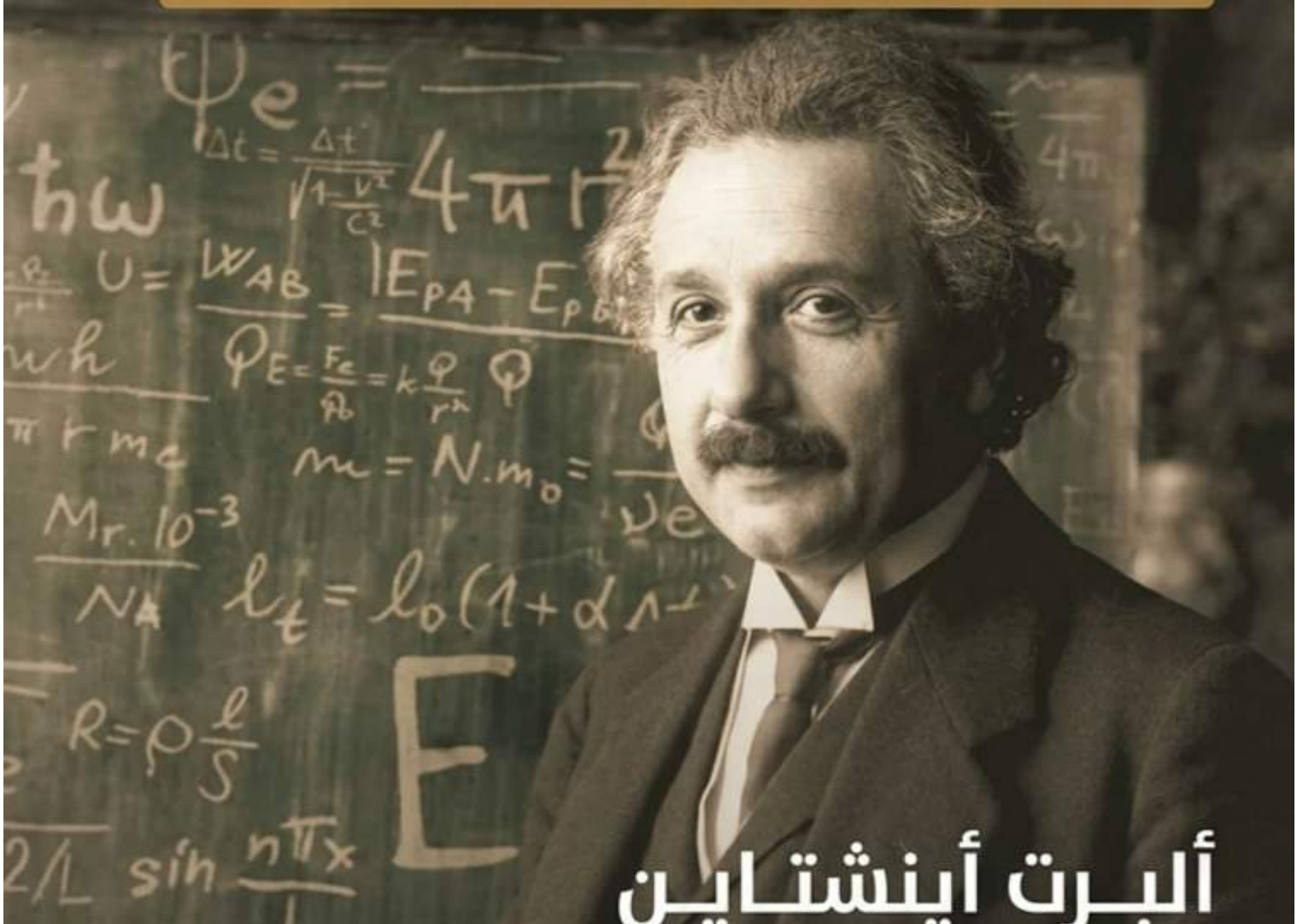
يعد كتاب نظرية الكذب لـ ألبرت أينشتاين الترجمة العربية الأولى



ألبـرت أينشتـايـن

Telegram:@mbooks90

# نظريـة الكـــذب

THE STORY OF EINSTEIN AND RELATIVITY

ترجمة: سلمى الشرقاوي

مسار

# مقدمة المُترجِمة

في مدينة "أولم" الألمانية، في الرابع عشر من مارس ١٨٧٩، وُلد طفلٌ غيّر العالَم بعبقريته الفذّة؛ ألبرت أينشتاين، واجه الفتى الكثير من الصعوبات في طفولته؛ فقد تأخر في النطق، ولم ينجذب إلى التعليم التقليدي، كان يرى العالم بطريقةٍ مختلفةٍ عن أقرانه، مُتأمِّلًا في أسرار الكون وناشدًا لفهم قوانينه المُعقدة.

لم تكن رحلته التعليمية سهلة؛ فقد واجه أيضًا صعوباتٍ في المدرسة الابتدائية، وفشل في امتحان القبول في المعهد التقني الفدرالي السويسري في "زيورخ"، لكن إصراره وإيمانه بقدراته لم يُهزما، فالتحق بالمدرسة الثانوية في "آراو"؛ حيث برز ذكاؤه وتفوقه في الرياضيات والفيزياء.

