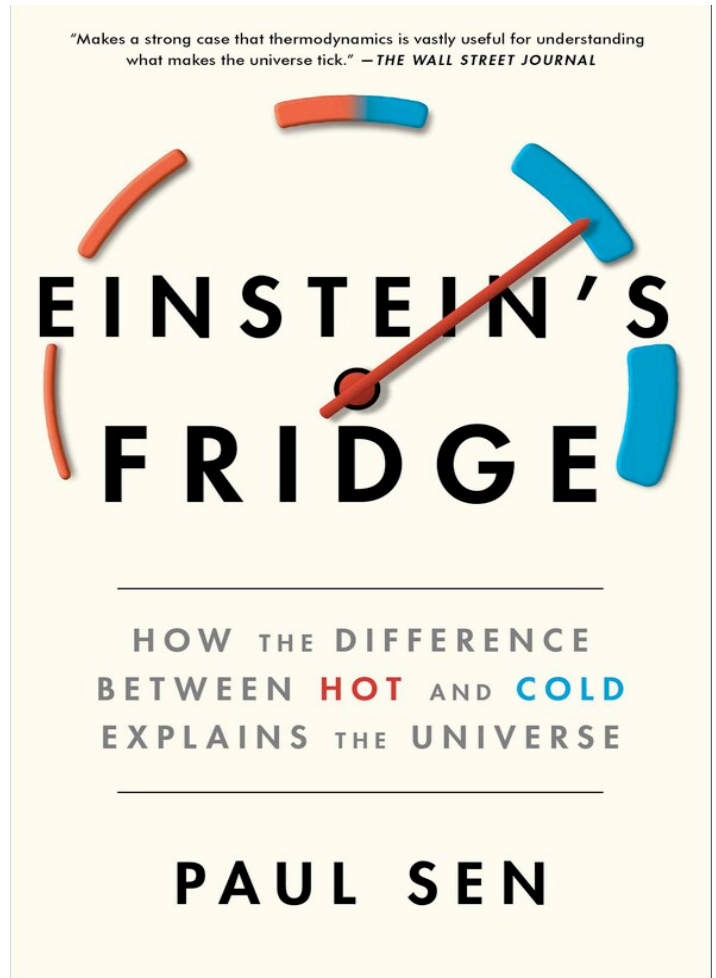


الشهير لازار كارنو اسم "سعدي" تيقناً بالشاعر الفارسي سعدي الشيرازي الذي كان لازار كارنو مُعجَباً به) وحتى عصرنا الحاضر ونظرية الثقب الأسود على يد العبقري ستيفن هوكينغ (نيكولا سعدي كارنو هو أيضاً عم الرئيس الفرنسي ماري فرانسوا سعدي كارنو ، والذي كان رئيساً لفرنسا منذ 1887 حتى اغتياله عام 1894).

كانت البداية إذن على يد الفرنسي كارنو رغم أن إنجلترا هي من كانت السبّاقة في اختراع وتصنيع المحركات البخارية (والتي كانت بالمناسبة ذات مردود منخفض جداً، ونسبة الفقد فيها تصل إلى 90 بالمئة)، ولكن الإطار الفيزيائي والرياضي لكيفية عمل هذه المحركات لم يكن مفهوماً بشكل جيد حتى أتى كارنو ليشرح أنه في أي منظومة لا يمكن إنتاج عملٍ مفيد إذا لم يحصل تبادل حراري بين منبعٍ حراري ساخن و مصرفٍ حراري بارد في دورة حرارية، عُرفت باسم دورة كارنو (Carnot cycle) ليضع المعادلات الرياضية الناظمة لعمل هذا المحرك، وليبرهن أن العمل المفيد الناتج عن هذا المحرك الحراري يتناسب طردياً مع الفرق في درجة الحرارة بين المنبع الساخن ولنسمها T_1 والمصرف البارد ولنسمها T_2 .

