مجلة شهرية ثقافية مصورة تأسست عام ١٩٥٨ تصدرها وزارة الإعلام بدولة الكويت للوطن العربي ولكل قارئ للعربية في ال

الأعداد السابقة

محتويات العدد

افتتاحية العدد

الآن وغداً

اكتشاف جسيمة تشبه هيجز

يموت جورج الوحيد

إبداع إنشائي.. الشكل يخدم المضمون

الحلوى تأسر الدماغ

الرُضَّع يفهمون ما يقال لهم

جراحات السمنة بالروبوت

البلازما .. العلاج القادم

دماغ الإنسان ينمو ويشفي نفسه

دوائر متداخلة

من فقاعات درب التبانة إلى مياه المريخ

الطاقة الشمسية

تكنولوجيا مكافحة الجريمة

تكنولوجيا

انتهاء عصر البرمجيات المضادة للفيروسات

الكشف عن روبوتات صغيرة لعلاج أمراض القلب

تحويل أية غرفة إلى كاميرا!

ابتكار مفيد للطب الشرعي

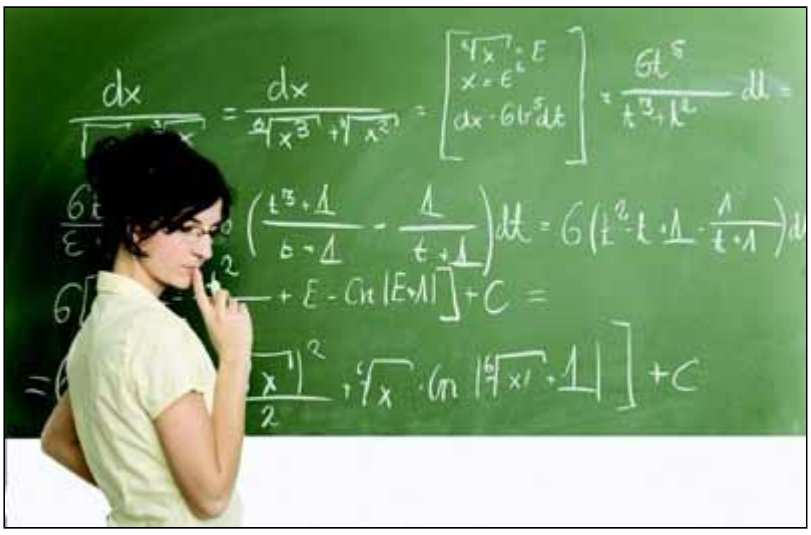
الطفل الروبوت يتعلم كلماته الأولى من البشر

العربي العلمي العدد التاسع - سبتمبر ٢٠١٢

المعادلات تحكم عالمنا

عبدالحفيظ أحمد العمري

- نحن نعيش في عالم الموجات.. تكتشف آذاننا موجات الضغط في الهواء كصوت، وتكتشف عيوننا موجات الضوء، وعندما يضرب زلزال بلدة ما، الدمار سببه الموجات الزلزالية التي تتحرّك خلال الأرض
- صحيح أن اختراعات مهمة مثل النار والعجلة حدثت من دون أيّ معرفة رياضية، بالرغم من ذلك من دون معادلات نحن كنا سنظل ملتصقين بعالم القرون الوسطى



عندما يدق جرس المنبه أنت تنظر إلى ساعتك، هناك على الأقل ستّ معادلات رياضية أثّرت على حياتك. فرقاقة الذاكرة التي تخزن الوقت في ساعتك ما كانت قد ابتكرت من دون معادلة رئيسية في ميكانيكا الكم. والتوقيت عليها وضع من قبل إشارة لاسلكية التي نحن ما حلمنا باختراعها من دون معادلات ماكسويل الأربع في الكهرومغناطيسية. والإشارة نفسها تنتقل طبقًا لما يعرف بمعادلة الموجة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تكنولوجيا أونلاين

التغلغل

ببرنامج بسيط يعمل عبر الإنترنت

مرفق للمعلومات يقدم خدمات بلا حصر للملايين دون انقطاع

سيارة المستقبل عاطفية جدا

تاريخ العلم

حساب سرعة الضوء

وبيننا العلم

لو أندروس: نمر بموجة روايات (تكنو-رعب)

