارنة مع أعظم الجبال على الأرض]

«وقد قال [جالينوس] في الثالثة عشر (Mohaqiq, 1999, p. Art.13): «إن الجوهر هو الجسم الأول الموضوع لكل كون وفساد الذي هو بذاته غير مكيف» (Mohaqiq, 1999, pp. 7-8) ثم قال أيضاً في هذه المقالة (Mohaqiq, 1999, p. 9): «إنه من البين عند جميع الناس أنه ليس يكون البصر بأن تماثيلاً تجري إليه من كل واحد من الأشياء المبصرة». فأقول: إنني لأعجب من قوله: «إنه ليس من البين عند جميع الناس» كأنما جاء به من العلوم الأوائل، البيئة عند جميع الناس، لا من الأشياء العسرة الشاقة الاستنباط، [الأمر] الذي قد اختلف فيه الفلاسفة. وما أدري كيف استجاد لنفسه الإقدام على هذا، وهو يعلم

أن ناساً كثيراً يخالفونه في ذلك، ولست أشكك أنه كان يعلم مخالفة أرسطاطاليس³ أيضاً له فإن أرسطاطاليس يقول: ((قد كان ينبغي لطيمائوس⁴ وانبذقلس⁵ أن يفصحا لم صارت العين وحدها تقبل أصنام الأشياء)) ثم يقول: ((انما صارت كذلك لأنها جسم مستشف كالهواء والمرأة والبلور))⁶ فهذا مخالفة منه لأرسطاطاليس نصاً، وكيف يمكن أن يقال إن هذا المعنى من البين عند جميع الناس وأرسطاطاليس أحد من مخالفه⁷.

«ثم قال جالينوس: «و قول من زعم أنه يخرج من العين شعاع حتى يأتي الميصر محال لأنه لا يمكن للشعاع أن يمتد إلى الكواكب بل أفضل من هذا أن يقال إن صورة الكواكب والمبصرات متصلة بالبصر بتوسط المضيء». قال جالينوس: «فإن هذا الرأي همز وهذيان إذ كان يجب أن تماثل الجبال العظام تقع في الناظر». قال: «وأعجب من ذلك أن يكون يجري في وقت واحد تماثل كثيرة بحسب عدد العين التي تبصر إليها» فأقول: إن طول الاعتقاد للشيء يدعو إلى الألف له والأنس به والاستنكار لما خالفه ولولا ذلك لم يكن ليذهب مثل هذا الشيء القريب على جالينوس، ولكن من أجل أنه منذ صباه كان منغمساً في آراء أصحاب التعاليم، وكان والده منهم، ندبه الهوى إلى هذه الناحية، فاستنكر ما ليس بمستنكر، بل محسوس مشاهد، وهو تأدي⁸ أشباح الأشياء المبصرة.»

«ونحن إذا أقمنا بحذاء المبصرَ مرآة رأينا شبحه فيها، حتى أنه لو كان المُبصرَ وراءنا والمرآة أمامنا لأبصرناه بجميع أحواله، حتى نخبر عنه كإخبارنا عنه لو كان محاذياً للبصر نفسه، ولو أقمنا حواليه وفوقه وتحتته مرآيا كثيرة لرأينا شبحه في كل واحد. فكيف يكون الظاهر للحسّ مستنكراً والقائل به هاذياً وهامزاً،»



[شكل -2 صورة باراك أوباما وحواليه مرآيا كثيرة ويرى صورته في كل مرآة مما يبين صحة قول الرازي عن تعدد الصور (الأشباح) لشيء واحد في مرآيا متعددة]⁹

«ولا يكون الأبدية¹⁰ التي تجب¹¹ (أن) قول جالينوس، وهو أنه يخرج عن ثقب حدقة عين عصفور من الضوء ما يحيل ما بينه وبين فلك الكواكب الثابتة من الهواء إلى جوهره حتى يدركها، ونحن نعلم أن ذلك العصفور أو الإنسان أو الفيل مثلاً لو كان نوراً كله ما امتد ولا أحال الهواء عَشْرَ فراسخ¹² فضلاً عن أن يحيل ما بينه وبين فلك الكواكب الثابتة، وبلا زمان أيضاً، وإن لم يكن هذا منكرأ فما في الدنيا منكر، وإن لم يكن قائل هذا هو الهامز الهادي ما في الأرض هامز ولا هاذي.»

3 Aristotle (384,322 BC). (Snyder, 2017)

4 Plato's Timaeus written c. 360 BC, (Bauer, 2015)

5 Empedocles (/em'pedəkli:z/; Greek: Ἐμπεδοκλῆς [empedoklê:s], Empedoklēs; c. 494 – c. 434 BC). Wikipedia; (Wright, 1981); Empedocles; c. 490 – c. 430 BC, (Dbpedia, n.d.)

6 هنا إشارة إلى شكوك أرسطوطاليس حول نظرية الرؤية لأفلاطون (أفلاطون) و انبذقلس بالقول أن العين جهاز مهيب للرؤية وتجسيد صور الأشياء على هيئة جسم مرئي حقيقي.

7 نجد هنا الاحترام العميق من الرازي لأرسطوطاليس (أرسطاطاليس) وهذا يفند كثير من الدراسات التي تدعي عكس ذلك.

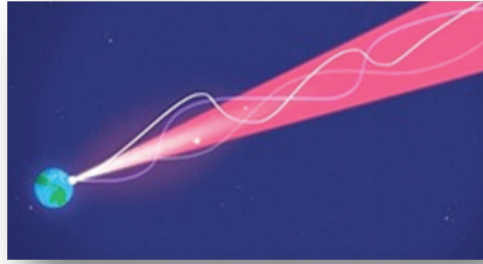
8 تأدي: أداء، وصول.

9 Freaking News, <http://www.freakingnews.com/Barack-Obama-in-Many-Mirrors-Pictures-85364.asp>.

10 النافية ابداً أو المستحيلة.

11 تقطع أو تنفي.

12 الفرسخ ثلاثة أميال (لسان العرب) أي حوالي 5.8 كم.



[شكل-3 صورة توضيحية تبين صحة قول الرازي عن استحالة وصول شعاع من العين إلى النجوم البعيدة فوراً بدون زمن بلمحة طرف العين و عودتها إلى العين لكي تحدث عملية الرؤية كما ظن جالينوس ذلك]¹³

«قال جالينوس : «لو كان اللون وحده يأتي البَصَر بتوسط الهواء المحيط لم تحتج العين أن تتحرك، ولا كنا نعلم مقدار عِظَم الشيء وُبُعده وشكله»¹⁴. وأقول : إن العين إنما تحتاج إلى الحركة لتقابل المحسوس كما أننا نحرك المرآة حتى يقابل بها ما نريد تشبّحه فيها، ولذلك جعل لها العضل الذي يحركها لتقابل المُبَصَّر، ومتى لم يكفها ذلك فرعت إلى حركة جملة الرأس، وأما البُعد والعِظَم والشكل فيتشَبَّح كله في العين على ما يدرك ذلك كله في الزجاج المنصوبة في الحائط التي تسمى «مرآة الدار» فإننا ندرك فيها مجالس الدار وأوانيه وأناسه وأحوالهم في البُعد والشكل والعِظَم إلا بقدر ما يلزم الشبّح من الصغر والانخراط».



[شكل-4 صور توضيحية عن المرايا المحدبة التي توضع لمراقبة الهدف البعيد والواسع المنظر كما وصفها الرازي في العصر العباسي]



[شكل-5 صور توضيحية عن المرايا المحدبة المسماة «مرآة الدار» التي توضع لمراقبة المنزل كما وصفها الرازي في العصر العباسي وهي مستعملة بكثرة الآن في الفنادق والمواصلات العامة والسيارات]¹⁵

13 Laser : <https://www.insidescience.org/news/how-far-can-laser-light-travel>

14 يقول جالينوس هنا إنه يجب على العين إجراء مسح للجسم المرئي لقياس أبعاده. يتم استخدام هذه الفكرة في أجهزة التلفزيون الملونة القديمة لتشكيل الصورة على الشاشة. لكنها ليست صحيحة في نظرية الرؤية.

15 Mirror Behind View <http://artofmolly.com/editor/?>

«وقد يلزم جالينوس على قوله «أن لا يبصر الأشياء البعيدة أصغر» لأنه قد قال هنيهنا إنه لم يكن أن نعرف عظم الأشياء المُبصرة من غير أن يكون يغشاها [البصر] حتى يحتوي عليها، وعلى هذا المثال سواء بُعِدَ الشيء أم قُرب، بعد أن يكون مُبصراً، فإن القوة الباصرة إنما تعرف عظمه وصِغره بالاحتواء عليه والعشى له، والشيء بقدر واحد في نفسه بُعد أم قُرب، ولا أيضاً كان ينبغي أن يعرف مقدار البعد بينه [البَصَر] وبينه [المُبَصَّر] إذ كان لحوقه له ليس يكون بزمان، وسواء عليه قرب منه أم بعد إذ كان ليس يحتاج أن يقطع المسافة في زمان»¹⁶

«ثم أتى جالينوس بأشياء يروم أن ينتج منها أنه يخرج من العين ويبرز عنها جوهر منير، منها قوله: «إن ما كان من الحيوان كثير ضياء العين فإنه إذا نظر نحو أنفه دارت عليه دائرة من الضياء»، ونحن نقول: إن ذلك ليس يكون لأنه يخرج من العين نور، بل لأن النور الخارج إذا وقع على العين انعكس فطلع على الأنف، كما ينعكس النور عن المرأة والماء، فيقع على الجدار أو شيء آخر بما يقابل مطرح شعاعه»¹⁷.



[شكل 6- صور توضيحية عن انعكاس النور في عيون الحيوانات في الظلام كما وصفها الرازي فصّح رأي جالينوس الذي اعتقد أنها ضوء من الدماغ يظهر في الليل كدليل على نظرية إشعاع الضوء من العين].

«ومنها ما قال: «إنه يعرض له ولكثير من الناس بعقب النوم الطويل إذا فتحوا أعينهم أن يبصروا بالقرب منهم هيئة ثم يفقدون ذلك» وأنا أقول: إن ذلك يكون لعنتين: أحدهما أن العين يجيئها في وقت النوم ندوة¹⁸ مشابهة¹⁹ لها في الصفاء والرقّة، غزيرة كثيرة، ولذلك يربو على النوم، ويغور على السهر. ولذلك يكون أذكى حساً وأسرع لتأثرها من الأشباح».

«ولأن عهداً أيضاً والتأثر من الأشباح عهد طويل محاذ أثر الأشباح كلّها عنها حتى أزاحها منها البتّة، ولو بطلن الطول الذي يعقدها عاد التأثير، صار ذلك أيضاً سبباً للإحساس بما لم يكن يحسّه قبل حيث كانت رطوباتها ناقصة، وألم الآثار فيها باقية ومن أجل ذلك أحسست في هذا الوقت بهذا الشبح، وإن لم يكن له قوة الشبح المنير بحالها كما يحسّ المشتم بأضعف الأرايح إذا كان بعيد العهد لمشموم آخر، وكذلك الحال في السمع وسائر الحواس الأخر».

«و منها قوله: «إن البصر إذا كَلَّ²⁰ كان دواءه تغميض العين». وأنا أقول: إن ذلك إنما يكون ليستريح من ألم آثار المحسوسات على ما ذكرناه قبل، ودليل ذلك أن هذا الكلال يُصيبها من الألوان النيرة أسرع كما أنه يصيبها من الشمس من ساعته، إذ محل هذه الألوان من البصر محلّ الصّوت الحادّ من السمع»²¹.

«و منها قوله: «إننا إذا أغمضنا إحدى العينين اتسع ثقب الناظر من الآخر فيعلم يقيناً أنه يملأه جوهر جسمي» وكأن هذا الجوهر الجسمي لا يجري إليه إلا في حال تغميض الأخرى ولم يكن يتسعين جميعاً في حالة ويضيقان في أخرى وقد تجد النواظر كلها تتسع في الظلمة وتضيق في الضوء».

16 من الجميل الإشارة هل يحتاج الضوء إلى زمن للرؤية من بعيد ونفس هذا الحوار بين نيوتن الذي قال أن الجاذبية فورية في المسافات الصغيرة التي عرفها في عصره بينما أينشتاين افترض أن لها سرعة ما لا تتجاوز سرعة الضوء في الخلاء. في كتاب الشكوك فقرات تتحدث عن الخلاء والمكان والزمان تحتاج إلى دراسات منفصلة.

17 هذه احد صيغ قانون الانعكاس: بناظر الشعاع المنعكس على مرآة الشعاع الوارد. غالباً مصدرها بالنسبة للرازي هو «رسالة في مطرح الشعاع» للكندي (TDV, KINDI, Ya'kūb b. Ishak, 2019).

18 تروية (دموية).

19 م: مشبهة.

20 كَلَّ من الكلال: تعب.

21 هنا نذكر أن نظرية الرازي عن الاحساس من كتابه «الطب الروحاني» هي أن شعور الحواس ينجم عن الألم (الفعل أما التخلص من الألم هي السعادة) أو مثل قولنا «لا ألم لا مكسب».



[شكل 7- صور توضيحية عن توسع وتضييق حدقة العين إذا زادت شدة الضوء الساقط عليها كما وصفها الرازي].

«هذا أحد ما ذهب على جالينوس فلم يدركه ولا خَبر بمنفعته، والمنفعة في ذلك أنه لما كان النور شديد التأثير في حاسة البصر حتى أنه يؤذيها ويؤلمها بإفراط، والظلمة مانعة من الإبصار²² احتاج البصر إلى اعتدال منهما يقع معه الإبصار بغير أذى فهُنيت العين هيئة يمكن معها أن يتسع ثقبها في حالة ويضيق في أخرى لكي إذا كان المبصر في موضع نير جداً أضاق فوصل من النور بمقدار ما يبصر به ولا يؤذي، وإذا كان في هواء أقل نوراً اتسع ليصل من النور أيضاً ما يقع به الإبصار، كرجل له بستان يجري إليه الماء في بربخ²³ معلوم لئلا يفسد بكثرته، ولا يقصر بقلته، فجعل على فم هذا البربخ بقدر لوحة وصماماً يُزَن به الماء ليدخل بقدر حاجته، فمتى نقص الماء ساله عن فم البربخ الحاجة، ومتى زاد مده عليه بقدر الحاجة أيضاً».



[شكل 8 - صور توضيحية معاصرة عن طريقة التحكم بكمية الماء المار للري في الأفلاج كما وصفها الرازي]. ولاية العين-الإمارات²⁴.

«و أما اتساع إحدى الناظرين في حال تغميض الأخرى فلأن الحاس الأول²⁵ متى فاتته من المُبصر بعين واحدة ما فات بروم أن يستدرك ذلك بالعين الأخرى فيوسع لذلك ثقب العين المهيئ لذلك ليكشف الشَّبح من الجليدية بمقدار ما انستر عنه من العين الأخرى أو يقارب ذلك بأكثر ما يمكن، كالرجل يُجري إلى بستانه ما يكفيه من الماء من مجريين فحدث على أحدهما حادث فاستدرك سعة المجري الآخر ما فاتته من المجري المنسد، فقد بان أن العلة في اتساع إحدى الناظرين في حال تغميض الأخرى ليس هو أن جوهر جسمياً يجري إلى الآخر إذا كانا قد يتسعان ويضيقان في حال وهما مفتوحان ولكن الاستدراك بالكشف عن الجليدية من المُبصر ما فات في الآخر».

«وبين أنه وأوضح أنه «يجري في هذين الثقبين جوهر جسماني» لم يصح بصحة ذلك أن هذا الجوهر منير بل قد كان يحتاج في تصحيح ذلك إلى كلام آخر».

22 الرؤية (الإحساس بالنور و باللون).

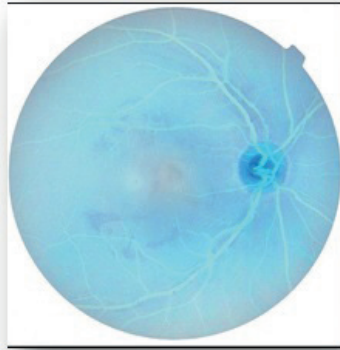
23 أنبوب أو خرطوم ضيق.

24 العين: البلدية تنجز أعمال الصيانة الدورية للوحدات والأفلاج.

<https://24.ae/article/424797/> Accessed: 2020-01-01

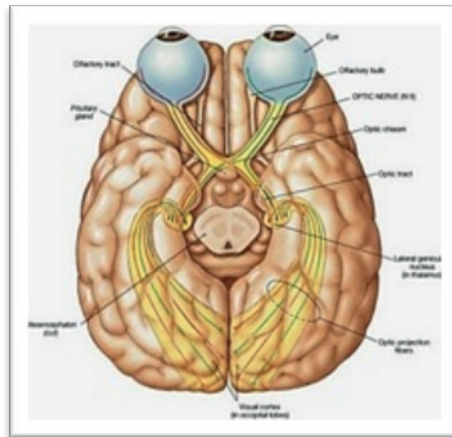
25 الحاس العام هو قوة في النفس تؤدي إليها الحواس ما تحسه فيتقبله. الخوارزمي القاضي (387 هـ/ 997م)، مفاتيح العلوم، (160) (Al-Khwarizmi al-Qadi, 1989, p. 160).

«وأيضاً فإن هذه العصبية²⁶ المجوّفة نفسها تنقسم كلّها في الجليدية²⁷ إلى أقسام أدق من الشّع²⁸، وبعدم تجويفها هناك لا محالة، ولا تبلغ العنبيّ بته، والناظر إنما هو ثقب العنبي وكيف يمكن اتساعه بما يجري في هذه العصبية وهي قد انقسمت وهدمت تجويفها الذي به يكون اتساع الناظرين بزعمه».



[شكل 9- صورة عينية تبين القرص الضوئي في البقعة المضيئة على اليمين.²⁹]

«وأما قوله : « إن هاتين العصبيتين لما كان فيهما منفذ محسوس³⁰ ولما كانتا تنبتان من بطن الدماغ نفسه يجب أن يجري فيها جوهر جسمي» فإن ذلك غير واجب بل إنما أنبتتا هاتين العصبيتين من بطني الدماغ نفسه وجعلتا مجوفتين لأن محسوسهما ألطف المحسوسات إذ هي الشبح فاحتيج لذلك أن يصل إلى الروح النفساني³¹ المحصور في بطون الدماغ بلا حاجز جسماني لأن الجسم إذا لم يكن منيراً يمنع الشبح من الوصول، ولذلك وجب أن يكون بينه وبين الروح النفساني³² منفذ ليس فيه جسم كثيف سابر بل الهواء المهيب لشبح الأشباح فيه».



[شكل 10 - تشريح العصب البصري كما وصفه الرازي]

26 العصب البصري.
27 هنا الرازي يشرح بنية الشبكية وأنها متداخلة في الجليدية، وإن هذا العصب البصري هو من ينقل الإحساس بالرؤية (النور واللون) إلى الدماغ. وكما نقل سلمان قطاية «فإذا عدنا إلى كتاب «المهذب، في الكحل المجرب» لابن النفيس، وجدناه يقول «وقوم منعوا أن تكون الشبكية طبقة لأن جوهر الطبقة غشائي، وهذه جوهر عصب شبيه بجوهر الدماغ». الكحالة - قطاية (من مخطوط المكتبة الظاهرية). (Qattayah, 1980)
28 إشارة إلى الشبكية retina ، لذلك من اعتبار جالينوس والرازي أن الشبكية هي جزء من الجليدية وهذا ليس خطأ فادحاً إذ أن الشبكية تغلف معظم الجليدية vitreous لكن التفسير السليم هو للرازي، أي أنه عرف هذا قبل ابن الهيثم.

29 Optic disc https://www.wikiwand.com/en/Optic_disc

30 ربما ظن جالينوس من تشريحه للعين أن مكان القرص الضوئي هو تجويف خال من غشاء الشبكية فتوقع أنها لمرور سائل مادي.
31 الروح النفساني مصطلح طبي يوناني غالباً لتفسير الإحساس والقدرة على التمييز أي الإدراك النفسي، وهو مستعمل في كتابات جالينوس الطبية على أن مبدأه باطن الدماغ لكنه يسري كثيراً مادي جسمي ، وهذه هي الفكرة الجسيمية التي يريد الرازي تصحيحها بنفي التيار الجسمي. انظر الحاوي للرازي (Ar-Razi, 2002, p. 314) . كما ورد في الحاوي «الروح النوري» على ما يبدو أنه خاص بالبصر. نفس الطبعة (Ar-Razi, 2002, p. 207) ، وانظر «جوامع الإسكندرانيين لكتاب جالينوس في النبض الصغير إلى طوثرن ترجمة حنين بن إسحق المتطبب» (Hunayn ibn Ishaq)؛

Jawāmi‘ al-Iskandarānīyīn li-kitāb Jālīnūs fī al-nabḍ al-ṣaghīr ilā Tūtharan tarjamat Hunayn ibn Ishaq al-Mutaṭabbib.

32 انظر ابن سينا (370 - 428 هـ = 980 - 1037 م) القانون في الطب، القوى النفسانية المدركة، «أن أيضاً لا يصدر الإحساس عند الأطباء عن الروح النفساني الذي في الدماغ ما لم ينفذ إلى الجليدية أو إلى اللسان أو غير ذلك» (Ibn Sina, 2009, p. 99)

«من الدليل أيضاً، على أنه ليس يجري في هذا المجرى جوهر جسمي ما عليه أمر الخلقة في الحكمة، وجري جوهر جسمي في هذا المجرى فضل وباطل إذ كان لا يمكنه أن تنفذ [ه] الطبيعة القريبة على صلابتها واندماجها وليس فيها ثقب ولا شق [أ] أو برز منها حتى يدرك المُبصر خارجاً عنها وفي مكانه البعيد منه كما ذكر. وزعم أن الابصار لا يكون إلا بذلك فيكون جريه من أجل ذلك فضلاً وباطلاً فالأولى إذن والأقنع في هذا الأمر ما ذكرنا لا ما ذكر، فماذا حصل جالينوس بهذه المقدمات التي رام بها إثبات رأيه في المبصر وهل هي إلا من المقدمات الخطيئة³³ التي نهانا عن أخذها والركون إليها في الأمور الحقيقية، وما ربح أيضاً من المقدمات التي رام بها الشنعة على من خالف رأيه من المبصر إلا إلى مخالفة الجس، وما عسى أن يمكن أن يتوهم في هذا الموضع على هذا الرجل الفاضل إلا طمس الهوى عين العقل الذي أسال الله واهب العقل أن يكفيننا ويحرسنا منه».

«وقد أفردت للنظر في هذا الرأي مقالة ضخمة وبينت أن الإبصار يكون بتشبع الأشباح في البصر وتغصب ما قاله في هذا الرأي في كتاب «البرهان» في سائر كتبه تغصباً شافياً، وما قلته ها هنا يجري في غرض كتابنا هذا».

«وأقول إنه قد ناقض رأيه هذا في الإبصار في كتاب «منافع الأعضاء» وفي «حيلة البرء» وفي «العلل والأعراض» وسنبين ذلك إذا قلنا في الشكوك التي في هذه الكتب إن شاء الله».

(منافع الأعضاء) (Mohaqiq, 1999, p. 18)

«قال جالينوس : «تجيء عصبه من الدماغ إلى الرطوبة الجليدية كما يشعر الدماغ بما يحدث في تلك الرطوبة من الآثار». ومعلوم أن هذا الكلام يناقض رأيه في المبصر وقوله في هذا الكتاب وفي كتاب البرهان، إذ كان قد أقر أن الجليدية تتأثر عن المبصرات وليس يمكن أن تتأثر الجليدية عنها إلا بأن يجيئها منها شيء يؤثر فيها كما تأتي الأصوات إلى السمع فتؤثر فيه والاعتراف³⁴ إلى المشم فيؤثر فيه أثراً يعرضه الحاس الأول، وهذا يدعو على أن الإبصار إنما يكون بامتداد أشباح المبصرات إلى الرطوبة الجليدية لا بأن يبد منها نور يلحق المبصرات».

«قال جالينوس : «و العين وإن كانت لا ثقب فيها فإنما يحدث من الثقبين فيها من قبل الألوان قد يصل إلى الجزء الذي فيها من الدماغ [ب] لا مانع، وذلك أن القرنى دقيق أبيض صاف فهو لذلك لا يمنع الضوء ولا التغير الذي يؤديه الضوء من النفوذ إلى داخل العين حتى يصل إلى الجليدي» فأقول: إن هذا يناقض رأيه في المُبصر وذلك أنه إن كان الإبصار إنما يكون أن نوراً يبد من العين فيحيل النور الخارج ما بينه وبين المحسوس إلى طباعه حتى يصل به إليه ويحتويه ويدور عليه في مكانه الذي هو فيه فالإحساس بالمبصر إنما يقع خارجاً من العين وبالبعد منها فما يصنع بالجليدية وتصفي لونها وتفرطح شكلها وتنقب العين».

«وقد قال جالينوس في أول العاشرة : «إن الجليدية إنما جعلت بيضاء نيرة مشرقة صافية لكي تستحيل من الألوان». وقال : «إن الرطوبة الجليدية لو كانت خالصة الإستدارة لكانت لا تلتقي من المحسوس إلا اليسير، فلما عرضت قليلاً صارت تأتي منه أجزاء كثيرة، وقال : «إن العين إنما ثقب وسطها لنلا يمنع وصول المحسوس إلى الجليدي إذ ليس بمشف صاف كالقرني الذي ينفذ فيه الألوان»، فما نضع بهذا كله إن كان الإحساس يقع بالمحسوس في موضعه إذ القوة الباصرة لم يكن زعم ليعوق البعد فيما بينها وبينه لولا أنها قد قطعت تلك المسافة إليه ولم يكن ليعوق عظمه لولا أنها قد قطعت تلك المسافة إليه، ولم يكن ليعوق عظمه لولا أنها قد أحاطت به واستدارت حوله واحتوت عليه على ما ذكر في كتاب «البرهان».

«وإن قال قائل : وإن كان يخرج من العين فإن الإحساس بلون يتأدى ذلك الأثر الذي قبله من المبصر خارج فيها، جزء بعد جزء حتى يتأدى إلى الجليدي . قيل له : فما الحاجة إذن إلى نور يخرج من البصر؟».

«والإبصار يمكن أن يكون بتأدى ذلك الأثر في نور الهواء نفسه حتى يتأدى إلى العين على سبيل ما يكون في السمع والشم بتوسط الهواء بينهما وبين المسموع والمشموم بتأدى الاستحالة أو النقلة فيه البتة ، وهلا جرى أمر هذه الحاسة على هذا إذ كان ممكناً لا مانع منه، وإذ كان الأشبه والأولى أن يجري عليه لأن أمور الخلقة جارية على أشباه ذلك في الحكمة ونجد سائر الحواس لا تخرج ولا تبد منها شيء إلى محسوساتها بل تجيء هي إليها حتى تقرر عها، وإذا كان ذلك كذلك فقد يمكن للإنسان أن يكتسب من الاستقرار القريب الوكيد، الذي يكاد يلاذق³⁵ طبيعة المطلوب حتى يكون برهاناً على أن الإبصار يكون بتأدى شيء من المبصر لا يضر ذلك».

«وإن قال : إنه يمنع أن يكون الإبصار على هذه الجهة الشناعات التي ذكرها جالينوس أنها يلزم من قال بأن شيئاً يخرج من المُبصر إلى المُبصر».

«قيل له : إن أؤكد ما حسب جالينوس أنه يدفع به هذا الرأي شيئان: أحدهما لا يقول به أهل هذا الرأي والآخر محسوس مشاهد لا مدفع له ، وهما أنه قال : «ولو كان يخرج من المبصر إلى المبصر شيء جسمي لكان قد يقصر المبصر أو يضمحل على طول الأيام». وأهل هذا الرأي يقولون إنه ليس الخارج من المبصر شيء جسمي ولذلك لا يتابع الأشباح ولا يتفاسد كما مع الأجسام. والثاني أنه زعم أنه من الأوابد أن يقع بمثال الجبل العظيم في العين على صغرها أو يخرج من مبصر واحد مائة شيخ في حالة واحدة إذ كان يبصر إليه مئة³⁶ عين، وهذا محسوس لا مدفع له كما ذكرنا أولاً من أننا قد نرى مثال القصر العظيم في

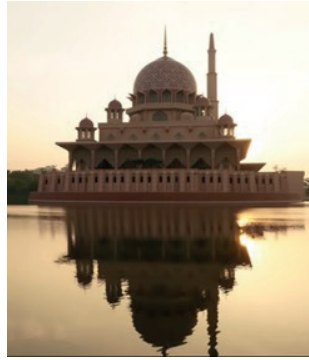
33 صيغة المبالغة من الخاطئة.

34 التعرف.

35 يلاذق: يلاصق. (لهجة)

36 م: مائة. اعتاد النساخ العجم على كتابتها مائة لسهولة تمييزها عن «منه».

البركة الصغيرة وبمثال شخص واحد في عشر مرآيا محدبة».



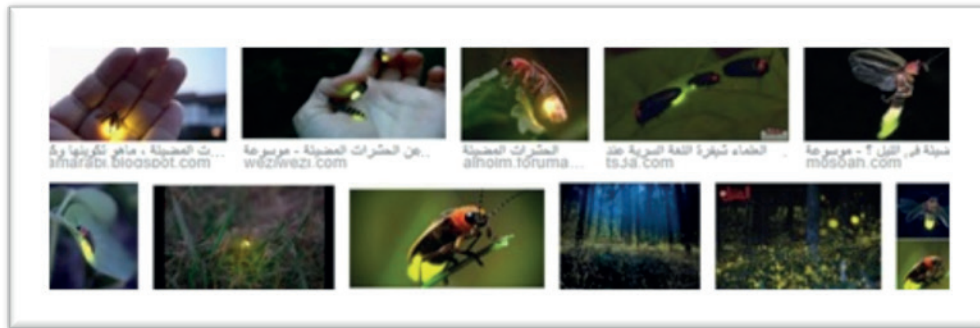
[شكل -11 صورة لمثال القصر العظيم في البركة الصغيرة كما ذكره الرازي]



[شكل -12 صورة مرآة محدبة مثل التي وصفها الرازي لمقارنة عملية الرؤية]

(Mohaqiq, 1999, p. 20): «وليس القول بما يظهر للعيان بشنيع ولا قبيح بل دفع ما يظهر له هو الشنيع القبيح، والشنيع بالحقيقة هو ما يجيء جالينوس إليه في نصرة هذا الرأي من وجوه كثيرة: منها اعتقاده في أنَّ جسم الإنسان نور والنور عَرَضٌ لازم الأجسام السخيفة³⁷ الآخذة عن الوسط كالنيران والآخذة عن الوسط كالكوكب لا كالكتيفة الآخذة إلى الوسط³⁸، بل يلزم هذه ضد النور أعني الظلال التي هي الظلمة فتوهم لزوم النور للدماغ أو للعين من الأوابد العظام»³⁹.

«فإن ذكر ذاكر في هذه المواضع الخشب والذباب والسمكة التي تنير بالليل طبعاً فليعلم أن ذلك النور ليس لها من ذاتها وإنما هو بالقبول من النور الطالع عليها كقبول الماء والأشياء الصقيلة، وإلا لو كان هذا النور الضعيف ذاتياً لهذه لما أمكن نقل هذا المثال إلى العين والدماغ ولو بأضعف الاستقراء الذي يكون من مثال واحد فقط أو مثالين أو ثلاثة، إذ العين والدماغ لا تنير بالذيل إنارة هذه».



[شكل -13 مثال البراعة كما وصفها الرازي]

«ومنها القول أنه خرج من ثقب حذقة الإنسان من النور ما يبلغ إلى فلك الكواكب الثابتة ومعلوم أن الإنسان لو كان ناراً كله لما امتد نوره خمسين فرسخاً».

37 السخيفة هنا هي الخفيفة.

38 بسبب الجاذبية.

39 يشير هذا المقطع الهام إلى ما ينتقل إلى الدماغ هو ظلال/صورة الشبح أي ظل الجسم المرئي وهو الإقتراح الأفضل لعدم الحاجة فيه إلى فرضية النور في الدماغ والعين.



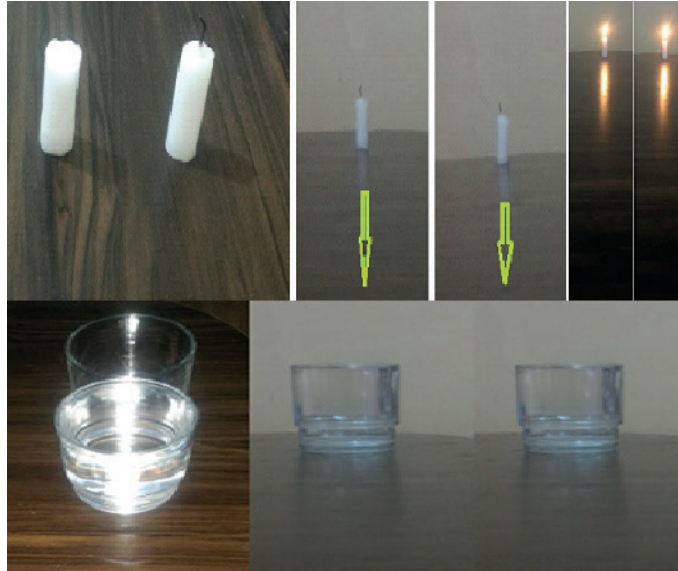
«وأيضا فما بالنا إذا وضعنا جسمين على سهم الصنوبر وفي أقصاها واحد بعد آخر رأينا المنير ولم نر المظلم ورأينا الكبير ولم نر الصغير، والقوة الباصرة ممتدة من العين إلى أقصى سهم الصنوبرة والإحساس بها يكون. فكل هذا وأشياء أخر سنأتي من بعد يُلْزَمُ⁴¹ المعتقد رأي جالينوس».