كان كارنو تلميذاً نبهاً وعلى درجة عالية من الذكاء، فقد دخل مدرسة البوليتكنيك الشهيرة في عمر 16 سنة وتخرج منها بعد دراسة الفيزياء والرياضيات على يد كبار العلماء مثل أمبير ولاغرانج وغي لوساك وبواسون وغيرهم.

ظهرت على يد كارنو فكرة مصونية الطاقة (energy conservation) للمرة الأولى، وإن لم يكن ذلك بالوضوح الكافي فيزيائياً أو رياضياً. وبعد وفاة



كتاب:

برّاد أينشتاين Einstein's Fridge

د. محمد علي حماده

يشرح الصحفي الشهير بول سين في كتابه الممتع والسلس بالعنوان الغريب "برّاد أينشتاين" تاريخ علم الترموديناميك (يسمى أحياناً بالميكانيكا الحرارية) منذ بداياته أوائل القرن التاسع عشر على يد العالم الفرنسي نيكولا ليونار سعدي كارنو (ليس هناك خطأ في الاسم، فقد اختار له والدُه السياسي

الأنتروبيّة تغدو ثابتة عند درجة حرارة الصفر المطلق أو صفر كالفين، وتساوي حوالي 273- درجة مئوية) يتابع الكتابُ بعدها وصفَ تطور الترموديناميك وارتباطه بباقي فروع الفيزياء ولا سيما فيزياء الجسيمات وفيزياء الكم، ويروي عن انجازات العالم الأسكتلندي جيمس ماكسويل في مجال الترموديناميك قبل انتقاله إلى مجال الكهرومغناطيسية واكتشافه لمعادلات ماكسويل الشهيرة.

ويقف المؤلف أيضاً عند محطة هامة من تاريخ الترموديناميك وارتباطه بنظرية المعلومات على يد المهندس والرياضي الأميركي كلود شانون، وكيف أن قياس كمية المعلومات كلوغاريتم لتابع الاحتمال مرتبطٌ بشكلٍ جذري مع مفهوم الأنتروبيّة في الترموديناميك

