علم الفيزياء

علم الفيزياء

الفيزياء (من الكلمة الإغريقية فيزيك "φυσική"، وتعني معرفة الطّبيعة) هي العِلم الذي يدرس المادة وحركتها. بالإضافة إلى مفاهيم أخرى كالفضاء والزمن، ويتعامل مع خصائص كونية محسوسة يمكن قياسها مثل القوة والطاقة والكتلة والشحنة. وتعتمد الفيزياء المنهج التجريبي، أي أنها تحاول تفسير الظواهر الطّبيعية والقوانين التي تحكم الكون عن طريق نظريات قابلة للاختبار.

تعتبر الفيزياء من أحد أقدم التّخصصات الأكاديمية، فهي قد بدأت بالبزوغ منذ العصور الوسطى وتميزت كعلم حديث في القرن السابع عشر، وبإعتبار أن أحد فروعها، وهو علم الفلك، يعد من أعرق العلوم الكونية على الإطلاق.

وللفيزياء مكانة متميزة في الفكر الإنساني، فهي تأثّرت كما كان لها الأثر الحاسم في بعض الحقول المعرفية والعلمية الأخرى مثل الفلسفة والرياضيات وعلم الأحياء. ولقد تجسدت أغلب التّطورات التي أحدثتها بشكل عملي في عدّة قطاعات من التقنية والطب. فعلى سبيل المثال، أدى التّقدم في فهم الكهرومغناطيسية إلى الانتشار الواسع في استخدام الأجهزة الكهربائية مثل التلفاز والحاسوب؛ و كذلك تطبيقات الديناميكا الحرارية إلى التطور المذهل في مجال المحركات ووسائل النقل الحديثة؛ والميكانيكا الكمية إلى اختراع معدات مثل المجهر الإلكتروني؛ كما كان لعصر الذرة، بجانب أثاره المدمرة، استعمالات هامة في علاج السرطان وتشخيص الأمراض وتوليد الطاقة.

الفيزياء physics من أكثر العلوم أهمية لفهم العالم المحيط بالإنسان. فالعلماء على تعدد اختصاصاتهم يستخدمون أفكاراً فيزيائية، بدءاً من الكيميائيين الذين يدرسون بنى الجزيئات، حتى علماء المستحاثات paleontologists الذين يبحثون في أنماط الحياة في العصور الجيولوجية السالفة، كما يستنبطونها من دراسة المتحجّرات أو المستحاثات الحيوانية أو النباتية. والفيزياء كذلك أساس العلوم الهندسية والتقانة؛ إذ لا يمكن لمهندس أن ينجز أي جهاز علمي صالح للاستثمار من دون فهم الأسس والقوانين الفيزيائية.

إن الحدود الفاصلة بين الفيزياء وبقية العلوم هي حدود غير واضحة تماماً، فالفيزياء الطبية medical physics مثلاً تُعْنَى بجسم الإنسان إضافة إلى الفيزياء، وكذلك الكيمياء الفيزيائية

physical chemistry والفيزياء الفلكية astrophysics والفيزياء الحيوية biophysics والجيوفيزياء geophysics وغيرها من الفروع العلمية.

معظم الفيزيائيين اليوم يكونون متخصصين في مجالين متكاملين وهما الفيزياء النظرية أو الفيزياء التجريبية، وتهتم الأولى بصياغة النظريات بإعتماد نماذج رياضية، فيما تهتم الثانية بإجراء الاختبارات على تلك النظريات، بالإضافة إلى إكتشاف ظواهر طبيعية جديدة. وبالرغم من الكم الهائل من الاكتشافات المهمّة التي حققتها الفيزياء في القرون الأربعة الماضية، إلا أن العديد من المسائل لا تزال بدون حلول إلى حد الآن [٤]، كما أن هناك مجالات نظرية وتطبيقية تشهد نشاطاً وأبحاثاً مكثّفة.