[شكل -15 صورة سهم الصنوبرة هو مماثلة لشكل الصنوبر]

40 تحليل (تغير) الأشياء بالحرارة.

41 يلزم أي يغلب.



[شكل-16 تجارب ضوئية عملناها وفقا لوصف أبي بكر الرازي لها و وصفه صحيح لها وهي باستعمال شمعتين مشتعلة و مطفئة وضعتا على خط مسقيم فظهرتا كشمعة واحدة مشتعلة وجربنا الفكرة على كأس ماء مليء وفارغ فكانت النتيجة مماثلة وظهرا ككأس واحدة]

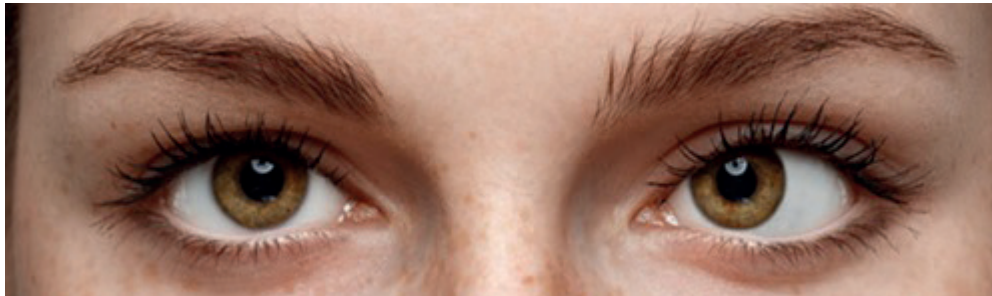
(Mohaqqiq, 1999, p. 21) : «ثم إن جالينوس أخذ في تفسير أسماء يستعملها المهندسون في كلامهم في المناظر بتطويل واستلذاذ منه لذلك، فمرّ في مرارة أمر من الصّبر، وحصل، في آخر كلامه هذا، على قول تركنا لفظه لطوله و أخذنا معناه وهو أنّ مبصراً لو حال دونه ودون العين على طريقة سهم الصنوبرة حائل لمنع إبصاره على قدر الحائل فإن الأشياء المبصرة إنما تبصر على خطوط مستقيمة فظهر ما قلنا فيه بدياً من ميله إلى رأي المهندسين وتقصيره عن رأي الطبيعيين، وذلك أنه أخذ يشرح ويقول في هذه المعاني ويشغلها أكثر مما يستحق».

«حتى أنني ذكرت في هذا الموضوع شيئاً كان يقول من يقرأ معي كتب جالينوس فإن هذا الرجل كان كثيراً ما يقول في أمثال هذه المواضع إن جالينوس قد أخذ أن يقبل المثبت الجانبين ما قد بان، فلما انتهى بعد كدّ وطول إلى أنّ الإبصار يكون على خطوط مستقيمة لم يقل لم يكون ذلك، وهذا المعنى كانت تكون الفائدة لو قالها إلا أنه لم يقل فيها شيء ولم يحصل لطول كلامه هذا شيئاً غير أن الإبصار يكون لما حاذى العين، مع تصلّف وتمدّح بعلم الهندسة شديد ، وذكر ثلاث مقدمات زعم أنه يحتاج إليها في إعطاء السبب في رؤية الشيء شيئين:

➤ أولها أن كل شيء يرى إلى شيء؛

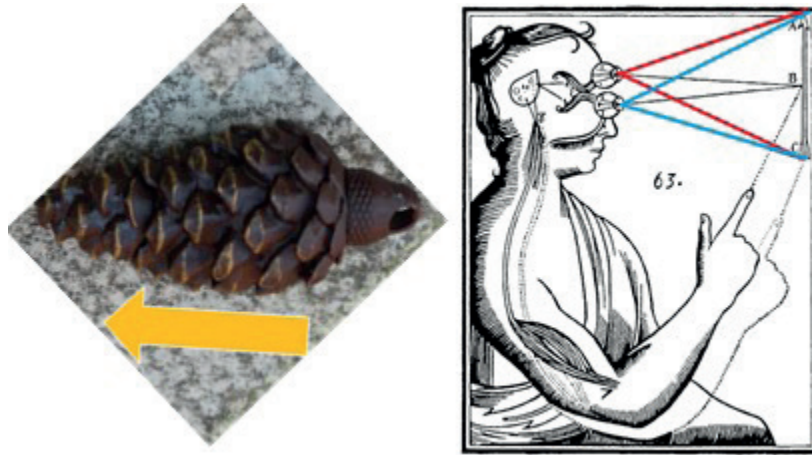
➤ والثانية أن الإبصار للشيء بالعينين كلاهما يكون في الموضع المتوسط للموضعين الذين يكون فيه بكل واحد منهما؛

➤ والثالثة أنه متى لم تكن الحدقتين جميعاً في سطح واحد رأى الشيء شيئين. فبين الأولى والثانية بالخطوط والثالثة فيالمحنة بأن تغمز وترحم إحدى الحدقتين بإصبعك إلى فوق أو إلى أسفل وأنت تنظر إلى القمر أو مبصراً آخر فإنك ستراه شيئين.»



[شكل-17 مناقشة الحول وضعف العينين بين الرازي و جالينوس]

«قال : «و[لا] يمكن أن يعرف السبب في رؤية الشيء شيئين ما لم يعرف ما تقدم ، وذلك أنه متى لم يكن (سهما) صنوبريّ البصر في سطح واحد، رأى الشيء شيئين؛ لأن السهم الأرفع جملة صنوبرية أرفع ، (و)السهم الأخفض جملة صنوبرية أخفض ، فيخيل من ذلك زعم (رؤية) الشيء شيئين.»



[شكل 18- تفسير الحول أو ثنائية الرؤية حسب جالينوس والرازي وآخرون والصورة مأخوذة من محاولة ديكارت تفسيرها بثنائية العقل والجسم Dualism من نصوص الروح النفساني.⁴² مع سهم الصنوبرية⁴³.]

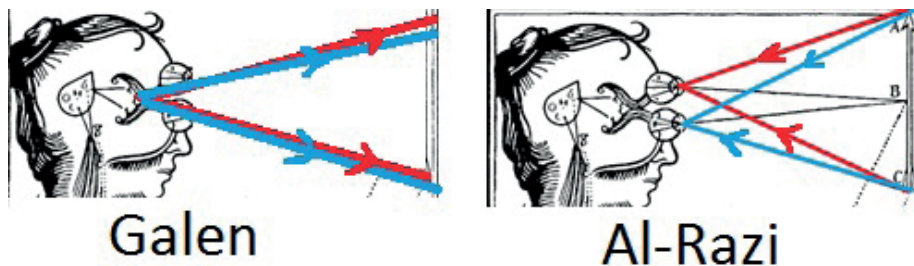
(Mohaqiq, 1999, p. 22) «و أنا أقول: إن هذه النتيجة مدلسة سوفسطائية وإنه لم يأت البتة بالسبب الفاعل الموجب لكون هذه النتيجة والشك قائم بعينه وهو أن نقول: لم إذا كان إحدى الصنوبرتين أرفع والأخرى أخفض رأي الشيء شيئين؟، وهل الشيء إلا واحد وفي موضع واحد؟».

«وإذا قيل إنه واحد وفي موضع واحد، قيل فالواجب أن تدركه إحدى الصنوبرتين وهي التي تقابلها على الحقيقة وأما الأخرى فكان يجب ألا تدرك شيئاً بته لأنها لا تمر إلى الموضع الذي فيه المبصر بل إلى أعلى وأسفل حيث لاشيء من المبصر وليس يتخلص ولا واحد فيمن يرى إلى المهندسين في هذا الباب من هذه المسألة لأن هذا الشك لا ينحل ولا ينسق الكلام».

«والجواب فيه إلا لمن قال إن الجسم يمتد عنه شبعة في جميع الجهات فيكون حينئذ أوجه المدركين هو الجسم على الحقيقة، والآخر الشبح الممتد عنه في جهة العلو أو السفلى. وفي هذا هدم أسس هذا الرأي، لأنه إذا صح وتبين أمره أن الجسم يمتد عنه شبح لم يحتج أن يطلب للابصار وجهاً غير بادي هذا الشبح في الهواء المنير على طريق الانطباع من سطح في سطح بلا زمان حتى يصل إلى القرني والجليدي على سبيل ما تصل الأشباح إلى المرايا».

«ولكن يكون هذا الكلام أبين بوهم الصنوبرية كما وضعها هو شعاع شمس يدخل من كوتين إحدهما أعلى من الأخرى فمعلوم أنهما لا يلتقيان موضع واحد بعينه ، ولأن المبصر في موضع واحد يجب أن يكون إحدى الصنوبرتين لا يلقاه، فما الذي أحسَّ أول في المكان الثاني إن لم يكن شبح ؟».

«وأقول أيضاً ، إن ثقبتي العنبي أولى بأن يكونا مبدأ لسهمي الصنوبرتين من موضع التقاء العصبيتين ، وذلك أنا إذا دفعنا العين بالإصبع أدنى دفع إلى فوق أو إلى أسفل رأينا الشيء شيئين، وخاصة ما بعد عنا كالقمر والكواكب، وليس يمكن أن يزول ويعوج موضع التقاء هاتين العصبيتين بأدنى غمز يغمز على إحدى العينين إذ اتصلاهما داخل القحف وقد صار غشاؤهما طبقتين وصارت في أنفسها شظايا أدق من غزل العنكبوت⁴⁴ واتصلت بالجليدي».



[شكل 19- تعديل الرازي لاتجاه سهمي الرؤية كما قام الرازي بتعديل نقطة التقاء مخروط الرؤية واعتبرها مبدؤه في سطح الحدقة و ليس في الدماغ كما كانت حسب جالينوس]

42 The interpretation of the Strabismus or “crossed eyes” vision by Galenus, Al-Razi et al and the image is taken by Descartes’ attempt to interpret it with a dual mind and body or Dualism from the texts about the soul-spirit.

إن تفسير رؤية الحول أو «العيون المتقاطعة» من جانب جالينوس والرازي وآخرين أثرت على محاولة ديكارت لتفسيرها بثنائية العقل والجسم أو ثنائية من النصوص حول نظرية النفس-الروح.

43 Dualism, Psychology Wiki, <https://psychology.wikia.org/wiki/Dualism>

44 غزل العنكبوت: شبكة العنكبوت.

«وأيضاً فإن مبدأ خروج الشعاع يحتاج أن يجري في تجويف وقد فسد تجويف هاتين وبزريحهما قبل الاتصال بالجليدية بأن صارت شظايا على غاية الدقة⁴⁵، وإذا كان كذلك فإنما كان ينبغي أن يتحفظ في الخلقة بأن يكون مركز ثقب العنبي في موضع واحد فقط لئلا (Mohaqiq, 1999, p. 23) يعرض رؤية الشيء شيئين، وبطل الاعتدال⁴⁶ بأن انتصاب العصبتين من أجل ذلك».

«ولكيما يكون هذا الكلام أبين فإننا نتوهم سراجين موضوعين خلف حائط بيت ما إحداهما أعلى من الآخر، ونتوهم في الحائط كوتتين مركزهما في سطح واحد ولا يرى أن شعاع السراجين نفقا في البيت في سطح واحد⁴⁷ ولا يصيران في سطحين من أجل أن وضع السراجين في سطحين، ثم أخذ يصف منفعة تفرطح شكل الجليدية بالخطوط فأطال فيما كان يكفيه أن يقول أن الخط المستقيم لا يلقى حدية دائرة إلا على نقطة⁴⁸، ولما احتيج أن تكون الجليدية تلقى من المحسوس أكثر ما يمكن احتيج إلى أن تكون الجليدية كرية⁴⁹، ولما كان المستدير أبعد من الآفات⁵⁰ احتيج أن تكون مدورة فجمع لها ذلك جميعاً بأن جعلت في شكل العدسة و جُلَّ⁵¹ التفرطح منها بحذاء العنبي ليصل إليه المحسوس وليس تخفي مناقضة هذا الكلام لرأيه إذ كان يدعو إن صحة شيء يأتي الجليدي فيؤثر فيه ليحسَّ الحاسُّ الأول بذلك، وهل مثل الجليدية إلا كمثل المرآة. ومن هذا المعنى لم تتخذ الناس المرايا كرية إلا مسطحة إذ كان الكري يرى الوجه أصغر كثيراً كما أن المقر يرى أعظم والمسطح يريه على حاله التي هو عليها».

[المرايا الكروية من خارج النص لتوضيح رأي الرازي]



[شكل -20 أنواع مختلفة من المرايا ذكرها الرازي]

كتابه في آراء بقراط و أفلاطون (Mohaqiq, 1999, p. 24) : ...

(Mohaqiq, 1999, p. 28) : «و أما ما ذكره في السابعة من الأمور التي عاد يحقق بها رأيه في المبصر فقد تقدم من سلوكنا فيها ما لا يجب منها شيء أن يجهلها واحد. ما قال إنه بين في كتاب تشريح الحيوان إنه يأتي العين روح شعاعي. فهب نسلّم له إنه يجري في تجويف العصبتين جسم، من أين له:

➤ أن هذا الجسم منير؟

➤ وكيف يكون منيراً بذاته إلا حاراً.

وأما تلفيقه ما لُفّق من كلام افلاطن في أنه يوجد⁵² مضيء غير مُحرق فلا محصول له، وذلك النور نفسه فضلاً عن الجسم المنير إذا لم يسيل ولم يتفرق ويتبدد ولكن اجتمع إلى موضع أحرق لأنه يعود شبيهاً بالذي هو منه وعنه تولّد، فليس إذا ضوء 53 إلا مُحرقاً أو ممتدّاً عن محرق. فأما البراعة وما نحاها فليست مضبنة بأنفسها بل بالقبول من المضيء الأول، ولو كانت مضبنة بنفسها ما ربح من ذلك شيئاً إلا أن يبين ببرهان أن العين طباعها طباع البراعة، ثم حينئذ أيضاً لم يكن ليبلغ به من حاجته، إذ كان هذا الضوء اليسير الضعيف ممتنع منه إحداث استحالة في الهواء يبلغ إلى فلك الكواكب الثابتة بلا زمان».

«وأمّا قوله : «إن الهواء المضيء بالشمس حساس» فقبحه وشناعته ظاهر بين وقد كفانا حنين ذلك وأظهر الخطأ فيه والمناقضة في اعتذاره لجالينوس في

45 الشبكية.

46 الاعتدال (والاعتداد): القصد بلغة العراق في العهد العباسي.

47 لا يلتقيا في سطح واحد.

48 أي الشعاع الضوئي محمول على مستقيم ويتقاطع المستقيم مع قطعة من دائرة في نقطة.

49 مدور كروي أو مغزلي أي أهليلجي (قطع ناقص).

50 عيوب وتشوهات النظر.

51 معظم.

52 م: يؤخذ.

53 الضوء في الكتب التراثية العربية هو ما صدر عن جسم مضيء بذاته، أما النور فهو ما صدر عن الجسم المضيء بغيره.

هذا [الكتاب]⁵⁴ إلا أن في الأمر واحدة وهي أن حنين يزعم أن جالينوس لم يكن يعتمد هذا الرأي بل يساعد عليه أهل زمانه. وأنا أقول له إن⁵⁵ يعتقد صحة هذا الرأي [و] يساعد عليه أهل زمانه لم يصح رأيه في المبصر البتة لأن عماده فيه على أن الهواء المنير شبيه بالروح الجاري في تجويف العصبين ولذلك أمكن أن يخبر بتوسط الأشياء البعيدة ، فاعتذار حنين له قد أبان أصل مذهبه وطرحه فيما يكره وهدم بنيانه البتة».

«وقد كان يجب على حنين إذ بين أن الهواء المضيء ليس بمحس أن يرجع فيحتمل لرأيه في الابصار من جهة أخرى. أو يقول إن هذا يناقض رأيه في المبصر وإن كان تغافل عن ذلك ظنا أنه يجوز على جميع الناس فقد كان يسعه أن يتغافل عن الرأي الآخر وليس بفيلسوف وإن كان ذهب عليه فساد ذلك الرأي بفساد هذا الرأي فليس من أهل التّحصيل والتّربية⁵⁶ بالبرهان لأن هذا مما لا يمكن أن يكون بالسهو والغفلة لأن عمود الرأي الذي يحتاج أن يخطر بالبال متى فُكر في الوجه الذي يكون به الإبصار ، أو متى فكر في ذلك الوجه احتيج أن يتصور أن الهواء محس».



شكل -21 تشريح العين في مخطوط المسائل في العين لحنين بن اسحق (Wikipedia_Ar, 2019)

حيلة البرء (Mohaqiq, 1999, p. 55) :

و قال في المقالة الأولى :«الرطوبة الجليدية هي التي تُكوّن البصر وذلك أن هذه الرطوبة هي التي تغيّر الألوان من خارج [فيتم]⁵⁷ بذلك للحيوان أن يبصر ولم يكن يمكن أن تؤثر فيها الألوان ويقرّها لولا أنها جعلت في غاية الصّقاء».

«فنقول: إن هذا الكلام يناقض رأيه في الإبصار كما ذكرنا قبل، وذلك أنه إن كان التأثير يقع بالجليدية لمعلوم أن أشباح المبصر امتدت إليها حتى أثرت فيها. وأما قوله: «إنها في غاية الضياء وأنها في غاية الاستضاءة»، فإما أن يكون لها ضوء من ذاتها فإن ذلك لا يصح له حتى يوجد ما ينير [أو أنه] غير حار وحتى يبين أن حال الجليدية تلك الحالة فأما ما دام لم يوجد ذلك فللمتشكك أن يقول إنه ليس للجليدية ضوء في [نفسها]⁵⁸ بل لها قبول الضوء، على أن هذا مخالف لرأيه وذلك أن المضيء الذي في الإنسان عنده إنما هو الروح المنبعث من الدماغ لا غير».

الأعضاء الألفة (Mohaqiq, 1999, p. 58) :

«وقال في أول الرابعة : «ومن فقد البصر من غير علة ظاهرة فيه للعيان فالسبب فيه إما انسداد مجرى العصبية المجوفة أو تورمها أو تصلبها أو ميل مادة إليها أو تصنيف من ثمانية أصناف من سوء المزاج أو انقطاع الروح النير عنه من أصله ومبدئه ، ثم انتقل إلى غير هذا المعنى من غير أن يعطينا علامات نعرف بها بين هذه الأسباب كأنه قد أنسى أن غرض هذا الكتاب إنما هو هذا المعنى، أو كان الوقوف على ذلك أمر سهل بيّن أو ليس الجهل به عظيم المضرة

54 م: الكاتب.

55 م: إن لم وهو خطأ.

56 التدريب.

57 م: فيلنم.

58 م: نفسه.

في هذه الصناعة ، ولعله أن يكون أنسي الكلام في ذلك لشغب جبَّ⁵⁹ من بعده . وقد ذكرنا نحن هذه المعاني و استقصيناها جهداً وطاقتنا حيث ذكرنا علل فقد البصر مع ثبات شكل العين بحالها في «الجامع الكبير»⁶⁰.

العلل والأعراض (Mohaqiq, 1999, p. 62) :

«أكثر شكوك هذا الكتاب قد ذكرت فيما تقدم [من] كتابنا هذا، وفيه أقوال تناقض رأيه في الابصار منها قوله في أول الرابعة: «إن الذي يقبل الاستحالة والتغير من الألوان هي الرطوبة الجليدية». وهذا يناقض رأيه لأنه إن كان التأثير يقع بالجليدية ، فمعلوم أن اللون قد ابتدأ إليها حتي حاكها⁶¹، وإن كان النور يخرج من العين فيحيل ما بينه وبين المبصر حتي يجعله حساساً، فمعلوم أن التأثير يقع خارج البدن في السطح من الهواء المحيط بالبصر. ومنها قوله : «إذا تغيرت الرطوبة البيضية أو ما يحاذي الحدة من القرنية رأى الإنسان الأشياء بذلك اللون ولذلك زعم يرى صاحب اليرقان الأشياء صفراء وصاحب الطرفة⁶² حمراء»⁶³ وهذا أيضا يناقض رأيه وذلك أنه إذا كان النور الخارج من العين يعطي الهواء جساً حتى يدرك الشيء على ما هو به، والشيء ليس ما صغر في نفسه فقد كان ينبغي أن يدركه على ما هو عليه وإن كان يدركه ما قدام الجليدي فمعلوم أنه قد جاء نحوها وحمل ما بينه وبينها من الألوان إليها .»

كتاب الفصول (Mohaqiq, 1999, p. 70) : المقالة الثانية

«الفصل الذي قال فيه: «إذا كان وجعان معا وليس هما في موضع واحد فإن أقواهما يخفي الآخر». قال جالينوس : «العلة في ذلك أن القوة الحاسة كلها تقبل فعل الموضع الذي فيه الوجع الأشد». وهذا كلام لا يرجع فيه إلى علم صحيح يعتقد النفس عليه ، وذلك أنه لم يكن يأت بالسبب الفاعل، والعلة فيه هي أن الحسّ يأت وإذا كان أثران أحدهما أقوى من الآخر لم يستبين المتأثر الأضعف لأن اتكائه فيه بإخراجه عن طبيعته دون ما قد اتكاه الأقوى، ولذلك صار من ينفخ في أذنه بالبوبق لم يسمع على المكان ما كان يسمعه قبل ذلك من الصوت الخفي، ولأن الناظر إلى عين الشمس يستبين ما كان يراه قبل ذلك حتى ينمحي عن عينه الأثر القوي الذي أثرته الشمس».

المقالة الرابعة ... (Mohaqiq, 1999, p. 77) الفصل الذي قال فيه : «الدموع التي تجرى» :

«قال جالينوس: «لأن ذلك يدل على ضعف القوة الماسكة ». وهذا كلام لا محصول له وذلك أن القوة الماسكة التي للعين معلوم أنها تمسك ما يصل إلى العين من الغذاء، ومعلوم إن مقدار الدموع أكثر من ذاك فليست هذه الدموع إذن لهذا السبب».

«وأيضاً فإنه إن كانت هذه القوة إنما ضعفت من العين وحدها فليس في ذلك كثير خطر وإن كانت ضعف من الدماغ فقد كان يجب أن يكون السيلان من الأنف أكثر، وإن كانت ضعف من جميع البدن فينبغي أن يخرج من البدن فضول كثيرة في جميع المنافذ فليس السبب في رداءة هذا العارض إذن هذا، ولكن السبب في ذلك أنه يتحدث عن الدماغ في عضل العين تشنج فيعسر عنها الطّرف، وإذا عسر الطّرف واشتد تفتح العين سالت الدموع وذلك أن الغدة الموضوعة في الماق الأكبر، وهي التي تكون من قطعها أو فسادها العلة المعروفة بالدمعة، ترتفع، ويسال عن موضعها عند شدة تفتح العين، وذلك يكون في هذه الحالة، أعني في الحميات القوية الحرارة عند شدة اليبس في الدماغ وانشوانه مثلاً لشدة الحرارة».

كتاب مقدمة المعرفة (Mohaqiq, 1999, p. 80)

«قال : « والعين يحيد عن الضوء لضعف القوة الباصرة وهذا إدغام السبب لا شرحه وتبيينه ». والسبب في ضرر البصر عن الضوء هو أنّ الرطوبة الجليدية قد صارت من الرقة وشدة الحسّ إلى حد يتأذي من النور بالقدر الذي لم يكن أن يتأذي به قبل ذلك وإنما يكون ذلك ملازماً لشدة يابسها وكثرة التحلل منها⁶⁴ ويدلّ ذلك على يابس قوي في الدماغ».

خاتمة الشكوك (Mohaqiq, 1999, p. 87) :

59 م: يجب.
60 أي أنّ الرازي كان يكتب كتاب الجامع الكبير قبل كتاب شكوك حول جالينوس وعليه فالجامع الكبير الذي عمل عليه سنوات طويلة، لا تقل عن خمسة عشر عاماً، قد يكون هو الحاوي الذي نشر بعد وفاته، والجامع الكبير والحاوي لهما نفس المعنى باللغة العربية. كما يدل ذلك على وجود كتاب الجامع [الصغير] قبل الكبير.
61 حاكها: ماثلها.
62 الرازي (Ar-Razi, 2002, p. 213) الحاوي ج1، أمراض الملتحمة ، وأما الطرفة فهو دم ينصب إلى الملتحم ثم تخرق الأوراد التي فيه وهو صرّبان. أي نوعان.
63 في الحاوي نفس النص: «ويرى من أصابته تلك الأشياء بذلك اللون كما يعرض لصاحب اليرقان أن يرى الأشياء صفراء ولصاحب الطرفة أن يرى الأشياء حمراء» انظر الحاوي، ج1 باب أمراض العين، أمراض ثقب العنبي، (Ar-Razi, 2002, p. 207).
64 التحلل أو التفكك: من أمراض الشيخوخة أو الهرم هجرة بعض العناصر الكيميائية من بنية العضو الحي. الرازي لا يستطيع معرفة ذلك لكن نراه هنا يتوقع ذلك.

«فلننظر الآن في هذا الكتاب بعين عدل ، فمن يعنيه الحق ويحب العلم لنفسه ويجعل ثواب عنايتنا به مطالعتنا بما يشكك فيه منه لواهب العقل وولي العدل والحكمة والفضل حمدا بلا نهاية كما هو أهل ومستحق. »

خاتمة

تدل المقاطع المتعلقة بالبصريات وطب العيون من كتاب الشكوك للرازي وهي تتحدث تركيب العين وكيفية الرؤية و بصريات العين في كتب جالينوس، على الإدراك العميق والجيد عند أبي الرازي لألية الرؤية في العين عند الإنسان و الحيوان. كما قام الرازي بتصحيح آراء جالينوس وذكر اعتراض أرسطو عليها.

نتائج الرازي من كتاب الشكوك:

- (1) يشكل الدماغ الصور القادمة إليه من كلا العينين عن طريق العصب البصري،
- (2) التفسير السليم لمرض الحول،
- (3) تتم الرؤية بسقوط الضوء على سطح فتحة حدقة العين وليس في أو من الدماغ،
- (4) تحدث عن تشريح الشبكية وتفرعها إلى شعيرات رفيعة، وكون تركيبها هو نفس تركيب العصب البصري، وأنكر على جالينوس فكرة العصب المجوف،
- (5) اعتبر الرازي الشبكية متغلغلة في الجليدية (الجسم الزجاجي) وليست منفصلة عنه وهذا صحيح تشريحياً، مما يجعل فكرته عن كون ادراك الرؤية يتم في الجليدية حيث تتشكل صورة الشيء المرئي ليست خاطئة بل مقبولة، مما يعني أنه أدرك ذلك قبل الحسن ابن الهيثم والذي ينسب إليه ذلك،
- (6) أيضاً أعطى تفسيراً هندسياً لكون الجسم الزجاجي على شكل العدسة مما يعطيه شكل التفلطح (لقطع الناقص) شبه التكور المطلوب والتسطح معاً،
- (7) شرح الرازي سبب بعض الأعراض المرضية الأخرى كاليرقان وإحمرار العين، مصححاً لراي جالينوس بها،
- (8) شرح الرازي أليات الرؤية في الظلام وبعد النوم.

تجارب الرازي في البصريات الفيزيائية:

كما ذكر الرازي تجاربه في البصريات والرصد الفلكي ومنها الرصد من بئر عميق للنجوم في النهار وهي فكرة رائعة ممكن إعادة تطبيقها، وتحدث عن تجاربه عن الرؤية لشئيين معاً متمثلين و في حالة كون أحدهما أطول من الآخر على خط مستقيم، أو قريبين من بعضهما في نفس المستوى أو في مستوى مختلف، وذكر خواص و مقارنات صحيحة عن المرايا المقعرة و المحدبة و استعمالها في العصر العباسي الذي عاش الرازي فيه.

قمنا بإجراء التجارب حسب وصفه ووجدنا صحة و دقة ملاحظاته التي أبداه.

References

- Ḥunayn ibn Isḥāq; a.-M. (n.d.). *Jawāmi' al-Iskandarānīyīn li-kitāb Jālīnūs fī al-nabḍ al-ṣaghīr ilā Ṭūtharan tarjamat Ḥunayn ibn Isḥāq al-Mutaṭabbib. MS.*
- Abdel-Ghani, M. L. (2005). *Doubts about Galen, 1st edition.*, Cairo: Dar of Books and National Documents.
- Al-Khwarizmi al-Qadi. (997). *Keys to Science*. Dar Al-Kitab Al-Arabi.
- Ar-Razi. (2002). *Al-Hawi* (Vols. Part 1, B6,). Beirut, Lebanon: Dar alhyat of Arab Heritage.
- Bauer, S. W. (2015). Plato (428-347 BC), *The Timaeus*. In S. W. Bauer, *The Story of Western Science* (B. Jowett, Trans.). Retrieved January 1, 2020, from <https://susanwisebauer.com/story-of-science/plato-timaeus-c-360-bc/>
- Dbpedia. (n.d.). *Empedocles*. Retrieved Jan. 01, 2020, from Dbpedia: <http://dbpedia.org/page/Empedocles>
- Ibn Sina. (2009). *al-Qānūn fī al-Ṭibb (the Canon of Medicine). Ibn Sina (370 - 428 AH = 980-1037 AD), part 1, P5*, (2 ed., Vol. 1/5). (Muhammad Amin al-Dannawi, Ed.) Beirut, Lebanon: Dar Al-Kutub Al-Alami.
- Jalkhy, B. (2006). *Al-Razi's doubts about Galen in the field of vision*, researches of the twentieth annual conference on the history of science among Arabs at the University of Aleppo, conference on the history of science among Arabs, 25-27 September, 1999. 20. Aleppo: University of Aleppo, Institute of Arab Scientific Heritage.
- Mohaqiq, M. (1999). *"Doubts on Galen (Shukūk 'ala Jālīnūs)"*. Tehran: International Higher Institute of Islamic Thought and Civilization.

- Qattayah, S. (1980, October). *Kahala or Ophthalmology among the Arabs. Journal of Arab Heritage - (p. 1), third issue, p. 1, first year.*
- Snyder, L. J. (2017, September). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved Dec 22, 2019, from <https://plato.stanford.edu/entries/aristotle/>
- TDV. (1971). *Râzî, Ebû Bekir*. Retrieved from TDV İslâm Ansiklopedisi: <https://islamansiklopedisi.org.tr/razi-ebu-bekir>
- TDV. (2019). *Kindî, Ya'kûb b. İshak*. Retrieved Dec 30, 2019, from <https://islamansiklopedisi.org.tr/kindi-yakub-b-ishak>
- Wasson, D. L. (2019, October 15). *Galen*. Retrieved from Ancient History Encyclopedia: <https://www.ancient.eu/Galen/>
- Wikipedia_Ar. (2019). *Haneen bin Ishaq*. Retrieved Dec 30, 2019, from Wikipedia_Ar: http://oer2go.org:81/wikipedia_ar_all_novid_2018-03/A/%D8%AD%D9%86%D9%8A%D9%86_%D8%A8%D9%86_%D8%A5%D8%B3%D8%AD%D8%A7%D9%82.html
- Wright, M. R. (1981). *Empedocles: The Extant Fragments*. Yale University Press.