بورتريه

فاينبوم: الفوضى دماغا للكون

نرجس مفالاف .. وجه الفيزياء الجميل

كتاب علمي

التأثير العربي في أوربا العصور الوسطى

رؤى

المعادلات تحكم عالمنا

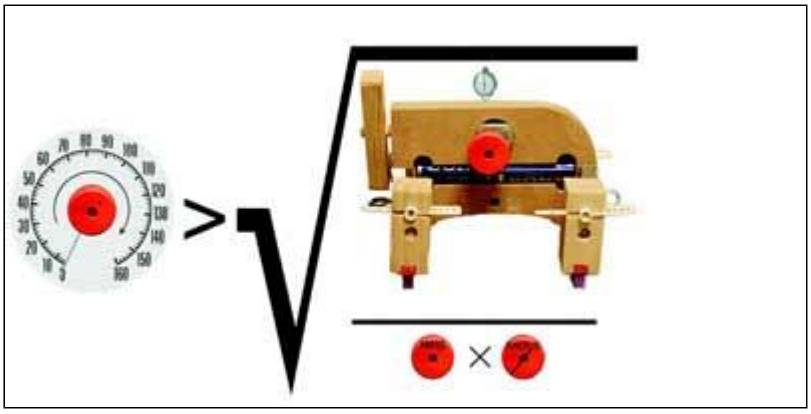
هل هناك كائنات حية منعزلة عن أي مجتمع؟

مخطوط علمي

خلاصة الحساب: بهاء الدين العاملي

فضاء الأسئلة

نحن عائمون في محيط مخفي من المعادلات، التي تعمل في النقل، والنظام المالي والصحة ومنع الجرائم والكشف عنها والاتصالات والغذاء والماء والتدفئة والإضاءة. فأنت عندما تدخل الحمام تستفيد من المعادلات المستعملة لتنظيم إمداد المياه. حبوب فطورك تأتي من المحاصيل التي فقّست بمساعدة معادلات إحصائية.



عند ذهابك إلى العمل بالسيارة تذكر أن تصميم سيارتك الديناميكي الهوائي جزء من معادلات نافيير ستوكس Navier-Stokes التي تصف كيف أن تيارات هوائية تنساب فوق وحول سيارتك. تشغيل SatNav التابع للسيارة (نظام استقبال تحديد المواقع العالمي) يتضمّن فيزياء الكمّ ثانية، زائدًا قوانين حركة نيوتن والجاذبية، الذي ساعد على إطلاق الأقمار الصناعية لتحديد المواقع الجغرافية ووضع مداراتها. هو أيضًا يستعمل معادلات مولّد العدد العشوائية لتوقيت الإشارات، ومعادلات مثلثية لحساب الموقع، والنسبية الخاصّة والعامّة للتتبع الدقيق لحركة الأقمار الصناعية ضمن جاذبية الأرض. من دون معادلات، أغلب تقنيتنا ما كانت لتخترع. صحيح أن اختراعات مهمة مثل النار والعجلة حدثت من دون أيّ معرفة رياضية. بالرغم من ذلك من دون معادلات نحن كنا سنظل ملتصقين بعالم القرون الوسطى.

المعادلات تصل أبعد بكثيرٍ من التقنية أيضًا. من دونها، نحن لم يكن عندنا فهم الفيزياء التي تسيطر على المد والجزر، والطقس المتغيّر باستمرار، وحركات الكواكب، والأفران النووية للنجوم، والمجرات اللولبية، وسعة الكون ومكاننا ضمنه.

هناك آلاف المعادلات المهمة، لكني سأركّز على سبع معادلات هنا - معادلة الموجة، ومعادلات ماكسويل الأربع، وتحويل فورييه ومعادلة شرودنجر - موضحا كيف أن ملاحظات تجريبية أدّت إلى المعادلات التي نستعملها في كل من العلم والحياة العادية.

معادلة الموجة

نحن نعيش في عالم الموجات. تكتشف آذاننا موجات الضغط في الهواء كصوت، وتكتشف عيوننا موجات الضوء. وعندما يضرب زلزال بلدة ما، الدمار سببه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الموجات الزلزالية التي تتحرّك خلال الأرض.

علماء الرياضيات والعلماء يمكن أن يخفقوا في التفكير بشأن تلك الأمـــواج، لكن نقطة انطلاقهم جاءت من الفنون: كيف وتر كمان يصنع صوتًا؟ يعود السؤال إلى جالية يونانيّة قديمة هي الفيثاغوريون **Pythagoreans**، زعيمهم فيثاغورث وجد أن وترين لهما نفس النوع والتوتّر وأطوالهما يكونان بنسبة بسيطة، مثل ١ : ٢ أو ٢ : ٣، ينتجان نغمات تبدو سوية منسجمة جدًا. النسب الأكثر تعقيدًا مخالفة شـــاذة في الصوت.

