

ما تحتاجون إلى معرفته عن الحزم الأيونية

بقلم بوجا دايا وسوتيريوس خاريسوبولوس

مسارها، أو أن يتسبّب التصادم في إطلاق جسيمات أو إشعاعات، أساساً في شكل أشعة سينية أو أشعة غاما. وبعد ذلك يمكن رصد هذه الإشعاعات وتحليلها.

وتكشف خصائص الطاقة والإشعاعات المنبعثة تفاصيل عن تركيب العينة المقصوفة، مثل ما إذا كانت بلورية أو غير بلورية، ومدى صلابتها، وبعض الخصائص الفيزيائية المهمة للتكنولوجيات الناشئة. وقد تختلف مواد العينات أو الأهداف أيضاً من حيث الشكل والطور المادي، فقد تكون رقائق معدنية رفيعة، أو حبيبات من التربة، أو خلايا بشرية أو حيوانية أو نباتية، أو بذوراً، أو صخوراً، أو سوائل، أو حتى مصنوعات فنية تاريخية أو تماثيل. وتبعاً لشكل المادة وتركيبها، يمكن أن يكون القصف في فراغ أو في الهواء.

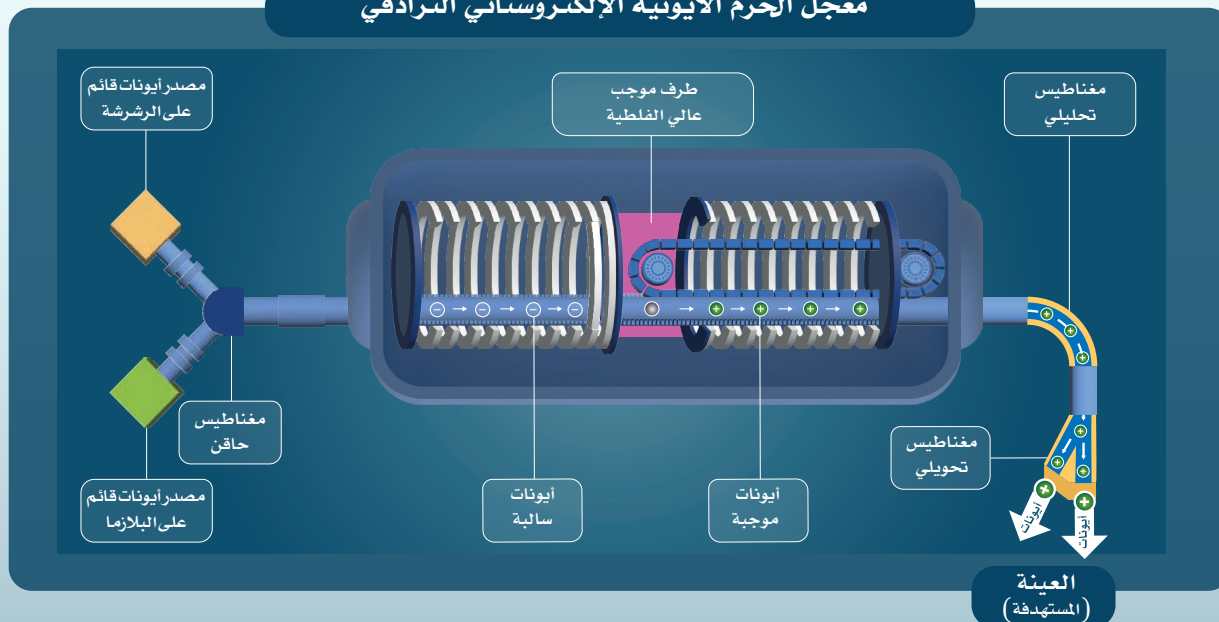
وتستخدم الحزم الأيونية المعجلة في تطبيقات عديدة بفضل القدرات التحليلية والتعددية الفريدة التي تكفلها. ففي الاستيلاء الطيفي للنباتات، تُستخدم الحزم الأيونية لتشجيع المواد النباتية أو الشتلات بغية تسريع عملية النمو الطبيعية من خلال حثّ الطفرات، لإنتاج محاصيل أعلى إنتاجية أو أكثر مقاومة للأمراض والجفاف.

يستخدم العلماء الحزم الأيونية لتزويدنا بإجابات على أسئلة عديدة، سواء فيما يتعلق بتحديد منشأ التلوث أو تصنيف الملوثات الموجودة في الأغذية أو تصوير فرادى الخلايا البيولوجية أو تحديد الحقبة التي تعود إليها القطع التاريخية. ولكن ما هي الحزم الأيونية وكيف تُستخدم؟

الحزم الأيونية، كما يشير اسمها، هي تدفقات من ذرات تحمل شحنة كهربائية (أو أيونات). وتنتج الأيونات التي تتكوّن منها الحزمة باستخدام أدوات خاصة يُطلق عليها مصادر الأيونات. وتكتسب هذه الأيونات السرعة حين تدخل مجالاً كهربائياً ينتجه معجل جسيمات، وبعد ذلك تُوجّه وتُرَكّز باستخدام مجالات مغناطيسية لكي تتحرك في مسارات متوازية داخل فراغ في أنبوب معدني. وبحسب نوع المعجل، يمكن تعجيل الحزم الأيونية لتقترب سرعتها من سرعة الضوء.