الفصل الثاني:

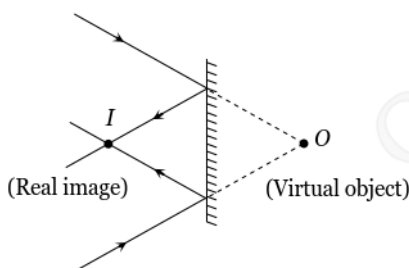
الانعكاس والانكسار في السطوح المستوية:

Reflection and Refraction at plane surfaces

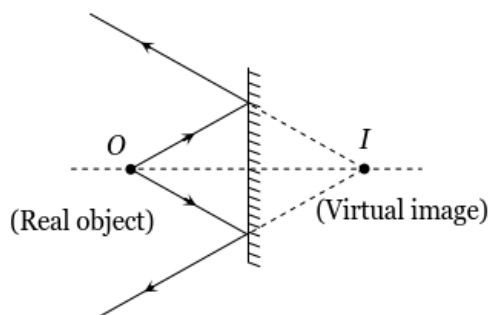
الانعكاس على السطوح المستوية (Reflection in plane surfaces):

أن السطح المستوي أو المرآة المستوية هو أي سطح مستوي له القدرة على انعكاس الضوء وقد تصنع من الزجاج الشفاف أو البلاستيك. تتكون الصور في المرايا نتيجة لتقاطع أشعة الضوء، حيث تنقسم أشعة الضوء في هذه الحالة إلى نوعين:

- أشعة ضوء حقيقية : ويرمز لها بخط مستقيم متصل $A \longrightarrow B$ وهو ينشأ من مصدر ضوئي أو جسم عاكس ويتميز هذا الشعاع بإمكانية استقباله على شاشة أو حاجز غير شفاف.
- أشعة ضوء تقديرية (خيالية) : ويرمز لها بخط مستقيم متقطع $\hat{A} \dashrightarrow \hat{B}$ وهو امتداد لشعاع ضوء حقيقي بعد انعكاسه على مرآة أو أي سطح عاكس. وهو لا يحمل من طاقة الضوء شيء ولذلك لا يمكن استقباله على شاشة أو حاجز، اتجاه الشعاع الخيالي عكس اتجاه الشعاع الحقيقي.
- تتكون الصور الحقيقية من تقاطع أشعة حقيقية

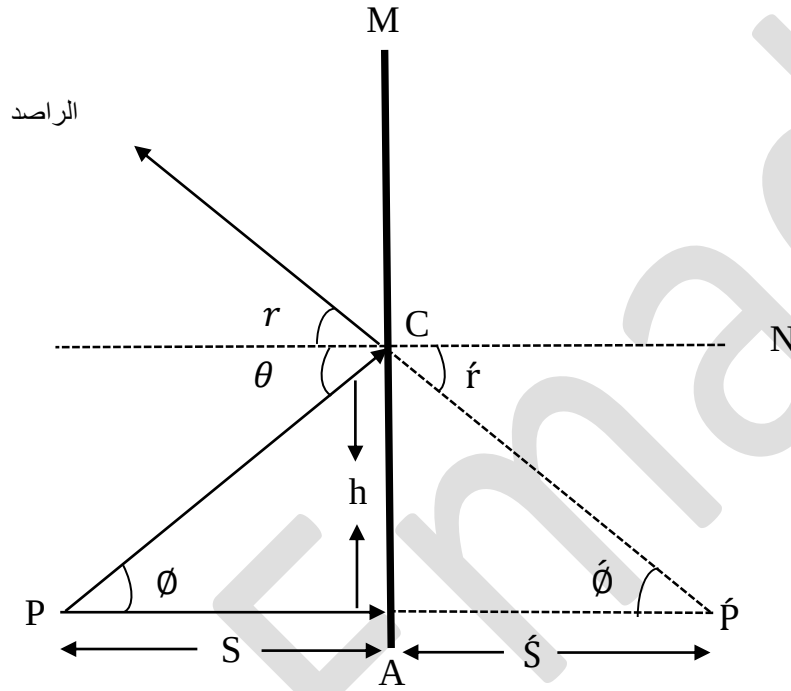


- تتكون الصور الخيالية من تقاطع أشعة خيالية (امتدادات الأشعة المنعكسة)



تكوين الصورة Image formation:

- شعاع من نقطة P يسقط على سطح مستوي (مرآة مستوية) وينعكس عند نقطة C نحو الراصد
- نرسم عمود على مرآة في C موازي الى محور المرآة PP'



$\theta = r$ قانون الانعكاس

$r = r'$ تقابل بالرأس

$r' = \phi$ زاويتان متبادلتان

$\therefore \theta = \phi$

$\theta = \phi$ زاويتان متبادلتان

$\therefore \phi = \phi$

$\tan \phi = \tan \phi$

$\frac{h}{s} = \frac{h}{s'}$

$\therefore s = -s'$

اي ان بعد الصورة عن المرآة يساوي بعد الجسم عنها

مواصفات الصور في المرايا المستوية:

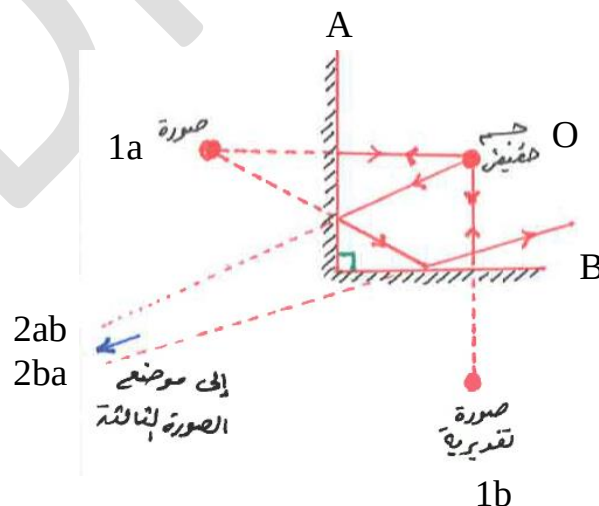
1. خيالة $\bar{S}$ سالبة (تقع خلف المرآة)
2. معكوسة الجوانب
3. معتدلة
4. مساوية لحجم الجسم

أنظمة المرايا المستوية:

- ❖ يتكون نظام المرايا المستوية من مرآتين مستويتين أو أكثر تميل كل منهما على الأخرى بزاوية.
- ❖ إذا وجد جسم أمام مرآتين متوازيتين فإن كل منهما ستكون صورة لهذا الجسم (خيالية، معتدلة، مساوية للجسم).
- ❖ صورة الجسم في المرآة تعتبر جسماً خيالياً للمرآة الأخرى وبالتالي له صورة جديدة وهكذا تتعدد الصور لجسم واحد.
- ❖ يعتمد عدد الصور الناتجة في المرآتين على زاوية الميل بينهما (θ).
- ❖ يمكن حساب عدد الصور الناتجة لجسم واحد في مرآتين مستويتين تميل أحدهما على الأخرى بزاوية θ باستخدام القانون

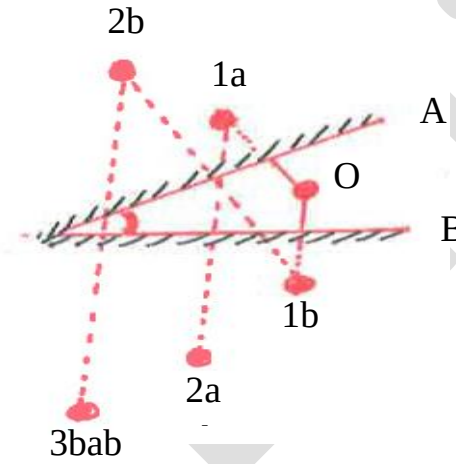
$$\text{عدد الصور} = \frac{360^\circ}{\theta} - 1$$

مثال: مرآتان مستويتان تصنعان زاوية 90° أحدهما مع الأخرى. جد أكبر عدد من الصور لجسم وضع بينهما والتي يمكن رؤيتها بعين وضعت في مكان مناسب؟



- المرأة A تكون الصورة 1a
- المرأة B تكون الصورة 1b
- أما صورة 1a في المرأة B أو صورة 1b في المرأة A فهي الصورة الثالثة 2ab وقد سميت الصورة 2ab لان الأشعة انعكست مرتين، مرة في A وأخرى في B. وقد رسمت والشخص ينظر الى المرأة B
- إذا نظرت العين الى المرأة A فإن الانعكاس الثاني يحصل في A وتسمى الصورة 2ba. لذا عدد الصور المتكونه هو ثلاث.

مثال: مرأتان مستويتان الزاوية بينهما 60° . جد أكبر عدد للصور إذا وضع الجسم بينهما ؟



- 1a و 1b تنتج من انعكاس واحد.
- 2ab و 2ba عن انعكاسين.
- 3bab من ثلاثة انعكاسات والراصد ينظر إلى المرأة B ، ولو نظر إلى المرأة A لسميت 3aba
- لذا عدد الصور المتكونه هو خمس.

مثال: إذا كانت الزاوية بين مرأتين مستويتين θ فبرهن أن عدد الصور المتكونة لجسم بينهما يساوي

$$\left(\frac{360}{\theta} - 1\right)$$

من الأمثلة السابقة نستنتج أن الفضاء بين وحول المرأتين ينقسم الى $\left(\frac{360}{\theta}\right)$ قطاعاً أو زاوية بما في ذلك الفضاء الحقيقي بين المرأتين.

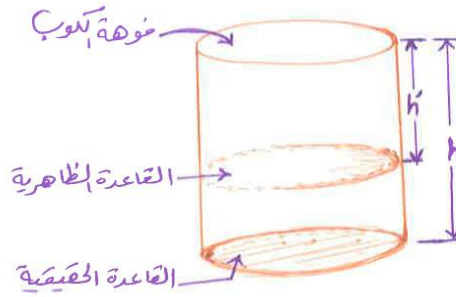
- لا توجد صورة بين المرآتين.
- لذا فالقطاعات $\left(1 - \frac{360}{\theta}\right)$ هي فضاءات للصور تحتل كل واحد منهما صورة واحدة.
- لذا يكون عدد الصور مساويا إلى $\left(\frac{360}{\theta} - 1\right)$

س/ ما هو البريسكوب periscope ؟

البعد الحقيقي والبعد الظاهري:

ظاهرة اقتراب قاعدة الكوب عندما يمتلأ بالماء !

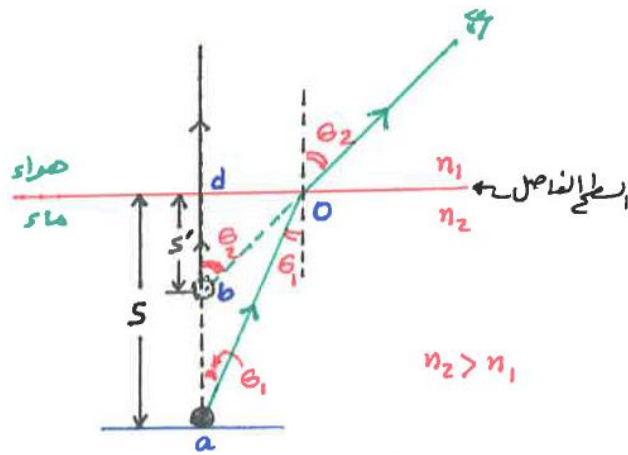
أن عمق الكوب (ارتفاعه) عندما يكون فارغ يمثل قيمة حقيقة، أي يمثل بعد الحقيقي أما ارتفاع الكوب بالاقتراب الظاهري لقاعدته عند امتلائه بالماء فيسمى بالبعد الظاهري.



$$h' = \text{العمق الظاهري}$$

$$h = \text{العمق الحقيقي}$$

أن سبب حدوث هذا الاختلاف هو وجود الجسم في وسط يختلف في معامل الانكسار (الكثافة) عن الوسط الذي يتم مشاهدة الجسم منه أو حدوث أنكسار لمسار شعاع الضوء عند الانتقال بين الوسطين، مما يؤدي الى عدم تطابق بين مسار الشعاع المنكسر وأمتداد الشعاع الساقط أو العكس: كما يبدو في الشكل التالي



● الموقع الحقيقي

○ الموقع الظاهري

s بعد الجسم (البعد الحقيقي)

s' بعد الجسم (البعد الظاهري)

● عندما يكون الجسم في وسط أعلى كثافة وننظر اليه من وسط اقل كثافة

$n_1 < n_2$ يبدو الجسم أقرب إلينا من موقعه الحقيقي.

● عندما يكون الجسم في وسط أقل كثافة (n_1 هواء) وننظر اليه من وسط أعلى كثافة

n_2 (ماء) يبدو الجسم أبعد عن موقعه الحقيقي.

$$\tan \theta_1 = \frac{do}{s} \simeq \sin \theta_1 \quad \text{من المثلث } ado$$

$$\tan \theta_2 = \frac{do}{s'} \simeq \sin \theta_2 \quad \text{من المثلث } bdo$$

وبتطبيق قانون سنيل للانكسار عند نقطة السقوط O نجد:

$$n_2 \sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$$

$$n_2 \frac{do}{s} = n_1 \frac{do}{s'}$$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{s}{s'} = \frac{\text{البعد الحقيقي}}{\text{البعد الظاهري}}$$

● عندما يكون $n_2 > n_1$ فإن $s > s'$

● عندما $n_1 = 1$ و $n_2 = n$

$$\therefore n = \frac{s}{s'} = \frac{\text{البعد الحقيقي}}{\text{البعد الظاهري}}$$

س/ لماذا ترى السمكة داخل الماء الصياد على بعد أكبر من بعده الحقيقي عنها ؟

الزاوية الحرجة (Critical angle):

عند سقوط شعاع ضوء من وسط أقل كثافة على وسط أكثر كثافة، كانت زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار

أما إذا كان السقوط من وسط أعلى كثافة، كانت زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار وهذا يعني إمكانية الوصول إلى مرحلة تصل فيها زاوية الانكسار إلى أقصى قيمة لها وهي 90° عندئذ تسمى زاوية السقوط في الوسط الأعلى كثافة بالزاوية الحرجة (θ_c).

- الزاوية الحرجة (Critical angle): هي زاوية سقوط شعاع الضوء من وسط أعلى كثافة تقابلها زاوية انكسار 90° في الوسط الأقل كثافة.

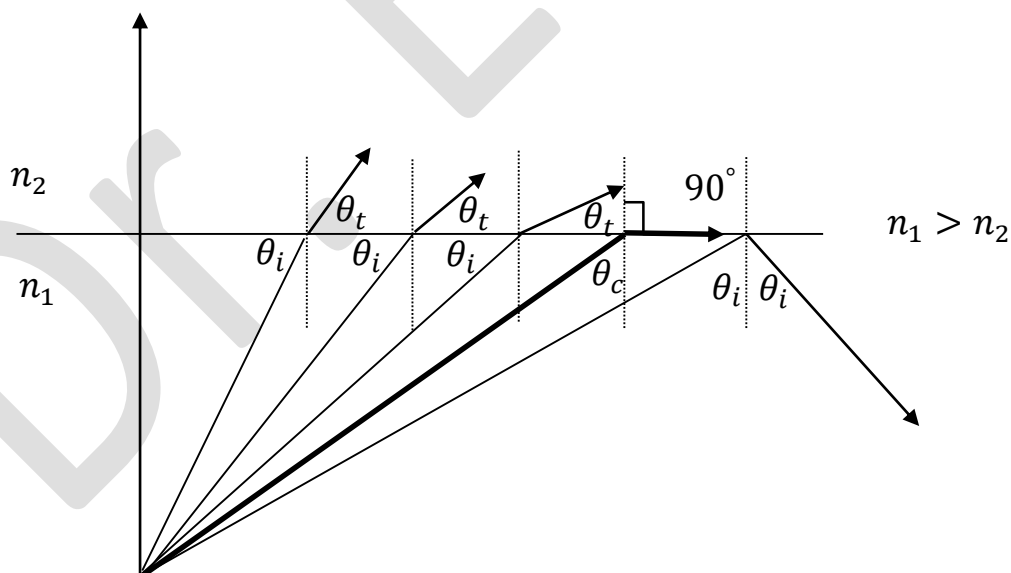
- تعتمد الزاوية الحرجة على معاملي انكسار الوسطين فقط

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

ملاحظ : تسمى حرجة لأنها تمثل الحد الفاصل بين حدوث ظاهرتي الانعكاس والانكسار.

ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي: Total Internal Reflection (TIR)



يبين الشكل أعلاه حدوث ظاهرة الانعكاس الكلي على السطح الفاصل بين وسطين عندما تكون

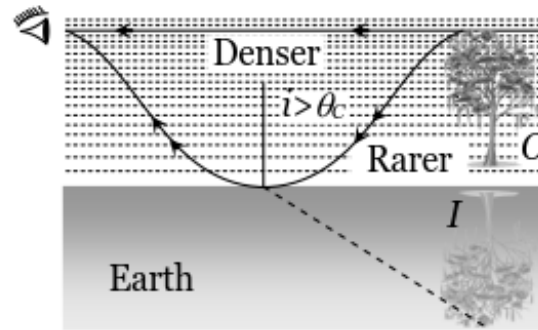
زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة. ($\theta_i > \theta_c$) $\Leftrightarrow$ ($\sin \theta_t = 1$)

- عندما $\theta_i < \theta_c$ ، يحدث انعكاس جزئي لشدة الشعاع الساقط وتنتقل باقي الطاقة إلى الوسط الأقل كثافة ولكن بزاوية اكبر من زاوية السقوط.
- أنعكاس: لان الشعاع الساقط يرتد من نفس وسط السقوط بعد اصطدامه بالسطح الفاصل.
- كلي: لأن كل طاقة الشعاع الساقط لا تتجزأ بل تظل كلها في الشعاع المنعكس.
- داخلي: لأن عملية الانعكاس حدثت في نفس الوسط بدون وسط عاكس (مرآة) بل يعمل السطح الفاصل بين الوسطين كمرآة عالية الكفاءة (تعكس بنسبة 100%).

أمثله على الانعكاس الكلي الداخلي:

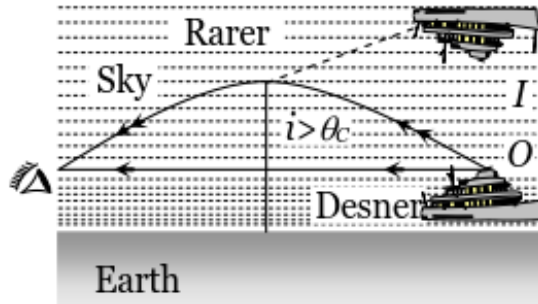
H.W

- السراب الصيفي *Mirage*

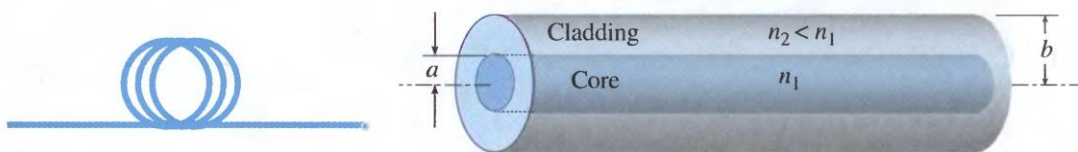


H.W

- السراب الشتوي *Looming*



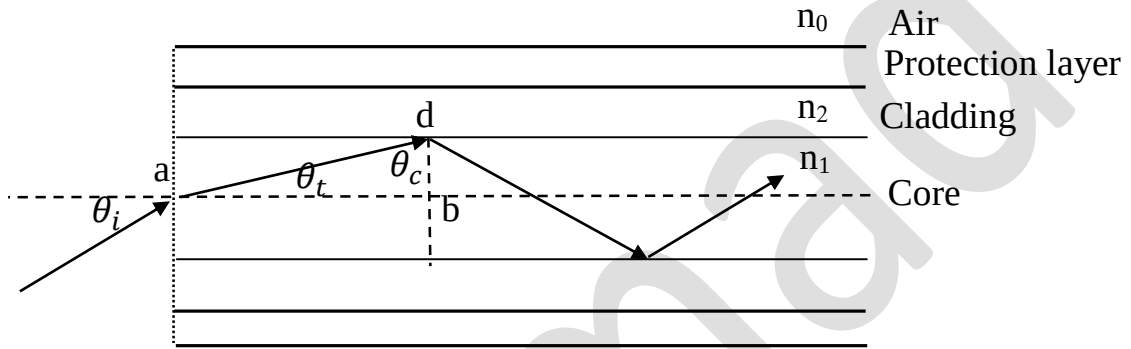
- الليف البصري *Optical Fibre*



الآلياف البصرية:

يتكون الليف البصري من عدة طبقات اسطوانية متداخلة تختلف عن بعضها في معامل الانكسار.

- الاسطوانة الداخلية core: القلب المركزي وهو من الزجاج الشفاف جداً.
- الاسطوانة الخارجية cladding: الغلاف العاكس وبمعامل أنكسار أقل من مادة القلب.
- الغلاف الواقي Protection layer: وهو عبارة عن غلاف من البلاستيك يحمي الليف من الرطوبة والكسر.



$$n_1 > n_2, \quad n_1 > n_0$$

من الشكل أعلاه نلاحظ أن الشعاع الساقط على القلب المركزي داخل مادة القلب سينكسر

إذا كانت $\theta_i > 0$ و زاوية الانكسار $\theta_t < \theta_c$

- بتطبيق قانون سنيل عند النقطة d

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\therefore \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\theta_c + \theta_t = 90^\circ \quad \dots \dots \dots (2)$$

- بتطبيق قانون سنيل عند النقطة a

$$n_0 \sin \theta_i = n_1 \sin \theta_t \quad \dots \dots \dots (3)$$

- من تعويض (2) في (3) نحصل على

$$n_0 \sin \theta_i = n_1 \sin(90^\circ - \theta_c)$$

$$\therefore \sin(90^\circ - \theta_c) = \cos \theta_c$$

$$n_0 \sin \theta_i = n_1 \cos \theta_c$$

$$\therefore n_0 \sin \theta_i = n_1 \sqrt{1 - \sin^2 \theta_c} \dots \dots \dots (4)$$

• ومن تعويض (1) في (4) ينتج

$$\therefore n_0 \sin \theta_i = n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

• ولمعرفة حدود زاوية السقوط θ_i

$$\therefore \theta_i = \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_0^2}} \right)$$

حيث يعرف المقدار $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ بالفتحة العددية لليف البصري *Numerical Apertures* (NA).

• عند دخول شعاع الضوء إلى القلب المركزي بزاوية اقل من θ_i ، فأنها ستخرج من الطرف الآخر بعد عدة انعكاسات داخلية وبشدته التي دخل بها لعدم تشتت الضوء أو امتصاصه داخل مادة القلب.

مثال: أحسب الزاوية الحرجة للماء إذا سقط شعاع ضوئي من الماء الى الهواء $n=1.33$ للماء $n=1$ للهواء؟

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.33} \right) = 48.5^\circ$$

مثال: يوجه احد الغواصين شعاع ليزر من تحت الماء الى الاعلى بزاوية مقدارها 37° مع الاتجاه العمودي (الرأسي). ماهي الزاوية التي يخرج بها الشعاع الى الهواء ؟

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$$

$$1.33 * \sin 37^\circ = 1 * \sin \theta_t \Rightarrow \therefore \theta_t = \sin^{-1} [1.33 * \sin 37^\circ] = 53^\circ$$

مثال: ليف بصري له قلب مركزي معامل أنكساره $n_1 = 1.475$ وغلاف عاكس معامل انكساره $n_2 = 1.460$. أحسب:

a. مقدار اكبر زاوية سقوط؟

b. الفتحة العددية (NA) لهذا الليف؟

c. الزاوية الحرجة؟

d. زاوية الانعكاس الكلي؟

$$\begin{aligned} a) \quad \theta_i &= \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0} \right) \\ &= \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{1.475^2 - 1.460^2}}{1} \right) \\ &= \sin^{-1}(0.21) \\ &= 12.11^\circ \end{aligned}$$

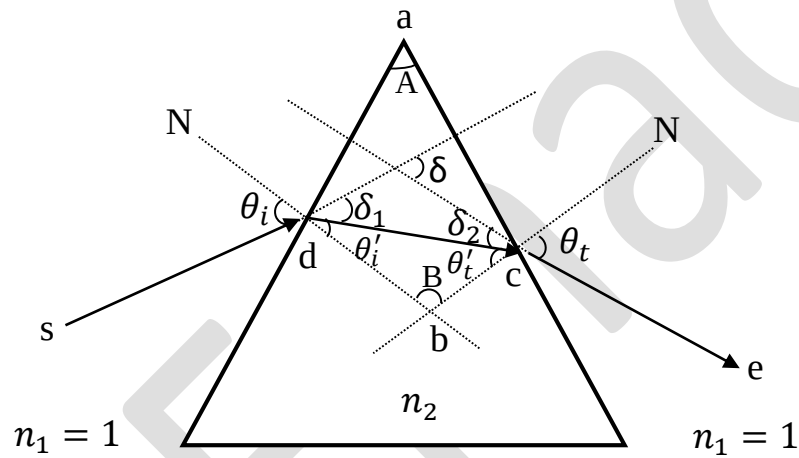
$$\begin{aligned} b) \quad NA &= \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \\ &= \sqrt{1.475^2 - 1.460^2} = 0.21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c) \quad n_1 \sin \theta_c &= n_2 \sin 90^\circ \\ \theta_c &= \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1.460}{1.475} \right) = 81.82^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d) \quad n_0 \sin \theta_i &= n_1 \sin \theta_t \\ \theta_t &= \sin^{-1} \left(\frac{n_0 \sin \theta_i}{n_1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{0.21}{1.475} \right) = 8.18^\circ \end{aligned}$$

الانكسار بواسطة الموشور (Refraction by prism):

الموشور: هو مجسم هندسي ذو ثلاثة أوجه مستطيلة و قاعدتين كل منهما مثلثة الشكل. ويصنع الموشور من الزجاج أو البلاستيك الشفاف. يوضع الموشور أثناء الاستخدام أما على إحدى قاعدتيه المثلثة أو احد الأوجه المستطيلة وفي هذه الحالة تكون الزاوية المقابلة هي زاوية رأس الموشور ويرمز لها بالرمز A ، وتتراوح قيمتها من قيمة صغيرة جداً إلى 180° حسب الهدف من استخدام الموشور.



θ_i : زاوية السقوط

θ'_i : زاوية الانكسار

θ_t : زاوية الخروج للشعاع من الموشور

θ'_t : زاوية السقوط على الوجه المقابل

- إذا سقط شعاع من الضوء على الموشور زجاجي ثلاثي مثل الشعاع sd فإنه ينكسر مقترباً نحو العمود على أستقامة dc عند دخوله الموشور وينكسر مبتعداً عن العمود باستقامة ce عند مغادرته الموشور.

δ : زاوية انحراف الموشور وهي الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاع الساقط والشعاع الخارج وتكون اقل مايمكن عندما تكون زاوية السقوط والخروج متساويتين وتسمى عندئذ بزاوية الانحراف الصغرى ($\delta = \delta_m$)

من الشكل الرباعي adbc

$$A + B = 180^\circ$$

(مجموع زوايا الشكل الرباعي = 360° , وأن $\angle adb = \angle acb = 90^\circ$)

ومن المثلث dbc

$$\theta'_i + \theta'_t + B = 180^\circ$$

$$\therefore A + B = \theta'_i + \theta'_t + B$$

$$\therefore A = \theta'_i + \theta'_t \dots \dots \dots (1)$$

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 ,$$

$$\therefore \theta_i = \delta_1 + \theta'_i , \quad \theta_t = \delta_2 + \theta'_t$$

$$\therefore \delta = (\theta_i - \theta'_i) + (\theta_t - \theta'_t)$$

$$= \theta_i + \theta_t - (\theta'_i + \theta'_t)$$

$$\therefore \delta = \theta_i + \theta_t - A \dots \dots \dots (2)$$

* أن زاوية الانحراف تعتمد على: زاوية السقوط ، زاوية الخروج ، زاوية رأس الموشور

* تكون δ في نهايتها الصغرى عندما $\theta_i = \theta_t$ وان المعادلة (2) تصبح

$$\delta = \delta_m = 2\theta_i - A$$

$$\therefore \theta_i = \frac{A + \delta_m}{2}$$

* وكذلك $\theta'_i = \theta'_t$ ومن المعادلة (1) فأن

$$A = 2\theta'_i \Rightarrow \theta'_i = A/2$$

للوسط الأول $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta'_i$

وأن $n_1 = 1$ ، $n_2 = n$ ، حيث n معامل أنكسار مادة الموشور

$$\therefore n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta'_i}$$

$$\therefore n = \frac{\sin^{1/2}(A + \delta_m)}{\sin(A/2)}$$

مثال: موشور زجاجي ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل أنكساره 1.62، اذا سقط شعاع ضوئي على أحد وجهيه بزاوية سقوط 70° . أوجد:

- زاوية انحراف الموشور بالرسم والحساب
- زاوية الانحراف الصغرى بالرسم والحساب
- هل الشعاع ينفذ من السطح الآخر أم لا ولماذا ؟

$$a. \delta = \theta_i + \theta_t - A$$

At point d:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta'_i$$

$$1 * \sin(70^\circ) = 1.62 * \sin \theta'_i$$

$$\therefore \theta'_i = 35.45^\circ$$

$$\therefore A = \theta'_i + \theta'_t$$

$$60^\circ = 35.45^\circ + \theta'_t$$

$$\therefore \theta'_t = 24.55^\circ$$

At point c:

$$n_2 \sin \theta'_t = n_1 \sin \theta_t$$

$$1.62 * \sin(24.55^\circ) = 1 * \sin \theta_t$$

$$\therefore \theta_t = 42.29^\circ$$

$$\therefore \delta = \theta_i + \theta_t - A$$

$$= 70^\circ + 42.29^\circ - 60^\circ$$

$$\therefore \delta = 52.29^\circ$$

$$b. n = \frac{\sin \frac{1}{2}(A + S_m)}{\sin(A/2)}$$

$$1.62 = \frac{\sin \left(\frac{60^\circ + \delta_m}{2} \right)}{\sin(60^\circ/2)}$$

$$1.62 = \frac{\sin\left(\frac{60^\circ + \delta_m}{2}\right)}{\sin 30^\circ}$$

$$1.62 = \frac{\sin\left(\frac{60^\circ + \delta_m}{2}\right)}{0.5}$$

$$0.81 = \sin\left(\frac{60^\circ + \delta_m}{2}\right)$$

$$\sin^{-1}(0.81) = \frac{60^\circ + \delta_m}{2}$$

$$\delta_m = 2 * \sin^{-1}(0.81) - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 48.18^\circ$$

$$\begin{aligned} c. \theta_c &= \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.62}\right) \end{aligned}$$

$$\therefore \theta_c = 38.11^\circ$$

$$\therefore \theta'_t = 24.55^\circ$$

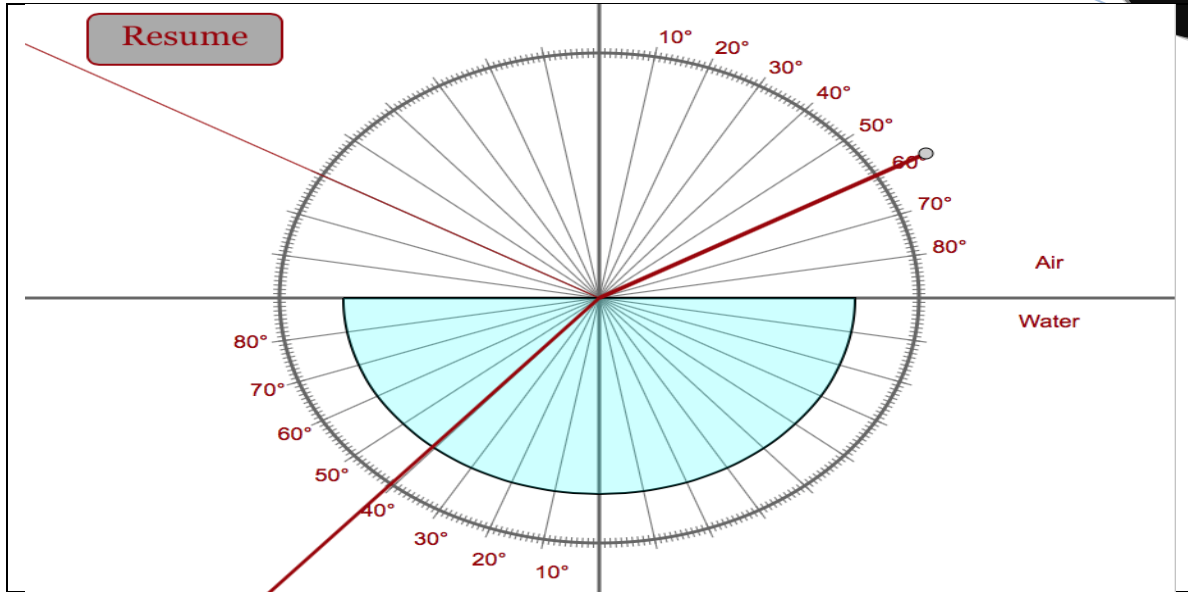
$$\therefore \theta'_t < \theta_c$$

لذا الشعاع ينفذ

H.W: موشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته $3/2$ ، غمر في الماء $n_w = 4/3$. فإذا أسقط عليه شعاع من الماء بزاوية 30° . مامقدار زاوية الانحراف ؟

H.W: P.32

Q): 1, 3, 4, 5, 7



هدف التجربة: تحقيق العلاقة بين زاوية سقوط اشعة الضوء وزاوية انكساره عند مروره خلال الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

ادوات التجربة: مصدر ضوئي ، مجهز قدرة ، اسلاك ربط ، عدسة مجسمة (نصف دائرية) ، قرص بصري ، حامل منزلق ، حاجز مع شق ، مصطبة.

اساس عمل التجربة:

انكسار الضوء هو ظاهرة فيزيائية عبرت الفيزياء الكلاسيكية بأنها، تغير في موجات الضوء ونظام الحركة التي تحدثها الموجات في الوسط المادي وجزيئات هذا الوسط فتحدث حركة ذات نظام معين تنتقل عبرها الطاقة وعندما تنتقل إلى وسط آخر مختلف في الكثافة فتغير الاتجاه بسبب تغير سرعتها وتغير سرعة موجتها بسبب تقيد حركة الموجات في الوسط الأكبر كثافة فتبطئ سرعتها وزيادة الحرية في الانتقال عبر الوسط الأقل. وهو يحصل عند انتقال الموجة من وسط ذي معامل انكسار ما إلى وسط ذي معامل انكسار مختلف. ويحصل الانكسار عند الحد بين الوسطين. وعند الانكسار يتغير الطول الموجي ولكن التردد يبقى ثابتا. ومن الامثلة على الانكسار الموجي تغير اتجاه الضوء عند مروره عبر قطعة زجاجية.

يوجد علاقة بين الضوء الساقط والضوء المنكسر وهي حسب قانون الانكسار.

Light Refraction

انكسار الضوء

انكسار الضوء هو أحد الظواهر التي يتعرض له الضوء توجد لهذه الظاهرة أهمية كبيرة لفهمنا الطبيعة التي تصادفنا كما أن لها استخدامات تقنية بأجهزة عملية عديدة.