عالم الرياضيات السويسري يوهان برنولي كـــان الـــذي بدأ بفهـــم هـــذه الملاحظات. ففي ١٧٢٧ شكّل وتر كمان كقيم كبيرة من نقاط كتلية متقار بة كثـــيرًا، مرتبطة سوية بزنبركات. استعمل قوانين نيوتن لكتابة معادلات نظام هذه الحر كة، وقام بحلّ تلك المعادلات، من الحلول، استنتج بأنّ الشكل الأسهل لتذبـــذب و تر هو منحنى جيب. هناك أنماط أخرى من الاهتزاز أيضًا – منحنى الجيب التي فيها ي تلاءم أكثر من موجة واحدة إلى طول الوتـــر، يعـــرف عنـــد المو سيقيين بالتوافقيـــات **harmonics**.

من الموجات إلى اللاسلكي

بعد ٢٠ سنةً تقريبًا، جين دالمبرت **d'Alembert** تابع بإجراء مماثل، لكنّه ركّز على تبسيط معادلات الحركة بدلًا من إيجاد حلول لها. الذي ظهر كـــان معاد لةً رائعةً تصف كيف أن شكل الوتر يتغير مع الزمن. هذه معادلة الموجة، و هي ت نص على أن تعجيل أيّ جزء صغير من الوتر يتناسب إلى التوتّر الذي يسلط عليه. يشيـــر ضمنًا إلى أنّ الموجات التي ترددتها ليست بنسب بسيطة تنتج ضوضاء رن ين غيـــر سارة، المعروفة بـــ«ضربات **beats**». هذه أحد الأسباب التي تجعل النسب العدديـــة البسيطة تعطي النغمات التي تبدو منسجمة.

معادلة الموجة يمكن أن تعدّل للتعامل مع الظواهر المضطربة الأكثر تعق يدًا، مثل الزلازل. سمحت الإصدارات المتطوّرة لمعادلة الموجة لعلماء الزلازل أن يكتشفوا

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ما الذي يحدث على بعد مئات الأميال تحت أقدامنا. يمكن للعلماء أن يرسموا خريطة لصفائح الأرض التكتونية Earth's tectonic plates كصفيحة تنزلق تحت أ خرى مسببة زلازل وبراكين. الجائزة الكبرى في هذا المجال في طريقة موثوقة لتوقّع الزلازل والثورات البركانية، ويتم دعم العديد من الطرق التي يجري استكشافها استنادا إلى معادلة الموجة.

لكن الفكرة الأكثر تأثيرًا من معادلة الموجة ظهرت من دراسة م عادلات ماكسويل للكهرومغناطيسية. في ١٨٢٠م، أضاء أكثر ناس بيوتهم باستعمال الشموع والفوانيس. لكن خلال ١٠٠ سنة، البيوت والشوارع أ صبحت م ضاءة بالكهر باء، والرسائل اللاسلكية يمكن أن ترسل عبر القارات، والناس حتى بدأوا بالكلام مع بعضهم البعض بالهاتف. الاتصال اللاسلكي كان قد عرض في المختبرات.

هذه الثورة الاجتماعية والتقنية كان سببها اكتشافات عالمين. في غضون ١٨٣٠م، أسّس مايكل فاراداي Faraday الفيزياء الأساسية للكهرومغناطيسية. بعد ثلاثين سنةً، جيمس كلارك ماكسويل Maxwell بدأ مسعاه لصياغة أسس رياضية لتجارب ونظريات فاراداي.

في ذلك الوقت، أكثر الفيزيائيين الذين يعملون على الكهرباء والمغناطيسية كانوا يبحثون عن أوجه الشبه بالجاذبية - التي ينظر إليها باعتبارها قوة بين الأجسام على مسافة. فاراداي كان عنده فكرة مختلفة، لشرح سلسلة ت جارب أجراها على الكهرباء والمغناطيسية، افترض أنّ كلتا الظواهر هي مجالات التي تتخل ّل الف ضاء متغيرة مع الزمن يمكن اكتشافها بالقوى التي تنتجها. لقد استنتج أن خ طوط القوة كانت تماثل المسارات التي تتبعها جزيئات مائع وأن قوّة الحـ قل الكهربائي أو المغناطيسي كانت مماثلة لسرعة المائع. في عام ١٨٦٤م ماكسويل كتب أر بع معادلات للتفاعلات الأساسية بين الحقول الكهربائية والمغناطيسية. معادلتان تخبراننا بأنّ الكهرباء والمغناطيسية لا تستطيعان التسريب بعيدًا. الاثنتان الأخريان تخبراننا أنه عند منطقة المجال الكهربائي تدور في دائرة صغيرة، تصنع حـ قلاً مغناطيسي ًا، والمنطقة الدوارة من الحقل المغناطيسي تصنع مجالاً كهربائيًا.