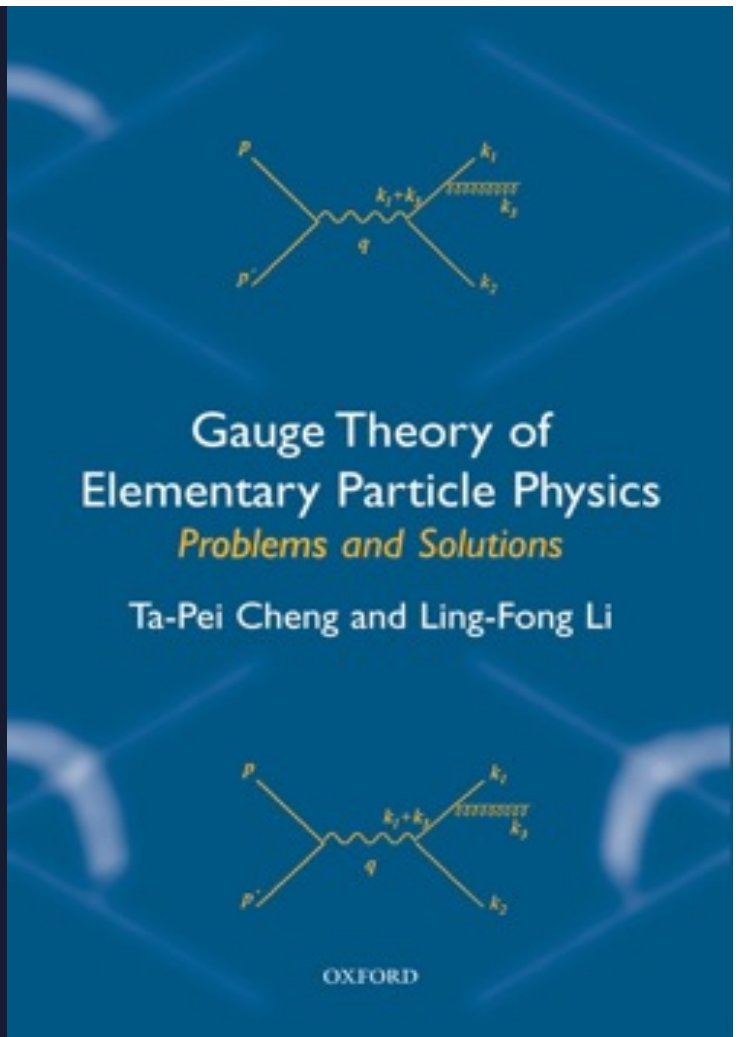
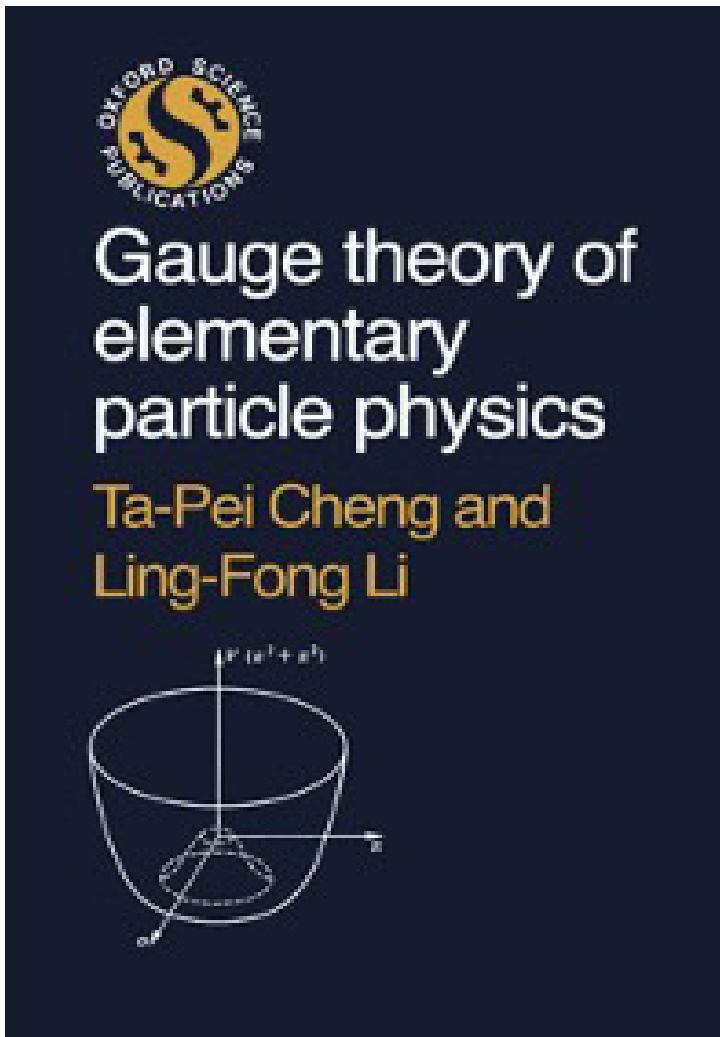
في الفصول الأخيرة يتحدث المؤلف عن إسهامات آينشتاين في مجال الترموديناميك والحركة البراونية، والتي لا يعرفها معظم الناس بسبب ارتباط شهرته بنظريّتي النسبية الخاصة والعامة اللتين غيرتا فهم العلم لمفاهيم الزمن والفضاء الثلاثي الأبعاد، قبل أن ينهي كتابه بالحديث عن ستيفن هوكينغ وموضوع أفق الحدث (event horizon) والذي يمكن تعريفه بأنه المنطقة الحدودية حوالي الثقب الأسود التي لا يستطيع الضوء تجاوزها والإفلات منها بسبب الجاذبية الهائلة في مركز الثقب الأسود.