التاريخ

الفيزياء عند العرب

لحسن حظ العالم، فإن مميراث الفلاسفة اليونان انفذ من الضياع بل وأثري ونقح وبإضافات وتصحيحات على ما جاء في التراث الإغريقي.وأن عددا من العلماء المسلمين أحاط بمعرفة الأولين من أمثال أرسطو وبطليموس (وغيرهم) إلى اللغة العربية، وعلقوا تعليقات عظيمة عليها وقدموا عددا من الابتكارات في مجال علم الفلك، والبصريات، والرياضيات (بما في ذلك استخدام "الأرقام العربية" ، كادخال الصفر كمتغير). فعلى سبيل المثال ، آلبتاني (٨٥٨-٩٢٩) قدم تحسينات لبطليموس حول مدارات الشمس والقمر ، جمع واكتشف عدد من النجوم وبين مداراتها ، وعمل على ايجاد أدوات فلكية جديدة. (ابن باجة (١٠٩٥-١١٣٨) وضع بين خطا الأفلاطونية الجديدة اتلي أتى بها الفيلسوف جون افلاطونيس. القرن السادس م) ، كان يعتقد زمن سقوط كتلة يتناسب مع وزنها. بعد سقوط الاندلس خلال القرن الثاني عشر ، أصبحت العلوم القديمة متاحة مرة أخرى في الغرب اللاتيني. المعلقون العرب مثل ابن رشد (ابن رشد، ١١٢٦-١١٩٨) وأصبح ذا نفوذ من بين المترجمين لأن ترجته لأرسطو كانت أقرب إلى النصوص الأصلية ومختلفة تماما عن وطأة الكنيسة والترجمات المحرفة والتي ألفها الغرب . تطورت الفيزياء كما نعرفها اليوم، من سلسلة الملاحظات التي جمعتها الحضارات القديمة حول مختلف الظواهر الطّبيعية وخاصة منها الفلكية، والمتعلقة بالتقويم وتقدير الزمن، كحركة الشّمس وأدوار القمر وتشكيلات النجوم. وقد توصل الفلاسفة الإغريقيون إلى إستنباط

نظريات أولية لتفسير تلك الظواهر، وذلك باتباع منهج منطقي واستدلالي بحت في ما يسمى بالفلسفة الطّبيعية. وكان للحضارة العربية-الإسلامية دور رئيسي في بداية صياغة هذا العلم (الذي كان يعرف بالطبيعيات)، خاصة مع إسهمات الحسن بن الهيثم، والذي يعتبر رائد المنهج العلمي في كتابه المناظر، وأبو الريحان البيروني في ما يختص بحركة الأجسام والأوزان النوعية.

فالمسلمين الذين قدَّموا إسهامات قيِّمة في الضوء والبصريات، كما كانت لهم إسهامات لا تُنكر في الجبر والحساب، ومن أشهر علمائهم في هذا الميدان الخوارزمي. وكانت لهم أبحاث في الميكانيك وكان يُدْعَى علم الحِيَل، وقد طبقوا معارفهم تلك في صناعة الروافع والموازين وغيرها، إضافة إلى إسهاماتهم في ميدان الفلك فما زالت أسماء عدد من النجوم والأبراج تحمل أسماء عربية.

وأدى تطور المنهج العلمي، خلال القرن السابع عشر، إلى وضع أسس علم الفيزياء الحديث من قبل فرانسيس بيكون وگاليليو گاليلي وإسحاق نيوتن وفصله نهائيا عن الفلسفة. وقد تمكن هذا الأخير من تشكيل المبادئ الأساسية للميكانيكا الكلاسيكية، وهي تصف إلى حد الآن وبشكل جيد قوانين الحركة والقوى والطاقة، على مستوى حياتنا اليومية. وقد تحقق ذلك بفضل إكتشافه، مع گوتفريد لايبنتس، لأحد أهم أدوات الفيزياء الرياضية وهو الحساب التفاضلي.