انكسار الضوء هو انحراف الضوء عن مساره عند انتقاله من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فبدلاً من أن يستمر في الحركة على نفس الخط المستقيم الذي كان يستمر فيه ينحرف عن مساره بنقطه انتقاله بين الوسطين. علاقة بين الضوء الساقط والضوء المنحرف هي حسب قانون سنيل (Snell's law):

$$n_1 \sin \theta = n_2 \sin \theta' \quad \dots \dots (1)$$

حيث n_1 , n_2 يمثل معامل انكسار الوسط الأول والثاني تالياً، والزوايا (θ) و (θ') هما زاويتي السقوط والانكسار تالياً.

معامل الانكسار: n هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وبين سرعته في المادة.

$$n = \frac{c}{v} \quad \dots \dots (2)$$

حيث (c) يمثل سرعة الضوء في الفراغ ، (v) يمثل سرعة الضوء في الوسط. انكسار الضوء: هو تغير اتجاه الشعاع الضوئي عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة.

- الكثافة الضوئية لوسط ما: هو المقدار الذي يميز اعتماد سرعة انتشار الضوء على نوع الوسط وتقاس بالقيمة العددية لمعامل الانكسار المطلق للوسط أو هي قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه.
- السطح الفاصل: هو السطح الذي يفصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.
- الشعاع الضوئي الساقط: هو الشعاع المتجه إلى السطح الفاصل ويقابله في نقطة السقوط.
- زاوية السقوط: هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل.
- الشعاع الضوئي المنكسر: هو المسار الجديد للشعاع الضوئي في الوسط الثاني بعد نفاذه من السطح الفاصل.
- زاوية الانكسار: هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل.

- قانون الانكسار الأول: نسبة جيب زاوية السقوط إلى جيب زاوية الانكسار لوسطين معينين هي مقدار ثابت يعرف بمعامل الانكسار النسبي بين الوسطين.
- قانون الانكسار الثاني: يقع الشعاع الساقط والشعاع المنكسر في مستوى واحد مع العمود المقام من نقطة سقوط الشعاع على السطح الفاصل بين الوسطين.
- عامل الانكسار النسبي بين وسطين: هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول وسرعة الضوء في الوسط الثاني.
- معامل الانكسار المطلق لوسط: هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء وسرعة الضوء في هذا الوسط
- هناك العديد من التطبيقات العملية لانكسار الضوء، مثل عدسات النظارات، التي تستخدم الانكسار في تعديل الصورة، بتكبيرها مثلاً ، والمجهر والمقرب.

طريقة العمل:

1. ضع القرص البصري امام المصدر الضوئي على المصطبة بحيث يكون بموازات المصطبة على المحور (0-0).
2. ضع العدسة المجسمة على القرص البصري بحيث يكون الجزء المستوي من العدسة متطابق مع المحور (90-90)، والمحور (0-0) ينصف العدسة تماماً.
3. قم بتشغيل المصدر الضوئي، سوف يظهر الشعاع الضوئي على العدسة عند المحور (0-0) ويكون الشعاع الساقط على الجزء المستوي من العدسة بصورة عمودية.
4. راقب الشعاع المنكسر من العدسة واتجاهه في حالة سقوط الاشعة بصورة عمودية.
5. قم بتدوير القرص البصري تدريجياً (مع او بعكس اتجاه عقارب الساعة). في هذه الحالة سوف يسقط الضوء على العدسة بصورة مائلة (يجب مراعاة عدم تحرك العدسة طيلة فترة التجربة حتى يكون السطح المستوي للعدسة عمودي على المحور (0-0) عند نقطة سقوط الاشعة عليه). المحور (0-0) في هذه الحالة يسمى المحور العمودي (normal) لنقطة سقوط الاشعة. ان الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود تسمى زاوية السقوط (θ) التي من الممكن تسجيل قيمتها من خلال تدريجات القرص البصري.

6. يجب مراقبة الشعاع المنكسر من العدسة وقياس زاوية الانكسار (θ') التي تمثل الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود.
7. سجل قيم كل من زاوية السقوط وزاوية الانكسار وضعها في الجدول ادناه عن طريق تدوير القرص البصري تدريجيا للحصول على قيم الزوايا.
8. احسب قيم كل من ($\sin\theta$) و ($\sin\theta'$) وكذلك ($\frac{\sin\theta}{\sin\theta'}$) التي تسمى معامل الانكسار النسبي بين الوسطين ، وادراج النتائج في نفس الجدول.
9. ارسم مخطط بياني بين قيم ($Y : \sin\theta$) و ($X : \sin\theta'$) ، واوجد الميل الذي يمثل قيمة معامل الانكسار النسبي بين الوسطين (n).

No	θ	θ'	$\sin\theta$	$\sin\theta'$	$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

الاسئلة:

1. على ماذا تعتمد زاوية انكسار الاشعة؟
2. كيف يحدث الانعكاس الداخلي الكلي؟
3. وضح رياضيا عن طريق قانون (سنل) كيف يكون الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل بين وسطين يمر بدون انكسار.
4. هل تخضع السطوح الكروية لقانون (سنل) في الانكسار؟ ولماذا؟

ناقشنا في الفصل السابق المواضيع التي تفسر الضوء على اساس انه ذات خصائص جسيمية .اما المواضيع التي نتناولها في هذا الفصل وهي التداخل ،الحيود والاستقطاب فأنها تعتمد على طبيعة الموجات الضوئية والتي تتناولها البصريات الموجية .هذه الخصائص لا يمكن شرحها بأستخدام البصريات الاشعاعية (جسيمية) ،لكن نستطيع تفسيرها على اساس ان الضوء هو ذا خاصية موجية.

1-2 التداخل:

بأستطاعة موجتين ان تجمع سويا سواء كان هذا الجمع بناءا او اتلافيا. في التداخل البناء السعة في الموجة الناتجة تكون اكبر من سعة الموجات المفردة بينما في التداخل الاتلافي تكون السعة المحصلة اصغر من سعة الموجة المنفردة.الموجات الضوئية ممكن ايضا ان تتداخل مع بعضها البعض. بصورة اساسية، التداخل المتعلق بالموجات الضوئية يحدث عندما تكون المجالات الكهرومغناطيسية تساهم في تراكم الموجات المنفردة.نموذج التداخل لا يمكن ملاحظته بسهولة بسبب احتوائه على اطوال موجية قصيرة.

ولكي نلاحظ التداخل في امواج الضوء يجب توفر الشروط الاتية:

١-يجب ان تكون المصادر متشاكهة اي يجب ان تحافظ على علاقة طور ثابتة بعضها مع البعض الاخر.

٢-يجب ان تكون المصادر احادية اللون اي ذات طول موجي وحيد.

في نقطة معينة، موجتين في نفس الطور .فالسعة للموجة المحصلة ستكون مساوية الى مجموع سعات الموجتين كما موضح في الشكل (١).

لذلك فالسعة للموجة الناتجة :

$$A_R = A + A = 2A \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

اذا الشدة للموجة الناتجة ستكون

$$I_R \propto A_R^2 = 2^2 A^2 = 2^2 I \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

من الواضح ان الشدة الناتجة تكون اكبر من مجموع الشدات الناتجة من الموجات المنفصلة.

$$I_R > I + I = 2I \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

وهكذا، فان التداخل الذي ينتج في تلك النقاط يعرف بما يسمى بالتداخل البناء فالحزمة المضئية التي نلاحظها في تلك النقاط تمثل التداخل البناء.

في نقاط معينة اخرى، عندما تكون الموجتين متعاكسة في الطور فأن السعة للموجة الناتجة ستكون مساوية الى مجموع السعات للموجتين وكما موضح في الشكل (2).

لذلك فأن سعة الموجة الناتجة :

$$A_R = A - A = 0 \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

فإن الشدة للموجة الناتجة ستكون:

$$I_R \alpha 0^2 = 0 \quad (2.5)$$

من الواضح ان الشدة الناتجة ستكون اكبر من مجموع الشدات الناتجة من الموجات المنفصلة.

$$I_R < 2I \quad (2.6)$$

وهكذا فإن التداخل الناتج في هذه النقاط يعرف بالتداخل الهدام. حزم الضوء الداكنة الواضحة في تلك النقاط تمثل التداخل الهدام.

تداخل بناء $\Delta = m \lambda$

تداخل اتلافي $\Delta = (2m+1)\lambda/2$

عندما $m=0,1,2,3,\dots$ و Δ فرق المسار البصري

ان ظاهرة اعادة توزيع الطاقة الضوئية الناتجة من تراكب موجات الضوء من مصدرين متشاكهين او اكثر تعرف بالتداخل.

1.1.2 تجربة الشق المزدوج ليونج:

الطريقة الشائعة لانتاج مصدري ضوء متشاكهين هي استعمال مصدر احادي اللون لاضاءة حاجز فيه فتحتين صغيرتين على شكل شقوق. يكون الضوء الذي يظهر من الشقين متشاكها لان مصدر منفرد ينتج حزمة الضوء الاصلية ويعمل الشقان فقط على فصل الحزمة الاصلية الى جزئين. وان اي تغير عشوائي في الضوء المنبعث بواسطة المصدر في كلا الحزمتين يحدث بالوقت نفسه ونتيجة لذلك يمكن ملاحظة تأثيرات التداخل عندما يصل الضوء من الشقين عند الشاشة. واذا تقدم الضوء فقط باتجاهه الاصيلي بعد مروره خلال الشقوق كما موضح في الشكل (3-a) فلا تتداخل الامواج ولا يمكن رؤية اهداب تداخل وبدلا من ذلك تنتشر الامواج خارج الشقوق كما موضح في الشكل (3-b). بعبارة اخرى ينحرف الضوء من مسار الخط المستقيم ويدخل المنطقة التي بغير ذلك تكون مظلمة.

تم اثبات التداخل في امواج الضوء المنبعث من مصدرين اول مرة بواسطة توماس يونج عام 1801 والشكل (4-a) يوضح مخططا للاجهزة التي استعملها يونج تصل امواج الضوء المستوية حاجز في شقين متوازيين S_1, S_2 ويعمل هذان الشقان كزوج مصادر ضوء متشاكه لان الامواج المنبعثة منهما تنشأ من جبهة الموجة نفسها وبذلك تحافظ على علاقة طور ثابتة. ينتج الضوء المنبعث من S_1, S_2 انماط مرئية من حزم متوازية مكونة من مناطق مظلمة ومضيئة على شاشة تسمى الاهداب كما في الشكل (4-b) عندما يصل الضوء المنبعث من S_1 وذلك النبعث من S_2 عند نقطة على الشاشة بالشكل الذي يحدث تداخل بناء عند ذلك الموضع يظهر هدب مضيئ وعندما يتحد الضوء من الشقين اتلافا عند اي موضع على الشاشة ينتج هدب مظلم. وتوضح المعادلة (2.9, 2.10) فرق المسار البصري للهدب المضيئ والهدب المظلم على التوالي. ولمعرفة موقع الهدب المضيئ والمظلم المقاسة عموديا من O الى P وكما موضح في الشكل (5) وبحل المعادلتين اعلاه نحصل على المعادلتين (2.12, 2.13) والتي تمثل موقع الاهداب المضيئة والمظلمة.

2.2 الحيود:

إذا كان الطول الموجي للضوء بقدر أو اكبر من عرض الشق سينتشر الضوء مبتعدا في كل الاتجاهات الامامية عند مروره خلال هذا الشق وتسمى هذه الظاهرة بالحيود.

يوضح الشكل (5) مسار الموجات خلال فتحة. عندما تكون الفتحة كبيرة مقارنة بالطول الموجي، فإن الموجات لا تنحني حول الحافات. عندما تكون الفتحة صغيرة، فإن الانحناء حول الحافات سيكون جدير بالملاحظة. وعندما تكون الفتحة صغيرة جدا، فإن الموجات ستنتشر داخل السطح المجاور. الفتحة تمثل مصدر مستقل للموجات حيث تنتشر في كل الاتجاهات. تأثير الحيود يكون واضح عندما يكون قريب جدا من الفتحة حيث حجم الفتحة يكون جدا صغير. عندما تكون الفتحة كبيرة يلاحظ تأثير الحيود على مسافات أبعد من الفتحة. بصورة عامة حيود الموجات يصبح قابل للملاحظة فقط عندما يكون حجم الحاجز قابل للمقارنة مع الطول الموجي. على كل حال، ظاهرة الحيود لن تظهر بوضوح في حالة الموجات الضوئية. وتكون ملاحظتها سهلة عندما يكون حجم الفتحة من مضاعفات الطول الموجي. إن التداخل والحيود متكافئة.

1.2.2 الفرق بين التداخل والحيود:

التداخل	الحيود
يكون ناتج من تفاعل الضوء القادم من جبهات موجة مختلفة محيطية بالمصدر	يكون ناتج من تفاعل الضوء القادم من اجزاء مختلفة لنفس جبهات الموجة
اهدااب التداخل من الممكن ان تملك او لا تملك نفس العرض	اهدااب الحيود ليس لها نفس العرض
مناطق الشدة الصغرى تكون مظلمة تماما	مناطق الشدة الصغرى لا تكون مظلمة تماما
كل الحزم المضيئة لها نفس الشدة	الهدبة المركزية لها اعظم شدة وتتناقص هذه الشدة عند الهدب الثانوية

2.2.2 حيود فرينيل وفرانهوفر:

ظاهرة الحيود تصنف الى نوعين من الحيود: حيود فرينيل وحيود فرانهوفر.

١. حيود فرينيل: في هذا النوع من الحيود، مصدر الضوء والشاشة يكونان على مسافة محددة من الشق كما في الشكل (6-a). من الملاحظ ان ظاهرة حيود فرينيل لا تحتاج الى اي عدسات. جبهة موجة السقوط لا تكون مستوية. وبالنتيجة، طور الموجات الثانوية لا تكون متساوية في كل نقاط المستوي للشق. السعة الناتجة في اي نقطة على الشاشة تكون محصلة للتداخل المتكرر للموجات الثانوية من عناصر مختلفة للاجزاء الغير مغلقة من جبهة الموجة. هذه العملية عمليا جدا سهلة لكن تحليلها معقد جدا.

٢. حيود فرانهوفر: في هذا النوع من الحيود، مصدر الضوء والشاشة يكونان على مسافة غير محددة من الشق. نموذج الحيود لفرانهوفر من السهولة ملاحظته عمليا. الشروط اللازمة للحصول على حيود فرانهوفر مبنية على اساس استعمال عدستين محدبتين، احدهما لجعل

الضوء القادم من المصدر متوازي والثانية لتركيز (تبؤر) الضوء على الشاشة بعد الحيود كما في الشكل (6-b). لذلك الحيود ينتج بواسطة التداخل بين الاشعة المتوازية. جبهة موجة السقوط تكون مستوية والموجات الثانوية، اي تنشأ من الاجزاء الغير مغلقة في جبهة الموجة، والتي تكون في نفس الطور في كل نقاط المستوي للشق. هذه المشكلة من السهولة التعامل معها رياضيا لان الاشعة متوازية. الضوء القادم يعاد موازيا بأستخدام العدسة والحزمة المنحادة تركز على الشاشة بعدسة اخرى.

3.2 استقطاب الموجات الضوئية:

نصف هنا طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية المستعرضة. شكل (7) يوضح متجهات المجال الكهربائي والمغناطيسي المتعلقة بالموجات الكهرومغناطيسية والتي تكون ذات زوايا قائمة مع بعضها البعض وايضا مع اتجاه انطلاق الموجة. توصف هنا ظاهرة الاستقطاب بأنها دليل قاطع لوصف طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية المستعرضة .

1.3.2 انواع الاستقطاب الضوئي:

هناك انواع متعددة من الاستقطاب الضوئي كما يلي:

١. الضوء الغير مستقطب، هو الذي يحوي على سلسلة من الموجات المتتابعة جميعها تدور عشوائيا وتعتبر كمحصلة لاثنتين من مركبات المتجه البصري، اي تكون غير متشاكهة.
٢. الاستقطاب الخطي، يعتبر محصلة لاثنتين من الموجات المستقطبة الخطية المتشاكهة.
٣. الضوء المستقطب جزئيا، حيث انه مزيج من الضوء المستقطب الخطي والضوء الغير مستقطب. الشكل (8) يوضح الضوء المستقطب جزئيا.
٤. الضوء المستقطب الاهليلجي، اذ هو محصلة لموجتين متشاكهتين تمتلكان ساعات مختلفة و فرق الطور بينهما ثابت يساوي 90° كما في الشكل (9). في الضوء المستقطب الاهليلجي تكون قيمة المتجه الكهربائي E متغيرة مع الزمن والمتجه الكهربائي يدور باتجاه الانتشار.
٥. الضوء المستقطب الدائري، يكون نتيجة موجتين متشاكهتين تمتلكان نفس السعة و فرق الطور بينهما ثابت مساوي الى 90° . الموجة الضوئية تعتبر مستقطبة دائريا اذا كانت قيمة المتجه الكهربائي E باقية ثابتة لكن المتجه يدور حول اتجاه الانتشار ويبدو كأنه يتحرك دائريا في الفراغ.

Sources of Visible Light

Jean Brainard, Ph.D.

To access the online version of this FlexBook
click the link below:

https://www.ck12.org/c/physics/sources-of-visible-light/lesson/Sources-of-Visible-Light-MS-PS/?referrer=concept_details

To access a customizable version of this book, as well as other interactive content, visit www.ck12.org

CK-12 Foundation is a non-profit organization with a mission to reduce the cost of textbook materials for the K-12 market both in the U.S. and worldwide. Using an open-source, collaborative, and web-based compilation model, CK-12 pioneers and promotes the creation and distribution of high-quality, adaptive online textbooks that can be mixed, modified and printed (i.e., the FlexBook® textbooks).

Copyright © 2021 CK-12 Foundation, www.ck12.org

The names “CK-12” and “CK12” and associated logos and the terms “**FlexBook®**” and “**FlexBook Platform®**” (collectively “CK-12 Marks”) are trademarks and service marks of CK-12 Foundation and are protected by federal, state, and international laws.

Any form of reproduction of this book in any format or medium, in whole or in sections, must be attributed according to our attribution guidelines.

<https://www.ck12info.org/about/attribution-guidelines>

Except as otherwise noted, all CK-12 Content (including CK-12 Curriculum Material) is made available to Users in accordance with the CK-12 Curriculum Materials License

<https://www.ck12info.org/curriculum-materials-license>



Complete terms for use for the CK-12 website can be found at: <http://www.ck12info.org/terms-of-use/>

Printed: June 18, 2021 (PST)



AUTHORS

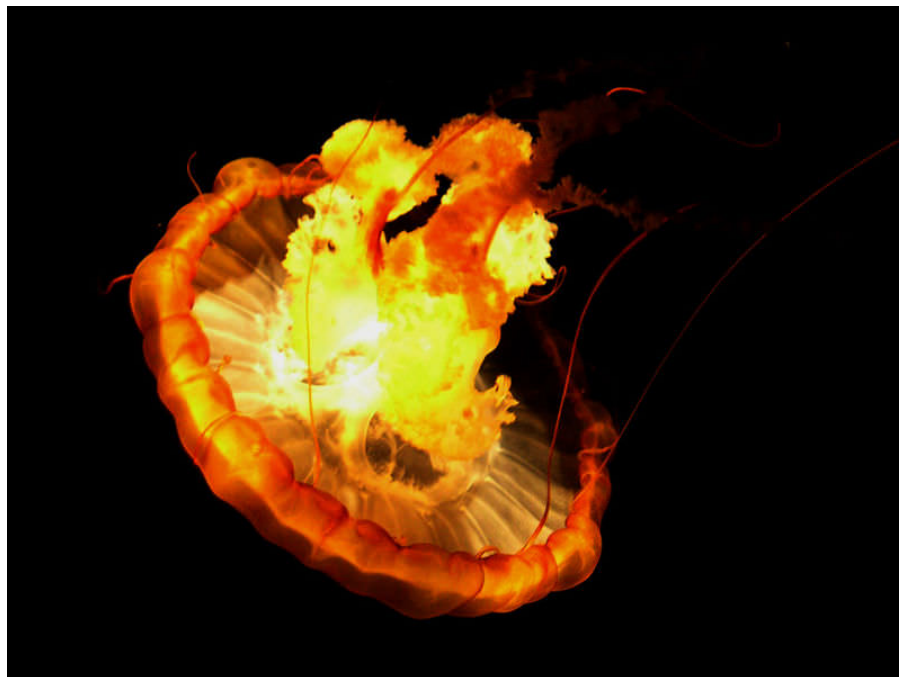
Jean Brainard, Ph.D.



Sources of Visible Light

Explores where light comes from in our surroundings and the different ways matter can emit light.

Sources of Visible Light



[Figure1]

Imagine scuba diving and coming upon a jellyfish. Would you be startled if the jellyfish suddenly started to glow with bright yellow light, like the jellyfish in the picture above? If so, then the jellyfish would have done its job. Jellyfish give off light to startle possible predators. The light they emit is visible light.

The Light We See

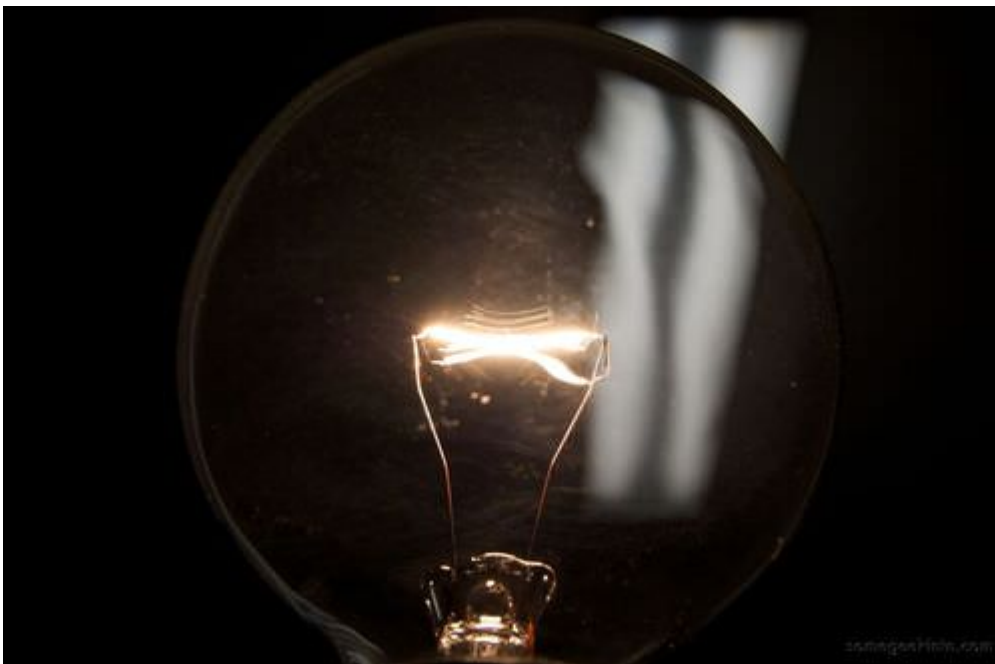
Visible light includes all the wavelengths of light that the human eye can detect. It allows us to see objects in the world around us. Without visible light, we would only be able to sense most objects by sound, touch, or smell. Like humans, most other organisms also depend on visible light, either directly or indirectly. Many [animals](#)—including predators of jellyfish—use visible light to see. Plants and certain other organisms use visible light to make food in the process of [photosynthesis](#). Without this food, most other organisms would not be able to survive.

Q: Do you think that some [animals](#) might be able to see light that isn't visible to humans?

A: Some animals can see light in the infrared or ultraviolet range of wavelengths. For example, mosquitoes can see infrared light, which is emitted by warm objects. By seeing infrared light, mosquitoes can tell where the warmest, [blood](#)-rich areas of the body are located.

Incandescence

Most of the visible light on Earth comes from the [sun](#). The sun and other stars produce light because they are so hot. They glow with light due to their extremely high temperatures. This way of producing light is called **incandescence**. Incandescent light bulbs also produce light in this way. When electric [current](#) passes through a wire filament inside an incandescent bulb, the wire gets so hot that it glows. Do you see the glowing filament inside the incandescent light bulb in the **Figure below**?



[Figure2]

Q: What are some other sources of incandescent light?

A: Flames also produce incandescent light. For example, burning candles, oil lamps, and bonfires produce light in this way.

Luminescence

Some objects produce light without becoming very hot. They generate light through chemical reactions or other processes. Producing light without [heat](#) is called **luminescence**. Luminescence, in turn, can occur in several different ways:

- One type of luminescence is called fluorescence. In this process, a substance absorbs shorter-[wavelength](#) ultraviolet light and then gives off light in the visible range of wavelengths. Certain [minerals](#) produce light in this way, including gemstones such as amethyst, diamond, and emerald.
- Another type of luminescence is called electroluminescence. In this process, a substance gives off light when an electric [current](#) passes through it. Gases such as neon, argon, and krypton produce light by this means. The car dash lights in the [Figure below](#) are produced by electroluminescence.



[Figure3]

- A third type of luminescence is called bioluminescence. This is the production of light by living things as a result of chemical reactions. The jellyfish in the opening photo above produces light by bioluminescence. So does the firefly in the [Figure below](#). Fireflies give off visible light to attract mates.



[Figure4]

Watch the video below to learn more about undersea creatures that make light:



Illumination

Many other objects appear to produce their own light, but they actually just reflect light from another source. Being lit by another source is called **illumination**. The moon in the **Figure below** is glowing so brightly that you can see shadows under the trees. It appears to glow from its own light, but it's really just illuminated by light from the [sun](#). Everything you can see that doesn't produce its own light is illuminated by light from some other source.



[Figure5]

Summary

- Visible light includes all the wavelengths of light that the human eye can detect. Humans and virtually all other organisms depend on visible light to survive. Humans and many other animals use it to see. Plants use it to make food for themselves and most other organisms.
- Most of the visible light on Earth comes from the sun. The sun produces light because it is so hot. Glowing with visible light because of a high [temperature](#) is called incandescence.
- Producing light without a high [temperature](#) is called luminescence. Types of luminescence include fluorescence, electroluminescence, and bioluminescence.
- All objects you can see that do not produce their own light are reflecting light from another source. This is known as illumination.

Review

1. What is visible light?
2. Define incandescence, and give an example of an incandescent light source.
3. What is luminescence?
4. Make a table comparing and contrasting three ways that luminescence can occur.

5. On a sunny day, white sand on a beach seems to glow with light. What process explains why the sand is so bright?

Vocabulary

Language: English ▾

Term	Definition
illumination	Being lit by and reflecting light from another source.
incandescence	Production of visible light by an object that is so hot it glows.
luminescence	Production of visible light that does not involve high temperatures but instead occurs through chemical reactions or other means.
visible light	Range of wavelengths of electromagnetic waves that the human eye can detect.

1.0 REFERENCES

1. Nazareth College;Christopher Auyeung.
http://www.flickr.com/photos/nazareth_college/6482294327/;CK-12 Foundation. CC BY 2.0; CC BY-NC 3.0
2. .. CC BY-NC
3. Casey Fleser;Christopher Auyeung.
<http://www.flickr.com/photos/somegeekintn/3329507575/>;CK-12 Foundation. CC BY 2.0; CC BY-NC 3.0
4. Image copyright Fer Gregory, 2014;Christopher Auyeung;Nazareth College.
http://www.shutterstock.com/CK-12_Foundation;http://www.flickr.com/photos/nazareth_college/6482294327/. License from Shutterstock; CC BY-NC 3.0; CC BY 2.0
5. Jonathan Gibbs (Wikipedia: FastbackJon);Christopher Auyeung.
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:66ChargerDash.jpg>;CK-12 Foundation. Public Domain; CC BY-NC 3.0

انعكاسات المرايا وتأثيرها في التصميم الداخلي

الملخص:

لم يعد اي فضاء سكني يخلو من المرايا التي قد يكون استخدامها وظيفي بحث ولكن وبتطور الحياة اصبحت للمرايا فوائد ومعالجات جماليه ووظيفيه معا ،من هنا جاءت اهمية البحث حيث جاء البحث بثلاثة فصول:

الفصل الاول: تم من خلاله تحديد مشكلة البحث والتي تمثلت بالتساؤل (هل هناك تأثير مباشر لانعكاسات المرايا في التصميم الداخلي). كما تم تحديد اهمية البحث والتي تكمن في فتح ابواب معرفيه للدارسين في مجال التصميم الداخلي للاستفادة من المرايا في تعزيز تصميم وذلك من خلال ما تعكسه تلك السطوح في التصميم الداخلي. اما ما يهدف له البحث فهو التعرف على ما يمكن ان تعكسه المرايا على الفضاءات الداخليه .

ليتم تحديد حدود البحث في الحدود الموضوعيه والحدود المكانية وذلك في استخدام المرايا المستويه في الفضاءات السكنيه ،لينتهي الفصل الاول بتحديد المصطلحات ووضع تعاريف اجرائيه للانعكاس والمرايا.

اما الفصل الثاني: فكان الاطار النظري للبحث وذلك من خلال مناقشة ثلاثة محاور اساسيه وهي :

المحور الاول :المرايا وصفاتها الفيزيائيه

المحور الثاني:انواع المرايا وقد تم استعراض المرايا التي شاع استخدامها في التصميم الداخلي وهي:

١.المرايا المحدبه.

٢.المرايا المقعره.

٣. المرايا المستوية.

المحور الثالث: المعالجات التي تحققها المرايا:

١. الخداع البصري.

٢. انعكاس الضوء.

٣. استخدام المرايا في الاثاث.

اما الفصل الثالث: فقد خصص لاجراءات البحث ومجتمع البحث وادواته وعينته. وقد تم تحديد المنهج الوصفي التحليلي وذلك من خلال اختيا العينه القصديه ولثلاثة فضاءات سكنيه استخدمت فيها المرايا المستويه و بمواقع مختلفه.ومن خلال تحليل تلك الفضاءات تم الخروج بالاستنتاجات ومن اهمها:

١. ان المرايا داخل فضاء سواء كانت تغلف الجدره باكملة او جزء منه مثبتة بزوايا ام مستويه فانها تشكل سطحاً متغيراً حتى وان كان قد عكس الفضلء باكملة لانه سوف يتاثر باي حركه من قبل المستفيد او اي شعاع ضوئي طبيعي كان ام صناعي سوف يعطي تاثير على الفضاء ككل لذلك يمكننا القول ان سطح المرآة في اي فضاء هو عباره عن شاشه ناقله لجميع الاحداث التكونه داخل الفضاء.

٢. ان المعالجات التي تحققها المرايا داخل الفضاءات السكنيه هي معالجات جماليه ووظيفيه ولا يمكن فصل الواحده عن الاخرى حتى وان كان الغرض من الفضاء جمالي فان الوظيفه تكون موجوده اي تلغي الواحده الاخرى.

٣. تعمل انعكاسات المرايا على تغيير العلاقات الفضائيه من خلال انعكاسها للصوره.

الفصل الأول

مشكلة البحث

لم تعد المرايا عبارة عن سطح مستوي اشبه بالسحر او مجرد قطعة أثاث يستعملها الإنسان لأغراض التزيين، ولكن بتطور الصناعات والتجارب وتطور الحياة أصبحت للمرايا فؤائد ومعالجات جمالية ووظيفية بل قد تكون الاثنتين معاً، وصار لا يخلو فضاء سكني او تجاري من استخدام المرايا. وانطلاقاً مما تقدم وضعت الباحثة التساؤل ((هل هناك تأثير مباشر لانعكاسات المرايا على التصميم الداخلي))؟.

أهمية البحث

تكمن اهمية البحث في فتح ابوابا معرفية للدارسين في مجال التصميم الداخلي للاستفادة من المرايا في تعزيز تصاميمهم وذلك من خلال ما تعكسه تلك السطوح على الفضاء الداخلي.

أهداف البحث

يهدف البحث الى التعرف على ما يمكن ان تعكسه المرايا على الفضاءات الداخلية.

حدود البحث

يتحدد البحث في

١. الحدود الموضوعية: المرايا المستوية المقطعة في الفضاءات الداخلية.

٢. الحدود المكانية: يتحدد البحث في استخدام المرايا في تصميم الفضاءات السكنية.

تحديد المصطلحات

الانعكاس:

جاء في معجم المنجد (انعكس)، انقلب، يقال (انعكس النور) أي انقلب، ارتد بعد وقوعه على سطح مسقول، والانعكاس: تحول في اتجاه الإشعاع الضوئي الواقع على بعض السطوح كوجه مرآة أو سطح ماء ساكن (ص ٥٢٢، ١).

أما فرج عبو فقد عرف الانعكاس على انه " كل أشعة تسقط على مادة ترتد منها " (ص ٩٥، ٢). ان كلا من التعريفين أعطى المعنى الواضح والمبسط لمعنى الانعكاس، اما التعريف الإجرائي للانعكاس (هو كل ما يسقط على المادة ويرتد منها سواء كان ضوء ام جسم صلب، وسواء كان سطح ام معتم ، أملس ام خشن).

المرايا:

جاء في معجم المنجد المرآة، مَرَاة وَمَرَايا: ما تراءيت فيه بلور وغير، ومنه فعل (يتمراى) أي ينظر وجهه في الماء (ص ٢٤٣، ٩).

اما في معجم مختار الصحاح للرازي (المرآة بكسر (الميم) التي ينظر فيها (ص ٢٢٧، ٣).

اما التعريف الإجرائي للمرآة بأنها هي السطح الذي تنعكس عليه الصور والأشعة فتظهر الصورة طبق الأصل اذا كانت المرآة مستوية ولكن بالاتجاه المعاكس.