في عام ١٩٠٠، تخرج أينشتاين من المعهد التقني الفدرالي حاملًا دبلومةً في الفيزياء، واجه صعوبةً في العثور على وظيفة، فقبل أخيرًا وظيفةً كمُعلمٍ مساعدٍ في مكتب براءات الاختراع في "بِرن"، كان العمل في مكتب براءات الاختراع مُمِلًّا، لكنَّه أتاح لأينشتاين وقتًا للتفكير والتأمل، هناك بدأ يبلور أفكاره حول النسبية والكَمّ، تلك الأفكار التي هزَّت أركان الفيزياء وغيَّرت نظرتنا للكون.

وفي عام ١٩٠٥، نشر أينشتاين أربع أوراق علمية ثورية تُعرف باسم: "المخطوطات السحرية"، وضعت هذه الأوراق أسسًا جديدةً للفيزياء، وفَتحت أبوابًا جديدةً للبحث العلمي، منذ ذلك الحين واصل أينشتاين

Telegram:@mbooks90

رحلته العلمية المُذهلة، ونال شهرةً عالميةً بفضل نظرياته الثورية ومساهماته العلمية المُتميزة.

تُعتبر أفكارُه حول النسبية والكم من أهمِّ الإنجازات العلمية في القرن العشرين، ولا زال تأثيرها حاضرًا بقوةٍ في الفيزياء وعلم الكونيات، لم تكن عبقريته وليدة الصدفة أبدًا، بل نتاج لإصراره وإيمانه بقدراته، وفضوله المُتَّقِد ورغبته الجامحة في فهم أسرار الكون، إن قصة حياته تُلهمنا جميعًا لِتَحَدِّي الصعاب والسعي وراء أحلامنا؛ إيمانًا منًا بأن كل إنسانٍ يملك إمكانياتٍ هائلةً يمكنه تحقيقها من خلال المثابرة والإيمان.

والآن دعني أشرح لك عن النسبية، ما هي نظرية النسبية؟ هي نظريةٌ فيزيائيةٌ تَنقَسِمُ إلى قسمين: أولًا: النسبية الخاصة: تتناول قوانين الفيزياء في الأنظمة الحركية المُتَّسِقة، ثانيًا: النسبية العامة: تتناول قوانين الجاذبية وتأثيرها على الزمن والمكان.

**ما هي مبادئ نظرية النسبية؟**

إن القوانين الفيزيائية هي نفسها لجميع المراقِبين، بغض النظر عن حركتهم، وهذا ينقلنا إلى ثبات سرعة الضوء، وتعني: أن سرعة الضوء في الفراغ هي نفسها لجميع المراقبين، بغض النظر عن حركة مصدر الضوء أو حركة المراقب.

**انحناء الزمكان (الزمان والمكان):**

الجاذبية ليست قوةً، بل هي انحناءٌ في الزمكان بسبب وجود الكتلة. جميعنا نستخدم نظام تحديد المواقع GPS، ولكن هل تعلم أنه يعتمد في دقته على نظرية النسبية؟ يتكون النظام من شبكة من أربعة وعشرين قمرًا صناعيًا تدور حول الأرض، كل منها مزود بساعة ذرية دقيقة للغاية، تُرسل هذه الأقمار إشارات راديو إلى أجهزة الاستقبال على الأرض، مثل: الهواتف الذكية وأجهزة الملاحة، وتحتوي على معلومات حول موقعها الحالي والوقت الدقيق.

يعتمد تحديد موقع جهاز الاستقبال على قياس الوقت الذي تستغرقه إشارة الراديو من القمر الصناعي إلى الوصول إليه، ولكن هناك مشكلتان: الأولى: تحرك الأقمار الصناعية بسرعة كبيرة، مما يؤدي إلى تمدد الوقت وفقًا لنظرية النسبية الخاصة، الثانية: تتعرض الأقمار الصناعية أيضًا لمجال جاذبية الأرض، مما يؤدي إلى انحراف الوقت وفقًا لنظرية النسبية العامة.

إذا لم يتم أخذ هذين التأثيرين في الاعتبار، فإن دقة نظام تحديد المواقع ستكون سيئة للغاية، لذلك تُستخدم نظرية النسبية لتصحيح إشارات الساعة من الأقمار الصناعية، مما يضمن أن أجهزة الاستقبال على الأرض يمكنها حساب موقعها بدقة، وبشكل أكثر تفصيلًا؛ نحن نعلم أن النظرية النسبية الخاصة تتنبأ بأن الوقت يمر بشكل أبطأ للأشياء التي تتحرك بسرعة كبيرة، لذلك يجب تصحيح الوقت على الساعات الذرية على الأقمار الصناعية لتكون متزامنة مع الوقت على الأرض.

أما النظرية النسبية العامة تتنبأ بأن الوقت يمر بشكل أبطأ في الأماكن ذات الجاذبية القوية، لذلك يجب تصحيح الوقت على الساعات الذرية على الأقمار الصناعية لتكون متزامنة مع الوقت على الأرض، حيث تكون الجاذبية أضعف. وُجد أن عدم تصحيح تأثيرات النسبية يؤدي إلى أخطاء في تحديد الموقع تصل إلى عشرة كيلومترات في اليوم، لذلك فإن نظرية النسبية ضرورية لضمان دقة نظام تحديد المواقع.

يتحدث هذا الكتاب باستفاضة عن شرح مفصل للنظرية النسبية ومساهمتها في تطوير الكثير من العلوم الحديثة مثل: الطاقة النووية وعلم الفلك.

