

# الطاقة

من نيوتن الى اينشتين

لمحمد حافظ البرفوقي<sup>(١)</sup>

لعل<sup>٢</sup> أهم الأبحاث التي شغلت عقول العلماء في العهد القديم والعهد الحديث هو موضوع الطاقة فمن علم الميكانيكا الذي وضع أساسه العالم الانكليزي نيوتن نعلم ان الجسم المتحرك له طاقة تسمى طاقة الحركة فالمهم اذ يتحرك القوس يتحرك بسرعة وتصبح له طاقة يظهر أثرها اذا صدم جسم غزال فان السهم يلهب جسده ويجرحه وكذلك الجسم المقذوف الى اعلى تحت تأثير الجاذبية تقل سرعته وبذلك تقل طاقة حركته ولكن هل تقل الطاقة هكذا دون ان يظهر لها أثر آخر؟ بل لا بد من تعرض الطاقة المفقودة بطاقة اخرى تسمى طاقة الوضع في هذه الحالة لان هذا الجسم المقذوف الى اعلى تقل سرعته الى ان تتلاشى وعندئذ تنعدم طاقة حركته وتحول جميعها الى طاقة وضع بحيث اذا لم يمنع الجسم طاقه فانه يتحرك الى اسفل ثانية من تلقاء نفسه

وليست الطاقة مقصورة على هذين النوعين فقط بل هناك مثلاً الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية . ويمكن للطاقة ان تتحول من صورة الى اخرى فالطاقة الكيميائية تتحول الى طاقة حرارية كما لو وضعت بعض المواد في بعض الحوامض فانها تحترق وكذلك الطاقة الكيميائية تتحول الى طاقة كهربائية كما في البطاريات اذ البطارية ما هي الا لوحان من معدنين مختلفين بينهما مواد كيميائية فن التفاعل الكيميائي يشحن كل لوح بجهد مختلف ومن فرق الجهد بين اللوحين يسري التيار اذا وصل اللوحان بسلك وكذلك الطاقة الكهربائية تتحول الى طاقة حرارية كما لو مر التيار في المدفأة الكهربائية فيسخنها وتنتج الحرارة في الغرفة

هو العلاقة بين الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية : كان العلماء يعتقدون منذ قرن ان ارتفاع درجة حرارة الجسم ناشيء من وجود سائل خفيف الوزن في الجسم وكلما زاد مقدار هذا السائل في الجسم ارتفعت درجة حرارته فاذا وصل بحجم آخر اقل منه في درجة الحرارة سرى هذا السائل من الجسم الساخن الى الآخر وتعرف هذه النظرية بنظرية « السائل الحراري » ولكن هذه النظرية بعد ان مكثت مدة تفسر بعض الظواهر ارتطمت امام التجارب الاخرى اذ ادي الاخذ بها الى نتائج لا تحققها التجارب . وكان اول معول بدأ في هدم هذه النظرية معول «كوت رمفورد» فبينما كان

(١) سائر درجة شرف في العلوم من جامعة برنستون واحقاد الطبيعة في المدرسة انجيدية الثانوية بطليطبة

يقوم بملاحظة تقويم الانابيب لعمل المدافع عام ١٧٩٨ كانت برادة الحديد المتناثرة والناتجة من التقويم ساخنة جداً كما لو حككت قطعتي حجر احدهما بالآخرى فان حرارتها ترتفع وتوقد الفئيل. وقد تبع هذا هادم آخر هو «انسر همفري دافى» اذ تمكن من صهر قطعتي جليد دون تسخين إن بالاحتكاك وهما متلاصقتان. فهل كان هناك «سبال حراري» في إحدى القطعتين دون الاخرى وهما دون السفر. فلا بد ان يكون هناك علة اخرى وهي العلاقة المتينة بين الطاقة الميكانيكية او الشغل الميكانيكي وتوليد الحرارة وهذا ما اثبت العالم الانكليزي «جول» اذ اجري عدة تجارب اثبت فيها ان مقدار الحرارة الناتجة من الشغل الميكانيكي متناسب مع هذا الشغل. وبذلك بطلت نظرية السبال الحراري نهائياً.