عنوان الكتاب "براد آينشتاين" قد لا يكون مُوفّقاً بالنسبة لمحتويات الكتاب، ولكنه عنوان مثير يدفع القارئ لشراء الكتاب، فبراد آينشتاين لا يحتوي على لحم أو جبنّة أو مرتديلا ولكنه يروي بشكل ممتع وسهل تاريخ علم الترموديناميك على امتداد القرنين الماضيين.

كارنو المأساوية عن عمر 36 سنة (أصيب بأزمة نفسية دخل على إثرها المصحّة ليصاب هناك بالكوليرا ويموت بعدها) تابع أفكاره الفيزيائي الألماني كلاوس سيوس الذي وضح فكرة مصونيّة الطاقة مؤسساً للقانون الأول في الترموديناميك القائل بأن الطاقة لا تفتنى ولا تخلق من العدم، بمعنى أن كل ما نراه حولنا من نظم ميكانيكية وحرارية إنما تقوم بتحويل الطاقة من شكل إلى آخر، فالمحرك الكهربائي يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية والدينامو يحول الطاقة الحركية إلى كهربائية وهكذا

بعد كلاوس سيوس استلم العبقرى بولتزمان المشعل وأدخل مفاهيم الفيزياء الإحصائية (statistical physics) لدراسة الترموديناميك، حيث يمكن استنتاج الخواص العامة الماكروسكوبية لجسم ما عن طريق تطبيق قوانين الإحصاء والاحتمالات على الجزيئات الميكروسكوبية المُكوّنة لهذا الجسم، وكذلك وضع بولتزمان الصيغة الرياضية لمفهوم الأنتروبيّة (entropy) الغامض والهام في مجال الترموديناميك، والذي يمكن ربطه بكمية الفوضى في جملة ما ونزوعها نحو التجانس، فحين نضع الكريما في فنجان القهوة نجد أنها تنتشر وتتوزع بشكل متجانس مع القهوة ولا تبقى معزولة عنها لم تنل مقارنةً بولتزمان الإحصائية موافقةً معظم الفيزيائيين المعاصرين، وأثر ذلك على نفسيته، وفي النهاية أقدم على الانتحار خلال عطلة مع عائلته.

الأنتروبيّة هي أساس القانون الثاني للترموديناميك القائل بأنها تزداد بشكل مستمر في أية جملة فيزيائية (هناك نتيجة لهذا القانون تسمى أحياناً القانون الثالث للترموديناميك والتي تقول إن



كتاب:

النظرية المعيارية وفيزياء

الجسيمات الأولية (تا بي تشنج و لينج-فونج لي)

الأصلي، أما الكتاب الثاني فقد صدر بعد الأول باثني عشر عاماً ويتكون من مجموعة من المسائل والمواضيع الإضافية كان الغرض منها تدريب القارئ على حل المسائل وكذلك لتحديث الكتاب الأصلي وإضافة عدد من المواضيع الجديدة

يناسب هذا الكتاب طالب الدراسات العليا، المختص بفيزياء الجسيمات الأولية، والذي قد أتم دراسة مقدمة في منهج المجالات الكمية لمدة فصل دراسي على الأقل

يعرض الكتاب الأصلي في فصوله الثلاثة الأولى: مقدمة مُقْتَصِدَة عن المجالات الكمية، فهي ليست قصيرة أو طويلة لكنها كافية، بعدها يعرض طرق تنظيم اللانهائيات (regularization schemes) التي تظهر في الحسابات المختلفة للمجالات

يُعدّ كتاب تشنج ولي أحد المراجع التقليدية المهمة في مجال النظريات المعيارية (Gauge Theories)، المستخدمة في فيزياء الجسيمات الأولية، لما يحتويه من تنوع وتحديق في موضوعات نظرية المجالات الكميّة (quantum field theory) الشبّقة والخاصة بهذا الفرع من الفيزياء.