# 1

# المعنى الفيزيائي للمُسلّمات الهندسية:

يتعرّف معظم مَن يقرأ هذا الكتاب على البناء النبيل للهندسة الإقليدية، وتتذكرون -ربما باحترام يفوق الحب- البنية الرائعة التي طاردكم فيها مدرسون لديهم ضمير لساعات لا تُحصى على درجها الشاهق، وبناءً على تجربتكم السابقة ستحتقرون بلا شك كلَّ مَن يجرؤ على اعتبار حتى أبعد مُبَرهَنَةٍ في هذا العلم غير صحيحة، ولكن ربما يزول عنكم هذا الشعور باليقين الفخور على الفور إذا سألَكم أحدهم: "إذن، ماذا تقصدون بعبارة صحة هذه المُسلّمات؟" دعونا نتأمل في هذا السؤال قليلًا.

تنطلق الهندسة من تصورات معينة مثل: "المستوى" و"النقطة" و"الخط المستقيم"، والتي نستطيع ربط أفكار محددة إلى حد ما بها، ومن مُسلّمات بسيطة (بديهيات) نميل إلى قبولها على أنها "صحيحة" بسبب هذه الأفكار، ثم بناءً على عملية منطقية نشعر بأنفسنا مجبَرين على قبول صحتها، يتم إثبات جميع المُسلّمات المتبقية انطلاقًا من تلك البديهيات، إذن يصبح المُسلّم صحيحًا "حقيقيًا" عندما يُستمد بالطريقة المعترف بها من البديهيات، وبالتالي، يُختزل مسألة "صحة" كل مُسلّمة هندسية على حدة إلى مسألة "صحة" البديهيات.

والآن، من المعروف منذ فترة طويلة أن السؤال الأخير ليس فقط غير قابل للإجابة بطرق الهندسة، بل إنه في حد ذاته لا معنى له على

الإطلاق، لا يسعنا أن نسأل عما إذا كان صحيحًا أن يمر خط مستقيم واحد فقط عبر نقطتين، كل ما يمكننا قوله هو: إن الهندسة الإقليدية تتعامل مع أشياء تسمى "خطوطًا مستقيمةً"، يُنسب إلى كل منها خاصية تحديدها بشكل فريد من خلال نقطتين تقعان عليها، لا يتوافق مفهوم "الصحة" مع مُسلَّمات الهندسة البحتة؛ لأننا اعتدنا في النهاية على تحديد معنى كلمة "صحيح" على أنه التوافق مع كائن "حقيقي"؛ ومع ذلك، لا تهتم الهندسة بعلاقة الأفكار التي تنطوي عليها بأشياء التجربة، بل فقط بالاتصال المنطقي لهذه الأفكار فيما بينها.

**المقترحات الهندسية:**

ليس من الصعب فَهْمُ سببِ شعورنا بالإكراه على تسمية قضايا الهندسة بأنها "حقيقة مطلقة"، على الرغم من ذلك تتوافق الأفكار الهندسية مع أشياء دقيقة أو أقل دقة في الطبيعة، وهذه الأخيرة هي بلا شك السبب الوحيد لتكوين تلك الأفكار، يجب على الهندسة أن تمتنع عن مثل هذا المسار، من أجل إعطاء بنيتها أكبر قدر ممكن من الوحدة المنطقية؛ على سبيل المثال: إن ممارسة رؤية "مسافة" بين وضعين مميَّزين على جسم صلب عمليًا هو أمر مترسخ بعمق في عادة تفكيرنا، اعتدنا أيضًا على اعتبار ثلاث نقاط تقع على خط مستقيم، إذا كان من الممكن جعل مواضعها الظاهرة تتطابق مع الرؤية بعين واحدة تحت اختيار مناسب لمكان مراقبتنا.إذا قمنا الآن، وفقًا لعادتنا في التفكير، باستكمال قضايا (الهندسة الإقليدية)(1) بالمقولة الوحيدة التي تقول: إن نقطتين على جسم صلب عملي دائمًا ما تتوافقان مع

نفس المسافة (فترة الخط)، بغض النظر عن أي تغييرات في الموقع قد نخضع لها الجسم، فإن قضايا الهندسة الإقليدية تحل نفسها بعد ذلك إلى قضايا حول الموضع النسبي المحتمل للأجسام الصلبة عمليًا، بعد معالجة الهندسة بهذه الطريقة، يمكن عندئذٍ اعتبارها فرعًا من الفيزياء.

يصبح بإمكاننا الآن أن نتساءل بشكل مشروع عن "صحة" المقترحات الهندسية المُفسرة بهذه الطريقة، حيث يحق لنا أن نتساءل عما إذا كانت هذه المقترحات تنطبق على تلك الأشياء الحقيقية التي ربطناها بالأفكار الهندسية؛ بعبارات أقل دقة، يمكننا التعبير عن هذا بأن "صحة" المقترح الهندسي بهذا المعنى نفهم صلاحيته للإنشاء باستخدام المسطرة والفرجار.

بالطبع، فإن يقين "صحة" المقترحات الهندسية بهذا المعنى يعتمد حصريًا على تجربة غير مكتملة إلى حد ما، في الوقت الحالي سنفترض "صحة" المقترحات الهندسية، ثم في مرحلة لاحقة (في النظرية النسبية العامة) سنرى أن هذه "الحقيقة" محدودة، وسنتناول مدى هذا القيد.

