الفرصة 44

هل يمكن أن نتمكّن من تصنيع مواد جديدة في غضون ثوانٍ فقط؟

ابتكار مواد جديدة

يتيح الذكاء المتقدم التوصل إلى نماذج وتقنيات خوارزمية جديدة للتنبؤ بكيفية عمل المواد الجديدة، وبالتالي تسريع عملية اكتشاف مواد جديدة باستمرار.

التوجهات العالمية الكبرى
ثورة المواد

الاتجاهات السائدة
الذكاء الاصطناعي
الإنسان مقابل الآلة
المواد الجديدة
التقنيات الكمومية

القطاعات المتأثرة
الزراعة والغذاء
المواد والتقنية الحيوية
السيارات والفضاء والطيران
تقنية المعلومات والاتصالات
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المعادن والتعدين
المرافق العامة

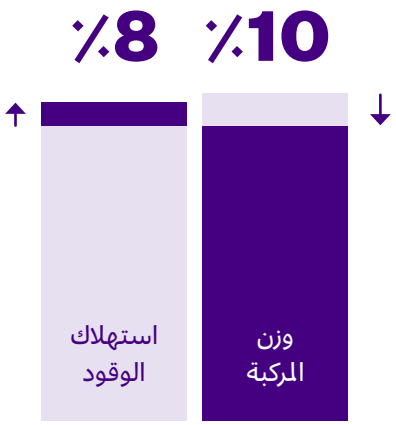
الواقع الحالي

يمكن للخوارزميات تعزيز إمكانيات علوم المواد، من خلال تسريع التقدم ، وابتكار المواد التي لم يكن من الممكن تحقيقها من قبل بواسطة المصادر والأدوات المعتادة. ويشكل علم المواد والابتكار عاملان أساسيان في ابتكار التقنيات الثورية ذات التأثير الكبير في مختلف المجالات، وتخصص الشركات الكبرى جزءاً كبيراً من ميزانياتها للبحث والتطوير في مجال المواد الجديدة. فعلى سبيل المثال شركتي «3 إم» و «هيتاشي» من الشركات الرائدة في ابتكار المواد، إذ تستثمر كل منهما حوالي 1.9 مليار دولار سنوياً في البحث والتطوير، حيث تخصص 3 إم نحو 5.9٪ [728] من إيراداتها لتعزيز البحث والتطوير في هذا المجال، بينما تخصص هيتاشي 3.4٪ [729] من إيراداتها للغرض نفسه.

هذا الدمج بين علوم المواد والابتكار ليس بالجديد. فمنذ عام 1859، لم تتوقف محاولات العلماء لإنتاج مادة تتألف من طبقة واحدة عبر طرق كيميائية وميكانيكية باستخدام معدات باهظة الثمن ومتخصصة، غير أنهم لم يتمكنوا من عزل الجرافين عن الجرافيت لأول مرة إلا في عام 2004. وللعلم، الجرافين مادة غير مرئية تقريباً، وهي أقوى بـ 200 مرة من الصلب، وهي أيضاً أكثر مادة موصلة للكهرباء تم اكتشافها حتى الآن، وعلاوة على ذلك، فهي مستقرة ولا تتفاعل مع العوامل المحيطة بها، مما يفتح آفاق التغيير في العديد من القطاعات.[730]

وتؤدي علوم المواد والابتكار دوراً محورياً في إزالة الكربون[731] وتطوير قطاع النقل؛[732] إذ أن وزن المواد المستخدمة في تصنيع المركبات له تأثير على أدائها، فعند تقليل وزن المركبة بنسبة 10٪ يقل استهلاك الوقود بنسبة تصل إلى 8٪.[733] كما يمكن أن يؤدي استخدام مواد خفيفة الوزن في ربع عدد السيارات والشاحنات الأمريكية فقط إلى توفير أكثر من 22.7 مليار لتر من الوقود سنوياً بحلول عام 2030،[734] أي حوالي 3.7٪ من كمية الوقود التي استهلكتها هذه المركبات في عام 2021.[735] وبالمثل، أسهم تقليل وزن الطائرات بنحو 20٪ من خلال استخدام المواد خفيفة الوزن في تعزيز الكفاءة بنسبة تصل إلى 12٪. [736] ومن المتوقع أن تصل قيمة سوق المواد خفيفة الوزن إلى 279 مليار دولار بحلول عام 2030، بعد أن شهد نمواً من 172 مليار دولار في عام 2021 بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 5.5٪.[737]