لكنّ عمل ماكسويل لاحقا كان مدهشا جدًا. بأداء بضعة تلاعبات بسيطة على معادلاته، نجح في اشتقاق معادلة الموجة واستنتج بأنّ الضوء يجب أن يكون موجةً كهرومغناطيسيةً. هذا لوحده كان خبرًا هائلا، فلا أحد تخيّل مثل هذه الوصلة الأساسية بين الضوء والكهرباء والمغناطيسية. وكان هناك أكثر. يكون الـ ضوء في ألوان مختلفة، مقابلة لأطوال موجة مختلفة. إنّ أطوال الموجة التي نراها مقيّدة بكيم ياء صبغات اكتشاف العين للضوء. أدّت معادلات ماكسويل إلى تنبؤ مثير أن كل الموجات الكهرومغناطيسية لكلّ أطوال الموجة يجب أن توجد، بعضها – ذات أ طوال مو جات أكبر مما يمكننا رؤيتها - ستغير العالم إنها موجات الراديو.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في ١٨٨٧م هانريش هيرتز Hertz عرض موجات الراديو بشكل تجريبي، لكنّه فشل في إدراك تطبيقاتها الثورية. نيقولا تيسلا Tesla وجوجليلد مو ماركوني Marconi وآخرون حوّلوا الحلم إلى الحقيقة، والابهة الكاملة للاتصالات الحديثة، من الراديو والتلفزيون إلى الرادار ووصلات المايكروويف للتلفونات الخلوية، تتابعت طبيعيًا. وهذا ناتج كليا عن أربع معادلات وبضعة من الحسابات. معادلات ماكسويل لم تغيّر العالم فقط، بل مهدت السبيل لعالم جديد.

بقدر أهمية ما تصفه معادلات ماكسويل وبالرغم من أن المعادلات كشفت بأنّ الضوء هو موجة، وجد الفيزيائيون باكرًا بأنّ سلوك الضوء كان أحيانًا على خلاف مع وجهة النظر هذه. يتألق الضوء على سطح المعدن وينتج كهرباء، دعت هذه الظاهرة بالتأثير الكهروضوئي photoelectric effect. هي مفهومةً فقط إذا تصرّف الضوء مثل جزيئة. لذا هل الضوء موجة أم جزيئة؟ في الحقيقة، قليلًا من كليتهما. الـ مادة مصنوعة من الموجات الكمّية، وباقة متلاحمة من الموجات تتصرّف مثل جزيئة.

حيّاً أو ميّتاً

في ١٩٢٧م إروين شرودنجر SchrOdinger كتب معادلةً للموجات الكمّية، وافقت المعادلة التجارب بشكل جميل، لكنها رسمت صورة عالم غريب جدًا، في أي جزيئات أساسية مثل الإلكترون التي لم تعد أجسامًا واضحة المعالم، لكن غيوم احتمالية. يدور الإلكترون مثل عملة معدنية التي يمكن أن تكون نصف وجه ونصف وجه آخر حتى يضرب المنضدة. بشكل مبكر علماء نظريون كانوا قلقين حول كلّ الإسلوب الكمّي الغريب، مثل القطط التي تكون ميتة وحيّة بشكل آني، والا كوان المتوازية التي فيها ربح أدولف هتلر الحرب العالمية الثانية.

ميكانيكا الكم لم تنحصر في مثل هذه الألغاز الفلسفية. تقريبًا كلّ الأدوات الحديثة من حاسبات وتلفونات خلوية ولوحات مفاتيح ألعاب وسيارات وثلاجات وأفران – التي تحتوي ذاكرةً مستندة إلى الترانزستور، الذي عمله يعتمد على ميكانيكا كم أشباه الموصلات. الاستخدامات الجديدة لميكانيكا الكم تصل أسبوعيا تقريبًا. النقاط الكمّية Quantum dots - كتل صغيرة جدًا شبه موصل - يمكن أن تبعث ضوء بأيّ لون وتستعمل للتصوير الحيوي، حيث تحل محل الأصباغ التقليدية السامةّ في أغلب الأحيان،. المهندسون والفيزيائيون يحاولون اختراع حاسوب كمّي، الذي يمكن أن يؤدّي العديد من الحسابات المختلفة بشكل متوازٍ.

