

From the Mystery of the Sun to the Secrets of Quantum (A Journey Through the Evolution of the Physical Understanding of Light)

Since ancient times, the nature of light has intrigued scientists and philosophers. The questions have revolved around what light is, its components, and how we can see and perceive objects.

The inquiries about light began in the era of Roman philosophers. Roman philosophers, notably Plato, adopted the principle that vision occurs through invisible rays emitted from the eye. These rays supposedly had the ability to describe the external form of objects within sight, enabling us to see. Some argued that their claim was proven by the fact that animals like cats, when in dark areas, appear to have glowing eyes .

This belief persisted for a long time but was later rejected. If vision truly originated from rays emitted by the eye, why wouldn't we be able to see in complete darkness? Modern science has since proven that the light observed in the eyes of cats and some other animals is due to multiple reflections of light striking the inner layers of their eyes.

During the Islamic Renaissance, some scholars such as Al-Kindi and Al-Farabi proposed a different explanation for vision. They assumed that objects emit rays that are received by the eye, resulting in sight. Following them was the true founder of optics, the Iraqi Muslim scientist Al-Hasan Ibn Al-Haytham, who was born in Basra in 354 AH .

Ibn Al-Haytham conducted many crucial experiments that laid the foundations of optics and provided a base for the European renaissance in this field. His work was fundamental to numerous inventions, including the camera, which was originally based on one of his famous experiments. He created a small opening in a dark room, known in Arabic as "Al-Qumra," and placed two light sources outside. He discovered that the two lamps illuminated different areas inside the room. When

one of the lamps was turned off, only one area was lit. This demonstrated that light travels from the source to the object and reflects off the object to the eye, disproving the Roman philosophers' idea that rays travel from the eye to objects.

Following Ibn Al-Haytham, several Arab scholars, such as Al-Biruni and Al-Khwarizmi, applied experiments to light, studying phenomena like refraction and reflection. The credit for discovering the true mechanism of vision goes to these Arab scientists.

In the 17th century, Isaac Newton proposed that light consists of tiny particles. He explained reflection as the rebound of these particles from polished surfaces, similar to how a small ball bounces off a wall upon collision. He analyzed white light into seven spectra using a prism and explained many properties of light, such as refraction and reflection. However, Newton's theory couldn't explain certain properties of light, such as interference and diffraction.

Christian Huygens proposed that light is composed of waves and explained its properties based on this theory. However, at that time, it was widely believed that all waves require a medium to propagate. This raised the question of how light could travel through the vacuum of space between the sun and Earth's atmosphere. Thus, the "ether" hypothesis was born, suggesting that space wasn't truly empty but contained a very thin substance through which light waves could travel. All attempts to prove the existence of this substance failed, most notably the Michelson-Morley experiment in 1887.

In the early 19th century, Thomas Young continued experimenting with light, treating it as a wave, as Huygens had suggested. One of his most famous experiments was the double-slit experiment, which provided conclusive evidence that light behaves as waves, based on the interference pattern that appeared on the screen after light passed through two narrow slits (the double-slit experiment).

In 1864, while studying electromagnetism, James Clerk Maxwell discovered that electromagnetic radiation travels at the same speed as light. From this, he concluded that light must be electromagnetic waves. He further supported this by showing that electromagnetic waves don't need a medium to propagate, thereby explaining how light can travel from the sun to Earth's atmosphere.

In the early 20th century, Albert Einstein introduced the photoelectric effect, which was based on Max Planck's quantum mechanics. Einstein hypothesized that light consists of tiny particles carrying discrete amounts of energy, which could ionize the surfaces of metals. When light strikes a metal surface, it gives the metal's electrons enough energy to cause ionization. He called these particles "photons" and won the Nobel Prize for explaining the photoelectric effect .

Although this theory was based on observable experiments—such as the liberation of electrons from metal surfaces when exposed to light—it assumed that light is made up of particles. However, it didn't explain Thomas Young's wave-based experiments.

This led to a new hypothesis in scientific circles: the dual nature of light, introduced by Louis de Broglie. He proposed that light sometimes behaves as a wave and at other times as a particle. For large objects, the wavelengths they emit are very small, so they can be ignored. However, for very small objects like electrons, the emitted radiation has larger wavelengths, which cannot be ignored, so both their wave-like and particle-like properties must be considered.