**نظام الإحداثيات:**

بناءً على التفسير الفيزيائي للمسافة المشار إليه سابقًا، أصبحنا الآن قادرين أيضًا على تحديد المسافة بين نقطتين على جسم صلب عن طريق القياسات، لهذا الغرض نحن بحاجة إلى "مسافة" (س) يتم

استخدامها مرة واحدة وإلى الأبد، والتي نستخدمها كوحدة قياس أساسية.

الآن، إذا كانت أ و ب نقطتين على جسم صلب، فيمكننا رسم الخط الذي يوصلهما وفقًا لقواعد الهندسة، بعد ذلك انطلاقًا من أ يمكننا تحديد المسافة س مرارًا وتكرارًا حتى نصل إلى ب، يمثل عدد هذه العمليات المطلوبة القياس العددي للمسافة أ ب، هذا هو أساس كل قياس للطول.

يعتمد كل وصف لمشهد حدث أو لموقع جسم في الفضاء على تحديد النقطة على جسم صلب (جسم مرجعي) الذي يتطابق معه ذلك الحدث أو الجسم، ينطبق هذا ليس فقط على الوصف العلمي، ولكن أيضًا على الحياة اليومية؛ إذا قمت بتحليل تحديد المكان "ميدان ترافالغار ، لندن"، فسوف توصلني إلى النتيجة التالية: الأرض هي الجسم الصلب الذي يشير إليه تحديد المكان؛ "ميدان ترافالغار، لندن" هي نقطة محددة جيدًا، تم تسميتها، والتي يتطابق معها الحدث في الفضاء.

هذه الطريقة البدائية لتحديد المكان تتعامل فقط مع الأماكن على سطح الأجسام الصلبة، وتعتمد على وجود نقاط على هذا السطح يمكن تمييزها عن بعضها البعض، ولكن يمكننا تحرير أنفسنا من هذين القيدين دون تغيير طبيعة تحديدنا للموضع؛ على سبيل المثال: إذا كانت سحابة تحوم فوق ميدان ترافالغار، فيمكننا تحديد موقعها بالنسبة إلى سطح الأرض عن طريق إقامة عمود بشكل عمودي على

الميدان، بحيث يصل إلى السحابة، يوفر لنا طول العمود الذي تم قياسه باستخدام قضيب القياس القياسي، إلى جانب تحديد موقع قاعدة العمود، تحديدًا كاملًا للمكان.

بناءً على هذا المثال، نحن قادرون على رؤية الطريقة التي تم بها تطوير تحسين لمفهوم الموقع:

(أ) نتخيل الجسم الصلب، الذي يتم إليه تحديد المكان، مُكملًا بطريقة تصل إليها المسافة المطلوبة للوصول إلى الجسم الذي نحتاج تحديد موقعه.

(ب) عند تحديد موقع الجسم نستخدم رقمًا (هنا طول العمود المقاس بقضيب القياس) بدلًا من نقاط مرجعية محددة.

(ج) نتحدث عن ارتفاع السحابة حتى لو لم يتم نصب العمود الذي يصل إلى السحابة من خلال الملاحظات البصرية للسحابة من مواقع مختلفة على الأرض، مع الأخذ في الاعتبار خصائص انتشار الضوء، نحدد طول العمود الذي نحتاجه للوصول إلى السحابة.

من هذا الاستنتاج نرى أنه سيكون من المفيد، عند وصف الموقع، أن نتمكن من خلال القياسات الرقمية من تحرير أنفسنا من الاعتماد على وجود مواقع مميزة (لها أسماء) على الجسم الصلب المرجعي، في فيزياء القياس، يتحقق ذلك من خلال تطبيق نظام (الإحداثيات الديكارتية)(2)يتكون هذا النظام من ثلاثة سطوح مستوية متعامدة مع بعضها البعض متصلة بشكل صلب بجسم صلب، بالإشارة إلى نظام

إحداثيات سيتم تحديد مشهد أي حدث (في معظمه) من خلال تحديد أطوال الأعمدة الثلاثة، أو إحداثيات (أ، ب، ج) التي يمكن إسقاطها من مشهد الحدث إلى تلك الأسطح المستوية الثلاثة، يمكن تحديد أطوال هذه الأعمدة الثلاثة من خلال سلسلة من التلاعبات باستخدام قضبان القياس الصلبة التي يتم إجراؤها وفقًا للقواعد والأساليب التي وضعتها الهندسة الإقليدية.

في التطبيق العملي، عادة لا تتوفر الأسطح الصلبة التي تشكل نظام الإحداثيات، علاوة على ذلك لا يتم تحديد قيم الإحداثيات فعليًا بواسطة إنشاءات بقضبان صلبة، ولكن بطرق غير مباشرة، لكي تحافظ نتائج الفيزياء وعلم الفلك على وضوحهما يجب دائمًا البحث عن المعنى الفيزيائي لتحديدات الموقع وفقًا للاعتبارات المذكورة أعلاه، وهكذا نحصل على النتيجة التالية: يتضمن كل وصف للأحداث في الفضاء استخدام جسم صلب يجب أن تُنسب إليه مثل هذه الأحداث.

تفترض العلاقة الناتجة أن قوانين الهندسة الإقليدية تنطبق على "المسافات"، حيث يتم تمثيل "المسافة" فيزيائيًا بوسيلة اتفاقية لعلامتين على جسم صلب.