الليزر تطبيق آخر من ميكانيكا الكم، نستعمله لقراءة المعلومات من الحفر أو العلامات الصغيرة جدًا على الأقراص المدمجة، والمضغوطة وأقراص بلو راي Blu-ray. يستعمل الفلكيون الليزر لقياس المسافة من الأرض إلى القمر. قد تكون محتملة حتى لإطلاق عربات الفضاء من الأرض على ظهر شعاع ليزر قوي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل النهائي في هذه القصّة يأتي مـــن المعاد لة الـــتي تساعـــدنا لنفهـــم الموجات. نبدأ من عام ١٨٠٧م، عندما ابتكر جوز يف فورييـــه Fourier معاد لةً لتدفق الحرارة. تقدّم بورقة علمية إلى الأكاديمية الفرنسية للعلوم، لكنّها رفضت. في ١٨١٢م، جعلت الأكاديمية موضوع الحرارةً جائزتها السنوية. فوريه تقـــدّم بورقـــةً أطول ومنقحة- وربح الجائزة.

السمة الأكثر إثارةً في ورقة فورييه الفائزة ما كانت المعادلة، لكـــن حلّهـــا. مشكلة مثالية كانت أن تجد كيفية أن درجة الحرارة على طول قضـ يب رفيـــع تتغيـــر بمرور الوقت، بافتراض درجة الحرارة الجانبية الأولية. فورييه يمكن أن يحـــلّ هـــذه المعادلة بسهولة إذا تغيّرت درجة الحرارة مثل موجة جيب على طولها، لذا مثّل الشكل الجانبي الأكثر تعقيدا كإتلاف من منحنيات الجيب بأطوال الموجـــة المختلفـــة، و حلّ المعادلة لكلّ منحنى جيب مكوّن، وأضافت هذه الحلول سوية.

ادّعى فورييه بأنّ نجاح هذه الطريقة لأي وضع على الإطلاق، حتى لو كانت درجة الحرارة تقفز فجأة في القيمة. كل ما عليك القيام به كان هو إ ضافة عـــدد لا نهائي من الإتلافات من منحنيات الجيب مع ذبذبات أكثر فأكثر.

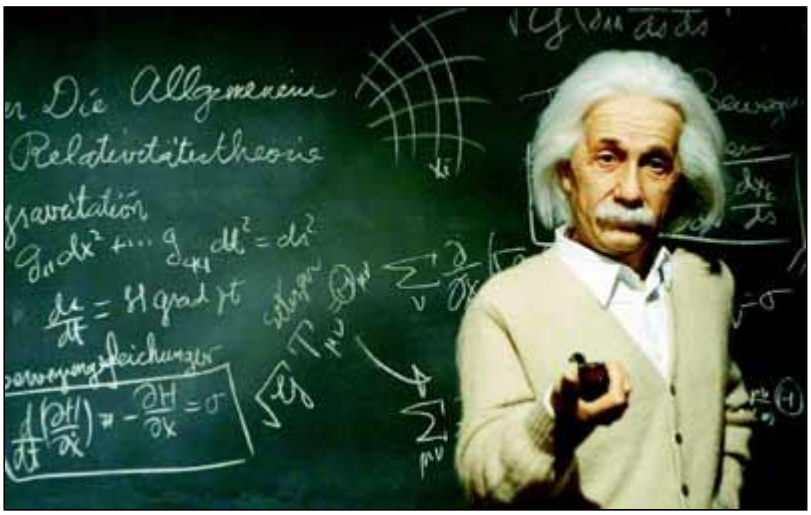
بالرغم من ذلك، ورقة فورييه الجديدة انتقدت بسبب انها ما كانت صارمة بما فيه الكفاية، ومرةً أخرى الأكاديمية الفرنسية رفضت نشرها. في ١٨٢٢م فوريـ يه أهمل الاعتراضات ونشر نظريته ككتاب. بعد سنتين، عين فورييه في وظيفة ســـكرتير في الأكاديمية، تحدّى نقّاده، ونشر ورقته الأصلية في مجلّة الأكاديمية. على أية حال، النقّاد كانت عندهم وجهة نظر. علماء الرياضـــيات كـــانوا بدأوا بإدراك أن تـ لك المتسلسلات اللانـهائية كانت وحوشًا خطرة؛ هي لم تتصرّف مثل الكميـــات المـ حدودة اللطيفة دائمًا. حلّ هذه القضايا ظهر صعبًا بوضوح، لكن القرار النهائي كان أن فكرة فورييه يمكن أن تكون صارمة باستبعاد التشكيلات الشاذّة جدًا. والنتيجة هي تحويـــل فورييه Fourier transform، وهي تلك المعادلة التي تتعامل مع إشـــارة زمنـ ية متفاوتة كمجموع متسلسلة منحنيات الجيب المكوّنة وتحسب سعتها وترددا تها.