وفي القرن الثامن عشر، أثناء الثورة الصناعية، تطورت مفاهيم نقل الحرارة، وتبادل الطاقة، وعمل المحركات، وانتشرت مبادئ ما يعرف بالديناميكا الحرارية والميكانيكا الإحصائية.

أما في القرن التاسع عشر، فاكتشفت القوانين الأساسية للكهرومغناطيسية والطّبيعة الموجية للضوء، وكذلك بنية المادة الذّرية وقوانين الإشعاع.

ومع بدايات القرن العشرين، ظهرت صياغات نظرية جديدة أمام عجز الميكانيكا الكلاسيكية في تفسير بعض جوانب الضوء وديناميكا الجسيمات الذرية. وتوصل ألبرت أينشتاين إلى وضع نظرية النسبية الخاصة التي تصف الأجسام المتحركة بسرعة تقارب سرعة الضوء وتأثيرات ذلك على المفاهيم البديهية للمكان والزمن، وبعد ذلك لنظرية النسبية العامة، التي تصف طبيعة قوة الجاذبية وعلاقتها بهندسة الزمكان.

وفي جانب آخر إستطاعت الميكانيكا الكمومية وصف سلوكات الجسيمات الأولية والذرات والجزيئات، وفي هذا المقياس تختلف القوانين الفيزيائية عن تلك التي تخضع لها الأجسام ذات الأحجام العادية .

النظريات الأساسية

الميكانيكا الكلاسيكية

تصف الميكانيكا الكلاسيكية القوى التي تؤثر على حالة الأجسام المادية وحركتها. وغالبا ما يشار إليها بإسم "المِيكانيكا النيُوتُنية" نسبة إلى إسحاق نيوتن وقوانينه في الحركة. تتفرع الميكانيكا الكلاسيكية إلى؛ علم السكون أو "الإستاتيكا" وهو يصف الأجسام ساكنة وشروط توازنها، وعلم الحركة أو "الكينماتيكا" وهو يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها، وعلم التحريك أو "الديناميكا" الذي يدرس حركة الأجسام وماهية القوى المسببة لها. تقوم الميكانيكا الكلاسيكية بشكل أولي على إفتراض أن الجسم المادي المراد دراسته يكون صلبًا وفي شكل نقطة [٧]. وتتولى على صعيد آخر، الميكانيكا الاستمرارية وصف المادة المتصلة والمستمرة مثل الأجسام الصلبة والسائلة والغازية، وهي تنقسم بدورها إلى قسمين؛ ميكانيكا المواد الصلبة وميكانيكا الموائع. وتدرس ميكانيكا المواد الصلبة سلوك هذه الأجسام أمام عوامل عديدة مثل الضغط وتغير درجة الحرارة والتذبذب الخ. فيما تدرس ميكانيكا الموائع فيزيائية السوائل والغازات، وهي تتناول مواضيع كثيرة منها توازن السوائل في الهيدروستاتيكا، وتدفقها في الهيدرودينامكا، وحركة الغازات وانتشارها إلى جانب تأثيرها على السطوح والأجسام المتحركة في الديناميكا الهوائية.

أحد المفاهيم الهامة في الميكانيكا الكلاسيكية هي مبادئ حفظ زخم الحركة والطاقة، وقد دفع هذا الأمر إلى إعادة الصياغة الرياضية لقوانين نيوتن للحركة في ميكانيكا لاجرانج وميكانيكا هاملتون بإعتماد هذه المبدئ. وتقف الصياغتان ميكانيكا في وصف سلوك الأجسام على نفس المقدار من الدقة، ولكن بطريقة مستقلة عن منظومة القوى المسلطة عليها والتي تكون بعض الأحيان غير عملية في تشكيل معادلات الحركة.