الفصل الثاني

• المرايا وصفاتها الفيزيائية:

المرايا هي سطوح مستوية وصقيلة تقوم بعكس الصور طبقاً لما موجود في الأصل ولكن بالاتجاه المعاكس (اليمين يسار واليسار يمين) (ص ٧٦،٣).

وكلما اقترب الجسم من المرآة اقتربت الصورة بنفس المسافة، فعلى سبيل المثال جسم أمام المرآة على مسافة س فإن انعكاس الصورة على المرآة يظهر بنفس المسافة أي س وكلما زادت س وقلت تتغير س تبعاً لها (ص ٩٥،١) وكما موضح في الشكل رقم (١).

أما إذا سلطت حزمة ضوئية وباتجاه عمودي فأنها ترتد بنفس للاتجاه وفي حالة ميل المرآة أو الحزمة الضوئية بزواوية معينة فإن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس فإذا كانت ق هي زاوية السقوط فأنها تساوي ق زاوية الانعكاس (ص ٤٥،٨) وكما موضح في الشكل رقم (٢).

• أنواع المرايا:

للمرايا أنواع مختلفة ومتعددة فمنها الدقيقة والسميكة ومنها ما يستخدم في الأجهزة الإلكترونية والطبية والمرصد... الخ، ولكن نستعرض ثلاث أنواع من المرايا التي شاع استخدامها في التصميم الداخلي:

١. المرايا المحدبة:

وهي جزء من مرآة كروية بحيث يكون سطحها العاكس الى الخارج (ص ٦٥،٨) فإذا وضعنا جسم أمام المرآة المحدبة سوف تتعكس بشكل اكبر واطخم عما هو في الواقع وكما موضح في الشكل رقم (٣).

أما إذا سلط ضوء أمام المرآة المحدبة فإنه ينعكس وبعده اتجاهات وكما موضح في الشكل رقم (٤). ويستعمل هذا النوع من المرايا في الفضاءات التي يراد منها إظهار أكبر هيئة ممكنة فقد تستعمل في الفضاءات العامة الكبرى (التسويقية مثلاً) أو قد تستعمل كمعالجات للضوء خاصاً في الفضاءات الصغيرة التي تحتاج إلى أكبر كمية من الإضاءة.

ويمكن أن توضع في الفضاءات التي يراد البقاء فيها لفترات قصيرة، وقد تستخدم في عمل تكوينات من المرايا المحدبة التي يكون لها معالجات جمالية ووظيفية في أن واحد أو قد تستخدم لصناعة وحدات الإنارة لقابليتها على عكس الضوء وبعده اتجاهات.

٢. المرايا المقعرة:

وهي جزء من مرآة كروية يكون السطح العاكس إلى الداخل فإذا وضع جسم أمام المرآة المقعرة فإنه يبدو أصغر حجماً وبشكل مقلوب وكما موضح في الشكل رقم (٥) (ص ٦٢، ٨) (ص ٦٩، ١)، أما إذا سلط ضوء أمام المرآة المقعرة فإنه ينعكس بشكل حزمة ضوئية مركزة وكذلك لأن الأشعة المنعكسة تكون متجهة إلى الداخل وكما موضح في الشكل رقم (٦).

ويستعمل هذا النوع من المرايا في الفضاءات التي تحتاج إلى أماكن تركز الإضاءة وقد تستخدم في صناعة وحدات الإضاءة المنضدية والمعلقة لغرض تجميع الإضاءة وعدم تشتتها.

وقد يستخدم النوعين السابقين معاً بحيث يظهر سطح متموج أي تقعر وتحذب أما بشكل عمودي أو أفقي بحيث تظهر الأشكال والصور (مشوهة) وذلك لأن المرآة المقعرة تصغر الصورة والمحدبة تكبر الصورة إذ بين الأكبر والأصغر تظهر الصورة مشوهة.

٣. المرايا المستوية:

تستخدم المرايا المستوية اما بشكل قطع كبيرة مستوية او مقطعة بشكل قطع صغيرة وترتب حسب الزخرفة المطلوبة وبزوايا مختلفة كي تزيد من عملية الانعكاس والتي تكون معالجات جمالية في زخارفها وانعكاسها للضوء والصورة والأجسام، اذ كلما كانت انعكاس الصورة متعددة وكلما زادت الزاوية كلما قل عدد الصور المنعكسة حتى تصل الى صورة واحدة وكما موضح في الشكل رقم (٧) (ص ٣، ٧٧).

اما انعكاس الضوء فيتم من خلال سقوط الأشعة الضوئية على إحدى قطع المرايا ثم تنعكس على المرآة التي تجاورها وتنعكس على التي تجاورها حتى تحقق ما لا نهاية من الانعكاسات، وتتحدد أشكال القطع حسب الزخرفة المطلوبة فمنها المربع والمستطيل والمثلث والمخمس ... الخ.

• المعالجات التي تحققها المرايا :

لا شك ان العملية التصميمية هي علمية نفعية عندما تحقق متطلبات الفرد لأنها تعتبر متماسة معه بصورة مباشرة ولأنه المستفيد الاول والأخير فعند تصميم فضاء لا تتحقق فيه المعالجات التصميمية فانه فقد أهم ركن من اركان التصميم الداخلي في تلبية لاحتياجات الانسان الظاهرة منها والخفية، ويقصد بالظاهرة أي كل من تنظيم الفعاليات داخل الفضاء من سهولة الحركة والراحة الجسدية... الخ، اما الخفية فهي ما ينطوي على الفرد من عوامل نفسية وسايكولوجية، أي غير ظاهرة ولكننا ندركها بحواسنا. ومن المعالجات التي تحققها المرايا هي:

الخدع البصري:

عرف (لفاسارييلي) " بأنه الرسم الذي يعيش بوساطة التأثيرات البصرية أي يوجد في ذهن الناظر وليس على الحائط فحسب وأنه يكتمل فقط عند النظر " (ص ٤، ١٥٠).

ويمكن تعريفه بأنه الخبرة المرئية الناتجة عن تعارض ادراك المجال المرئي والواقع الفيزيائي المادي للجسم (ص ١٣، ٩)، ان العلاقات المتبادلة في الهيئة النهائية للتصميم قادرة على تكوين الخداع البصري من خلال النسب الفضائية، اللون وتدرجاته والضوء والظل والخطوط الهندسية والملمس والخامات فضلا عن التقنيات الحديثة مثل الطاقة الكهربائية والحاسبات والألياف البصرية (ص ١، ١٠).

ويستخدم وهم المرايا في تغليف الجدران والسقوف والأرضيات فضلا عن الأثاث بحيث تكون اما مستوية تماما او مثبتة بشكل أجزاء وقد ينتج الإيهام البصري من خلال:

١. الإيهام بالسعة:

ان تكرار الهيئة يوحي بالسعة والامتداد (ص ١٥، ٩)، ويظهر تأثير المرايا في تعددية الصور المنعكسة عنها خاصةً وانها استخدمت على امتداد الجدار لانها تكون تكرار للفضاء ككل ولا يشترط استخدامه في الجدران انما تستخدم في السقوف او الجدران او كلاهما أي ان تكون السعة اما عمودية او افقية، وعلى سبيل المثال اذا وضعت في فضاء مستطيل فانها تعطي السعة وحسب الجدار الذي وضعت عليه وقد يعطي الإيهام في سعة شكل الفضاء المربع قد يظهر مستطيل.

تعتبر المرايا أحد الأساليب المستخدمة في تغيير سعة الفضاء وحجمه بغية توسيع الفضاء وتحقيق الانفتاح ليس على المستوى الفيزيائي فحسب وإنما في أدراك الإنسان.

اذن فان إعطاء السعة للفضاء ما هي الا عملية إيهام بصرية لان الفضاء لم تحدث فيه أي زيادة في المساحة وإنما أدراك الفرد للفضاء إعطاءه الاحساس بأنه أوسع أي ان الإدراك قد تعارض مع واقع حال الفضاء.

٢. الشفافية:

يرتبط مفهوم الشفافية على فكرة التواصل والاختراق اذ انها تعطي الاحساس بالانفتاح خاصة على المستوى البصري أي ان استعمال المرايا في الجدران يعطيه الاحساس بالاستمرارية ويكون أشبه بنافذة مفتوحة مخترقة للمكان الذي وضعت فيه.

٣. الاتجاهية:

عرفت الاتجاهية على انها "حالة شعورية لدى الفرد نحو موضوع معين مما يؤدي الى الاتفاق او الاختلاف وهو يوجه الأفكار او ممارسات مجموعة من الناس (ص ١٦، ٣٢٦) وقد يكون الاتجاه ليس بمسار الحركة وإنما في حركة العين وقد يكون الاتجاه اما بالخامة او الملمس او اللون او الضوء... الخ، بحيث يكون متميز عن باقي موجودات الفضاء،

اما المرايا فاذا كانت مستوية فأنها تعطي الاتجاه للجدار الذي وضعت عليه اما اذا كانت مقطعة بشكل أجزاء ومثبتة بزوايا مختلفة فان الضوء الساقط عليها سوف يعطي عدد غير منتهى من الانعكاسات التي تعطي بريق للفضاء او على السقف او الجدار الذي وضعت عليه.

وقد استخدمت المرايا المقطعة والمثبتة بزوايا مختلفة وبشكل زخرفي في المحراب حيث تتحسس لاقل مصدر ضوئي طبيعي كان ام صناعي فمن خلال الانعكاسات اللامتناهية سوف يعطي الاتجاهية للفضاء (ص ١٢، ١٣٨).

٤. إكمال الفضاء:

تستعمل المراة في الفضاء الضيقة وتكون كمكمل لها وذلك من خلال انعكاسات الفضاء فقد يستعمل الأثاث المقطع بحيث يكتمل في المراة فيخلق وهما في الفضاء حيث يدرك بأنه متكامل (ص ١٣، ٨٢).

٥. الإرباك:

فضلا عما سبق فقد تكون المراة كعنصر ارباك داخل الفضاء من خلال وضع المراة بشكل غير مستوي وخصوصاً في المراة المستوية فقد توضع بزوايا مائلة بين الأرض والجدار او بين السقف و الجدار (ص ٦٣-٦٤، ١٦) فقد تظهر الصورة المنعكسة مائلة أما إلى الأعلى او إلى الأسفل أي اما ان تظهر الأرض منحدره او مرتفعة او يمكن ان توضع بشكل مائل الى اليمين او إلى اليسار وتستعمل خاصة في الفضاءات التي تكون الغاية منها الإسراع في الحركة او لإظهار ما موجود في السقف على الجدار او إظهار ما في الأرض على الجدار او قد يكون تداخل بين النوعين أي تكون المراة مائلة الى الأعلى مرة وإلى الأسفل مرة.

٦. المرايا الملونة:

توضع المرايا على إحدى جدران الفضاء بإضافة الرسم عليها ويكون ثنائي الأبعاد حيث يكون كحد فاصل بين الفضائين الحقيقي والفضاء المنعكس في المراة (ص ١٤، ٦٩)، أي انها تعطي الشعور بالسعة المضاعفة ويظهر كأن الفضائين منفصلين والفاصل هو الشكل

المرسوم او قد ترسم على المرايا الرسوم المنظورية اذ تصور للمشاهد بان الفضاء ابعد من موقعه الحقيقي وقد استخدمت هذه التقنية لتحقيق الانفتاح والسعة المضاعفة.

٧. تشكيل المرايا:

توضع المرايا بتشكيلات ثنائية الابعاد على الجدران في الفضاء ولكن تفسر ثلاثية الابعاد، تبعاً للرسوم المنظورية المنضمة فيها ومع ذلك فبوسع المنظور ان يكون مثيراً للالتباس بحيث يحتمل ان يؤول فيه أكثر من عمق واحد (ص ١٤، ١٥٠)، فمثلاً اذ عمل تشكيل في احدى جدران الفضاء بشكل شرائط من المرايا تعمل تشكيلات معينة تعطي الشعور بأختراق الفضاء (ص ١٣، ٦٧)، وقد تعمل المرايا عمل الخطوط المعتمدة الموضوعة على الجدار ولكن الفرق انها تعطي عمق للخط فاذا وضعت بشكل عمودي سواء كانت مفرقة او مجرد خطوط على المراة فانها تعطي الشعور بان الفضاء مرتفع عمودياً واذا وضعت باتجاه افقي فان الفضاء يبدو اقل ارتفاع مما هو عليه او قد توضع بشكل مائل التي تعطي الشعور بميلان الفضاء (ص ١٣، ١٠٠).

انعكاس الضوء:

في المرايا المستوية تكون زاوية سقوط الضوء تساوي زاوية الانعكاس، اما المرايا المستوية المقطعة قطع صغيرة وموضوعة في زوايا فانها تكون ما لا نهاية من الانعكاسات حيث تعطي الجمالية للفضاء من خلال الأشكال التي وضعت فيها فقد استخدمت في المساجد والبيوت البغدادية (ص ٣٦، ٧) ووضعت في السقوف والجدران والأعمدة اما الوظيفية المتحققة منها فهي مضاعفة تحت أي مؤثر ضوئي سواء كان طبيعي او صناعي مهما كان بسيطاً او ضئيلاً يشكل نقطة جذب بصري وقد يعطي توجهها من خلال انعكاس الضوء على المرايا وبزوايا مختلفة والتي تتكرر على الجدران والسقف وكل ما يحتويه الفضاء.

وتوضع المرايا بحيث لا تؤثر انعكاسها على زاوية النظر لأنها تعطي الشعور بعدم الراحة وذلك بسبب التركيب البايولوجي للعين إذ إنها عند الضوء الشديد تقوم قزحية العين في منع الضوء الشديد من الاختراق حيث تنقلص لتمنع جزءاً من الضوء بالمرور عبرها وعندما تكون كمية الضوء قليلة تتسع لتدخل اكبر كمية من الضوء الى المرور (ص ٨٣) وبين التقلص والانتساع المتكرر لقزحية العين يعطي الشعور بعدم الراحة للمتلقي فقد يستفاد من هذه الحالة في الفضاءات التي يتطلب البقاء فيها لفترات قصيرة.

الآثار :

يرتبط الآثار بالتكوين البصري للفضاء الداخلي والوظيفة المتوخاة منه ويقوم من خلال أشكاله وخطوط وقياساته وألوانه وطرازه دور هام في إعطاء الخواص التعبيرية للفضاء الداخلي أي يحدد الهوية المرئية للمحيط المرئي الداخلي. وللآثار دور هام في تكوين الشعور بالانفتاح من خلال طرق التعامل مع الخامات المستعملة واللمس والألوان، وذلك بنوع الطراز والوظيفة داخل الفضاء وقد تستخدم المرايا للتقليل من حجم الآثار الظاهري داخل الفضاء فقد تعطي انعكاسات لما حولها فتشعر المتلقي بأنها اكثر خفة واقل حجماً.

الفصل الثالث

إجراءات البحث

منهجية البحث: اعتمدت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي.

مجتمع البحث: تضمن البحث المرايا المستوية والمستوية المقطعة وتنفيذها داخل الفضاءات السكنية.

أدوات البحث: لغرض تحقيق هدف البحث اعتمدت الباحثة كأدوات للبحث.

• الاطلاع على بعض المصادر والمراجع العربية والأجنبية التي تتعلق بالبحث.

• القيام بدراسة تحليلية فضاءات سكنية التي استخدمت فيها المرايا.

عينة البحث: تم اختيار العينة القصدية في الدراسة والتحليل.

الفصل الرابع

العينة الأولى

فضاء سكني ١٩٩٨-١٩٩٩

وصف الفضاء:

فضاء سكني يحتوي على (باحة) وسطية تحتوي على (حوض سباحة) (٣،٦ م و ٥ م ونصف القطر) بشكل نصف دائرة يحتوي على جدار عمودي ينصف الحوض غلف الجدار بالمرايا المستوية.

المعالجات التي حققتها المرايا:

١. السعة: ان موقع في الفضاء أعطى الشعور بالسعة وذلك من خلال انعكاسها لما يقابلها من الفضاء.

٢. إكمال الفضاء: أن موقع المراة عمل على إكمال شكل الحوض اذ بدى بشكل دائرة بالإضافة الى هذا ظهرت الزخرفة اسفل الحوض بشكل متكامل.

٣. الشفافية: لقد بدت واضحة عند الجدران المغلقة بالمراة اذ خفت أبعاد الجدار و أعطت الشعور بالامتداد اذ برزت الشفافية في الجدار وجعلته يبدو جزء من الفضاء من خلال انعكاس المراة للفضاء ووجود الجزء الوسطي المتصل بالصالة اذ حصل تشابك بين الفضاء المنعكس وفضاء الحقيقي.

٤. الاتجاهية: لم تبدو الاتجاهية واضحة في المراة لأنها بدت كجزء منه بل ومكمل له لا يوجد حد فاصل بين المراة والفضاء.

العينة الثانية:

فضاء سكني ١٩٩٨-١٩٩٩

وصف الفضاء:

فضاء مدخل (٢,٥م عرض، ٤م ارتفاع) مفتوح على صالة واسعة الباب مغلقة من الداخل بمراة (١,٥م عرض، ٢,١م طول) أما المسافة المتبقية بين نهاية الباب والسقف فهي من الزجاج الشفاف النافذ إلى الخارج.

المعالجات التي حققتها المرايا:

١. السعة: لقد أعطت المراة المستخدمة في الفضاء والمثبتة على الباب من الداخل السعة للفضاء حيث ظهرت وكأنها (ممر) منفتح على الصالة.

٢. الشفافية: لقد أعطت المراة الشفافية والامتداد للفضاء والذي عززت هذا هو استخدام الزجاج الشفاف النافذ الى الخارج، وقد عكست

المرآة ما يقابلها فظهرت وكأنها الجدار وعلى امتداده مطل الى الخارج.

٣. انعكاس الضوء: لقد احتوى الفضاء على النوافذ في السقف وقد عملت على عكس الضوء الطبيعي النافذ منها أعطى للفضاء الزيادة في كمية الضوء.

العينة الثالثة:

فضاء سكني ١٩٩٠-١٩٩١

وصف الفضاء:

غرفة معيشة (٤م×٥م×٣م) السقف مغلف بالخشب والمرايا بشكل مربعات قياس المربع الواحد من المرايا (٣٠سم×٣٠سم) ويحيط بها الخشب كإطار (١٠سم) وبشكل متكرر على امتداد السقف.

المعالجات التي حققتها المرايا:

١. السعة: تحققت في الفضاء السعة العمودية من خلال المرايا الموضوعه في السقف مع العلم بأنها لم توضع على جميع السقف الا أنها قد أعطت الشعور بالسعة.
٢. الشفافية: ان المرايا داخل الفضاء أعطت السقف الشفافية وان مكان المرايا عملت على اختراق السقف.

• الاستنتاجات:

١. ان المرايا داخل أي فضاء سواء كانت تغلف الجدار بأكمله او جزء منه مثبتة بزوايا ام مستوي، فانها تشكل سطحاً متغيراً حتى وان كان قد عكس الفضاء بأكمله لانه سوف يتأثر باي حركة من قبل

المستفيد أو أي شعاع ضوئي طبيعي كان أم صناعي سوف يعطي تأثير على سطح المرآة أولاً ومن ثم على الفضاء ككل لذلك يمكننا القول ان سطح المرآة في أي فضاء هو عبارة عن شاشة ناقلة لجميع الأحداث المتكونة داخل الفضاء.

٢. ان المعالجات التي تحققها المرايا داخل الفضاءات السكنية هي معالجات جمالية ووظيفية ولا يمكن فصل الواحدة عن الأخرى حتى وان كان الغرض من الفضاء جمالي فان الوظيفة تكون موجودة أي لا يمكن ان تلغي الواحدة الأخرى.

٣. ان انعكاس المرايا في التصميم الداخلي يحدث الخداع البصري بالدرجة الأساس ليس في الإيهام بالسعة فحسب وانما في إعطاء الشفافية والاتجاهية والارباك.

٤. تعتبر المرايا المنكسرة عاكس جيد للضوء خاصةً اذا وضعت في زوايا مختلفة.

٥. تعمل انعكاسات المرايا على تغيير العلاقات الفضائية من خلال انعكاسها للصورة والضوء.

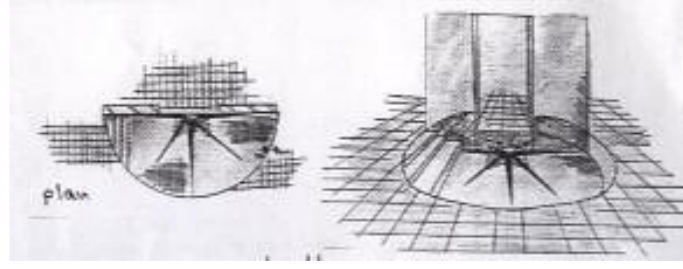
المصادر

١. الحسون، عباس محمد، عزيز يعقوب، البصريّات، المكتبة الوطنية، بغداد/ ١٩٨٠.
٢. الرازي، محمد بن بكر بن عبد القادر، "معجم اللغة العربية- مختار الصحاح"، مطبعة بابل، ١٩٨٣.
٣. رونان، كولن، "كتاب العلوم الموسوعة العلمية الحديثة"، الأهلية للنشر والتوزيع، بيروت.

٤. سميث، ادوارد لوسي، الحركات الفنية بعد الحرب العالمية الثانية، ترجمة فخري خليل، وزارة الثقافة والأعلام، دار الشؤون الثقافية العامة، أفاق عربية، بغداد، ١٩٩٥.
٥. فرج عبو، علم عناصر الفن، ج٢، جامعة بغداد، كلية الفنون الجميلة، تنفيذ وطباعة دار دلفين للنشر، ميلانو-إيطاليا، ١٩٨٢.
٦. العمر، بدر عمر، التعليم في عم النفس التربوي، ط١، مكتبة التربية، الكويت، ١٩٩٥.
٧. العيساوي، ياسين، اسس التصميم الداخلي في البيوت العربية التراثية البغدادية وامكانية توظيف هذه الأسس في التصاميم الداخلية المعاصرة، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية الفنون الجميلة، قسم التصميم، ١٩٩٢.
٨. قاسم، بشار محمد سعيد، علي يوسف فرج، الحسن بن الهيثم و اثره على المسيرة العلمية الحديثة، مكتبة المنار، الزرقاء-الأردن، ١٩٨٥.
٩. *** المنجد في اللغة العلوم، ط١٢، مكتبة الشرقية، بيروت-لبنان، ١٩٨٦.
١٠. ويد، نيكولاس، الأوهام البصرية فنها وعلمها، ترجمة مي مظفر، دار المأمون للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٨٨.

1. Chin-Francis D.K, Architecture-Form, Spaced Order, Von No stand Reinhold, New York, 1979.
2. Ftty, Insane and Wavy, Join, Traditional Houses in Baghdad, Printed in Horsham, England, 1982.
3. Gillett, Margi, The Decorating Book, Printed in Haley by Amendatory, London, 1981.
4. Hay ward and Martin, Home Design and Decorating, Printed in Londdon, 1988.

5. John Coalman and King Ltd, Interational Interiors, Lance Kombi.
6. Michael, Reborn, Anorthic of world Architectures, Print in Hong Kong.



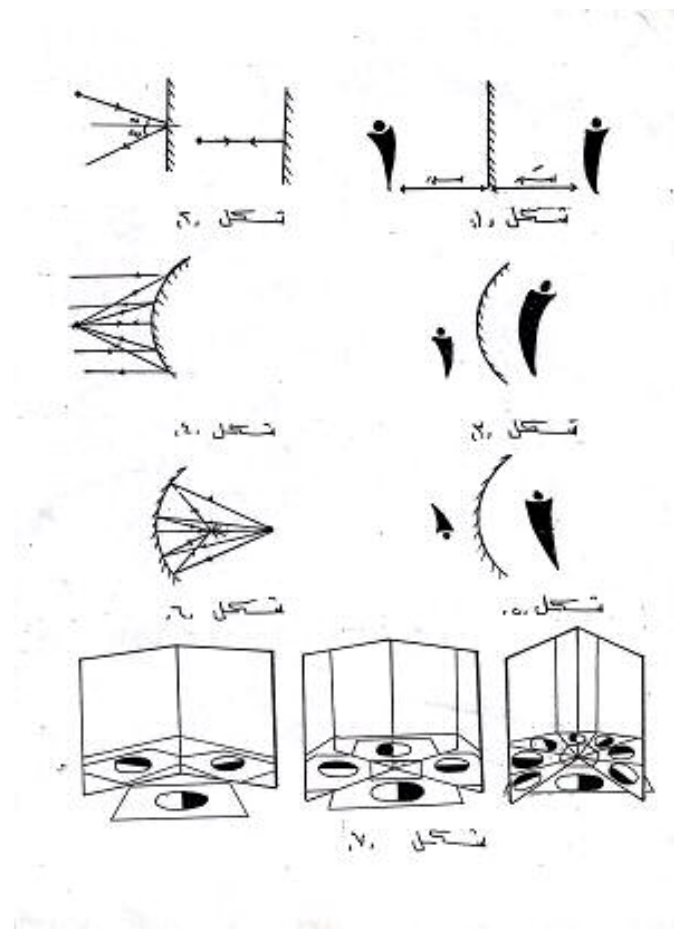
الحالة الدراسية الأولى



الحالة الدراسية الثانية



الحالة الدراسية الثالثة

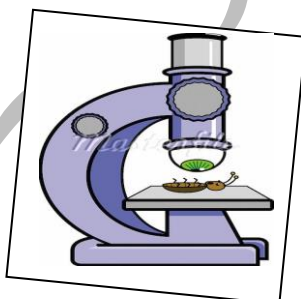




الوحدة 5

المرآيا والعدسات

إعداد / نادر أبو الفتوح
معلم الكيمياء – مدرسة الرؤية الخاصة



الطالب /

الصف /

2017-2018



الدرس 5.1 : المرايا**الفكرة الرئيسية :** تكون المرايا الصور بأن تعكس الضوء .**الانعكاس :** ارتداد الموجات أو الجسيمات عن سطح ما .**الضوء والرؤية**

- ترى العين الأجسام من خلال اكتشاف الضوء .

- ينبعث الضوء من مصدر للضوء (الشمس / مصباح) ثم ينعكس عن الجسم الى العين فتري الجسم .

- يمكن أن ينعكس الضوء أكثر من مرة .

- صعوبة الرؤية في الظلام لعدم وجود ضوء لينعكس عن الأجسام الى العين .

- تبعث مصادر الضوء موجات ضوئية تنتقل في كل الاتجاهات .

- ينتقل الضوء في شكل أشعة ، وينتقل كل شعاع في خط مستقيم يسمى شعاعا ضوئيا .

- أشعة الضوء تغير اتجاهها عندما تنعكس أو تنكسر.

المرايا المستوية**المرآة المستوية :** مرآة مسطحة مستوية تعكس الضوء لتكون الصورة .

- ينعكس الضوء عن الجسم الى المرآة ثم ينعكس عن المرآة للعين .

*** صفات الصورة التي تكونها المرآة المستوية :**

1- طول الصورة = طول الجسم .

2- بعد الصورة عن المرآة = بعد الجسم عن المرآة .

3- معتدلة . 4- تقديرية . 5- معكوسة جانبيا .

الصورة التقديرية : الصورة التي لا تمر أي أشعة ضوئية عبر موقعها .

(لا تستقبل على ورقة)

الأشعة الافتراضية : أشعة الضوء الوهمية التي تبدو قادمة من صورة تقديرية .**المرايا المقعرة****المرآة المقعرة :** مرآة ينحني سطحها الى الداخل تعكس الضوء لتكون الصورة .*** سمات المرايا المقعرة****المحور البصري :** خط مستقيم وهمي يرسم عموديا على سطح المرآة عند سطح المرآة.**النقطة البؤرية :** نقطة على المحور البصري تتجمع عندها أشعة الضوء .**البعد البؤري :** المسافة بين مركز المرآة والنقطة البؤرية .*** مسار الأشعة**

1- الشعاع الساقط موازيا للمحور البصري ينعكس مارا بالبؤرة .

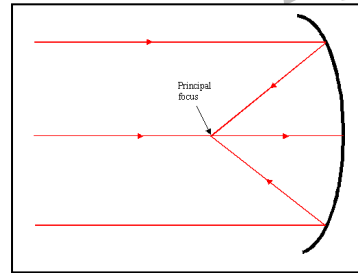
2- الشعاع الساقط مارا بالبؤرة ينعكس موازيا للمحور البصري .

*** صفات الصورة التي تكونها المرآة المقعرة :**

1 - عندما يبعد الجسم عن المرآة بأكثر من ضعف البعد البؤري .

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مصغرة .**الصورة الحقيقية :** صورة تتكون عندما تتجمع أشعة الضوء . (ترى على ورقة)

2- عندما يقع الجسم بين البعد البؤري وضعفه .

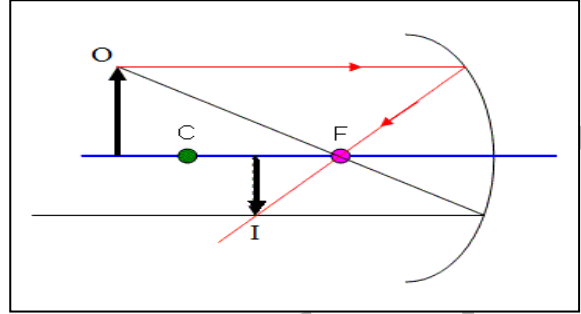
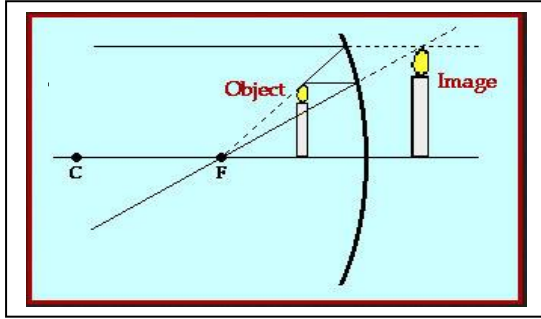
الصورة : مقلوبة - حقيقية - مكبرة .

3- عندما يقع الجسم عند النقطة البؤرية .

الصورة : لا تتكون صورة (لأن الأشعة لا تتقاطع) .

4- عندما يقع الجسم في نطاق البعد البؤري (بين البؤرة ومركز المرآة) .

الصورة : معتدلة - تقديرية - مكبرة .



الكشافات

- توضع في بؤرة المرآة المقعرة مصباح والأشعة الساقطة عنه على المرآة تنعكس موازية للمحور البصري ، وهذا يحدث في المصابيح الأمامية للسيارات والمصابيح اليدوية والكشافات .

المرايا المحدبة

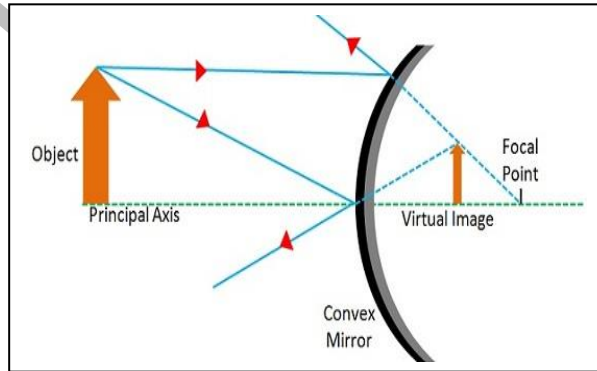
المرآة المحدبة : مرآة ينحني سطحها الى الخارج تعكس الضوء لتكون الصورة .

* صفات الصورة التي تكونها المرآة المحدبة :

دائما : معتدلة - تقديرية - مصغرة .

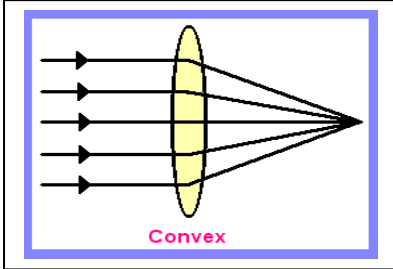
استخداماتها : المراقبة في المتاجر والبنوك والمصانع - المرايا الجانبية للسيارات (لأنها تسمح برؤية مساحات كبيرة) .

- الأجسام في المرآة المحدبة بعيدة عما عليه في الواقع .



استخدامات المرايا

المرآة	الاستخدام
المرآة المستوية	مرايا الحائط .
المرآة المقعرة	التجميل والحلاقة - المصابيح الأمامية للسيارات والمصابيح اليدوية والكشافات .
المرآة المحدبة	المراقبة في المتاجر والمصانع والبنوك - المرآة الجانبية في السيارات .

الدرس 5.2 : العدسات**الفكرة الرئيسية :** تكون العدسات الصور عن طريق انكسار الضوء.**العدسات****العدسة :** مادة شفافة ذات سطح منحن واحد على الأقل تتسبب في انحناء أو انكسار أشعة الضوء عند مرورها عبرها .**الوسط الشفاف :** مادة ينتقل عبرها الضوء دون أن يتشتت بحيث تكون الأجسام عبرها مرئية بوضوح.**العدسة المحدبة (تجمع الأشعة) :** عدسة مركزها أكثر سمكا من حوافها.

- محورها البصري عمودي على سطح العدسة عند النقطة الأكثر سمكا .
- الأشعة الضوئية الموازية للمحور البصري تنكسر باتجاه بؤرة العدسة .
- الأشعة الضوئية التي تنتقل على طول المحور بالبصري للعدسة أو تمر بمركز العدسة لا تنكسر .
- يعتمد البعد البؤري للعدسة على شكلها :

- إذا كانت حواف العدسة قليلة الانحناء تنكسر الأشعة الضوئية بشكل أقل .
- للعدسات ذات الحواف الأكثر تسطحا أبعاد بؤرية أطول .

