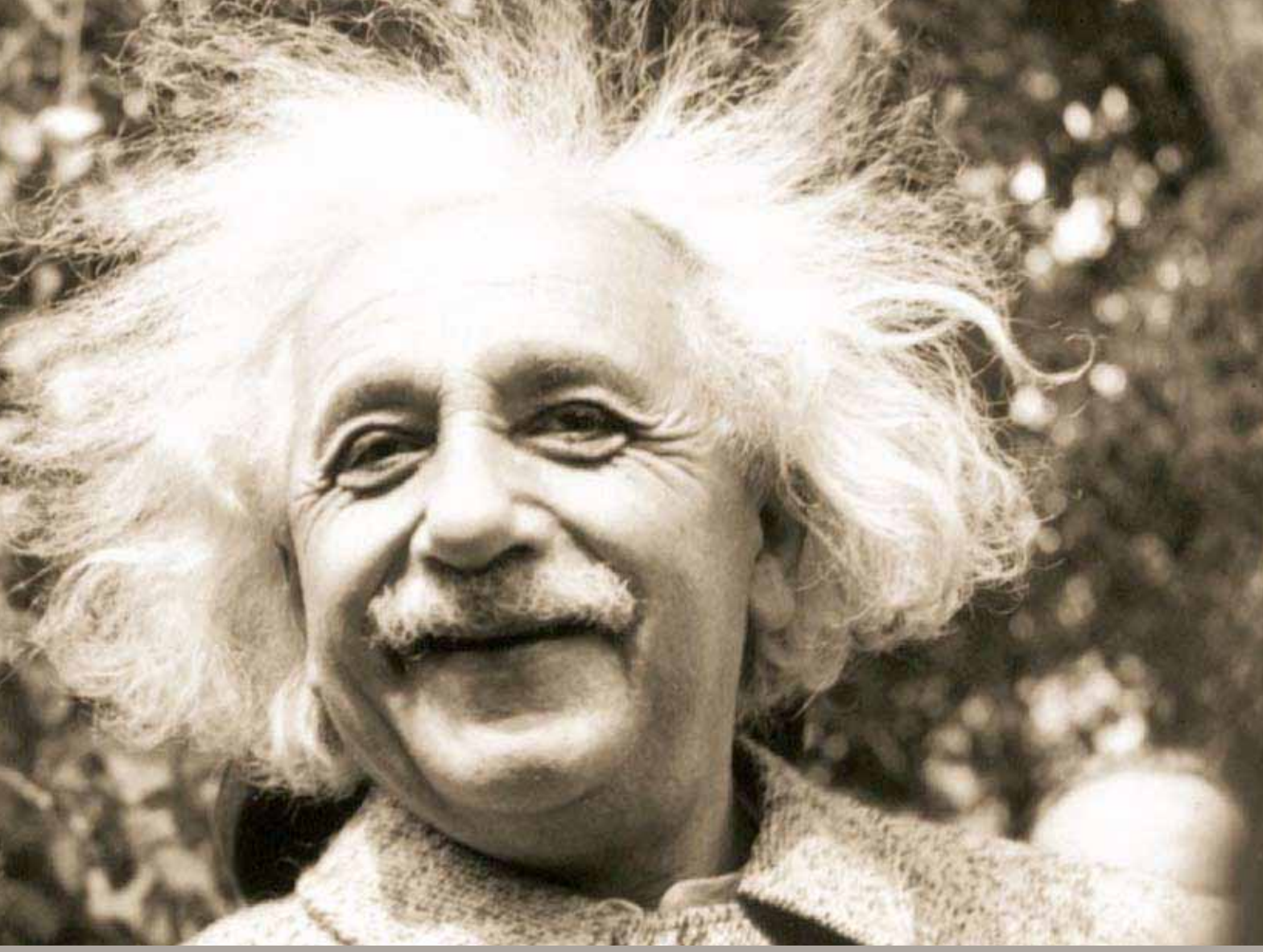


إرث إينشتاين

مقابلة مع هيرويج شوبر

في يونيو الماضي، أعلنت الأمم المتحدة أن عام ٢٠٠٥ هو العام الدولي للفيزياء ودعت منظمة الأمم المتحدة للتربية والتعليم والثقافة (UNESCO) إلى أن تتولى الريادة في الاحتفال بالذكرى المئوية لمقالات ألبرت إينشتاين الرائعة عن النسبية والنظرية الكمية والحركة البراونية.