تعطينا الميكانيكا الكلاسـيكية نتائج وتنبوات رقمية ذات دقة عالية، تتماشـى مع المشـاهدة، وذلك بنسبة لأنظمة ذات أبعاد عادية [٦] وضمن مجال سرعات تقل بكثير عن سرعة الضوء. أما عندما تكون الأجسام موضع الدراسة جسيمات أولية أو أن سرعتها عالية، تكاد تقارب من سـرعة الضـوء، فهنا تحل محل الميكانيكا الكلاسـيكية تباعا الميكانيكا الكمومية والميكانيكا النسبية. ومع ذلك تجد الميكانيكا الكلاسيكية مجالا لتطبيقها في وصف سلوك أنظمة دقيقة، فعلى سبيل المثال في النظرية الحركية للغازات تسري القوانين التي تحكم حركة أجسام ذات حجم العادي على الجزيئات المكونة للغازات و هو ما يُمَكن من إستنتاج خصائص عيانية مثل درجة الحرارة والضـغط والحجم. وفي أنظمة عالية التعقيد يمكن فيها لتغييرات طفيفة أن تنتج آثارًا كبيرة (مثل الغلاف الجوي أو مسألة الأجسام الثلاثة) تصير قدرة معادلات الميكانيكا الكلاسـيكية على التنبئ محدودة. وتختص بدراسـة هذه الأنظمة، التي توصـف بأنها لاخطية، نظرية الشواش.

أوجدت قوانين الميكانيكا الكلاسـيكية نظرة موحدة و شـاملة لظواهر طبيعية قد تبدو ظاهريًا غير متصـلة، مثل وقوع تفاحة من غصـن شـجرة أو دوران القمر حول الأرض. فعلى سـبيل المثال؛ قوانين كيبلر لحركة الكواكب، أو السرعة التي يجب أن يبلغها صاروخ للتحرر من حقل الجاذبية الأرضية (سرعة الإفلات)، يمكن إستنتاجهما رياضيًا من قانون نيوتن العام للجاذبية. وقد سـاهمت هذه الفكرة ومفادها أن التوصـل لقوانين كليّة يمكنها وصـف الظواهر الكونية على إختلافها أمر ممكن، إلى بروز الميكانيكا الكلاسـيكية كعنصـر هام في الثورة العلمية وذلك خلال القرنين السابع والثامن عشر.

الكهرومغناطيسية

البرق هو تفريغ كهربائي لشـحنات سـاكنة يحدث بين السـحب في ما بينها أو مع الأرض (الصاعقة).

تدرس الكهرومغناطيسية التفاعل الذي يتم بين الجسيمات المشحونة وبين المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية. ويمكن تقسيم الكهرومغناطيسية إلى؛ كهرباء ساكنة أو "إلكتروستاتيكا" وهي تدرس الشحنات والحقول الكهربائية الساكنة، والديناميكا الكهربائية أو "إلكترودينامكا" وهو يصـف التفاعل بين الشـحنات المتحركة والإشـعاع الكهرومغناطيسـي. ومع أن المعرفة الكهرباء والمغنطيسية تطورت منذ القدم بشكل منفصل، فقد توصلت النظرية الكلاسيكية

للكهرومغناطيسية، خلال القرنين الثامن و التاسع عشر، إلى تحديد العلاقة بين الظاهرتين من خلال قانون لورنتز ومعادلات ماكسويل. وتمكنت هذه الأخيرة من وصف الموجات الكهرومغناطيسية وفهم الطبيعة الموجية للضوء.

تهتم الكهرباء الساكنة بدراسة الظواهر المرتبطة بالأجسام المشحونة في حالة السكون، والقوى التي تسلطها على بعضها البعض كما يصفها قانون كولوم. ويمكن تحليل سلوك هذه الأجسام من تجاذب أو تنافر من خلال معرفة القطبية والمجال الكهربائي المحيط بها، حيث يكون متناسبا مع مقدار الشحنة والأبعاد التي تفصلها. للكهرباء الساكنة عدة تطبيقات، بدءا من تحليل الظواهر الكهرومغناطيسية مثل العواصف الرعدية إلى المكثفات التي تستعمل الهندسة الكهربائية.