In conclusion, it's important to remember that studying the history of light is not just about understanding the past; it's the foundation for understanding our present and building the future with new ideas and applications derived from this advanced understanding. A simple example of this is the discovery that the universe is expanding, based on the study of the wavelength of light emitted by stars .

As time passes, we await scientific advancements that will reveal more secrets of light. However, we cannot just wait; we must be serious in our efforts to research and reflect, striving for a deeper understanding of the phenomena around us.

Khaled Muhammad Khaled

Student at the Department of Physics

Faculty of Science – Zagazig University

من سر الشمس إلى أسرار الكم (رحلة في تطور الفهم الفيزيائي لطبيعة الضوء)

منذ قديم الأزل وطبيعة الضوء تشغل تفكير العلماء والفلاسفة فكانت التساؤلات تدور حول ما هو الضوء وما هي مكوناته وكيف تتمكن من الرؤية وإبصار الأشياء.

بدأت تساؤلات الضوء منذ عصر فلاسفة الرومان حيث تبنى فلاسفة الرومان وعلى رأسهم افلاطون مبدأ أن الرؤية تتم عن طريق خروج اشعة خفية من العين وهذه الاشعة لها قدرة على وصف الهيئة الخارجية للأجسام التي تقع في مرمى البصر وبالتالي تتمكن من الإبصار. واستدل بعضهم على صحة كلامه بأن بعض الحيوانات مثل القطط عندما تكون في منطقة مظلمة فإن أعينها تظهر وي كأنها مضيئة.

وظل العالم متمسك بهذه الأفكار لمدة كبيرة جداً إلا أنه تم رفضها فيما بعد حيث أنه إذا كان مصدر الرؤية هو الإشعاع الخارج من العين فلماذا لا تتمكن من الرؤية في الظلام؟!

كما أثبت العلم الحديث أن مصدر الضوء في أعين القطط وبعض الحيوانات هو الانعكاسات المتكررة للضوء الساقط على الطبقات الداخلية لأعين هذه الحيوانات.

في عصر النهضة الإسلامية تبنى بعض العلماء مثل الكندي والفارابي مبدأ آخر لآلية الرؤية فافترضوا أن الأجسام هي التي تصدر اشعة وتستقبلها العين مما يسبب الإبصار.

تلاهما المؤسس الحقيقي لعلم الضوء وهو العالم المسلم العراقي الذي ولد في البصرة سنة 354هـ العالم الحسن بن الهيثم

الذي أجرى العديد من التجارب الهامة التي وضعت أساسيات علم الضوء وقامت على أساسها النهضة الأوروبية في هذا المجال و كانت أساس لاختراعات عديدة و من أهمها اختراع الكاميرا التي اعتمدت في الأساس على أحد أهم التجارب التي قام بها وهي إحداث فتحة صغيرة في غرفة مغلقة أو كما كان العرب يطلقون عليها (القمرة) و من هنا تم اشتقاق لفظة الكاميرا ، ووضع مصدري ضوء خارجها ف اكتشف أن المصباحين أضاءا منطقتين مختلفتين داخل الخيمة و عند إطفاء أحد المصادر أضاءت منطقة وحيدة و بالتالي أثبت أن الضوء ينتقل من المصدر إلى الجسم ثم يرتد من الجسم على العين وليست اشعة تنتقل من العين إلى الأجسام كما افترض فلاسفة الرومان.

تلا ابن الهيثم العديد من العلماء العرب كالبيروني والخوارزمي في تطبيق التجارب على الضوء ودراسة ظواهره كالانكسار والانعكاس ويعود الفضل لعلماء العرب في التوصل لآلية الرؤية الحقيقية.

في القرن السابع عشر افترض العالم إسحاق نيوتن أن الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة جداً وفسر عملية الانعكاس على أنها ارتداد هذه الجسيمات عن الأسطح المصقولة نتيجة لحدوث تصادم مرن بين الجسيمات والسطح كارتداد كرة صغيرة عن الحائط عند الاصطدام به.

وقام بتحليل الضوء الأبيض إلى سبعة أطياف بواسطة المنشور وقام بشرح العديد من خصائص الضوء كالانكسار والانعكاس. ولكن لم يستطع نيوتن تفسير بعض خصائص الضوء بناء على فرضيته مثل التداخل والحيود.