*** صفات الصورة التي تكونها العدسة المحدبة :**

- تعتمد على موضع الجسم بالنسبة للنقطة البؤرية للعدسة (أو موضع العدسة) .

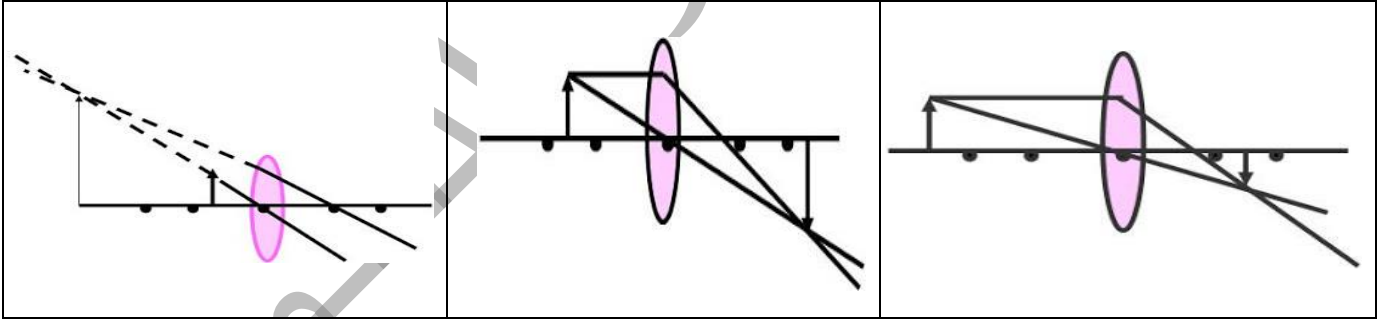
1 - عندما يبعد الجسم عن العدسة بأكثر من ضعف البعد البؤري

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مصغرة .

2 - عندما يقع الجسم بين البعد البؤري وضعفه .

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مكبرة

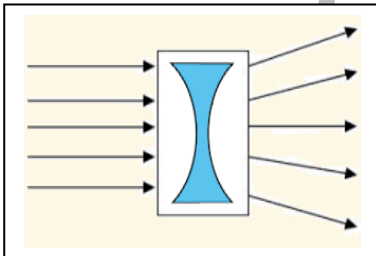
3 - عندما يكون بعد الجسم عن العدسة أقل من البعد البؤري .

الصورة : معتدلة - تقديرية - مكبرة .**العدسة المقعرة (تفرق الأشعة) :** عدسة مركزها أقل سمكا من حوافها.

- تنكسر الأشعة الضوئية المارة عبرها للخارج بعيدا عن المحور البصري .

*** صفات الصورة التي تكونها العدسة المقعرة :**

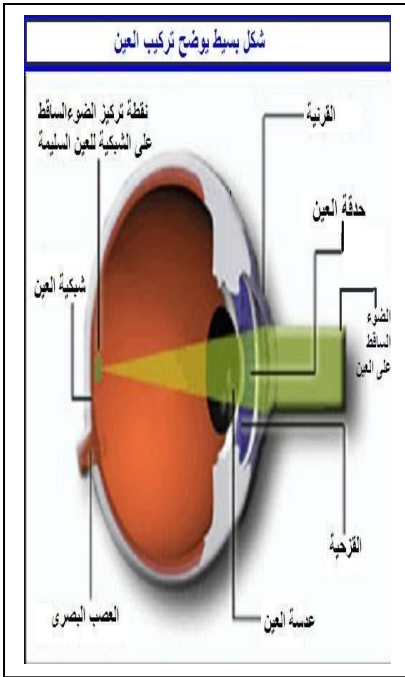
دائما : معتدلة - تقديرية - مصغرة .

استخداماتها : النظارات - المجاهر .**البصر والعدسات**

- يدخل الضوء للعين من القرنية ثم الحدقة ومنها للعدسة فتتكون صورة على الشبكية .

القرنية : عدسة محدبة تكسر الأشعة القادمة من الأجسام البعيدة فتتجمع في الشبكية .**عدسة العين :** عدسة محدبة مرنة تركز أشعة الضوء فتتكون صورة واضحة على الشبكية .

الشبكية : هي البطانة الداخلية للعين وتحتوي خلايا تحول الصورة الضوئية الى إشارات كهربائية .
العصب البصري : ينقل الإشارات الكهربائية الى الدماغ ليتمكن ترجمتها .



- ل ترى جسما واضحا ، يجب أن تتكون صورته في مركز الرؤية بالشبكية .
 - لتتكون الصورة على الشبكية ، يجب أن يتغير البعد البؤري للعدسة بتغير مسافة الجسم .

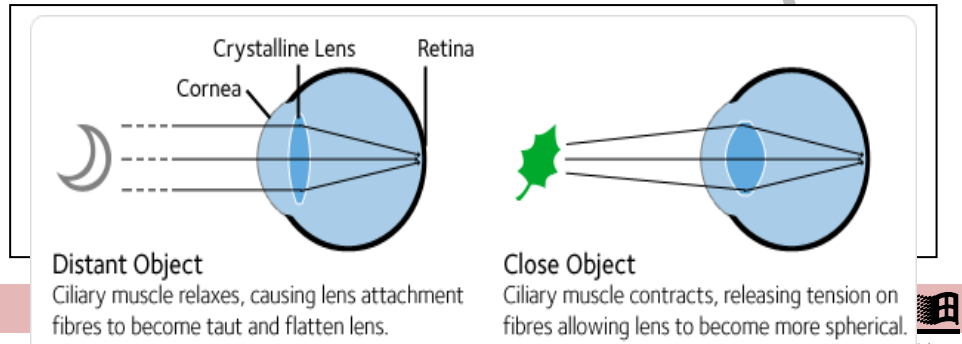
- عدسة العين مرنة تغير العضلات شكلها وبعدها البؤري :

*** عند التركيز على جسم بعيد :** ترتخي العضلات – يقل تحدب

العدسة – يزداد البعد البؤري .

*** عند التركيز على جسم قريب :** تنقبض العضلات – يزداد تحدب

العدسة – يقل البعد البؤري . (بسبب إجهاد العين)



- الأشخاص ذوو البصر يستعملون رؤية الجسم الذي بعد عن أعينهم حوالي 25 cm فأكثر بوضوح .

اللابؤرية : إحدى مشكلات الإبصار تحدث عندما يكون سطح القرنية غير منتظم الاستدارة .

- تكون القرنية ببيضاوية والصورة ضبابية على بعد أي مسافة .

- التصحيح : عدسات بسطح غير منتظم الاستدارة .

قصر النظر : إحدى مشكلات الإبصار حيث يمكن للشخص رؤية الأجسام البعيدة ولكنه يعجز عن

رؤية الأجسام القريبة بوضوح (أقل من 1m) .

- الصورة تتكون خلف الشبكية .

- يرتبط غالبا بالتقدم في السن . (تقل مرونة العدسات وتتصلب وتقل قدرتها على الانحناء)

- التصحيح : عدسات محدبة . (تكسر الأشعة فيقل انتشارها قبل دخولها العين)

قصر النظر : إحدى مشكلات الإبصار حيث يمكن للشخص رؤية الأجسام القريبة فقط بوضوح ، أما

الأجسام البعيدة فتكون ضبابية .

- الصورة تتكون أمام الشبكية .

- التصحيح : عدسات مقعرة . (تفرق الأشعة فتقوم العين بتركيزها لتتكون صورة واضحة على الشبكية)

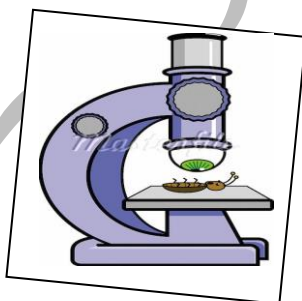




الوحدة 5

المرآيا والعدسات

إعداد / نادر أبو الفتوح
معلم الكيمياء – مدرسة الرؤية الخاصة



الطالب /

الصف /

2017-2018



الدرس 5.1 : المرايا**الفكرة الرئيسية :** تكون المرايا الصور بأن تعكس الضوء .**الانعكاس :** ارتداد الموجات أو الجسيمات عن سطح ما .**الضوء والرؤية**

- ترى العين الأجسام من خلال اكتشاف الضوء .

- ينبعث الضوء من مصدر للضوء (الشمس / مصباح) ثم ينعكس عن الجسم الى العين فتري الجسم .

- يمكن أن ينعكس الضوء أكثر من مرة .

- صعوبة الرؤية في الظلام لعدم وجود ضوء لينعكس عن الأجسام الى العين .

- تبعث مصادر الضوء موجات ضوئية تنتقل في كل الاتجاهات .

- ينتقل الضوء في شكل أشعة ، وينتقل كل شعاع في خط مستقيم يسمى شعاعا ضوئيا .

- أشعة الضوء تغير اتجاهها عندما تنعكس أو تنكسر.

المرايا المستوية**المرآة المستوية :** مرآة مسطحة مستوية تعكس الضوء لتكون الصورة .

- ينعكس الضوء عن الجسم الى المرآة ثم ينعكس عن المرآة للعين .

*** صفات الصورة التي تكونها المرآة المستوية :**

1- طول الصورة = طول الجسم .

2- بعد الصورة عن المرآة = بعد الجسم عن المرآة .

3- معتدلة . 4- تقديرية . 5- معكوسة جانبيا .

الصورة التقديرية : الصورة التي لا تمر أي أشعة ضوئية عبر موقعها .

(لا تستقبل على ورقة)

الأشعة الافتراضية : أشعة الضوء الوهمية التي تبدو قادمة من صورة تقديرية .**المرايا المقعرة****المرآة المقعرة :** مرآة ينحني سطحها الى الداخل تعكس الضوء لتكون الصورة .*** سمات المرايا المقعرة****المحور البصري :** خط مستقيم وهمي يرسم عموديا على سطح المرآة عند سطح المرآة.**النقطة البؤرية :** نقطة على المحور البصري تتجمع عندها أشعة الضوء .**البعد البؤري :** المسافة بين مركز المرآة والنقطة البؤرية .*** مسار الأشعة**

1- الشعاع الساقط موازيا للمحور البصري ينعكس مارا بالبؤرة .

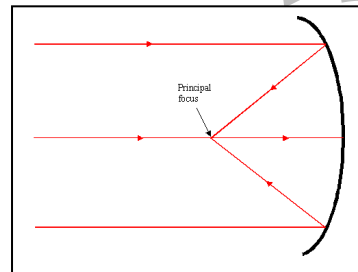
2- الشعاع الساقط مارا بالبؤرة ينعكس موازيا للمحور البصري .

*** صفات الصورة التي تكونها المرآة المقعرة :**

1 - عندما يبعد الجسم عن المرآة بأكثر من ضعف البعد البؤري .

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مصغرة .**الصورة الحقيقية :** صورة تتكون عندما تتجمع أشعة الضوء . (ترى على ورقة)

2- عندما يقع الجسم بين البعد البؤري وضعفه .

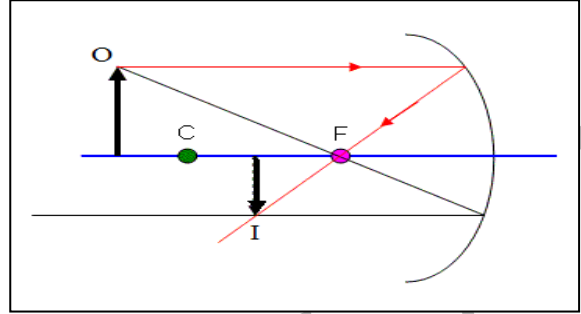
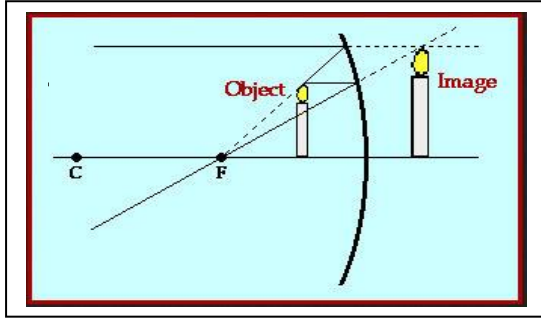
الصورة : مقلوبة - حقيقية - مكبرة .

3- عندما يقع الجسم عند النقطة البؤرية .

الصورة : لا تتكون صورة (لأن الأشعة لا تتقاطع) .

4- عندما يقع الجسم في نطاق البعد البؤري (بين البؤرة ومركز المرآة) .

الصورة : معتدلة - تقديرية - مكبرة .



الكشافات

- توضع في بؤرة المرآة المقعرة مصباح والأشعة الساقطة عنه على المرآة تنعكس موازية للمحور البصري ، وهذا يحدث في المصابيح الأمامية للسيارات والمصابيح اليدوية والكشافات .

المرايا المحدبة

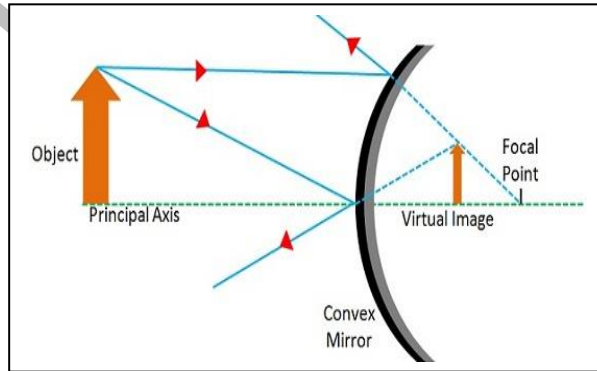
المرآة المحدبة : مرآة ينحني سطحها الى الخارج تعكس الضوء لتكون الصورة .

* صفات الصورة التي تكونها المرآة المحدبة :

دائما : معتدلة - تقديرية - مصغرة .

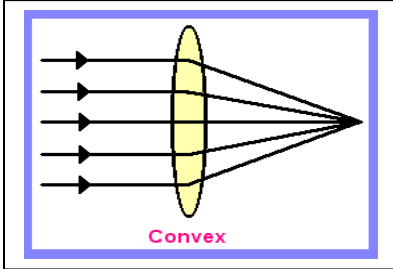
استخداماتها : المراقبة في المتاجر والبنوك والمصانع - المرايا الجانبية للسيارات (لأنها تسمح برؤية مساحات كبيرة) .

- الأجسام في المرآة المحدبة بعيدة عما عليه في الواقع .



استخدامات المرايا

المرآة	الاستخدام
المرآة المستوية	مرايا الحائط .
المرآة المقعرة	التجميل والحلاقة - المصابيح الأمامية للسيارات والمصابيح اليدوية والكشافات .
المرآة المحدبة	المراقبة في المتاجر والمصانع والبنوك - المرآة الجانبية في السيارات .

الدرس 5.2 : العدسات**الفكرة الرئيسية :** تكون العدسات الصور عن طريق انكسار الضوء.**العدسات****العدسة :** مادة شفافة ذات سطح منحن واحد على الأقل تتسبب في انحناء أو انكسار أشعة الضوء عند مرورها عبرها .**الوسط الشفاف :** مادة ينتقل عبرها الضوء دون أن يتشتت بحيث تكون الأجسام عبرها مرئية بوضوح.**العدسة المحدبة (تجمع الأشعة) :** عدسة مركزها أكثر سمكا من حوافها.

- محورها البصري عمودي على سطح العدسة عند النقطة الأكثر سمكا .
- الأشعة الضوئية الموازية للمحور البصري تنكسر باتجاه بؤرة العدسة .
- الأشعة الضوئية التي تنتقل على طول المحور بالبصري للعدسة أو تمر بمركز العدسة لا تنكسر .
- يعتمد البعد البؤري للعدسة على شكلها :

- إذا كانت حواف العدسة قليلة الانحناء تنكسر الأشعة الضوئية بشكل أقل .
- للعدسات ذات الحواف الأكثر تسطحا أبعاد بؤرية أطول .

*** صفات الصورة التي تكونها العدسة المحدبة :**

- تعتمد على موضع الجسم بالنسبة للنقطة البؤرية للعدسة (أو موضع العدسة) .

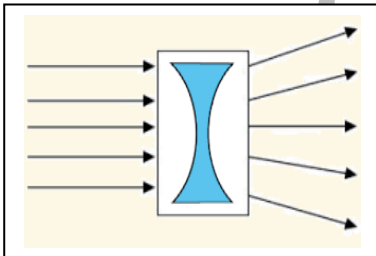
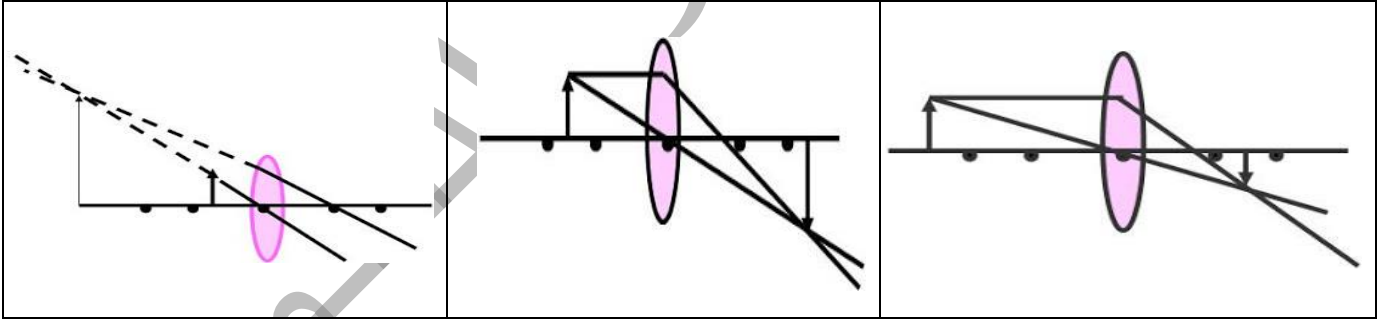
1 - عندما يبعد الجسم عن العدسة بأكثر من ضعف البعد البؤري

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مصغرة .

2 - عندما يقع الجسم بين البعد البؤري وضعفه .

الصورة : مقلوبة - حقيقية - مكبرة

3 - عندما يكون بعد الجسم عن العدسة أقل من البعد البؤري .

الصورة : معتدلة - تقديرية - مكبرة .**العدسة المقعرة (تفرق الأشعة) :** عدسة مركزها أقل سمكا من حوافها.

- تنكسر الأشعة الضوئية المارة عبرها للخارج بعيدا عن المحور البصري .

*** صفات الصورة التي تكونها العدسة المقعرة :**

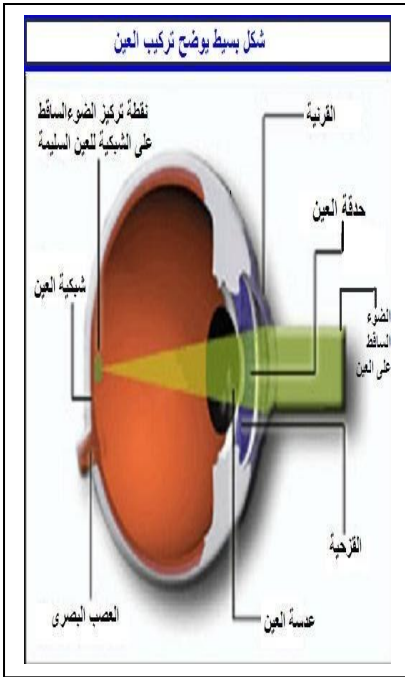
دائما : معتدلة - تقديرية - مصغرة .

استخداماتها : النظارات - المجاهر .**البصر والعدسات**

- يدخل الضوء للعين من القرنية ثم الحدقة ومنها للعدسة فتتكون صورة على الشبكية .

القرنية : عدسة محدبة تكسر الأشعة القادمة من الأجسام البعيدة فتتجمع في الشبكية .**عدسة العين :** عدسة محدبة مرنة تركز أشعة الضوء فتتكون صورة واضحة على الشبكية .

الشبكية : هي البطانة الداخلية للعين وتحتوي خلايا تحول الصورة الضوئية الى إشارات كهربائية .
العصب البصري : ينقل الإشارات الكهربائية الى الدماغ ليتمكن ترجمتها .



- ل ترى جسما واضحا ، يجب أن تتكون صورته في مركز الرؤية بالشبكية .
 - لتتكون الصورة على الشبكية ، يجب أن يتغير البعد البؤري للعدسة بتغير مسافة الجسم .

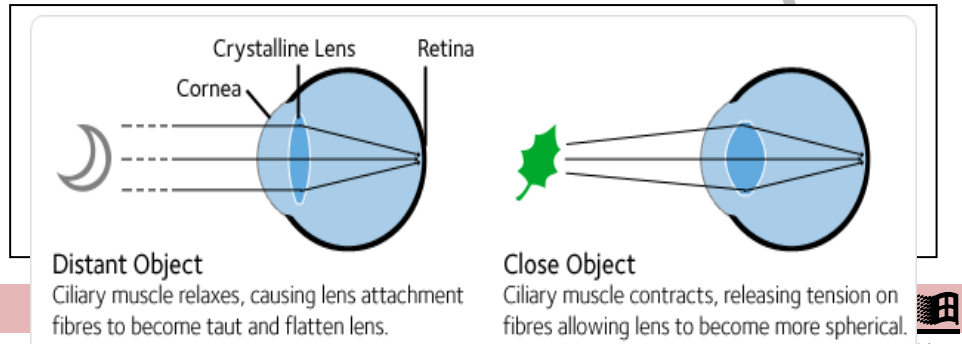
- عدسة العين مرنة تغير العضلات شكلها وبعدها البؤري :

*** عند التركيز على جسم بعيد :** ترتخي العضلات – يقل تحدب

العدسة – يزداد البعد البؤري .

*** عند التركيز على جسم قريب :** تنقبض العضلات – يزداد تحدب

العدسة – يقل البعد البؤري . (بسبب إجهاد العين)



- الأشخاص ذوو البصر يستعملون رؤية الجسم الذي بعد عن 25 cm فأكثر بوضوح .

اللابؤرية : إحدى مشكلات الإبصار تحدث عندما يكون سطح القرنية غير منتظم الاستدارة .

- تكون القرنية ببيضاوية والصورة ضبابية على بعد أي مسافة .

- التصحيح : عدسات بسطح غير منتظم الاستدارة .

قصر النظر : إحدى مشكلات الإبصار حيث يمكن للشخص رؤية الأجسام البعيدة ولكنه يعجز عن

رؤية الأجسام القريبة بوضوح (أقل من 1m) .

- الصورة تتكون خلف الشبكية .

- يرتبط غالبا بالتقدم في السن . (تقل مرونة العدسات وتتصلب وتقل قدرتها على الانحناء)

- التصحيح : عدسات محدبة . (تكسر الأشعة فيقل انتشارها قبل دخولها العين)

قصر النظر : إحدى مشكلات الإبصار حيث يمكن للشخص رؤية الأجسام القريبة فقط بوضوح ، أما

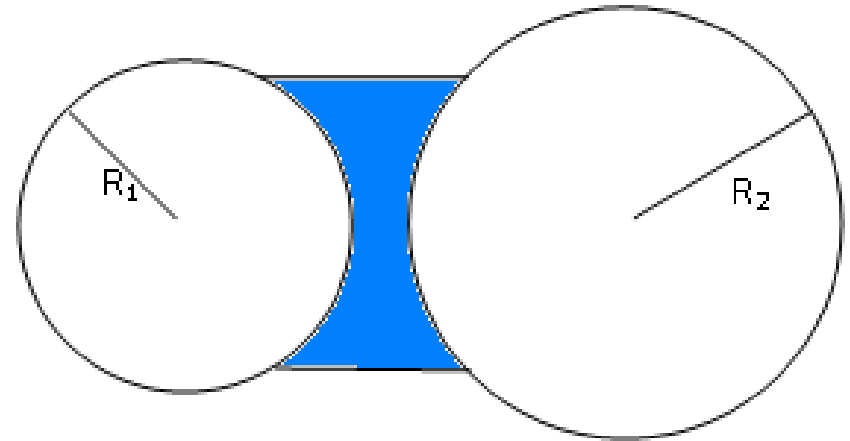
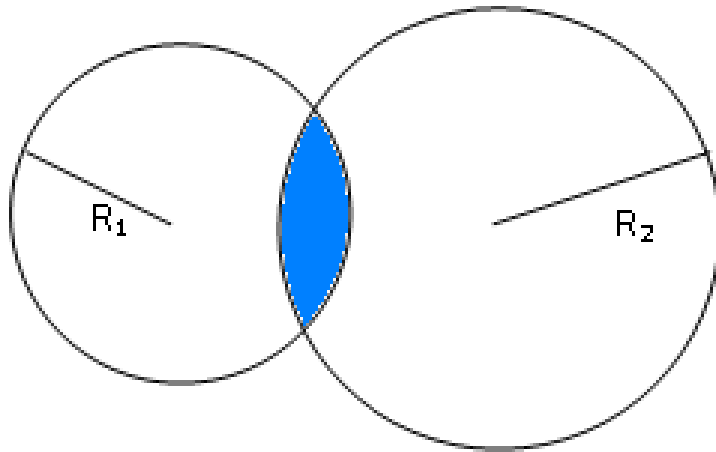
الأجسام البعيدة فتكون ضبابية .

- الصورة تتكون أمام الشبكية .

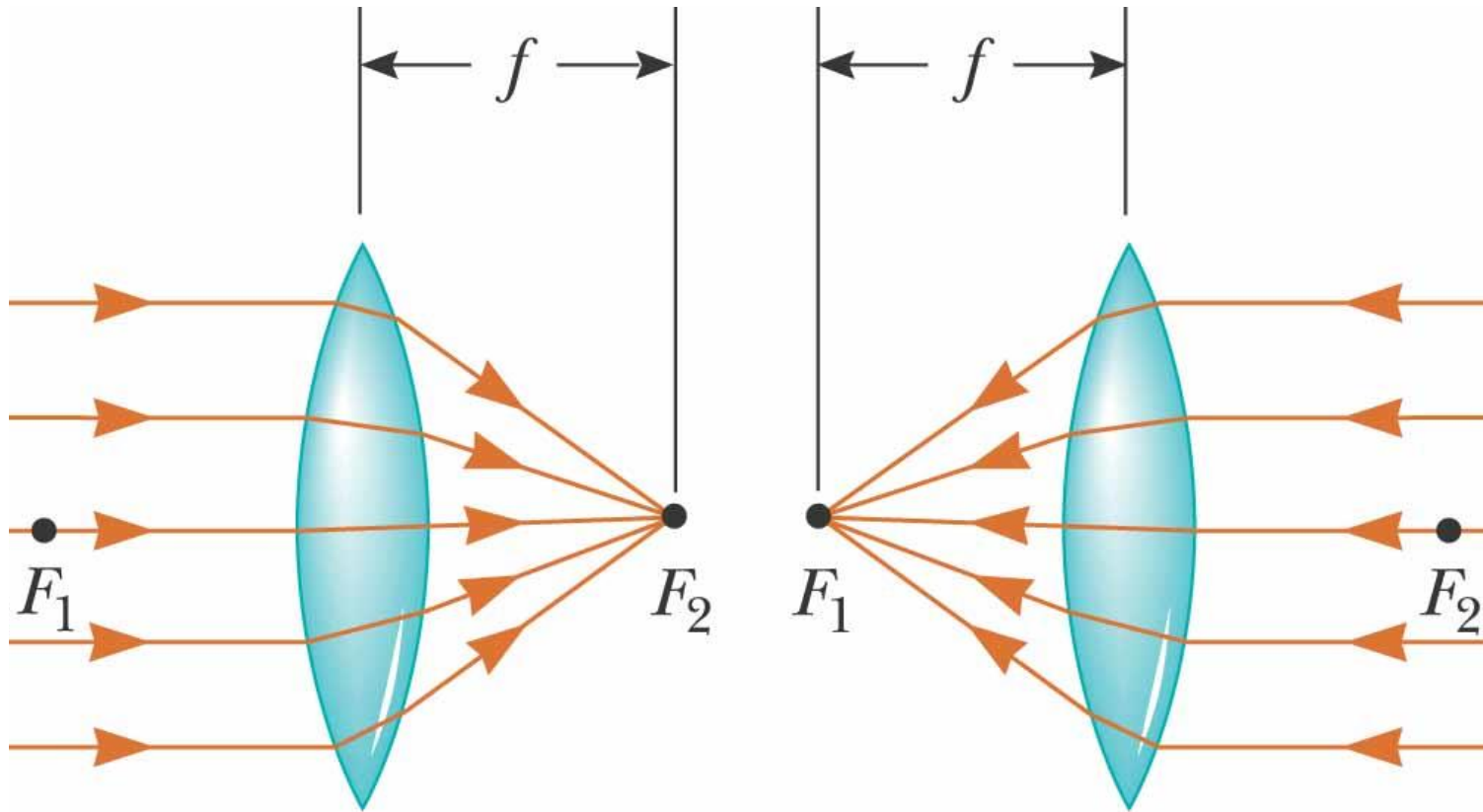
- التصحيح : عدسات مقعرة . (تفرق الأشعة فتقوم العين بتركيزها لتتكون صورة واضحة على الشبكية)



Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



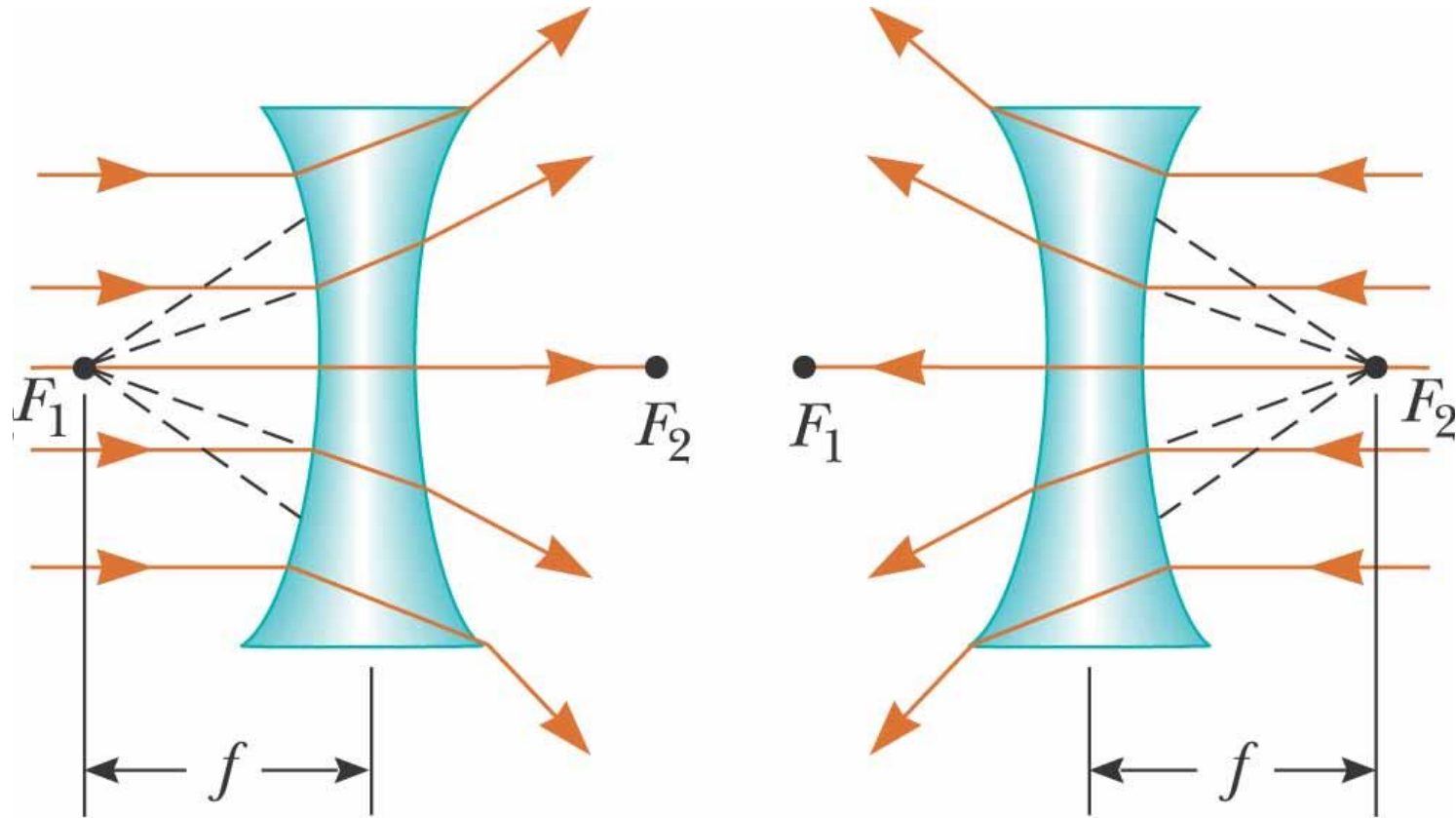
Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



(a)

Fig 36-25a, p.1144

Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



(b)

Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



Biconvex



Convex-
concave



Plano-
convex



Biconcave

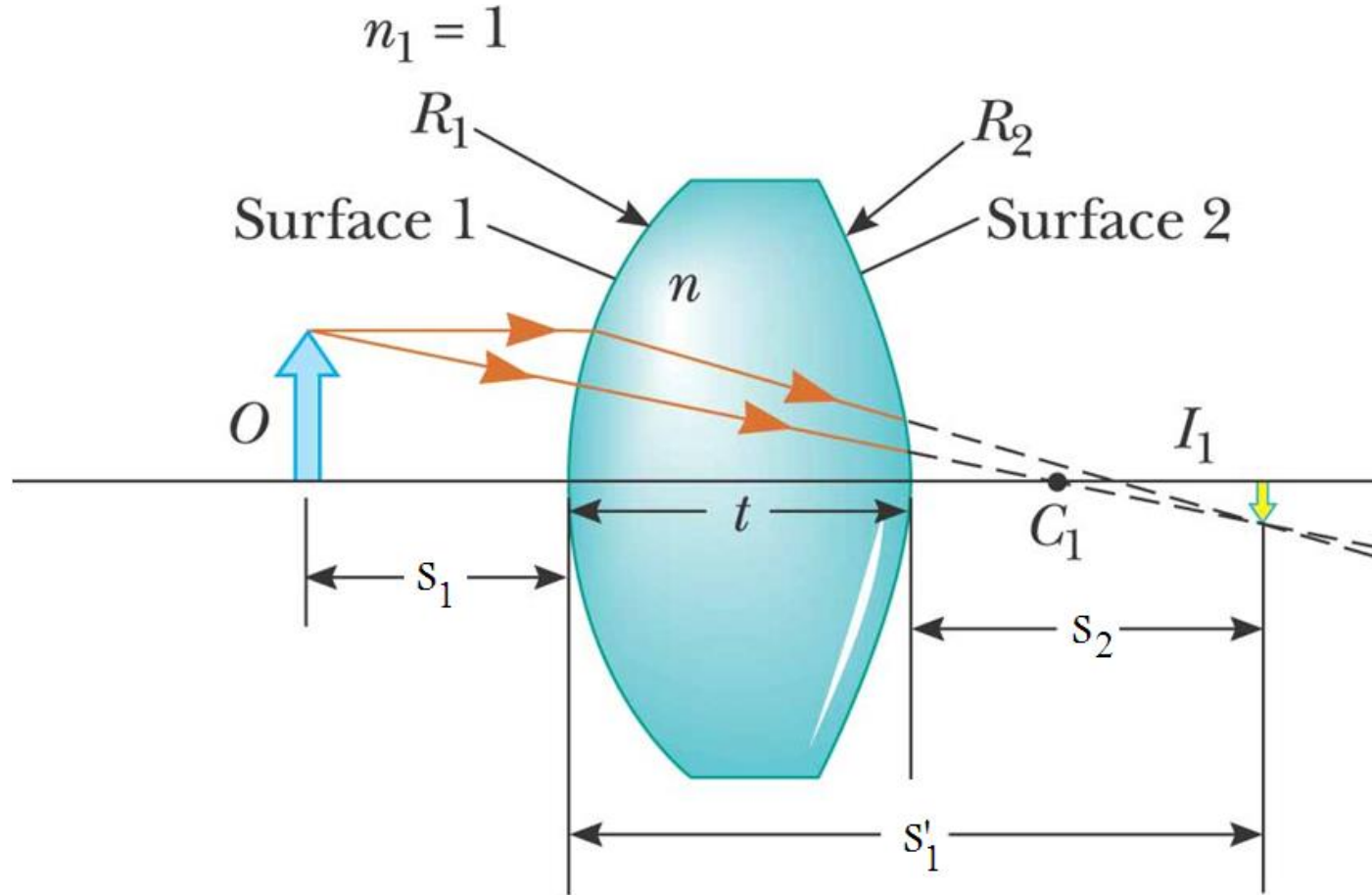


Convex-
concave



Plano-
concave

Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



To locate the image formed by a lens, we use the virtual image at I_1 formed by surface 1 as the object for the image formed by surface 2. The point C_1 is the center of curvature of surface 1.

العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية Thin lenses and optical instruments

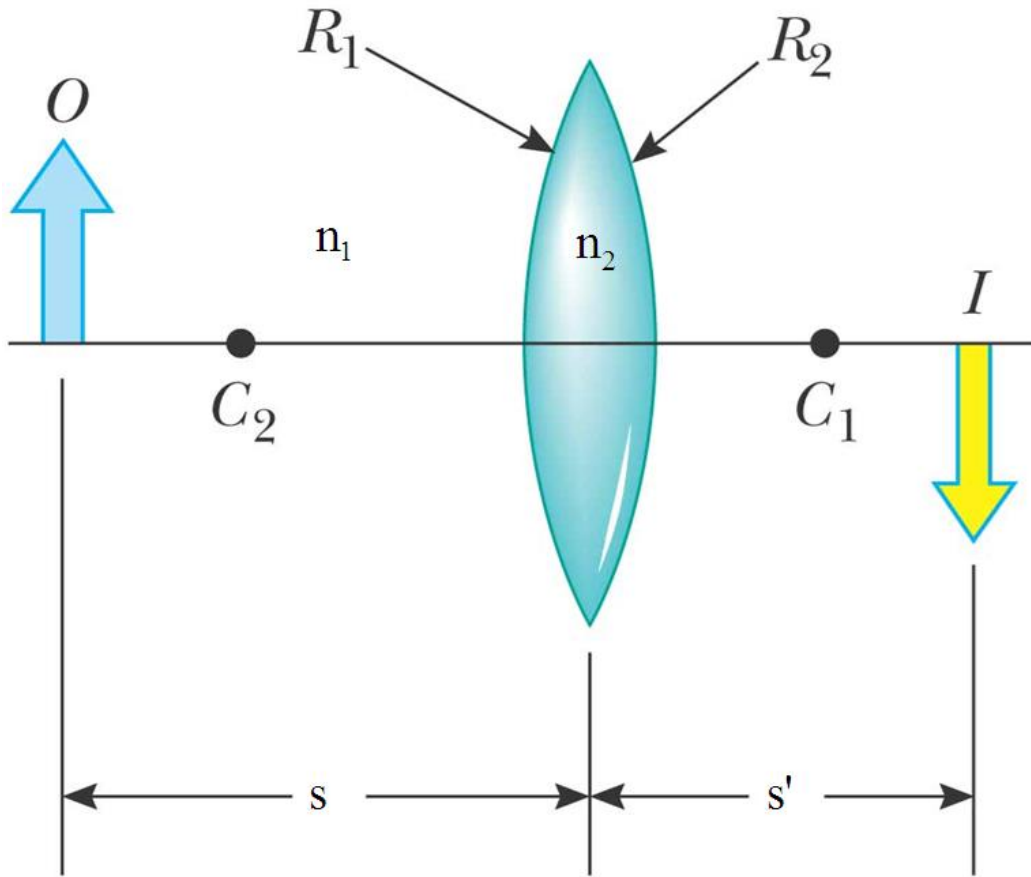
في حالة العدسات الرقيقة:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

بما أن $n_1=1$ (للhواء) إذا:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

وهي علاقة صانعي العدسات



Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية

أما القانون العام للعدسات فهو:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

يعطى التكبير الجانبي في العدسات بالعلاقة:

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

قدرة أو قوة العدسة بوحدت الديوبتر diopter:

حيث يقاس البعد البؤري f بالمتر

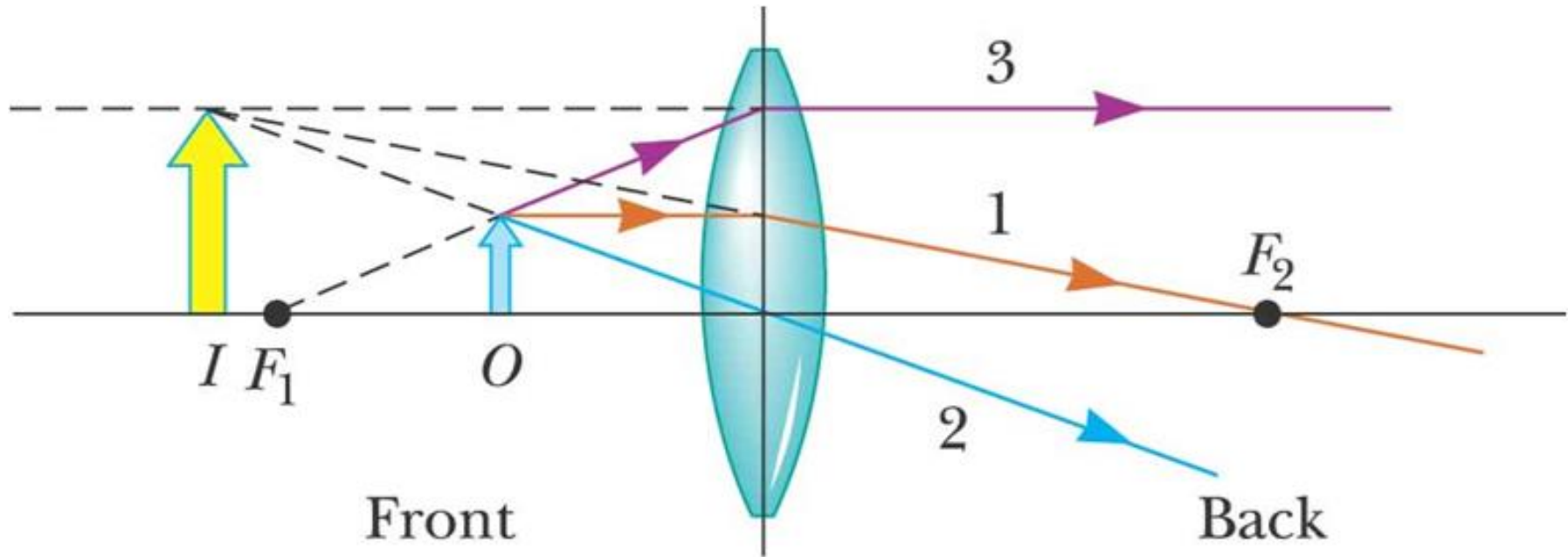
العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية Thin lenses and optical instruments

حالات تكون الصورة بواسطة العدسة المحدبة

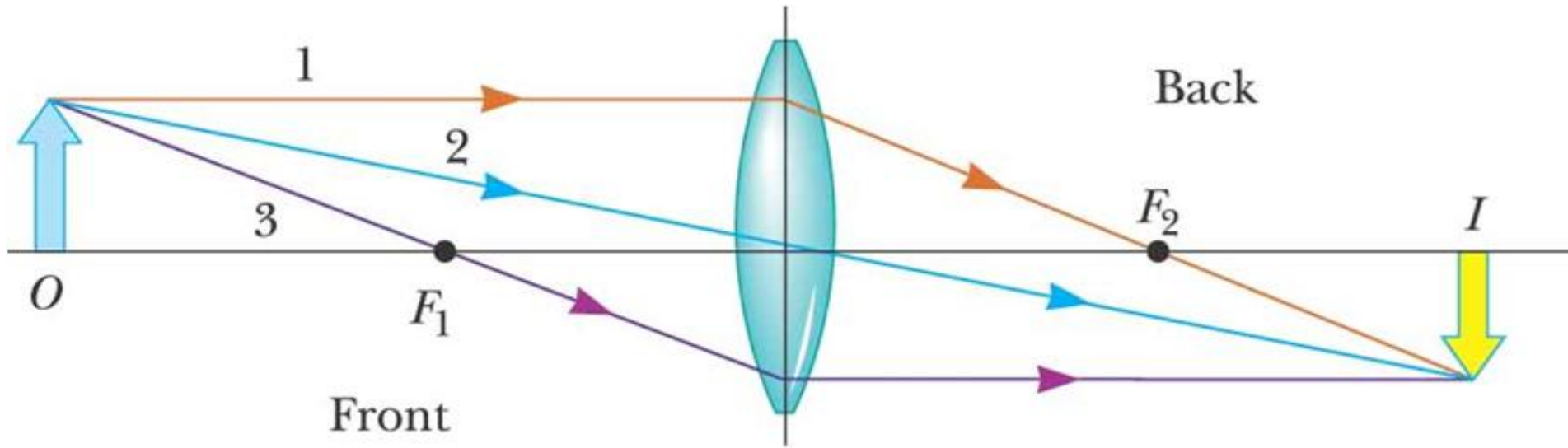
موقع وحجم الصورة المتكونة بعدسة محدبة يعتمد على موقع الجسم امام المرآة كالتالي:

- ١- إذا كان الجسم على بعد $s < f$ الصورة **خيالية مكبرة ومعتدلة** وفي نفس جهة الجسم.
- ٢- إذا كان الجسم في البؤرة $s = f$ **لا يوجد صورة**.
- ٣- إذا كان الجسم على بعد $2f > s > f$ الصورة **حقيقية مكبرة ومقلوبة**.
- ٤- إذا كان الجسم على بعد $s = 2f$ الصورة **حقيقية مساوية ومقلوبة**.
- ٥- إذا كان الجسم على بعد $s > 2f$ الصورة **حقيقية مصغرة ومقلوبة**.
- ٦- إذا كان الجسم في اللانهاية فإن صورته تكون **حقيقية مصغرة جدا ومقلوبة (نقطية)**.

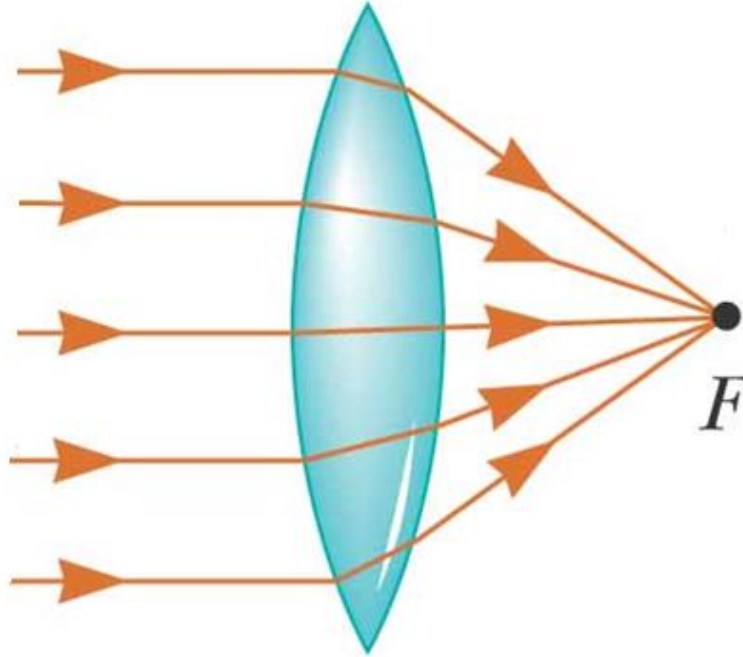
Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية

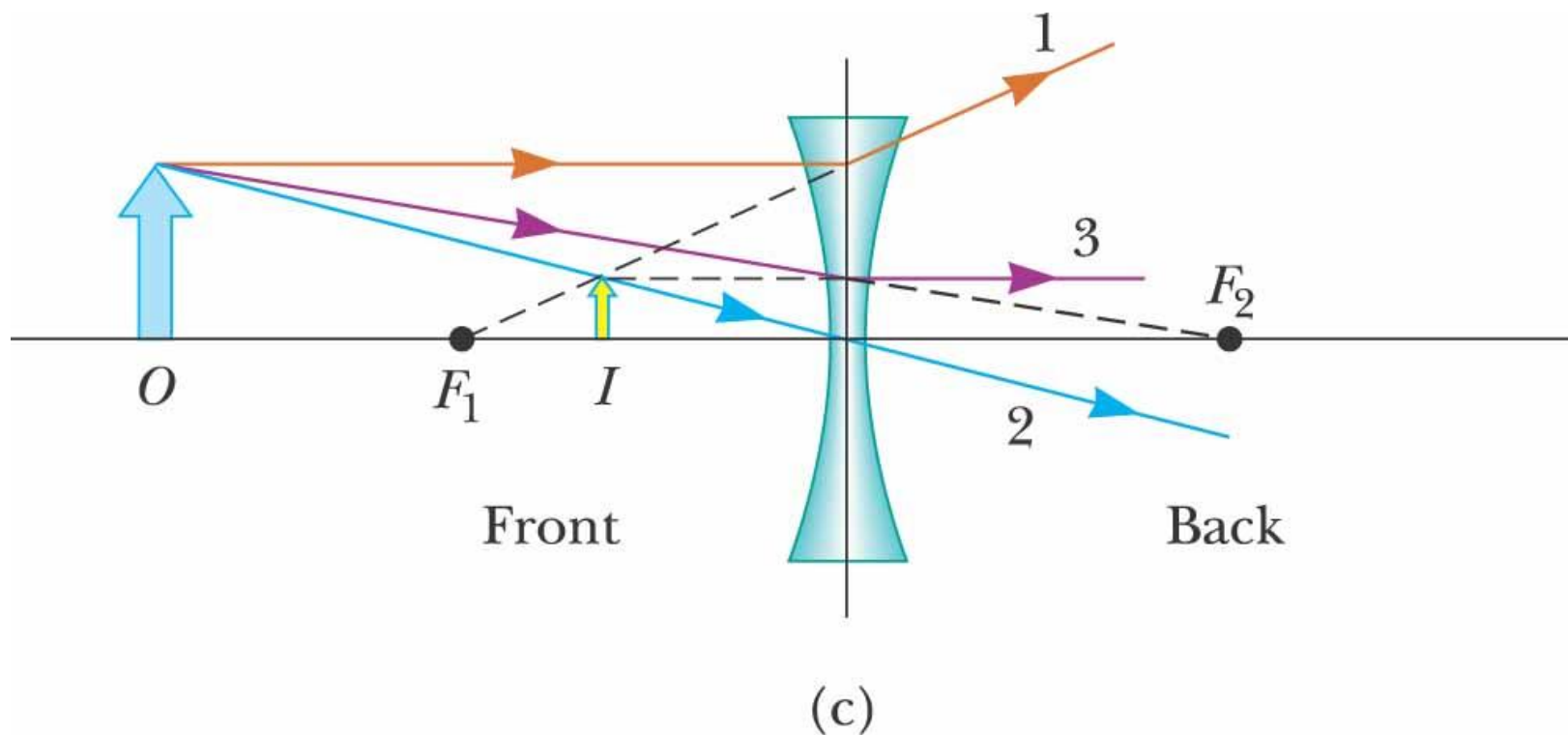


Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية Thin lenses and optical instruments

بالنسبة للعدسة المقعرة فالصورة تكون دائما خيالية مصغرة ومعتدلة وفي نفس الجهة الموجود فيها الجسم، مهما كان بعد الجسم عن العدسة.



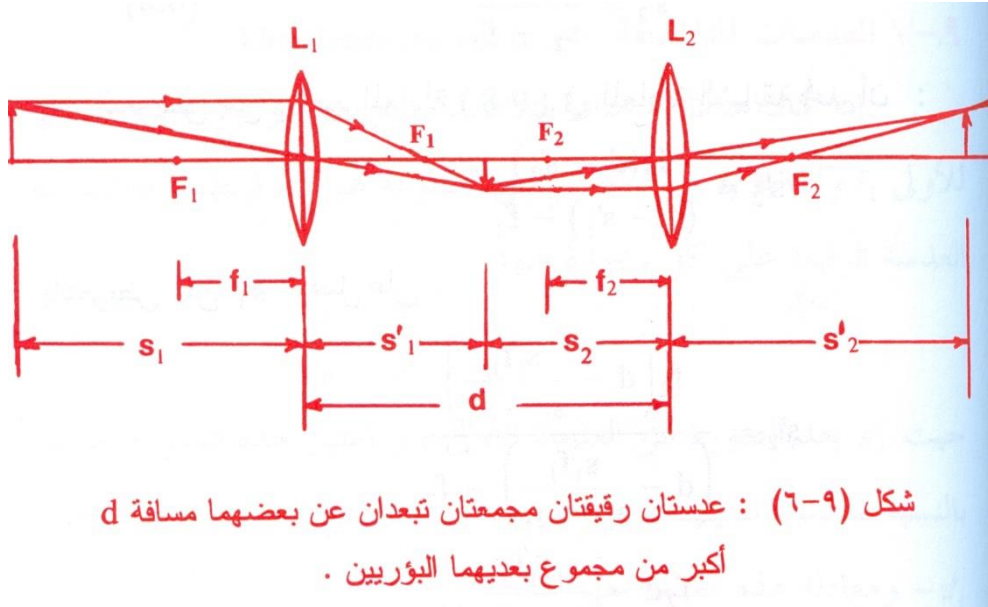
Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية

• قاعدة الإشارات

- s موجبة إذا كان الجسم أمام العدسة وسالبة خلف العدسة.
- s' موجبة خلف العدسة وسالبة أمام العدسة (في نفس جهة الجسم).
- f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.
- R موجبة إذا كان مركز التكور عكس اتجاه الأشعة الساقطة، وسالبة إذا كان في نفس اتجاه الأشعة الساقطة.

Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية

العدسات الرقيقة المركبة



التكبير الكلي هو:

$$M = M_1 M_2 = \left(-\frac{s'_1}{s_1} \right) \left(-\frac{s'_2}{s_2} \right)$$

حيث تكون الصورة المتكونة بواسطة العدسة الأولى جسم للعدسة الثانية وعلى بعد:

$$s_2 = d - s'_1$$

إذا كانت العدستان متلاصقتان فإنهما تكافئان عدسة واحدة بعدها البؤري:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية Thin lenses and optical instruments

المجهر البسيط

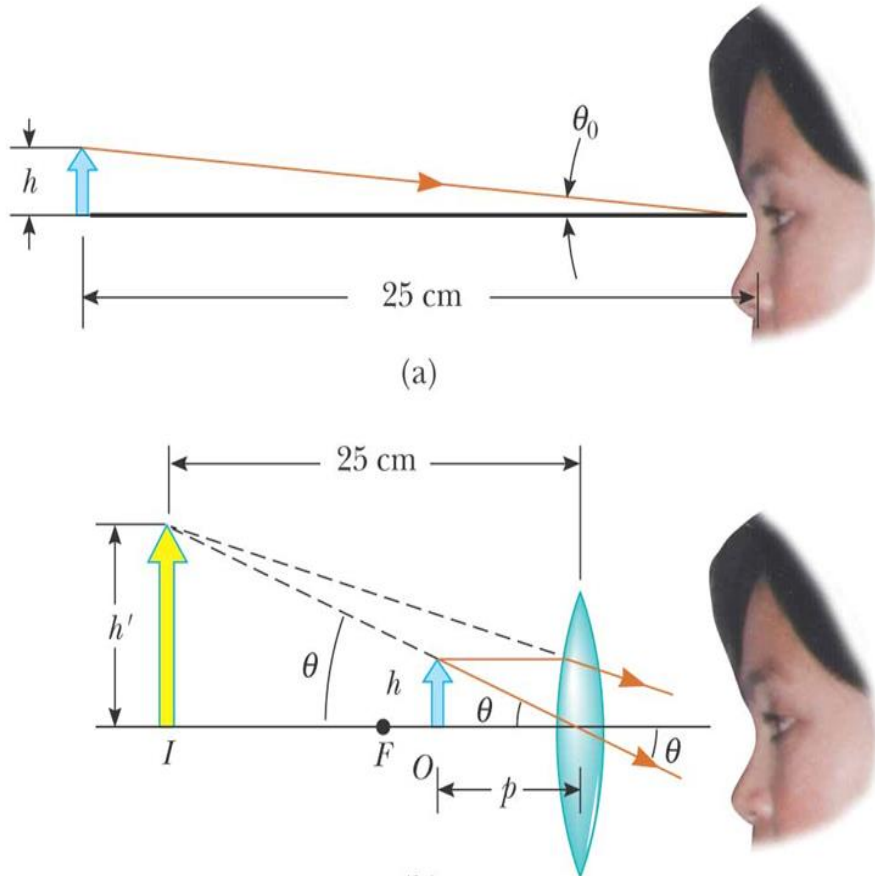
يستطيع صاحب النظر الطبيعي أن يرى جسما بوضوح إذا كان على بعد لا يقل عن 25 cm عن عينيه.

العدسة في المجهر البسيط تزيد من الحجم الزاوي حيث تتكون أمام العين صورة خيالية مكبرة ومعتدلة. وتكبير الجسم يعطى بالعلاقة:

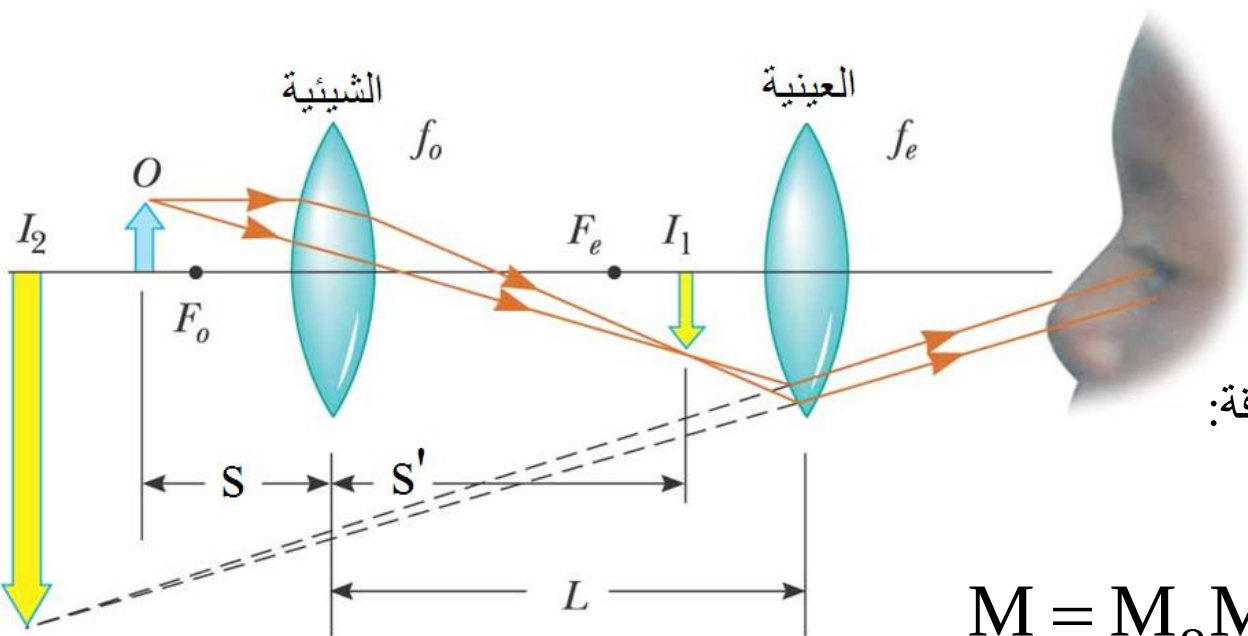
$$m = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

وأعلى قيمة للتكبير هي:

$$m = 1 + \frac{25 \text{ cm}}{f}$$



Thin lenses and optical instruments العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية



الميكروسكوب

التكبير في الميكروسكوب يعطى بالعلاقة:

$$M = M_o M_e = \frac{-L}{f_e} \left(\frac{25 \text{ cm}}{f_e} \right)$$

وأعلى قيمة للتكبير هي:

$$M = M_o M_e = \frac{-L}{f_e} \left(1 + \frac{25 \text{ cm}}{f_e} \right)$$

مثال 1

عدسة أحد سطحيها محدب نصف قطره 10 cm، والسطح الآخر مقعر نصف قطره 20 cm، ومعامل انكسارها 1.54 احسب:

أ) بعدها البؤري وحدد نوعها.

ب) اعد حل الفقرة السابقة إذا وضعت العدسة في سائل شفاف معامل انكساره 1.6.

مثال 2

أوجد بعد الجسم عن عدسة مجمعة إذا كانت الصورة التي تكونها:

أ) حقيقية وضعف حجم الجسم.

ب) خيالية وضعف حجم الجسم.

مثال 3

وضع جسم على بعد 30 cm أمام عدسة وتكونت له صورة على حاجز
يبعد 10 cm خلف العدسة، احسب ما يلي للعدسة:

- أ) بعدها البؤري. ب) تكبيرها. ج) نوعها.

مثال 4

جسم حقيقي على بعد 18 cm إلى اليسار من عدسة مفرقة بعدها البؤري 30 cm، احسب موقع وتكبير الصورة.

مثال 5

عدستان مجمعتان البعد البؤري للأولى 4 cm والثانية 10 cm والمسافة بينهما 15 cm، وضع جسم على بعد 5 cm أمام العدسة الأولى. احسب مكان وتكبير الصورة النهائية المتكونة بواسطة العدستين.

مثال 6

عدسة مجمعة بعدها البؤري 20 cm تبعد 50 cm عن عدسة مجمعة أخرى بعده البؤري 5 cm، احسب ما يلي:

أ) موقع الصورة النهائية لجسم وضع على بعد 30 cm امام العدسة الأولى.

ب) طول الصورة النهائية ونوعها إذا كان طول الجسم 1 cm.

ج) البعد البؤري للعدستين إذا كانتا متلاصقتان.

د) موقع الصورة لجسم على بعد 4 cm من تلك العدستين المتلاصقتين.

د) قدرة العدسة المكافئة لمجموعة العدستين المتلاصقتين.

مثال 7

يستخدم شخص عدسة مجمعة بعدها البؤري 10 cm لتكبير الأشياء، ما هي المسافة التي يجب وضع الجسم عندها لكي يرى الصورة واضحة ومكبرة؟ وما هو تكبير العدسة؟.

مثال 8

شخص لا يستطيع القراءة على مسافة اقل من 40 cm ما هي قدرة العدسة ونوعها التي تمكنه من القراءة على مسافة 25 cm.

مثال 9

المسافة بين العدستين العينية والشبيئية لميكروسكوب مركب تساوي 24 cm ، والبعد البؤري لهما 3 cm و 0.5 cm على الترتيب، احسب التكبير الكلي للميكروسكوب.