وسوف يحدد الابتكار في المواد الجديدة أيضاً ملامح مستقبل الروبوتات[738] والمواد الذكية والمواد النانوية.[739] إذ من المتوقع أن تصل قيمة سوق الروبوتات إلى 214 مليار دولار بحلول عام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 23٪ تقريباً.[740] وقد بلغت قيمة سوق المواد الذكية 5 مليارات دولار في عام 2021، ومن المتوقع أن تصل إلى 8 مليارات دولار بحلول نهاية عام 2027، بمعدل نمو سنوي مركب نسبته 6.9٪.[741] فيما قُدرت قيمة سوق المواد النانوية العالمي بحوالي 10 مليارات دولار في عام 2021.[742]



تقليل 10٪ من وزن المركبة **عند استخدام مواد خفيفة الوزن** يؤدي إلى **تحسين 8٪** من استهلاك الوقود بنسبة

الفرصة المستقبلية

في الوقت الحالي، ما تزال أقوى نماذج الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تطوير علم المواد مضطرة إلى التخلي عن الدقة في مقابل السرعة، الأمر الذي قد يطرح إشكالية عند تصميم مواد مخصصة لوظائف وحالات محددة، مثل الإلكترونيات الدقيقة.[743] كما أنه حالياً أيضاً يمكن أن تستغرق عمليات المحاكاة المعقدة، مثل تلك المتعلقة بخصائص السبائك المعدنية الجديدة، أياماً أو حتى أسابيع، كما قد يستغرق تطوير مواد جديدة عقوداً من الزمن،[744]وهو ما يؤكد ضرورة إجراء مزيد من التحسينات واسعة النطاق على تطبيقات الذكاء المتقدم المرتبطة بعلوم المواد.[745] وسيؤدي تعزيز الدقة والسرعة عبر التنبؤ بخصائص المواد ووظائفها وتفاعلاتها المعقّدة ثورة في مجالات متعددة مثل الطب والطاقة والبناء والطيران.[746] كما يمكن للمعالِجات عالية السرعة تشغيل الملايين من عمليات المحاكاة في أجزاء من الثانية، مما يتيح تصميم المواد الجديدة واختبارها بسرعة فائقة ضمن تشكيلات متعددة.[747]

ويمكن استخدام النماذج والتقنيات الخوارزمية الحديثة للتنبؤ بكيفية عمل المواد الجديدة بهدف تعزيز عملية اكتشاف هذه المواد. هذه التطورات قد تسمح بتصميم مواد وخصائص جديدة ونمذجتها واختبارها، أو تحسين المواد والخصائص الحالية، في بيئات شديدة التعقيد، كما في هندسة المواد الحيوية لإصلاح الأعضاء التالفة، أو في التقاط ثاني أكسيد الكربون.

وستؤدي سرعة نمذجة المواد ودقتها بهذا الشكل الملحوظ إلى انخفاض في تكاليف تطويرها، وإلى تقليص الوقت اللازم لطرحها في السوق، فضلاً عن تحسين نسبة العائد على الاستثمار التي تنتج عنها. إضافة إلى ذلك، سيؤدي هذا التقدم السريع في ابتكار المواد إلى اكتشافات علمية جديدة في طُرق تخزين الطاقة ونقلها، وفي قطاع النقل، والإنتاج والاستهلاك المستدامين، والرعاية الصحية وجودة الحياة.

الفوائد

تعزيز الجدوى الاقتصادية لتطوير المواد الجديدة، وزيادة تنوع المواد مع الحد من الأثر البيئي، وتحسين القدرة على تحديد ومعالجة المخاطر المحتملة للمواد الجديدة قبل استخدامها على نطاق واسع.

المخاطر

التأخير في اعتماد الإصلاحات التنظيمية الضرورية لتمكين الابتكار واكتشاف المواد الجديدة، إلى جانب إساءة استخدام التقدم في هذا المجال بهدف إحداث الضرر.

أسهم تقليل وزن الطائرات بنحو 20٪

من خلال استخدام المواد خفيفة الوزن
في زيادة تصل إلى

12٪
من الكفاءة