هيرويج شوبر هو المدير العام السابق للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) (من عام ١٩٨١ إلى ١٩٨٨) والحائز في عام ٢٠٠٤ على ميدالية ألبرت إينشتاين الذهبية من منظمة اليونسكو لخدماته التي قدمها في الفيزياء والتعاون الدولي. وهو أيضا الرئيس الحالي للمجلس الحاكم لمركز الأبحاث الجديد SESAME الخاص بالشرق الأوسط الذي تأسس تحت رعاية منظمة اليونسكو. وهو يصف هنا كيف أحدثت نظرية إينشتاين ثورة في الأفكار المتعلقة بقضايا أساسية وكيف أن هذا الإنجاز الهائل قد أحدث بحد ذاته ثورة في المجتمع الذي نعرفه. وكما يوضح، فالمغامرة أبعد من أن تنتهي.

لماذا تعتبر سنة ١٩٠٥ سنة العجائب أو سنة المعجزات؟

وضع إينشتاين نظريتين للنسبية: تقوم النظرية الأولى منهما، وهي نظرية النسبية الخاصة، بتوسيع نطاق الميكانيكا النيوتونية ليشمل المواقف التي تقترب من الوصول إلى أعلى سرعة ممكنة، وهي سرعة الضوء. لهذه النظرية بعض النتائج التي تبدو متناقضة تماما مع المنطق العام.

ومع هذا، فقد تأكدت هذه النتائج من خلال تجارب لا تعد ولا تحصى. فمثلا، أثبتت التجارب أن الساعات تدق بطريقة مختلفة في المنظومات التي تتحرك بشكل نسبي مع بعضها البعض أو أن كتلة الجسم تعتمد على سرعته. ومن النتائج الأخرى إمكانية تحويل الطاقة إلى مادة والعكس. هذا الإدراك لهذه النتيجة والذي نشأ من الأبحاث الأساسية البحتة أصبح الأساس للاستخدام السلمي والعسكري للفيزياء النووية في إنتاج الطاقة.

وتقدم النسبية الخاصة مثل ميكانيكا الكم إطارا جديدا لوصف الطبيعة الذي يجب مع هذا استكماله بإجراء أبحاث إضافية ومستقلة أخرى تتعلق بسلوك المادة والقوى العاملة في الطبيعة. كان مصطلح "النسبية" مصدر الكثير من الأفكار الخاطئة.

ونظرية النسبية الخاصة لا تشكك في النتائج العلمية؛ بل على العكس، فهي تقوم على "ثوابت" لا تعتمد على موقف المراقب. أما نظرية النسبية العامة فتحاول تفسير قوة الجاذبية بلغة تركيبة المكان–الزمان.

إن تأثير النسبية في الحياة اليومية تأثير ضئيل جدا، ومع ذلك يجب وضع النسبية في الاعتبار عند إنشاء نظام ملاحي دولي خاص بتحديد المواقع - وهو مثال آخر يوضح كيف يمكن لتأثيرات معينة للأبحاث الأساسية أن تقدم لنا المكافأة غير المتوقعة بأن تصبح ذات أهمية بالنسبة للتطبيقات.

لقد مهدت نظريات إينشتاين وما تبعها من أبحاث في الفيزياء النووية الطريق لصنع القنبلة الهيدروجينية التي مدت الجنس البشري بالوسيلة التي يبيد بها نفسه. هذه مع كوارث محطات الطاقة النووية التي وقعت في "جزيرة ثري ميل" عام ١٩٧٩ وفي "تشيرنوبل" عام ١٩٨٦، ناهيك عن المشكلات الدائمة في التخلص من نفايات المواد المشعة، أدت بالفيزياء النووية لأن ينظر إليها بعين الريبة. هل لهذه السمعة ما يبررها في العصر الحاضر؟

هذه النظرة لا أساس لها من الصحة تماما لعدد من الأسباب. فبغض النظر عن استخدام الطاقة النووية، فقد وجدت الفيزياء النووية الكثير من الاستخدامات الأخرى. إن تشخيص الأمراض في الطب الحديث يصبح أمراً غير وارد بدون استغلال التأثيرات النووية. ولربما كان أهم هذه التطبيقات هو التصوير بأشعة الرنين المغناطيسي النووي الذي يتم في الأصل من خلال أجهزة المسح التلفازي المستخدمة في الطب. ومن السخرية، أن يتم إخفاء كلمة "نووي" لتفادي إفزاع المرضى، في إشارة إلى الموقف العام من القضايا النووية وهو إلى حد ما موقف متحيز وغير منطقي.