# 2

# المكان والزمان في الميكانيكا الكلاسيكية:

الغرض من الميكانيكا هو وصف كيفية تغير الأجسام لموقعها في الفضاء بمرور الوقت، ولكن، لو ضغث أهداف الميكانيكا بهذه الطريقة دون تفكير جِدّي وتفسيرات مفصّلة، فسأكون قد ارتكبت ذنوبًا جسيمة بحق روح الوضوح، دعونا نكشف عن هذه الأخطاء.

أولًا، ليس من الواضح ما المقصود هنا بـ "الموقع" و "الفضاء"، افتراضًا، أنا أقف على نافذة عربة قطار تتحرك بسرعة منتظمة، وألقي حجرًا على السكة الحديدية دون أن أرميه، بعد ذلك، وبتجاهل تأثير مقاومة الهواء، أرى الحجر ينزل في خط مستقيم، أما الماشي الذي يراقب هذا الفعل من الرصيف يلاحظ أن الحجر يسقط على الأرض في منحنى مكافئ، السؤال الآن: هل "مواقع" الحجر التي تحرك خلالها تقع "في الواقع" على خط مستقيم أم على قطع مكافئ؟

علاوة على ذلك، ماذا يُقصد بحركة "في الفضاء"؟ بناءً على اعتبارات القسم السابق، فإن الإجابة واضحة بذاتها، أولًا، نتجنب تمامًا كلمة "الفضاء" الغامضة، والتي يجب أن نعترف بصراحة أننا لا نستطيع تكوين أدنى فكرة عنها، ونستبدلها بـ "الحركة بالنسبة إلى جسم مرجعي ثابت نسبيًا".

لقد تم تعريف المواقع النسبية بالنسبة إلى جسم المرجع (عربة القطار أو السكة الحديدية) بالتفصيل في القسم السابق، وإذا استبدلنا

"جسم مرجعي" بـ "نظام إحداثيات"، وهي فكرة مفيدة للوصف الرياضي، يمكننا القول: يقطع الحجر خطًا مستقيمًا بالنسبة إلى نظام إحداثيات مرتبط بعربة القطار بشكل ثابت، ولكنه بالنسبة إلى نظام إحداثيات مرتبط بالأرض (السكة الحديدية) يوصف بأنه قطع مكافئ، ومن خلال هذا المثال يتضح جليًا أنه لا يوجد مسار مستقل بذاته، وإنما يوجد فقط مسار نسبي لجسم مرجعي معين، وما يجب أن نعترف به بصدق أنه لا يمكننا تكوين أدنى تصور عنها، لذلك نستبدلها بـ "الحركة النسبية بالنسبة إلى جسم مرجعي صلب عمليًا". من خلال هذا المثال، يتضح جليًا أنه لا يوجد مسار مستقل بذاته (حرفيًا: منحنى مسار)، وإنما يوجد فقط مسار نسبي لجسم مرجعي معين.

لتوصيف كامل للحركة يجب أن نحدد كيف يغير الجسم موقعه بمرور الوقت، بمعنى آخر: بالنسبة لكل نقطة على المسار يجب تحديد الوقت الذي يتواجد فيه الجسم هناك، يجب استكمال هذه البيانات بتعريف للزمن بحيث، وبحكم هذا التعريف، يمكن اعتبار قيم الزمن هذه كميات (نتائج قياسات) قابلة للملاحظة.

بناءً على مبادئ الميكانيكا الكلاسيكية، يمكننا تلبية هذا الشرط لتوضيحنا بالطريقة التالية: نتخيل ساعتين متطابقتين تمامًا؛ يحمل الرجل الموجود على نافذة عربة القطار إحداهما، بينما يحمل الرجل الموجود على الرصيف الأخرى. يحدد كل مراقب الموقع الذي يحتله الحجر على جسمه المرجعي الخاص مع كل دقة في الساعة التي يحملها بيده، في هذا السياق، لم نأخذ بعين الاعتبار عدم الدقة الناجم

عن محدودية سرعة انتشار الضوء، سيتعين علينا التعامل مع هذه النقطة وصعوبة أخرى سائدة هنا بالتفصيل لاحقًا.

# 3

# نظام الإحداثيات الجليلي

كما هو معروف جيدًا، يمكن صياغة القانون الأساسي لميكانيكا جاليليو-نيوتن، والذي يُعرف بقانون القصور الذاتي، على النحو التالي: يستمر أي جسم يبعد بدرجة كافية عن الأجسام الأخرى في حالة سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم، لا يخبرنا هذا القانون فقط عن حركة الأجسام، بل يشير أيضًا إلى الأجسام المرجعية أو أنظمة الإحداثيات المسموح بها في الميكانيكا، والتي يمكن استخدامها في الوصف الميكانيكي.

النجوم الثابتة المرئية هي أجسام ينطبق عليها قانون القصور الذاتي بالتأكيد بدرجة عالية من التقريب، الآن إذا استخدمنا نظام إحداثيات مرتبط بالأرض بشكل ثابت، فعندئذٍ بالنسبة إلى هذا النظام يصف كل نجم ثابت دائرة ذات نصف قطر هائل خلال يوم فلكي، وهي نتيجة تتعارض مع بيان قانون القصور الذاتي، لذلك إذا التزمنا بهذا القانون فيجب أن نشير بهذه الحركات فقط إلى أنظمة الإحداثيات التي بالنسبة إليها لا تتحرك النجوم الثابتة في دائرة.