وعندما تتحرك الأجسام المشحونة كهربائيا في حقل كهرومغناطيسي فإنها تنتج مجالا مغناطيسيا يحيط بها فتختص الديناميكا الكهربائية بوصف الأثار التي تنتج عن ذلك من مغناطيسية وإشعاع الكهرومغناطيسي وحث كهرومغناطيسي. وتنطوي هذه المواضيع ضمن ما يعرف بالديناميكا الكهربائية الكلاسيكية، حيث تشرح معادلات ماكسويل هذه الظواهر بطريقة جيدة وعامة. وتفضي هذه النظريات إلى تطبيقات مهمة ومنها المولدات الكهربائية والمحركات الكهربائية. وفي العشرينات من القرن العشرين، ظهرت نظرية الديناميكا الكهربائية الكمومية وهي تتضمن قوانين الميكانيكا الكمومية، و تصف التفاعل بين الإشعاع الكهرومغناطيسي والمادة عن طريق تبادل الفوتونات. وهناك صياغة نسبية تقدم تصحيحات لحساب حركة الأجسام التي تسير بسرعات تقارب سرعة الضوء. تتدخل هذه الظواهر في معجلات الجسيمات و الأنابيب الكهربائية التي تحمل فروق جهد وتيارات كهربائية عالية.

تعتبر القوى والظواهر الناجمة عن الكهرومغناطيسية من أكثر الأمور المحسوسة في حياتنا اليومية بعد تلك التي تسببها الجاذبية. فعلى سبيل المثال، الضوء عبارة عن موجة كهرومغناطيسية مرئية تشع من جسيمات مَشحونة ومُعَجلة. وتجد مبادئ الكهرومغناطيسية إلى يومنا هذا العديد من التطبيقات التقنية والعلمية والطبية. وما الأجهزة الكهربائية مثل الراديو، والتلفاز، والهاتف، والقطارات المغناطيسية المعلقة، والألياف البصرية، وأجهزة الليزر إلا بضع أمثلة عن هذه التطبيقات التي صنعت تقدما نوعيا في تاريخ البشرية.

الديناميكا الحرارية و الميكانيكا الإحصائية

لتحويل جرام من الثلج، درجة حرارته -٢٠ درجة مئوية، إلى ماء سائل، في ظروف الضغط العادية، نحتاج إلى طاقة مقدارها حوالي ٨٣ سعرة حرارية (أي ما يعادل ٣٥٠ جول).

تختص الديناميكا الحرارية أو "الترموديناميكا" بدراسة انتقال الطاقة وتحولها في النّظم الفيزيائية، والعلاقة بين الحرارة والعمل والضغط والحجم. تقدم الديناميكا الحرارية الكلاسيكية وصفا عيانيا لهذه الظواهر دون الخوض في التفاصيل مجهرية الكامنة ورائها. فيما تخوض الميكانيكا الإحصائية في تحليل السلوك المعقد للمكونات المجهرية (ذرات، جزيئات) وتستنج منها كَمِيًا الخصائص العيانية للنظام وذلك بواسطة طرق إحصائية. وضعت أسس الديناميكا الحرارية خلال القرنين الثامن والتاسع عشر، وذلك نتيجة للحاجة الملحة في زيادة كفاءة المحركات البخارية.

يتأسس فهم ديناميكية الطاقة والمتغيرات في نظام معين على أربعة مبادئ أساسية تسمى قوانين الديناميكا الحرارية. وتعمل معادلات الحالة على تحديد العلاقة بين نوعين من متغيرات العيانية التي تعرف حالة الأنظمة؛ متغيرات الامتداد مثل الكتلة والحجم والحرارة، ومتغيرات الشدّة مثل الكثافة ودرجة الحرارة والضغط والكمون الكيميائي. ويمكن من خلال قياس هذه المتغيرات التعرف إلى حالة التوازن أو التحول التلقائي في النظام.