لقد أصبحت أشعة إكس السينية من الوسائل اللازمة التي لا غنى عنها في الطب منذ أن اكتشفها عالم الفيزياء الألماني ويلهلم روينتجن في عام ١٨٩٥. وتستخدم هذه الأشعة في الوقت الحالي في التصوير المقطعي على وجه الخصوص، وهي طريقة التصوير التي تخرج لنا صوراً مقطعية للجسم. تستخدم مسارعات الجزيئات، مثل مسارعات الإلكترونات "البيتاترونات" والمسارعات الخطية، تقريبا في جميع المستشفيات لعلاج السرطان بأشعة إكس كما أن مصادر الإشعاع السنكروتروني تصبح من الأدوات البالغة القيمة لتطبيقات كثيرة أخرى في الأبحاث والصناعة. وتستخدم النظائر المشعة على نطاق واسع في الأغراض العلاجية في الطب وأيضا في اختبار المواد. في التشخيص بالتصوير المقطعي بطريقة ابتعاث الإلكترونات الموجبة PET، يتم إبطال المادة بمادة مضادة للحصول على معلومات عن عملية الاستقلاب داخل المخ. يتم البحث في البروتونات وغيرها من الجسيمات الثقيلة باعتبارها أداة لعلاج أشكال خاصة من السرطان مثل سرطان المخ.

هذه فقط بضعة أمثلة عن الكيفية التي يمكن بها أن يستفيد الجنس البشري من تطبيقات الفيزياء النووية. وللأسف، يربط العامة الفيزياء النووية بالقنبلة الذرية إلى حد كبير. لقد فقدت الأخيرة مصداقيتها نظرا لأن العمليات الفعلية لكل من صنع القنبلة الذرية وإنتاج الطاقة للأغراض السلمية تتشابه جدا، فكلاهما يستلزم تحويل الكتلة إلى طاقة طبقا لمعادلة إينشتاين الشهيرة $E = mc^2$، أو لقراءة المعادلة بالكلمات نقول أن الطاقة تساوي الكتلة ضرب تربيع سرعة الضوء.

وبالطبع، تنطوي الطاقة النووية، كأي مصدر آخر للطاقة، على مخاطر يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار. إن التطورات المقبلة مثل استخدام طريقة التحام النوى الذرية بدلا من انشطارها سوف تقلل من هذه المخاطر. ويكمن الاختلاف بين الطريقتين في أن الالتحام النووي يربط عنصرين ضوئيين، مكونا بذلك عنصرا أكبر، بينما الانشطار النووي يقسم العنصر الكبير إلى شظايا. وكلتا الطريقتين تنتجان طاقة في العملية ولكن في الانشطار النووي تكون الشظايا شديدة النشاط الإشعاعي وذات عمر زمني طويل، أما في الالتحام النووي فليس لـ "الرماد" نشاط إشعاعي.

ولا يبدو أن بإمكاننا تلافي المشكلة البيئية المتمثلة في زيادة ثاني أكسيد الكربون بدون اللجوء إلى الطاقة النووية. ويجب بالطبع تطوير واستغلال مصادر بديلة للطاقة بقدر الإمكان إلا أنه سيكون من المتعذر تلبية الاحتياجات الملحة المبررة للطاقة في العالم الثالث بدون الاستفادة من جميع مصادر الطاقة، بما فيها الطاقة النووية. وفي الواقع تعتبر دول مثل الصين أن الطاقة النووية لازمة لاقتصادها.