﴿ طاقة موجات الضوء والحرارة ﴾ : كما ان الحرارة طاقة فكذلك لموجات الضوء طاقة فوجات الحرارة وموجات الضوء كلاهما موجات مستمرة الا ان طول الموجات الحرارية اكبر من طول الاخرى بل هي لكبرها لا تثير حاسة الابصار ويمكن ان تدرك ذلك بالرجوع الى حالة الصوت فنحن نعلم ان كل صوت لا بد ان يحدث من اهتزاز الجسم فالناقرس اذ يذوق يهتز والسكان اذ تعطي ابي نعمة فان وترها لا يبد ان يهتز ويقوي النغمة عمودها الهوائي وهكذا. ولكن هل كل جسم يهتز لا بد ان يصدر صوتاً؟ لا. وذلك لان الجسم المهتز والذي لا يصدر صوتاً بسبب موجة لا تثير حاسة السمع. رأيت ان اذكر هذا المثل للمقارنة بحالة سهل ادراكها بسرعة لاتنا نشاهدها يومياً في الحياة. ولكن هذه الحقيقة - الضوء والحرارة موجات من نوع واحد - يمكن اثباتها بتجارب كثيرة منها انك اذا امرت اشعة الشمس من منشور فان الضوء الابيض يتحلل الى ألوان الطيف بحيث يبدأ الطيف باللون الاحمر وينتهي الى البنفسجي فاذا امرت جهازاً حساساً لادراك الطاقة الحرارية الصغيرة - كالتي نحن بسببها - فان تأثر هذا الجهاز في حالة وجوده عند الجزء الاحمر اقوى منه عند الجزء البنفسجي فاذا حركت الجهاز الى ان يقع في الجزء الذي قبل الاحمر فانه يتأثر أيضاً ونو انه في الجزء الذي لا يثير حاسة الابصار. وقد وجد ان لكل لون - او لكل موجة - طاقة خاصة وقد حاول كثير من العلماء تفسير هذه العلاقة فلم يفلحوا حتى جاءهم بلانك Planck واخرج نظريته المسماة «نظرية الكم» Quantum theory التي يقول فيها ان طاقة الاشعاع او طاقة موجات الضوء والحرارة ليست متمثلة بل متقطعة - وكل جزء من الطاقة - ويسمى «كماً» - يساوي مقداره ثابت  $\times$  تردد الموجة. ويسمى هذا المقدار الثابت بثابت بلانك لاهميته الرياضية وقد امكن تفسير ظواهر كثيرة بهذه النظرية وخصوصاً تلك الظواهر الخاصة بالالكترونات واشعة اكس

﴿ الطاقة والمادة ﴾ : والطاقة هنا يقصد بها طاقة موجات الضوء والحرارة. كان نيوتن يعتبر ان الشعاع الدوري يتركب من دقائق تسير في خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس ويمكن بنظريته هذه المسماة «نظرية الدقائق» Corpuscular Theory - افترض ان يمكن ان يفسر ظواهر كثيرة

مثل حدوث الظل والانعكاس ولكنه عند محاولة تفسير الانكسار وصل الى نتائج خطأ اذ وجب ان تكون سرعة الضوء في الماء اكبر من سرعته في الهواء وهذا ما لم تثبته التجارب بل اثبتت عكسه لان سرعة الضوء في الماء اقل من سرعته في الهواء فبطلت هذه النظرية وتبعها النظرية الموجية Wave Theory وهي تفرض ان الضوء لا يتكون من دقائق كما يقول نيوتن بل من موجات مستعرضة تنتشر في الاثير كما تنتشر موجات الماء على سطح البحر ولكن بسرعة هي اكبر سرعة معروفة للآن . وامكن بهذه النظرية تفسير الانكسار تفسيراً يتفق مع التجارب وكذلك تفسير التداخل Interference وتحليل الضوء والزيغ Diffraction وقد عاشت هذه النظرية الموجية الى الآن ولكن في السنين الاخيرة جدد تجارب وظواهر لا يمكن تفسيرها الا اذا افترضنا ان الموجات بها دقائق اي لها بعض صفات المادة وكذلك المادة لها صفات الموجات وبالفعل حاول العلماء تحقيق هذه الفكرة فأطلقوا تياراً من الالكترونات — Stream of electrons — حتى تسقط عمودية على لوح رقيق من المعدن فيدلاً من ان تنفذ مع هبوط في سرعتها او هبوط في شدتها — بدلاً من ذلك نفذت وكوتت حفات كما تفعل الموجات تماماً اي ان الالكترونات وهي مادة عملت عمل الموجات — كموجات اشعة اكس مثلاً — وعلى ذلك لم تكن هناك مندوحة من فرض ان الطاقة والمادة اسمان لمسى واحد يمكن لاحدهما ان ينتج أثر الآخر

﴿ اينشتين ﴾ ذلك العالم الذائع الصيت وصاحب النظريات التي حيرت عقول اكبر اساتذة الطبيعة في الجامعات الاوربية ومع ذلك فالعالم مضطر لقبولها لاسها تفسر عدداً غير قليل من المشاهدات الفلكية والتجارب العملية ولعل ادهش وأظهر ماني نظريته النسبية Theory of Relativity افترض ان كتلة الجسم تزداد بازدياد سرعته تبعاً للعلاقة المشهورة التي استنتجها اينشتين وهي :

$$\text{كتلة الجسم اثناء حركته} = \frac{\text{كتلة الجسم وهو ساكن}}{\sqrt{1 - \frac{\text{مربع سرعة الجسم}}{\text{مربع سرعة الضوء}}}}$$

$$\text{أما بالموز} \quad K = \frac{K_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

بحيث يدل كل رمز على ما يمثله في القانون السابق وباختصار هذه المعادلة نجد ان

$$K = K_0 \left( 1 + \frac{v^2}{c^2} \right)$$

$$= K_0 \left( 1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right)$$