يُطلق على نظام الإحداثيات الذي تكون فيه حالة الحركة بحيث ينطبق قانون القصور الذاتي عليه اسم "نظام إحداثيات جاليلي"، لا يمكن اعتبار قوانين ميكانيكا جاليليو-نيوتن صالحة إلا بالنسبة لنظام إحداثيات جاليلي.

# 4

# مبدأ النسبية (بالمعنى المحدود)

لتوضيح الأمر بأكبر قدر ممكن من الدقة، دعونا نعود إلى مثال عربة القطار التي يُفترض أنها تتحرك بشكل موحَّد، نسمي حركتها "الإزاحة المنتظمة" (منتظمة؛ لأنها ذات سرعة واتجاه ثابتين، "إزاحة"؛ لأن العربة تغير موقعها بالنسبة إلى السد الترابي ولكنها لا تدور أثناء ذلك)، دعونا نتخيل غرابًا يحلق في الهواء بطريقة تجعل حركته، كما يُشاهد من السد الترابي، منتظمة وفي خط مستقيم، إذا لاحظنا الغراب الطائر من عربة القطار المتحركة فسنجد أن حركة الغراب ستكون ذات سرعة واتجاه مختلفين، لكنها ستظل منتظمة وفي خط مستقيم، ويمكن التعبير عن ذلك بطريقة مجردة على النحو التالي: إذا كانت كتلة (ك) تتحرك بشكل موحد في خط مستقيم بالنسبة إلى نظام إحداثيات (ج) فإنها ستتحرك أيضًا بشكل موحد وفي خط مستقيم بالنسبة إلى نظام إحداثيات ثانٍ (ج)، بشرط أن يكون الأخير ينفذ حركة انتقالية منتظمة بالنسبة إلى (ج).

وفقًا للمناقشة الواردة في القسم السابق، يُستنتج ما يلي: إذا كان (ج) هو نظام إحداثيات جليلي فإنَّ كل نظام إحداثيات آخر (ج) هو نظام جليلي أيضًا عندما يكون (ج) في حالة حركة انتقالية منتظمة، بالنسبة إلى (ج) تظل القوانين الميكانيكية لجاليلي-نيوتن صالحةً تمامًا كما هي بالنسبة إلى (ج).

نتخذ خطوة إلى الأمام في تعميمنا عندما نعبر عن المبدأ على هذا النحو: إذا كان (ج¹) بالنسبة إلى (ج) نظام إحداثيات متحرك بشكل موحد وخالٍ من الدوران، فإن الظواهر الطبيعية تسير وفقًا لنفس القوانين العامة تمامًا بالنسبة إلى (ج¹) كما بالنسبة إلى (ج)، تسمى هذه العبارة بمبدأ النسبية (بالمفهوم المقيد).

طالما كان هناك اعتقاد بأن الميكانيكا الكلاسيكية قادرة على تمثيل جميع الظواهر الطبيعية، لم يكن هناك داعٍ للشك في صحة مبدأ النسبية هذا، ولكن في ضوء التطور الحديث للديناميكا الكهربائية والبصريات، أصبح من الواضح بشكل متزايد أن الميكانيكا الكلاسيكية توفر أساسًا غير كافٍ للوصف الفيزيائي لجميع الظواهر الطبيعية، عند هذه النقطة أصبح السؤال حول صحة مبدأ النسبية جاهزًا للنقاش، ولم يبدُ أنه من المستحيل أن تكون الإجابة على هذا السؤال سلبية.

ومع ذلك، هناك حقيقتان عامتان تتحدثان في البداية بشكل كبير لصالح صحة مبدأ النسبية، على الرغم من أن الميكانيكا الكلاسيكية لا توفر لنا أساسًا واسعًا بما فيه الكفاية للعرض النظري لجميع الظواهر الفيزيائية، إلا أنه يجب أن نمنحها قدرًا كبيرًا من "الحقيقة"؛ لأنها تزودنا بحركات الأجرام السماوية الفعلية بدقة تفصيلية تقل قليلًا عن كونها رائعة، لذلك يجب أن ينطبق مبدأ النسبية بدقة كبيرة في مجال الميكانيكا، ولكن من غير المحتمل أن يصدق مبدأ عام كهذا بهذه الدقة في مجال واحد من الظواهر، ومع ذلك يصبح غير صالح لمجال آخر.

ننتقل الآن إلى الحُجة الثانية، والتي سنعود إليها لاحقًا أيضًا، إذا

لم يصح مبدأ النسبية (بالمفهوم الضيق)، فإن أنظمة الإحداثيات الجليلية ج، ج²، ج³...إلخ، التي تتحرك بشكل موحد بالنسبة لبعضها البعض، لن تكون متكافئة لوصف الظواهر الطبيعية، في هذه الحالة يجب أن نقتنع بأن القوانين الطبيعية يمكن صياغتها بطريقة بسيطة للغاية، وبالطبع فقط بشرط أن نختار من بين جميع أنظمة الإحداثيات الجليلية الممكنة، نظامًا واحدًا (ج أ) لحالة حركة معينة كنظام مرجعي لنا. ثم يكون من حيث المبدأ مبررًا لنا (بسبب مزاياه في وصف الظواهر الطبيعية) أن نسمي هذا النظام "براحة تامة"، وجميع أنظمة جاليلي الأخرى ج "في حركة"؛ على سبيل المثال: إذا كان سادنا هو النظام ج أ، فإن عربة القطار ستكون النظام ج، والذي ستسود فيه قوانين أقل بساطة من حيث ج أ. يرجع هذا الانخفاض في البساطة إلى حقيقة أن العربة ج ستكون متحركة (؛أي "حقيقية") بالنسبة إلى ج أ.