لقد كانت العقود التي أعقبت مباشرة الحرب العالمية الثانية هي العصر الذهبي لأوروبا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان، حيث أن الاختراعات التي تشمل الثلاجات والغسالات الكهربائية وأجهزة الراديو الترانزيستور جعلت حياة الجماهير أكثر راحة وساعدت على النمو الاقتصادي. فهل نعيش الآن في عصر ذهبي آخر؟

لقرون عديدة، ظل مستوى المعيشة المرتفع مقصورا على طبقة النبلاء، وهي طبقة من المجتمع الإنساني صغيرة جدا وتتمتع بامتيازات خاصة. بدأ هذا الوضع يتغير بشدة تقريبا في منتصف القرن التاسع عشر عندما ظهرت التقنيات الحديثة مثل الآلات البخارية والسكك الحديدية والكهرباء، وهو التقدم الذي لازلنا نقيم على أساسه تقدمنا. وبظهور التقنيات الحديثة فقط أمكن زيادة الإنتاج إلى الحد الذي أصبحت غالبية السكان تستفيد منه، ولو أن الدول الصناعية تستأثر بالجزء الأكبر منه. بدون هذه الثورة الفنية، لما أمكن القضاء على العبودية الصريحة أو الخفية، ولما أمكن لأية فكرة اجتماعية جديدة أن تحل مشكلة توفير الغذاء الكافي ولا المأوى والوقت اللازم للأنشطة الثقافية. وحتى الديمقراطية لم تكن لتتطور بالفعل في

ظروف أجبرت الناس على أن يقضوا تقريبا كل وقتهم في الصراع من أجل البقاء.

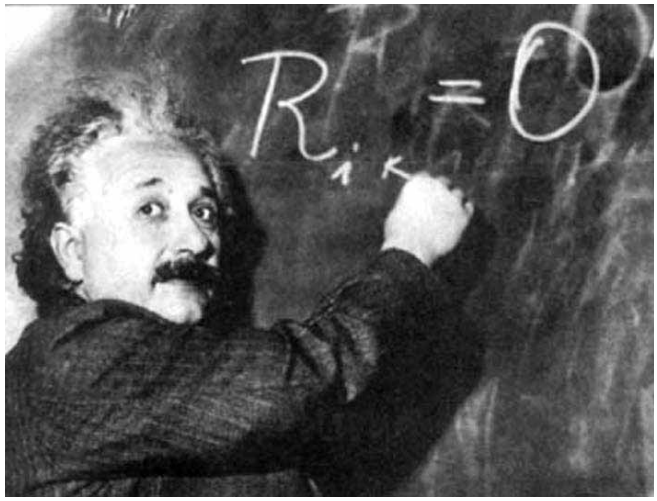
إن التطبيقات التكنولوجية التي بدلت حياتنا اليومية بالكامل قامت جميعها على أساس نتائج الأبحاث الأساسية ولكن، في حالات كثيرة، هذه النتائج كان ينظر إليها في وقتها على أنها عديمة الفائدة. ولقد تم بعد ذلك بفترة طويلة اكتشاف صلة تلك النتائج بتطبيقات معينة. ومن الأمثلة الشهيرة على ذلك المثال الخاص بمايكل فارادي٢ الذي عمل على ظواهر عديدة لها علاقة بالكهرباء. فعندما اتهمه مندوب وزارة المالية وقتها بأن نوع الأبحاث التي كان يقوم بها لم تكن تعد إلا بنذر قليل من الفائدة للمجتمع، أجاب فارادي بسرعة أن ليس بإمكانه التنبؤ بالمستقبل ولكنه مع ذلك كان واثقا من أنه سيأتي يوم تفرض فيه وزارة المالية ضرائب باهظة على أبحاثه. وكان على صواب! فقد أصبح عمله هو أساس التطبيقات الكهربائية الحديثة. أما بالنسبة لجهاز الكمبيوتر الشخصي، فمن كان يتصور أنه سيكون له مثل هذا التأثير القوي في حياتنا اليومية؟ من كان يحلم بأن "الشبكة" التي اخترعتها المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) في عام ١٩٩٠ لتلبية احتياجات الفيزياء الجزيئية، وهو أكثر العلوم تجريدا، سوف تحدث هذه الثورة في الاتصالات؟

وبالطبع، فإن ارتفاع مستوى المعيشة في الدول الصناعية لا يخلو من أثاره الجانبية السلبية، وبصفة خاصة تعريض البيئة للخطر. هذه المشكلات سيتم السيطرة عليها فقط بالتقنيات الأكثر تقدما. وسيكون التحدي الأكبر هو إدخال هذه التقنيات الحديثة إلى البلدان النامية، أيضا من أجل الحد من الضرر الواقع على البيئة هناك. إذا كان بالإمكان تحقيق ذلك، فسوف نشهد عصرا ذهبيا آخر يلوح في الأفق - عصراً لن يكون مقتصرا على بضع دول ذات امتيازات خاصة.