اليوم يؤثّر تحويل فورييه على حياتنا بطرق لا تعد ولا تحصى. على سبيل المثال، نحن يمكن أن نستعمله لتحليل إشارة الذبذبات الناتجة عـــن زلـــزال وحســـاب الترددات في الطاقة العظمى المتحررة من الأرض المهتزة . تتضمّن التطبيقات الأخرى إزالة ضوضاء من تسجيلات الصوت القديمة، وايجاد تركيب الحمض النـــووي DNA باستعمال صور الأشعة السينية ، وتحسّين الاستقبال الإذاعي ومنع الاهتزازات غيـــر المرغوبة في السيارات، بالإضافة إلى التطبيق الذي معظمنا يستعملـــه بشـ كل غـ ير متعمّد في كلّ مرّةٍ وهو التقاط صورة رقمية.

إذا حسبت كم المعلومات المتطلبة لتمثيل اللون والسطوع فـــي كلّ نقطـــة ضوئية لصورة رقمية، ستكتشف بأنّ الكاميرا الرقمية تحشر المعلومات إلـــى بطاقـــة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ذاكرتها حوالي ١٠ مرات بقدر البيانات التي يمكن للبطاقة استيعابها! الكاميرات تعمل ذلك باستعمال ضغط بياناتJPEG، الذي يجمع خمس خطوات ضغط مختلفة، إحداها نسخة رقمية من تحويل فوريه، التي تستعمل إشارة تتغير ليس مع الوقت لكن مع مرور الصورة. إنّ الرياضيات متماثلة فعليا، تقلل الخطوات الأربع الأخرى البيانات إلى مستوى أبعد، إلى حوالي عشر الكمية الأصلية.



هل حان الوقت للتخلي عن المعادلات؟

هذه فقط سبع من العديد من المعادلات التي نصادفها كلّ يوم، لا ندرك بأنّها هناك. لكن تأثير المعادلات على التأريخ يذهب إلى أبعد من ذلك بكثير. يمكن لمعادلة ثورية حقًا أن يكون لها تأثير أعظم على الوجود الإنساني من كلّ الملوك والملكات الذين تملأ مكائدهم كتب تاريخنا.

هناك (أو قد يكون) معادلة واحدة، اهم من ذلك كله هي التي الفيزيائيون وعلماء الكونيات cosmologists يحبّون كثيرًا أن يتمسكوا بها: نظرية كلّ شيء التي توحّد ميكانيكا الكم والنسبية. أفضل النظريات المعروفة من النظريات العديدة المرشّحة في هذا المجال هي نظرية الأوتار الفائقة superstrings، لكن كل ما نعرفه ان معادلاتنا للعالم الطبيعي قد تكون مجرد نماذج مبالغة في التبسيط التي تخفق في التقاط التركيب العميق للواقع. حتى إذا الطبيعة تطيع قوانين كونية، فالقوانين قد لا تكون قابلة للتعبير عنها كمعادلات. بعض العلماء يعتقدون بأنّه قد حان الوقت لنتخلى عن المعادلات التقليدية تماما لمصلحة الخوارزميات algorithms - وصفات أكثر عمومية لحساب الأمور التي تنطوي عليها عملية اتخاذ القرارات، لكن حتى يجيء ذلك الوقت، رؤانا العظمى بقوانين الطبيعة - أكثر مما مضى - لا تزال تأخذ شكل المعادلات، ونحن يجب أن نتعلّم كيف نفهمها ونقدّرها، المعادلات لها سجل نجاحات، غيّرت العالم حقًا وهي ستغيّره ثانيةً.

◄ السابق | ▲ | التالي ►

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com