قام العالم كرسطيان هيجنز بافتراض أن الضوء عبارة عن موجات وقام بتفسير خصائص الضوء بناء على هذه الفرضية ولكن في ذلك الوقت كان الاعتقاد السائد هو أن جميع الموجات يلزمها وسط تنتشر به فكان السؤال كيف يقطع الضوء مسافة في الفراغ بين الشمس والغلاف الجوي ومن ثم من الغلاف الجوي إلى الأرض

فجاءت فرضية الأثير التي تفترض أن الفضاء الخارجي ليس عبارة عن فراغ بل يحتوي مادة رقيقة جدا تسبح فيه. جميع محاولات إثبات وجود هذه المادة باءت بالفشل وأبرزها محاولة مايكلسون ومورلي سنة 1887م.

في مطلع القرن التاسع عشر واصل العالم توماس يونج إجراء التجارب على الضوء باعتبار أن له خصائص موجية بناء على كلام هيجنز ولعل أشهرها تجربة الشق المزدوج التي أثبتت بالدليل القاطع أن الضوء عبارة عن موجات بناء على نمط التداخل الذي ظهر على الحائل الذي تم استقبال الضوء عليه بعد المرور في فتحتين ضيقتين (الشق المزدوج).

في عام 1864م اثناء دراسة العالم ماكسويل لعلم الكهرومغناطيسية اكتشف أن الاشعاع الكهرومغناطيسي له نفي سرعة الضوء ومن هنا توقع كون الضوء موجات كهرومغناطيسية وعزز هذا القول بأن الموجات الكهرومغناطيسية فعليا لا تحتاج إلى وسط تنتشر به وبالتالي أستطع تفسير وصول الضوء من الشمس الى الغلاف الجوي.

في بداية القرن العشرين اتى العالم ألبرت اينشتاين بالظاهرة الكهروضوئية التي اعتمدت على فرضيات ميكانيكا الكم لماكس بلانك التي افترض بها اينشتاين أن الضوء يتكون من جسيمات صغيرة جدا تحمل كمات من الطاقة ولها قدرة على تأيين أسطح المعادن حيث عند سقوط الضوء على سطح معدني فإنه يعطي الالكترونات المعدن كمات من الطاقة تسمح بتأينها وأطلق عليها اسم الفوتونات وحاز على جائزة نوبل نتيجة لتفسيره للتأثير الكهروضوئي.

على الرغم من أن هذا الافتراض مبني على أساس عملي مرصود وهو تحرر الالكترونات من أسطح المعادن نتيجة الضوء الساقط عليها إلا أنه يفترض أن الضوء يتكون من جسيمات وبالتالي لم يفسر تجارب توماس يانج.

لذلك ظهرت فرضية جديدة في الأوساط العلمية وهي الطبيعة المزدوجة للضوء للعالم دي برولي التي تفترض ان الضوء يتصرف في بعض الأحيان كموجة وفي البعض الآخر كجسيم: حيث أن الأجسام الضخمة يصدر عنها أطوال موجية صغيرة جدا وبالتالي يمكن إهمالها

أما الأجسام الصغيرة جدا كالإلكترونات فيصدر عنها اشعاع ذو اطوال موجية كبيرة وبالتالي لا يمكن إهمالها فنأخذ في الاعتبار كل من الخصائص الموجية والجسيمية لها.

وفي النهاية، يجب التذكير بأن دراستنا لتاريخ الضوء ليس مجرد دراسة للماضي، بل هو أساس لفهم حاضرا وبناء المستقبل بأفكار وتطبيقات جديدة تنطلق من هذا الفهم المتطور وأبسط مثال على ذلك هو اكتشاف ان الكون يتمدد ويتسع بشكل مستمر نتيجة لدراسة الطول الموجي للضوء المنبعث من النجوم.

وبمرور الزمن، ننتظر التقدم العلمي الذي سيكشف لنا المزيد من أسرار الضوء. ولكن لا يمكن أن نكتفي بالانتظار فحسب، بل يجب أن نكون جادين في جهودنا أيضًا في البحث والتفكر، وأن نسعى جاهدين لفهم أعمق للظواهر حولنا.

خالد محمد خالد

طالب بقسم الفيزياء

كلية العلوم-جامعة الزقازيق