ما أهم الأبحاث المتقدمة التي يقوم علماء الفيزياء في العالم بإجرائها وكيف يمكن لهذه الأبحاث أن تفيد المجتمع؟

تتقدم أبحاث الفيزياء على جبهات عدة. ففي الأبحاث الأساسية، تخترق فيزياء الجزيئات والفيزياء النووية الكون إلى مسافات أبعد وأعمق لحل ألغاز وحدات البناء المكونة للمادة والقوى التي تعمل بينها. هل نعلم جميع القوى التي في الطبيعة؟ فقد تم اكتشاف القوى النووية القوية والضعيفة في القرن الماضي فقط. ولقد أدى توحيد القوى المغناطيسية والكهربائية إلى صناعة الكهرباء الحديثة، والإذاعة، والهاتف، والتلفاز، وأجهزة الكمبيوتر. كشفت دراسة الذرة٣، والجزيئيات، والمادة المكثفة وأبحاث البصريات عن ظواهر جديدة، مثل الموصلات الفائقة الشديدة الحرارة أو ما يسمى بظاهرة التكثيف التي تدوم لأقل من واحد من البليون من الثانية، ولقد صاغت لنا فهماً أعمق لميكانيكا الكم. وكما كان الحال في الماضي، تؤدي المعرفة الجديدة إلى تطبيقات غير متوقعة.

بالإضافة إلى هذا، إن الأبحاث الأساسية موجهة حاليا وبشكل مباشر إلى التطبيقات، حيث أن الحد الفاصل بين الأبحاث الأساسية والأبحاث التطبيقية ازداد عدم وضوح. إن تكنولوجيا الأجزاء المتناهية الدقة التي تتناول الأشياء الأصغر كثيرا من شعر الإنسان تحتوي على مكونات تنتمي لكل من الأبحاث الأساسية والأبحاث التطبيقية.



ولربما كانت أهم خدمة قدمتها الأبحاث الأساسية للمجتمع خلال المائتي عام الماضية هي الصورة الجديدة تماما للطبيعة، والكون وموقع الإنسان في كل هذا، وهي فائدة ثقافية تعادل قيمتها قيمة تقدم المادة. وإذا لم يعد الرعد يعتبر تعبيرا عن غضب الآلهة، وتم القضاء على هذه الخرافة، وإذا اتفقنا على أن الأرض ليست مركز الكون وأن نوع المادة التي خلقنا منها ليست هي المادة السائدة والأكثر انتشارا في العالم (كما تبين مؤخرا) فالفضل في معرفة ذلك يرجع إلى العلم الحديث. ويتضمن ذلك معاني ضمنية عظيمة خاصة بالفهم الذاتي للجنس البشري.

إذا فرضنا أن وزير العلوم والتكنولوجيا في أحد البلدان الأقل نموا سألك أن تذكر له الأسباب التي تجعل من الضروري على بلده تلك أن تستثمر في أبحاث الفيزياء وفي التعليم، فما الذي كنت ستقوله له؟

لقد سئلت هذا السؤال عدة مرات من رجال السياسة. تواجه البلدان النامية قضايا ملحة مثل توفير الغذاء والمياه، وبناء البنية التحتية، وإصلاح التعليم. كما أن المبالغ المالية الضخمة التي توفرها البرامج الحكومية للتنمية والهيئات الإنسانية يتم إنفاقها على معالجة أوجه النقص هذه قصيرة الأجل. ورغم هذا، فالفجوة بين الدول الصناعية والدول النامية معرضة لخطر الاتساع في حالات كثيرة.

فمن أجل اللحاق بالركب، سيتعين على الدول النامية أن تبحث عن طريق مختصر عند انتقالها من مجتمع زراعي أو تجاري بالدرجة الأولى إلى الاقتصاد الصناعي. استغرقت هذه العملية من الدول الصناعية الموجودة حاليا نحو ١٥٠ سنة. ولسد هذه الفجوة، سيتعين على الدول النامية أن تخصص نسبة ضئيلة جدا من مواردها المالية المتاحة للنهوض بالعلم والأبحاث والتعليم العالي.