العدسات الرقيقة والأجهزة البصرية Thin lenses and optical instruments

جامعة الملك سعود

كلية العلوم – قسم الفيزياء والفلك

اختبار قصير Quiz

١- عدسة محدبة الوجهين نصف قطر تكور سطحها 12 cm, 24 cm ومعامل انكسار مادتها 13/9 يكون بعدها البؤري: أ) 18 cm ب) 16 cm ج) - 27 cm د) 13 cm

٢- عدسة مجمعة بعدها البؤري 10 cm ، وضع جسم على بعد 5 cm منها ، فإن الصورة المتكونة تكون: أ) حقيقية مكبرة ب) حقيقية مصغرة ج) خيالية مكبرة د) خيالية مصغرة

٣- في السؤال السابق قدرة العدسة بالديوبتر : أ) 10 ب) 0.1 ج) 100 د) 5

٤- عدستان متلاصقتان البعد البؤري للأولى 4 cm والثانية 5 cm ، فإن البعد البؤري لهما هو: أ) 4 cm ب) 2.2 cm ج) 0.45 cm د) 5 cm

٥- تمتاز الصورة التي يكونه المجهر البسيط بأنها: أ) مقلوبة مكبرة ب) معتدلة مكبرة ج) مقلوبة مصغرة د) معتدلة مصغرة

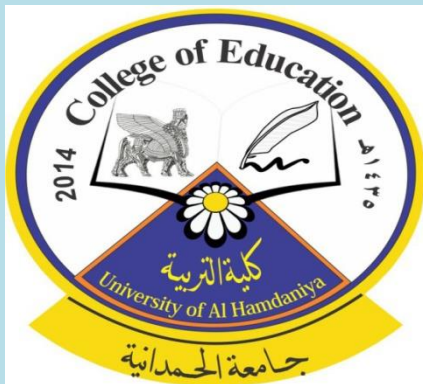
Optics

By:

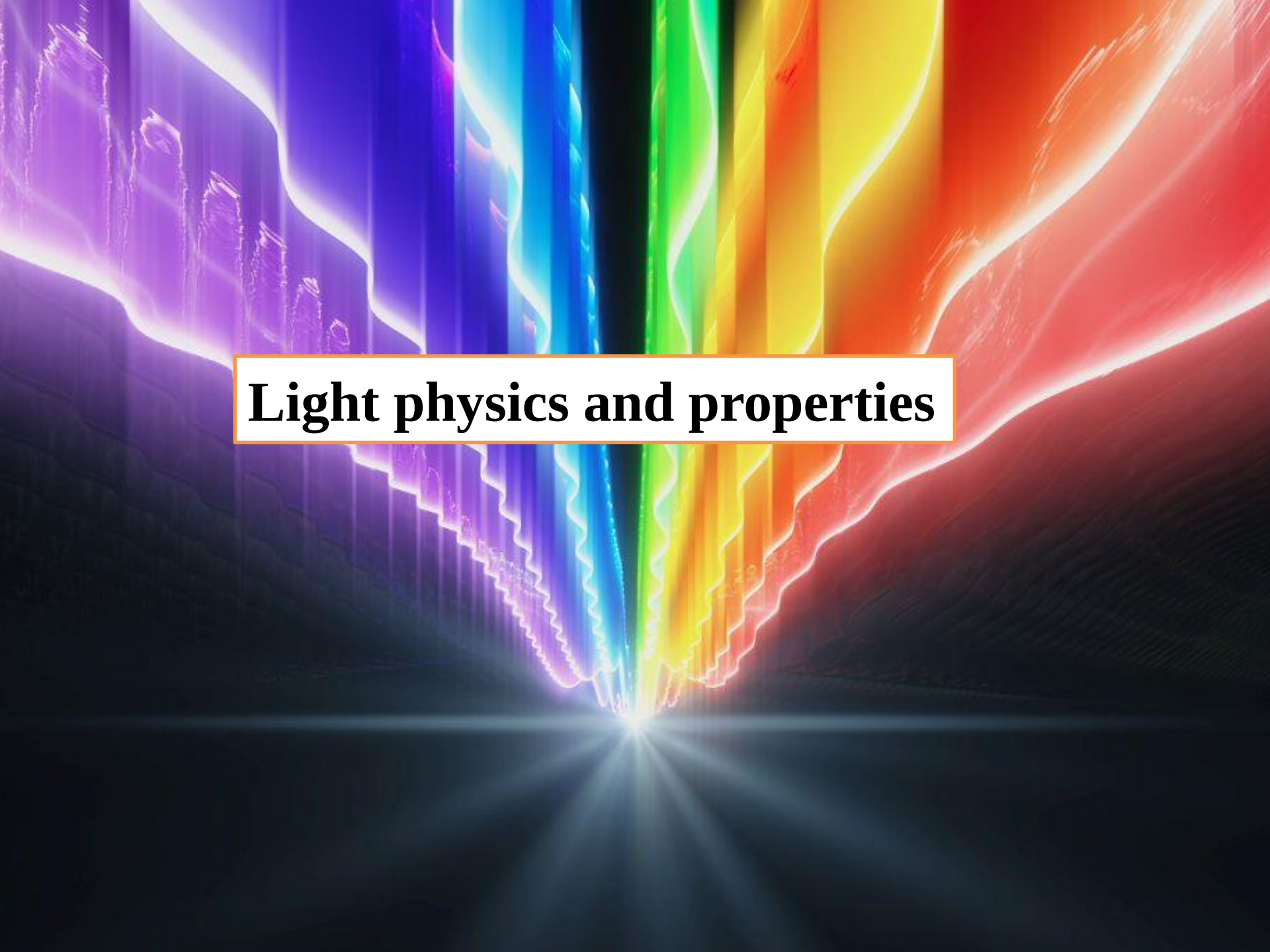
Dr. Siham Jasim Al-Faris

Department of Physics

2nd stage



University of Al Hamdanyah



Light physics and properties

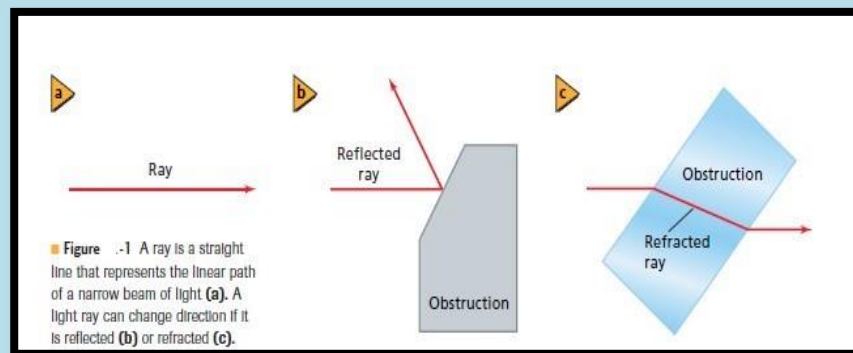
Light physics

Wave

, light is represented as a ray that travels in a straight path, the direction of which can be changed only by placing an obstruction in the path

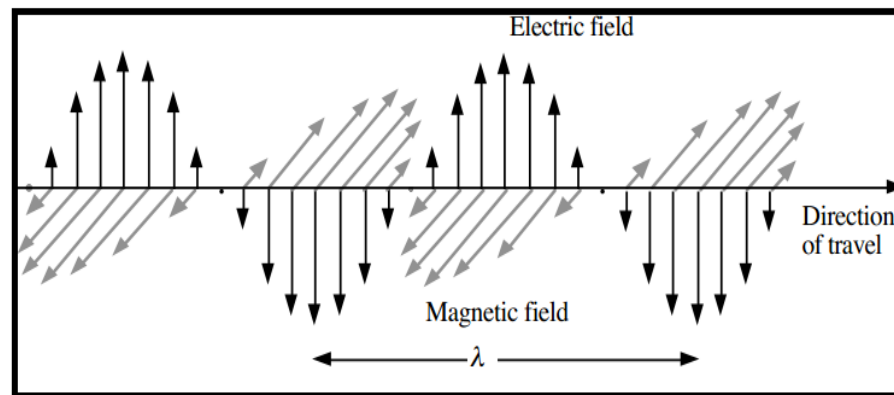
particles

light is a stream of fast-moving particles



Light waves

In the wave model light is viewed as electromagnetic waves. Since these waves consist of oscillating *electric* and *magnetic* fields which can exist in empty space, light can travel through a vacuum.

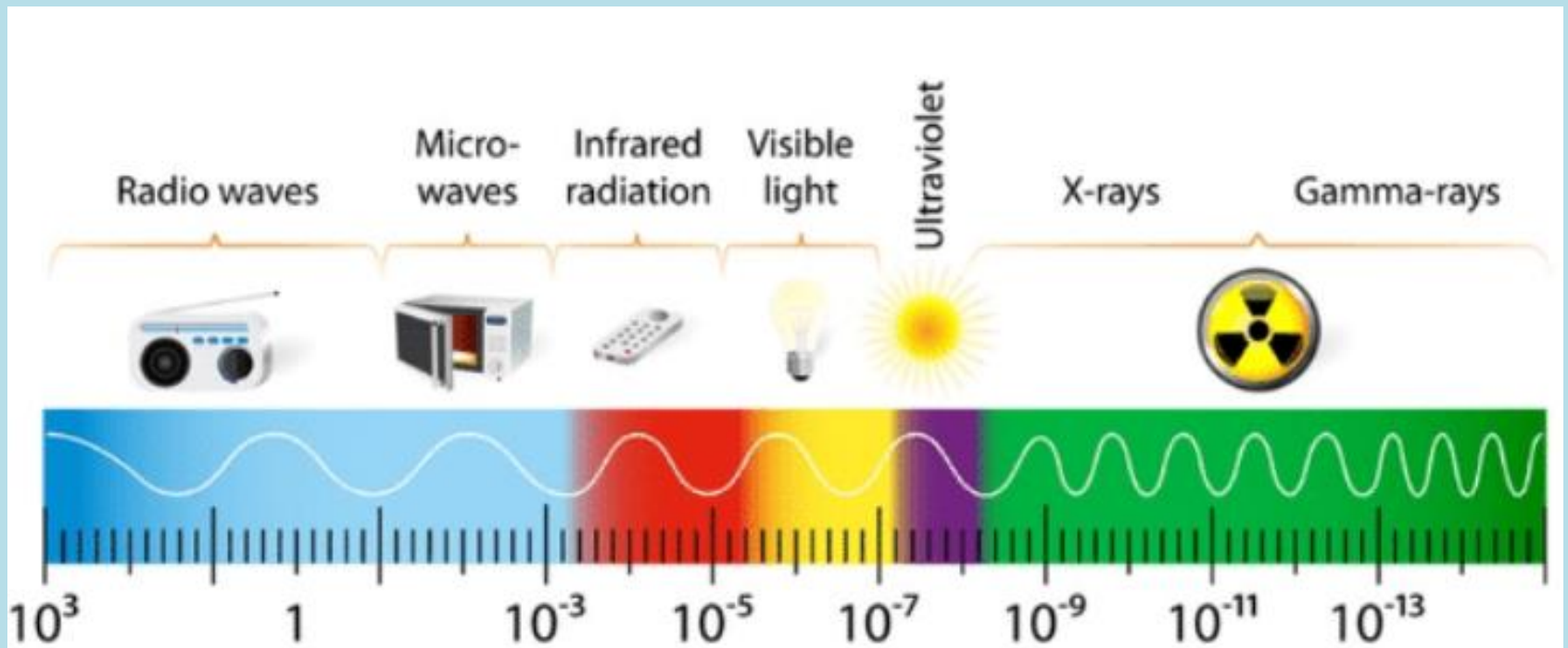


Since light can be analyzed as a complex mixture of a huge number of individual electromagnetic waves, the important properties of light and other electromagnetic waves can therefore be understood in terms of the properties of these simple elementary waves.

Properties of Light

- Waves, particles and EM spectrum
- Interaction with matter
- Absorption
- Reflection, refraction and scattering
- Polarization and diffraction

Electromagnetic wave, E.M spectrum



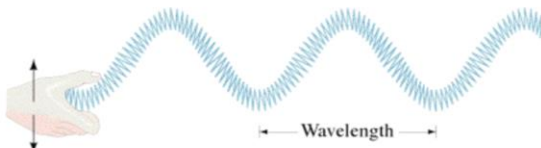
Waves

Electromagnetic

Transverse

Ex: Radio wave

Transverse wave



Mechanical waves

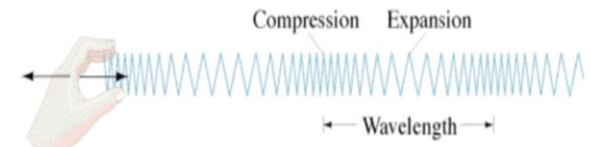
Transverse

Ex: Water wave

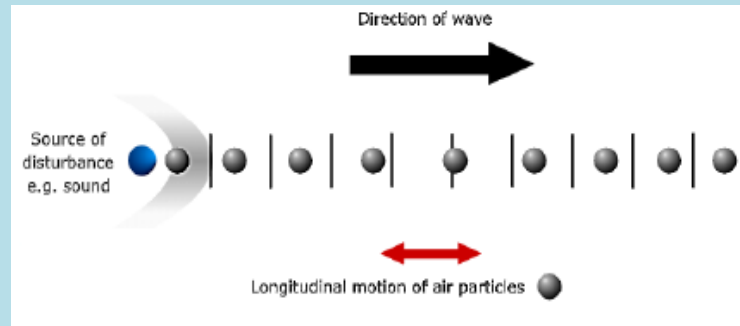
Longitudinal

Ex: Sound wave

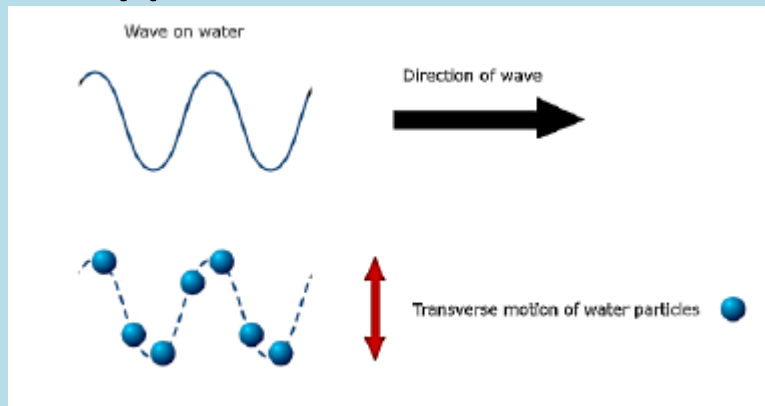
Longitudinal wave



Longitudinal waves : In this type of wave, the movement of the particles are parallel to the motion of the energy i.e. the displacement of the medium is in the same direction to which the wave is moving.

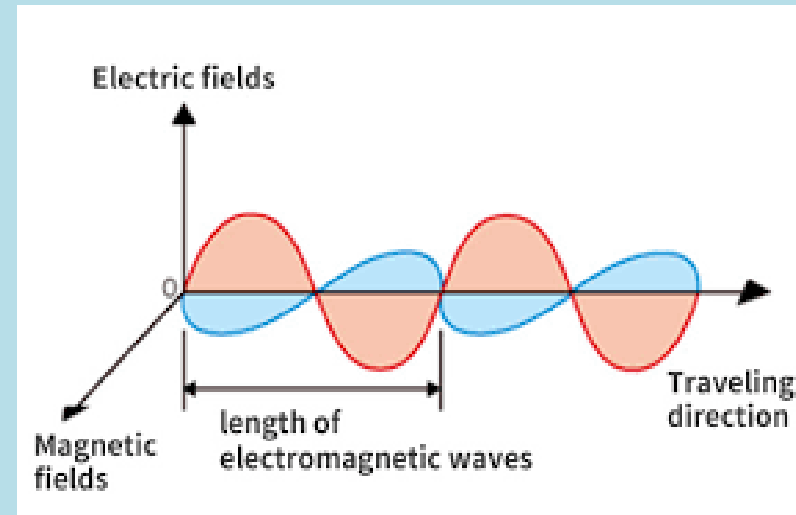


Transverse waves : When the movement of the particles is at right angles or perpendicular to the motion of the energy, then this type of wave is known as Transverse wave.



Electromagnetic waves

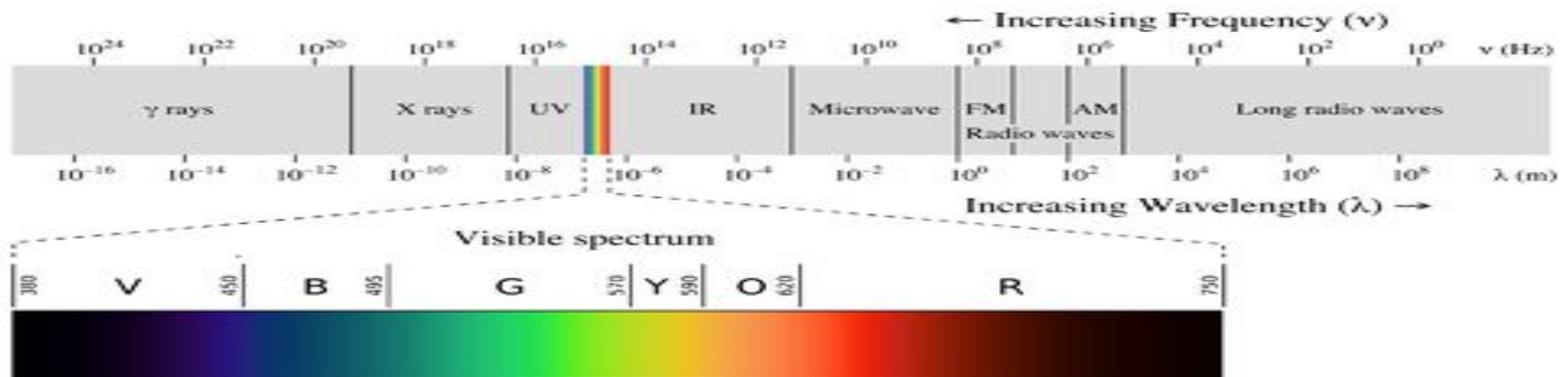
- Electromagnetic waves (or electromagnetic radiation) are waves made of oscillating magnetic and electric fields.
- Electromagnetic waves are waves that are capable of traveling through a vacuum.
- capable of transporting energy through the vacuum of outer space.



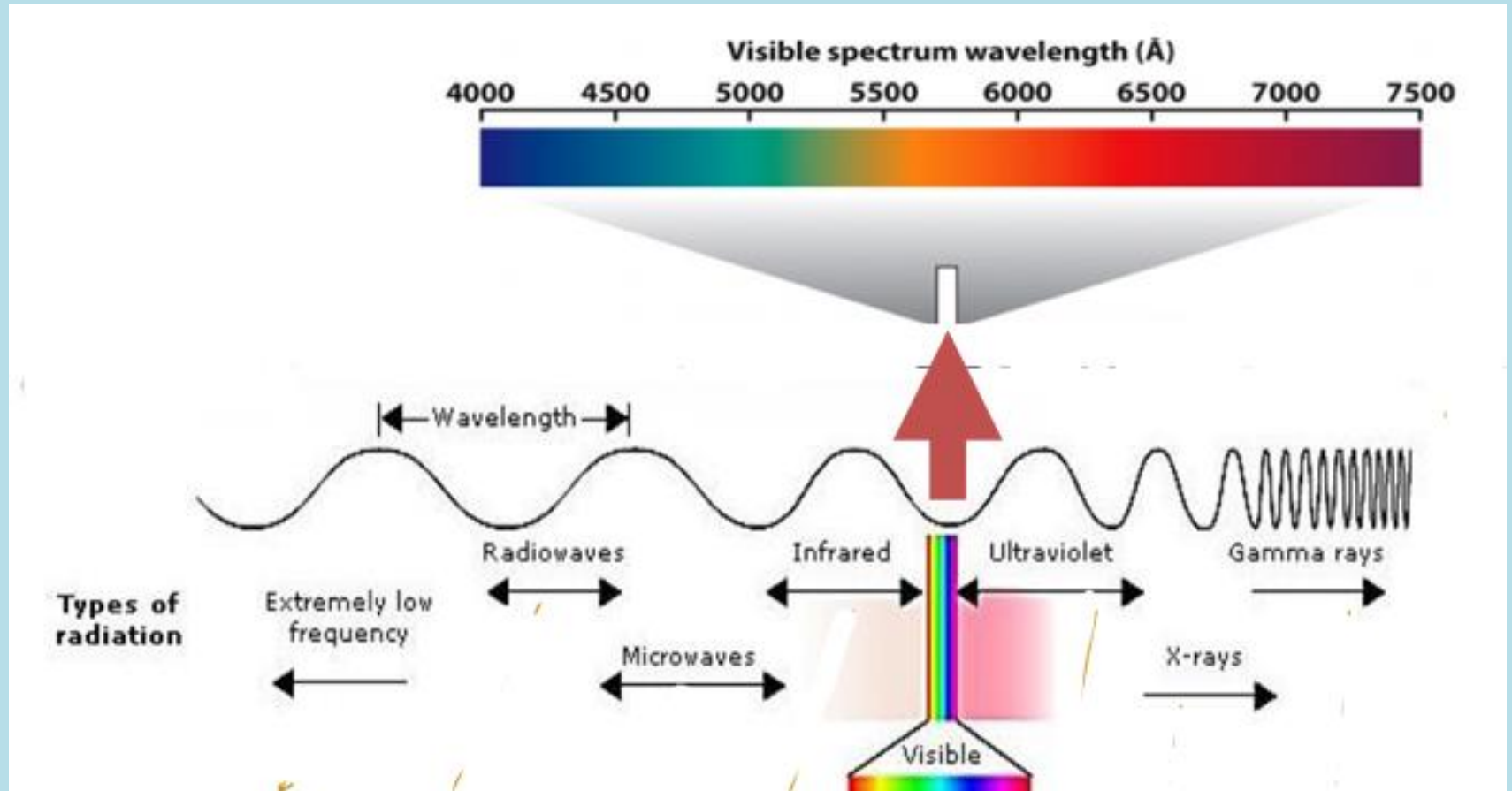
The Electromagnetic Spectra

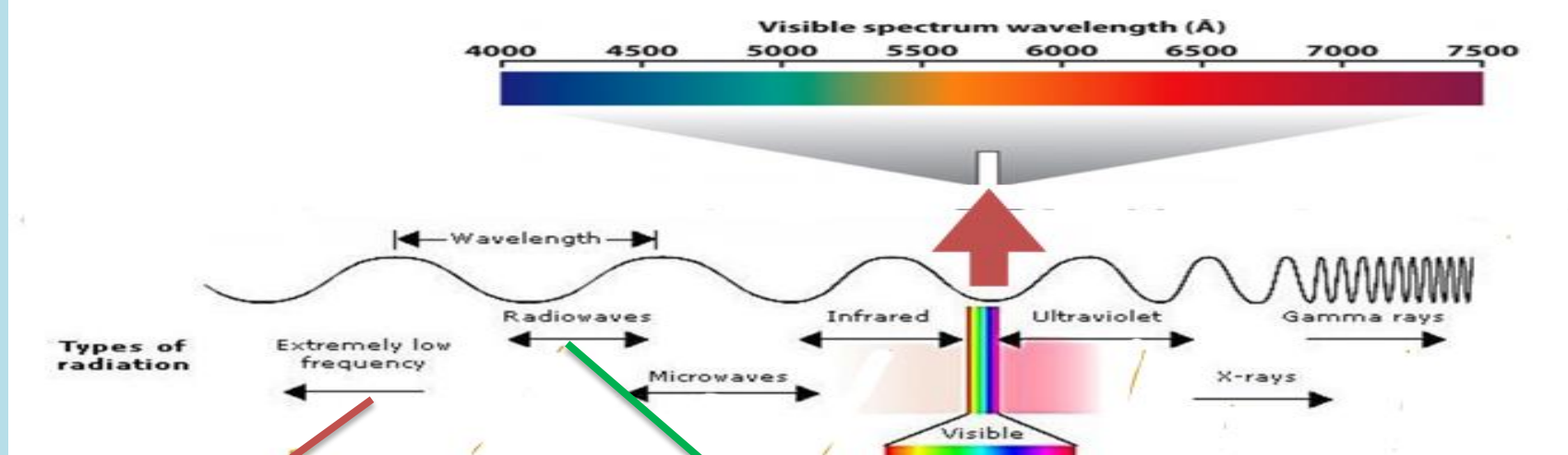
Electromagnetic waves exist with a large range of frequencies. This continuous range of frequencies is known as the electromagnetic spectrum.

The subdividing of the entire spectrum into smaller spectra is done mostly on the basis of how each region of electromagnetic waves interacts with matter.



The diagram below depicts the electromagnetic spectrum and its various regions.





Extremely low frequency

Source: power lines, electrical appliances

Wavelength: Kilometers

Frequency: 30-300 Hz

Photon energy: Pico eV (10^{-12} eV)

Radio waves

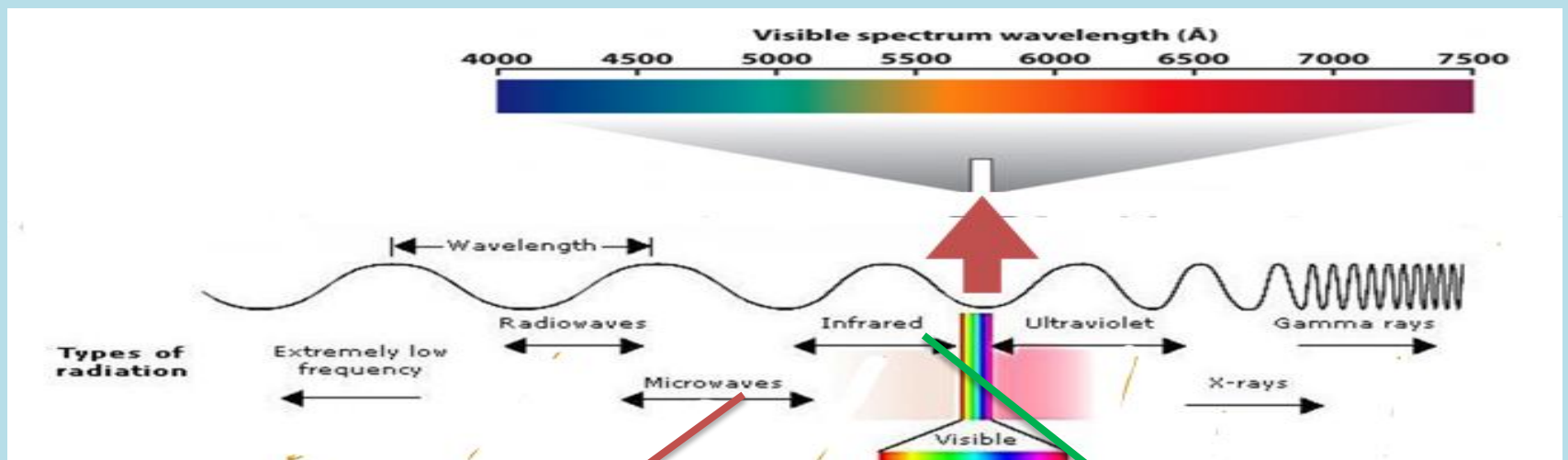
Source: AM and FM radio, TV

Wavelength: Centimeters to Kilometers

Frequency: 30 kHz to 30 MHz

Photon energy: Nano to micro eV (10^{-9} to 10^{-6} eV)

- lowest energy
- lowest frequency and
- the longest wavelength
- used in communications



Microwaves

Source: Microwave oven

Wavelength: millimeters to meters

Frequency: 300 MHz-300 GHz

Photon energy: Micro to milli eV (10^{-6} to 10^{-3} eV)

- high energy
- used in our kitchen microwaves to cook your food

Infrared waves

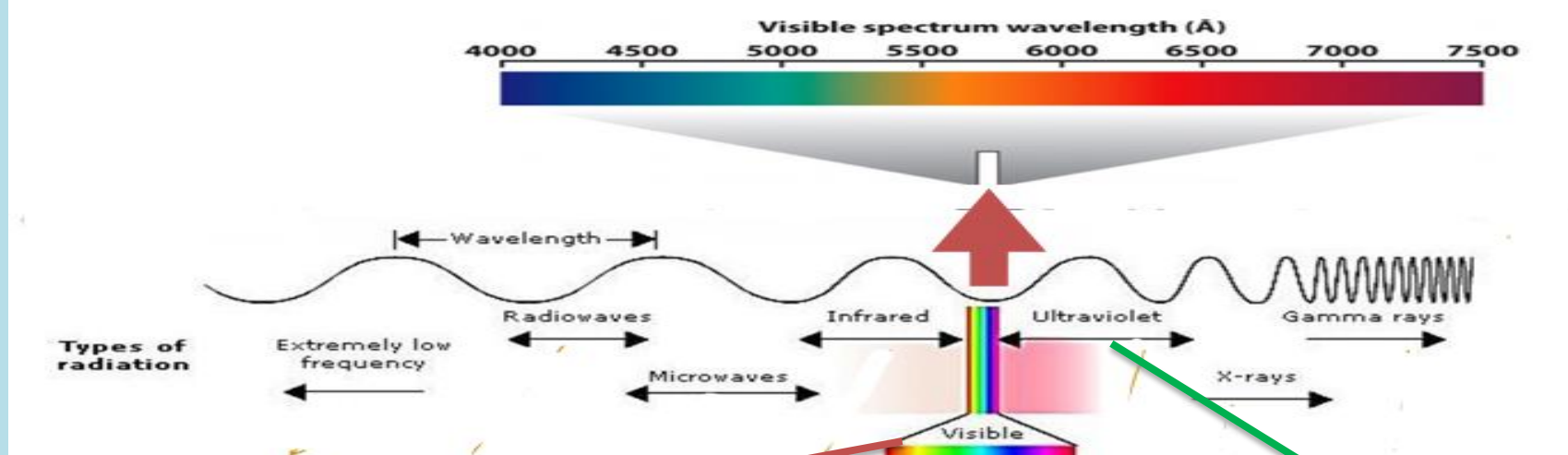
Source: Radiant heat

Wavelength: Microns to millimeters

Frequency: 300 GHz to 300 THz

Photon energy: Milli eV to eV (10^{-3} eV)

- has a wavelength just a little longer than what our eyes can detect.
- The human body has a temperature that produces radiation in this part of the spectrum
- used in night-vision cameras and remote controls



Visible

Source: Sun

Wavelength: 400 to 700 nanometers

Frequency : 430 to 750 THz

Photon energy: 1.8 to 3 eV

- is the part of the electromagnetic spectrum that our eyes can detect and so is the part we are most familiar with in our everyday lives.

Ultraviolet waves

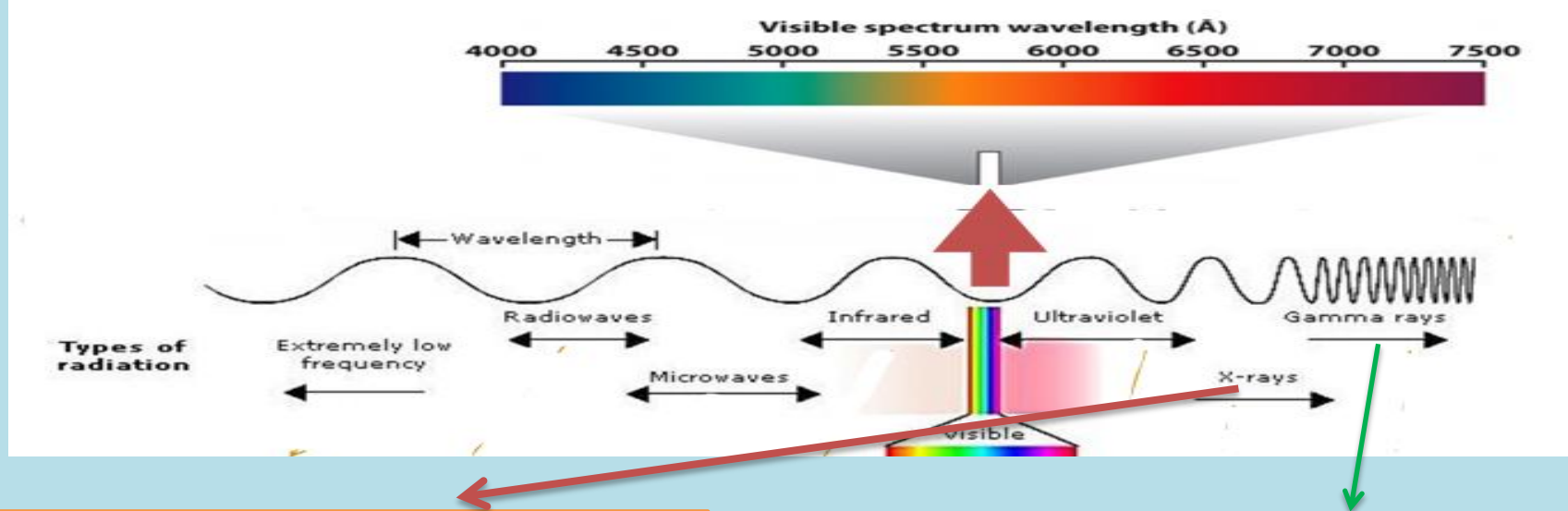
Source: Arc welding

Wavelength: 400 to 100 nanometers

Frequency : 750 to 3000 THz

Photon energy: 3 to 12 eV

- high energy
- shorter wavelength
- are capable of ionizing atoms, breaking molecular bonds and even damaging DNA molecules.



X-rays

Source: X-ray tube, some radioactive source

Wavelength: 100 to 10^{-3} nanometers

Frequency : 3000 to 10^{20} THz

Photon energy: keV to MeV (10^3 to 10^6 eV)

- very high energy and, like UV
- can ionize atoms in the body and cause damage

Gamma rays

Source: Radioactive sources

Wavelength: 100 to less than 10^{-3} nanometers

Frequency : 3000 to above 10^{20} THz

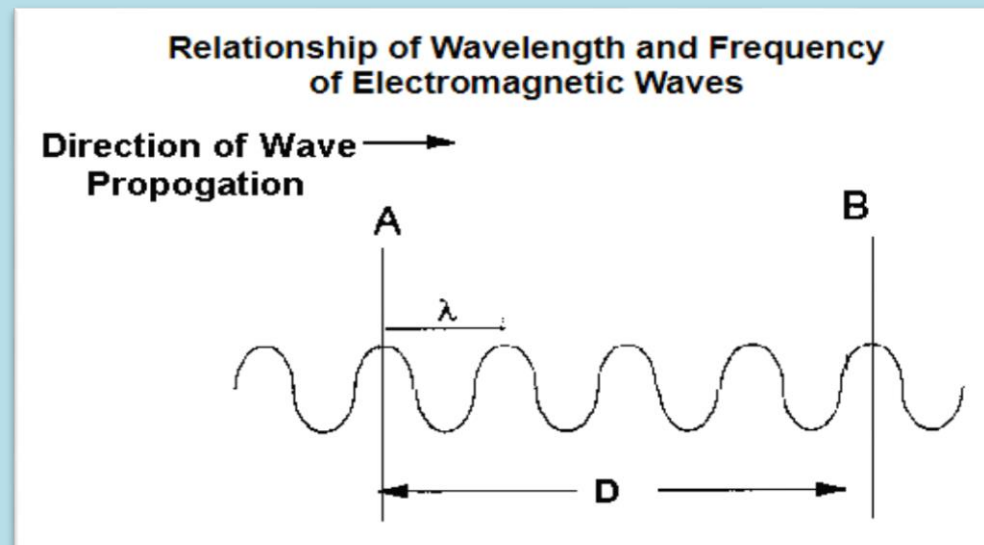
Photon energy: keV to above MeV (10^3 to 10^6 eV)

- the energy of this rays is greater than all the other rays in the electromagnetic spectrum, and it has lower wavelength.
- This rays emitted from a molecule which suffer translate in the inner of the molecule.

Wavelength: is defined as the distance between two successive crests or troughs of a wave. It is measured in the direction of the wave.

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

Where: k : propagation constant or wave number.



Frequency: The frequency of a wave measures the number of times a complete wave cycle will pass a given position. The relation between the frequency and the period **T** of a repeating event or oscillation is given by

$$f = \frac{1}{T}$$

Where

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$$

where: ω is the angular frequency.

The equation that relates wavelength and frequency for electromagnetic waves is:

$$\text{Speed of Light} = \text{Wavelength} \times \text{Frequency}$$

$$c = \lambda f$$

$$\text{Wavelength} = \frac{\text{Speed of Light}}{\text{Frequency}}$$

$$\text{Frequency} = \frac{\text{Speed of Light}}{\text{Wavelength}}$$

Where

λ : is the wavelength.

f : is the frequency and

c : is the speed of light.

Speed of Light and Refractive Index

The speed of light in a transparent material is always less than the speed, c , in vacuum. The ratio of the speed in a vacuum to the speed in the medium is called the refractive index (n) of the medium.

$$\text{refractive index} = \frac{\text{speed of light in vacuum}}{\text{speed of light in medium}}$$

$$n = \frac{c}{v}$$