في القوانين العامة للطبيعة التي تم صياغتها بالإشارة إلى ج، يجب أن تلعب كمية واتجاه سرعة العربة دورًا بالضرورة؛ على سبيل المثال: نتوقع أن تكون النغمة التي يصدرها أنبوب أرغن ذو محور موازٍ لاتجاه السفر مختلفة عن تلك التي تنبعث إذا تم وضع محور الأنبوب بشكل عمودي على هذا الاتجاه.

وبسبب تحرك الأرض في مدار حول الشمس فإنها تقارن بعربة قطار تسافر بسرعة تقارب ٣٠ كيلومترًا في الثانية، لذلك إذا لم يكن مبدأ النسبية صحيحًا، فيجب أن نتوقع أن يتدخل اتجاه حركة الأرض

في أي لحظة في قوانين الطبيعة، وأن تعتمد الأنظمة الفيزيائية في سلوكها على التوجه في الفضاء بالنسبة إلى الأرض؛ وذلك لأنه بسبب التغيير في اتجاه سرعة دوران الأرض خلال عام، لا يمكن أن تكون الأرض ساكنة بالنسبة للنظام الفرضي ج أ على مدار العام بأكمله، ومع ذلك، لم تكشف أبدًا أشد عمليَّات الرصد دقة عن مثل: هذه الخصائص الأنيزوتروبية في الفضاء الفيزيائي الأرضي؛ أي عدم تكافؤ اتجاهات مختلفة فيزيائيًا، وهذه حجة قوية جدًّا لصالح مبدأ النسبية.

# 5

# مُبَرهَنَة جمع السرعات في الميكانيكا الكلاسيكية

دعونا نفترض أن عربة القطار القديمة صديقتنا تتحرك على طول القضبان بسرعة ثابتة ف، وأن رجلًا يجتاز طول العربة في اتجاه السفر بسرعة ع، بأي سرعة، أو بعبارة أخرى: بأي سرعة ع يتقدم الرجل بالنسبة للسكة الترابية أثناء العملية؟

يبدو أن الإجابة الوحيدة المحتملة ناتجة عن الاعتبار التالي: إذا وقف الرجل ساكنًا لمدة ثانية، فسوف يتقدم بالنسبة إلى السكة الترابية لمسافة ف تساوي عدديًا سرعة العربة، كنتيجة لمَشيِهِ، يقطع مسافة إضافية س بالنسبة إلى العربة، وبالتالي أيضًا بالنسبة إلى السكة الترابية، في هذه الثانية، حيث تكون المسافة (س) مساوية عدديًا للسرعة التي يمشي بها، وبالتالي فإنه يقطع المسافة ف + س = ع بالنسبة إلى السكة الترابية في الثانية التي يتم اعتبارها.

سنرى لاحقًا أن هذه النتيجة، التي تعبر عن مُبَرهَنَة جمع السرعات المستخدمة في الميكانيكا الكلاسيكية، لا يمكن الحفاظ عليها؛ بعبارة أخرى: القانون الذي كتبناه للتو لا ينطبق على الواقع، ومع ذلك، في الوقت الحالي، سنفترض صحته.

# 6

# التناقض الظاهري بين قانون انتشار الضوء ومبدأ النسبية

لا يوجد قانون في الفيزياء أبسط على الأرجح من القانون الذي ينتشر بموجبه الضوء في الفضاء الفارغ، يعلم كل طفل في المدرسة، أو يعتقد أنه يعلم، أن هذا الانتشار يحدث في خطوط مستقيمة بسرعة تساوي ٣٠٠,٠٠٠ كم/ ثانية، على أي حال، نحن نعلم بدقة تامة أن هذه السرعة هي نفسها لجميع الألوان؛ لأنه إذا لم يكن الأمر كذلك، فلن يتم ملاحظة الحد الأدنى للانبعاث في وقت واحد لألوان مختلفة أثناء كسوف نجم ثابت بواسطة جاره المظلم، وباستخدام اعتبارات مماثلة تستند إلى ملاحظات النجوم الثنائية، فقد تمكن عالم الفلك الهولندي دي سيتر أيضًا من إظهار أن سرعة انتشار الضوء لا يمكن أن تعتمد على سرعة حركة الجسم الذي يصدر الضوء. إن افتراض أن سرعة الانتشار هذه تعتمد على الاتجاه "في الفضاء" أمر غير محتمل في حد ذاته.

باختصار، دعونا نفترض أن القانون البسيط لثبات سرعة الضوء (في الفراغ) يعتقد به الطفل في المدرسة بشكل مبرر، مَنْ يتخيل أن هذا القانون البسيط قد أغرق عالم الفيزياء المدروس بجدية في أعظم الصعوبات الفكرية؟ دعونا نفكر في كيفية نشوء هذه الصعوبات.