وبدون القيام ببعض الاستثمارات في مثل هذه القضايا الطويلة الأجل، ستواجه الدول النامية مشكلات أخرى، مثل البطالة، عند تحولها إلى بلد صناعي. في الدول الصناعية، انخفض التوظيف في الزراعة من ٦٠- ٧٠٪ من السكان الراشدين منذ ١٥٠ سنة إلى نسبة ضئيلة جدا في الوقت الحالي.

التركيز على أن تساعد الفيزياء العالم

تأتي الندوة العلمية للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) في هذا العام وقد أصابتها حمى الفيزياء مع دخول "عام الفيزياء" أشهره الأخيرة.

والندوة (٢٨-٢٧ سبتمبر)، التي ستعقد على هامش المؤتمر العام التاسع والأربعين للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، تحمل موضوع "الفيزياء تساعد العالم" وسوف تغطي الجلسات التحديات والحلول الممكنة فيما يتعلق بدور العلم النووي في تلبية الاحتياجات من الطاقة. سيقوم المشاركون في الندوة كذلك بدراسة تطوير المواد والتقنيات المتقدمة اللازمة للطاقة النووية. ستركز الجلسة الثالثة على استخدام المشعات المؤينة في تشخيص وعلاج أمراض مثل السرطان وعلى مناقشة الحاجة المتزايدة في البلدان النامية للفيزيائي الطبيب المدرب تدريبا جيدا. وستدرس الجلسة النهائية نظام الأمان العالمي.

يمكن الحصول على المزيد من المعلومات على صفحات "المؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية" في الموقع: www.iaea.org

وللحصول على المزيد من المعلومات حول "العام الدولي للفيزياء" يرجى زيارة: www.wyp2005.org

سيتعين على دول العالم الثالث إقامة بعض الأنشطة الصناعية التي ترتكز على التقنيات الجديدة. ولقد أوضحت دول مثل جمهورية كوريا وتايوان (الصين)، من بين دول أخرى، إمكانية تحقيق ذلك في فترة زمنية قصيرة نسبيا.

تقوم التقنيات، من وجوه عدة، على أساس من العلم وبصفة خاصة تقوم على الفيزياء. كما تقدم الفيزياء أيضا المبادئ الأساسية للعلوم الأخرى مثل الكيمياء والأحياء. إن السبيل الرئيسي لحل العديد من المشكلات، سواء كانت قضايا بيئية، أو الإنتاج وتوفير الطاقة، أو تشخيص أفضل في الطب، على ذكر عدد قليل منها، سوف يتطلب إجراء أبحاث مكثفة في الفيزياء. وبالفعل، فإن التعاون المعرفي بين فروع المعرفة أي بين الفيزياء وغيرها من المجالات لا يحمل كثيرا من بشرى النجاح فحسب بل سيصبح أيضا مطلبا أساسيا في العقود القادمة.

إن كنت تستطيع الإبحار في الزمن، ما الشكل الذي سيبدو عليه المجتمع في عام ٢٠٣٠ من وجهة نظرك؟

تصعب دائما التنبؤات، وبخاصة عندما تتعلق بالمستقبل! من كان بإمكانه منذ ٣٠ عاما أن يتنبأ بقدوم أجهزة الكمبيوتر الشخصي، أو بتقنيات الاتصالات، أو بتطورات الكم المفاجئة التي تحققت في الرعاية الصحية، أو بالإمكانات الجديدة الخاصة بالتسلية والترفيه للإنسان، مثل البث التليفزيوني بالأقمار الصناعية، والأقراص المضغوطة، والهواتف المحمولة، أو بالحجم الحالي في حركة الملاحة الجوية. يحمل لنا العلم والأبحاث مفاجئات جديدة ولكن السؤال الهام هو هل سيتقدم الموقف المعنوي والأخلاقي للناس بنفس خطى التقدم التي تسير بها التكنولوجيا. وسيقع على عاتق رجال السياسة مسئولية ما إذا كنا سنستخدم التقدم المقبل في نفع الجنس البشري أو في ضرره. سيكون التحدي الأكبر هو ضمان الحصول على أقل نصيب من جوائز العالم المتقدم صناعيا والتحدي الأكبر من بين كل التحديات سيكون العمل على ضمان أن يجني أيضا من هم أقل حظا ثمار العالم المتقدم صناعيا.