وفي حالة المعجلات الإلكترونية الترادفية (انظر الشكل)، تُستخدم الحزم الأيونية في قصف عينة مادية أو هدف آخر. ويمكن أن يؤدي التفاعل مع المادة المستهدفة إلى إجبار أيونات الحزمة على تغيير

معجل الحزم الأيونية الإلكترونية الترادفي



أمثلة على المواد التي تؤخذ منها العينات



الدوائر الإلكترونية



المواد



الخلايا



البذور



اللوحة الفضية



التماثيل

مشروع مرفق الحزم الأيونية التابع للوكالة

من الممكن أن تستفيد البلدان حول العالم من استخدام الحزم الأيونية والإلكترونية، وتخطط الوكالة لإنشاء مرفق خاص بها على أحدث طراز لإنتاج الحزم الأيونية باستخدام معجل ترادفي، في زايبرسدورف بالنمسا. وباستخدام هذا المعجل، ستدعم الوكالة البحوث وتسهم في تعليم وتدريب العلماء من جميع أنحاء العالم على التطبيقات المتنوعة للحزم الأيونية، بما في ذلك إنتاج الجسيمات الثانوية كالنيوترونات.

ويقول داناس ريديكاس، رئيس قسم الفيزياء في الوكالة: "إنّ حزم الجسيمات نوع فريد من أدوات السبر، إذ لا يقتصر استخدامها على تحسين فهمنا للكون، وإنما يشمل أيضاً تحليل العمليات الفيزيائية والاستفادة منها لتحسين الحياة ودعم النمو الاقتصادي. وتُعدّ معجلات الجسيمات استثماراً فعالاً من حيث التكلفة للمساعدة على تحقيق التنمية المستدامة. وسوف تتمكّن الوكالة، بفضل المعجل الترادفي الجديد للحزم الأيونية، من تعزيز المساعدة التي تقدمها للبلدان من أجل النهوض بقدراتها في مجال تكنولوجيات المعجلات وتطبيقاتها".

وحتى يستوعب مشروع مرفق الحزم الأيونية المعجل الترادفي والبنية الأساسية اللازمة له والأجهزة ذات الصلة، فضلاً عن الموارد اللازمة لتشغيله، فسوف تسعى الوكالة إلى جمع مبلغ قدره ٤,٦ مليون يورو.

وتستخدم البروتونات وأيونات أخرى على نطاق واسع لإنتاج النظائر المشعة اللازمة لإعداد المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية المستخدمة في تشخيص السرطان وعلاجه. وفي مجال علاج السرطان، تُستخدم حزم البروتونات وأيونات الكربون لقصف الأورام السرطانية، خصوصاً حين لا يكون من الممكن تطبيق علاج بديل. وتبثّ هذه الحزم الطاقة في الورم بحيث ترتفع حرارته ويتفتّت.

ومع زيادة الطلب على مواد أمتن وأفضل، تُستخدم أيضاً مجموعة واسعة من الحزم الأيونية لتعديل خصائص المواد ومن ثمّ تعزيز قدرتها على المقاومة. فالمركبات الفضائية أو مفاعلات الاندماج، على سبيل المثال، تتطلب استخدام مواد تتيح لها العمل في بيئات إشعاعية قاسية.

الحزم الإلكترونية

على غرار الحزم الأيونية، فالحزم الإلكترونية هي تدفقات من الإلكترونات ينتجها مصدر للإلكترونات في طائفة متنوعة من المعجلات. وتُستخدم الحزم الإلكترونية لإنتاج الأشعة السينية التي تُطبّق في العلاجات الطبية لتشجيع الخلايا السرطانية وتدميرها. وتُستخدم الحزم الإلكترونية أو الأشعة السينية أيضاً في تشجيع الأغذية لقتل أنواع البكتيريا الخطيرة دون التأثير في قيمتها الغذائية أو جودتها أو مذاقها.

"إنّ حزم الجسيمات نوع فريد من أدوات السبر، إذ لا يقتصر استخدامها على تحسين فهمنا للكون، وإنما يشمل أيضاً تحليل العمليات الفيزيائية والاستفادة منها لتحسين الحياة ودعم النمو الاقتصادي".

- داناس ريديكاس، رئيس قسم الفيزياء بالوكالة

مشروع المعجل في زايبرسدورف، النمسا