يتكون هذا الكتاب من مجلدين، أولهما الكتاب

الفصل الثاني عشر.

أما في الأربعة فصول الأخيرة فيعرض المؤلفان عددًا من الموضوعات المتقدمة التي أثرت في كثير من مجالات الفيزياء النظرية للجسيمات الأولية اليوم، مثل إمكانية وجود كتل لجسيمات النيوتريو، وكذلك يعرض نظريات التوحيد العظيمة التي تتنبأ بتوحيد جميع المجالات سابقة الذكر في زمرة واحدة مثل $SU(5)$ ، وتبعات تلك النظريات على عمر البروتون، وكذلك إمكانية وجود ظواهر مثل وحيد القطب المغناطيسي الذي تبأ به ديراك وأفكار السوليتون والإنستانتون التي قدّمت لنا طرقاً نظرية جديدة من أجل فهم نظريات المجالات المعيارية بشكل أفضل وبعيداً عن تقريبات نظرية الاضطرابات (Perturbation Theory) المحدودة

أما بالنسبة للجزء الثاني من الكتاب فبالإضافة لحل عدد كبير من المسائل الجيدة في هذا المجال، أضاف المؤلفان عددًا غير قليل من المواضيع الجديدة، ممّا جعل هذا الجزء جزءاً فُكِّلاً للأول من ناحية المفاهيم والمواضيع أيضاً من هذه المواضيع:

- العلاقات بين طرق تنظيم اللانهائيات المختلفة
- تطبيقات جديدة لطرق تكامل المسار
- النظرية النسبية كنظرية معيارية
- الموضّلة الفائقة كظاهرة هيگز
- نموذج سيجما اللاخطي
- استخدام طرق تكامل المسار في الشذوذات المحورية axial anomalies
- نظرية الزمر ونظريات التوحيد العظمى وغيرها من المواضيع المتقدمة والتي صارت مهمّة مؤخراً

الكمية، فيمهد بذلك لعملية إعادة التسوية (Renormalization) شديدة الأهمية، وكذلك يعرض موضوعات "معادلات زمر إعادة التسوية" (Renormalization Group Equations) أو كيف تعتمد الكميات الفيزيائية المُقاسة على الطاقة المستخدمة في قياس تفاعل الجسيمات ببعضها البعض.

تختص الفصول الأربع التالية بدراسة تأثير التماثل (أو التناظر symmetry) على خصائص الجسيمات الأولية مع دراسة بعض الزمر المهمة مثل $SU(3)$ ، $SU(2)$ وكذلك نموذج الكوارك وطبيعة التفاعلات النووية القوية وخصائصها.

في الفصول الثلاث التالية، الثامن والتاسع والعاشر، يعرض المؤلفان صياغات نظرية الكم للمجالات المعيارية تحديداً باستخدام طرق تكامل المسار (Path-Integral)، والتي تُعدّ من أهم الطرق لفهم الطبيعة الكمومية لجميع المجالات المعيارية. تُطبق هذه الحسابات على أهم ثلاث نظريات معيارية معروفة وهي الديناميكا الكهربائية الكمومية والديناميكا اللونية الكمومية (النظرية الكمومية للتفاعلات النووية القوية) وكذلك النموذج القياسي للتفاعلات الكهرومغناطيسية والضعيفة والقوية معاً، أو ما يعرف بنموذج جلاشو-سلام-واينبرج والذي صار النموذج الرئيس في فهمنا لفيزياء الجسيمات الأولية ككل.

يتطرق الكتاب في فصليّيه الحادي والثاني عشر لنموذج جلاشو-سلام-واينبرج بالتفصيل ويعرض تفاصيله، ثم يستنتج عددًا من التنبؤات التجريبية المُهمّة للنموذج، مثل وجود التيار المتعادل وكذلك جسيم الهيگز وجسيمات W, Z ، والتي يناقشها في