أجرت سوزان شنيجانز هذه المقابلة للمجلة العلمية الربع سنوية "عالم من العلم" التي تصدرها منظمة اليونسكو - المجلد ٣، العدد ١، يناير - مارس ٢٠٠٥.

ملاحظات

١. كانت طراز السيارات T من الأمثلة الأولى على التصنيع بالجملة. في عام ١٩١٤، أمر هنري فورد مصنعه للطراز T في ميتشيجان (الولايات المتحدة الأمريكية) بأن يستخدم الدهان الأسود بشكل حصري: فالدهان بالطلاء الأسود كان يجف أسرع من الألوان الأخرى، مما يعني إنتاج عدد أكبر من السيارات يوميا و بتكلفة أقل. انخفاض تكاليف الإنتاج مكن فورد من زيادة الأجور كما زاد من إمكانية شراء الطراز T. وانخفض سعر البيع من ٨٥٠ دولارا عند بداية الإنتاج إلى أقل من ٣٠٠ دولار بحلول بداية العشرينات. وبالتالي، ارتفعت المبيعات السنوية تقريبا من ٣٠٠ ألف سيارة في البداية إلى قمة المبيعات لأكثر من ١,٨ مليون سيارة.

٢. كان فارادي (إنجلترا، ١٨٦٧-١٧٩١) واحدا من الذين طوروا المغناطيسية الكهربائية. وكان بحق من الأشخاص الموهوبين الذين يجرون التجارب وكان يتمتع بموهبة الحدس الفيزيائي والتصور. وتشهد على موهبته حقيقة أن مفكراته المختبرية التي تم جمعها لا تحتوي على معادلة واحدة. في القرن التاسع عشر، أدخل فارادي فكرة المجال الكهربائي بأنه الحيز الذي يحيط بجسم مشحون وتملؤه خطوط القوة، وهو ما يدعى في العادة بخطوط المجال الكهربائي. وأكثر ما يشتهر به هو قانون فارادي للحث التحريضي، وهو من الشروحات الأساسية للمغنطيسية الكهربائية. وقد وضعت أعماله الأسس التي على ضوئها تم بعد ذلك تطوير أجهزة مثل المولدات الكهربائية، وأجهزة إرسال واستقبال البث التليفزيوني، والهواتف، وأجهزة الفاكس، وأفران الميكروويف.

٣. لربما كان اكتشاف الذرة ووصف خصائصها هو الانتصار الباهر الذي حققته فيزياء القرن العشرين. ومن المعلوم الآن على نطاق واسع أن الذرة تتكون من إلكترونات وبروتونات ونيوترونات. يبلغ عرض الذرة - ١٠ ٨م من المتر، ويتركز ٩٩,٩٪ من كتلتها في النواة. تبلغ كتلة الإلكترون ١ | ١٨٣٧ من كتلة نواة الهيدروجين وتكون شحنته سالبة. ويمكن إزاحة إلكترون أو أكثر من خلال تعريض الذرة لطاقة كافية. يبلغ حجم النواة ٥-١٠ من حجم الذرة الكلي وبنسق عرضه ١٤-١٠م. والبروتون الذي يتركز في النواة هو النظير الكهربائي للإلكترون ويكون بشحنة مماثلة ولكنها على النقيض منها. ولقد اخترع العلماء طرائق متطورة ومعقدة لسبر أغوار أسرار المادة. تقوم مسارعات الجزيئات بإعطاء الجزيئات سرعات شديدة جدا وطاقات كشفت من خلال التصادمات بينها عن تفاصيل التركيبة الداخلية للذرة. أدت هذه الأساليب الفنية البحتة إلى الاختراعات العملية التي أحدثت ثورة في علوم الأحياء والكيمياء والطب. ومن هذه الاختراعات مجهر الإلكترون، وأشعة المجهر الأنبوبي الماسح تلفازيا والرنين المغنطيسي النووي. بحلول نهاية القرن العشرين، تمكن الفيزيائيون من دراسة سلوك الذرة بتفصيل شديد.