بالطبع يجب أن نشير إلى عملية انتشار الضوء (وكل عملية أخرى

في الواقع) إلى جسم مرجعي ثابت (نظام إحداثيات)، لِنَختَز جسرنا مرة أخرى كنظام من هذا القبيل، سنتخيل إزالة الهواء فوقه، إذا تم إرسال شعاع ضوء على طول الجسر، نرى مما سبق أن طرف الشعاع سينتقل بسرعة (س) بالنسبة للجسر، لنفترض الآن أن عربة القطار تسير مرة أخرى على طول خطوط السكة الحديدية بسرعة (ع)، وأن اتجاهها هو نفس اتجاه شعاع الضوء، ولكن سرعتها بالطبع أقل بكثير، دعونا نسأل عن سرعة انتشار شعاع الضوء بالنسبة للعربة، من الواضح أنه يمكننا هنا تطبيق اعتبارات القسم السابق، حيث يلعب شعاع الضوء دور الرجل الذي يسير بالنسبة للعربة، يتم استبدال سرعة الرجل بالنسبة للجسر بسرعة الضوء بالنسبة للجسر، (و) هي السرعة المطلوبة للضوء بالنسبة للعربة، ولدينا: سرعة العربة – سرعة الضوء في الفراغ = سرعة الضوء بالنسبة للعربة.

بناءً على هذه الاعتبارات، تظهر سرعة انتشار شعاع الضوء بالنسبة للعربة أصغر من سرعة العربة، لكن هذه النتيجة تتعارض مع مبدأ النسبية المنصوص عليه في القسم الخامس؛ لأنه مثل أي قانون عام آخر للطبيعة، يجب أن يكون قانون انتقال الضوء في الفراغ، وفقًا لمبدأ النسبية، هو نفسه بالنسبة لعربة السكة الحديد كجسم مرجعي كما هو الحال بالنسبة لقضبان السكة الحديدية، ولكن، بناءً على اعتباراتنا أعلاه، يبدو أن هذا مستحيل إذا تم نشر كل شعاع ضوء بالنسبة للجسر بسرعة العربة، فبسبب هذا السبب يبدو أنه يجب بالضرورة أن يسري قانون آخر لانتشار الضوء بالنسبة للعربة وهي نتيجة تتعارض مع مبدأ النسبية.

في ضوء هذه المعضلة، لا يبدو أنه يوجد شيء آخر سوى التخلي عن مبدأ النسبية أو القانون البسيط لانتشار الضوء في الفراغ، مَنْ منكم تابَعَ باهتمام المناقشة السابقة؟ يكاد يكون من المؤكد أن تتوقعوا أن نحتفظ بمبدأ النسبية، الذي يجذب العقل بشكل مقنع؛ لأنه طبيعي وبسيط للغاية. ثم يجب استبدال قانون انتشار الضوء في الفراغ بقانون أكثر تعقيدًا يتوافق مع مبدأ النسبية، ومع ذلك، يوضح تطور الفيزياء النظرية أنه لا يمكننا اتباع هذا المسار.

تُظهر التحقيقات النظرية الرائدة التي أجراها العالم (لورنتز) حول الظواهر الكهروديناميكية والبصرية المرتبطة بالأجسام المتحركة أن الخبرة في هذا المجال تقود بشكل قاطع إلى نظرية للظواهر الكهرومغناطيسية، والتي يُعَدُّ قانون ثبات سرعة الضوء في الفراغ نتيجة ضرورية لها، لذلك كان علماء الفيزياء النظرية البارزون أكثر ميلًا إلى رفض مبدأ النسبية، على الرغم من عدم العثور على أي بيانات تجريبية تتعارض مع هذا المبدأ.

في هذه المرحلة، دخلت نظرية النسبية الساحة؛ نتيجة لتحليل المفاهيم الفيزيائية للزمان والمكان، أصبح من الواضح أنه في الواقع لا يوجد أي تعارض على الإطلاق بين مبدأ النسبية وقانون انتشار الضوء، وأنه من خلال التمسك بهذين القانونين بشكل منهجي يمكن الوصول إلى نظرية منطقية صارمة. تسمى هذه النظرية بالنظرية الخاصة للنسبية لتمييزها عن النظرية الموسعة التي سنتعامل معها لاحقًا. في الصفحات التالية، سنقدم الأفكار الأساسية للنظرية النسبية

الخاصة.

# 7

# فكرة الزمن في الفيزياء

لقد ضرب البرق قضبان السكة الحديدية على جسر خط السكة الحديد لدينا في مكانين بعيدين تمامًا عن بعضهما البعض، إسمَاهُمَا أ و ب، وأنا أضيف التأكيد على أن هاتين الومضتين من البرق حَدَثَتا في وقت واحد، إذا سألتك الآن عما إذا كان هناك معنى في هذا البيان، فستجيب على سؤالي بـ "نعم" حتمية، ولكن إذا تقدمت إليك الآن بطلب شرح معنى البيان بشكل أكثر دقة، فستجد بعد بعض التفكير أن إجابة هذا السؤال ليست سهلة كما يبدو للوهلة الأولى.

بعد مرور بعض الوقت، ربما يتبادر إلى ذهنك الإجابة التالية: "إن مغزى البيان واضح في حد ذاته ولا يحتاج إلى تفسير بالطبع سيتطلب الأمر بعض التفكير إذا تم تكليفي بتحديد ما إذا كانت الأحداث وقعت فعليًا في نفس الوقت أم لا عن طريق الملاحظات"، لا يمكنني الرضا بهذه الإجابة للسبب التالي، لنفترض أنه نتيجة لتفكير مبتكر، اكتشف عالم أرصاد جوية ماهر أن البرق يجب أن يضرب دائمًا المكانين أ و ب في وقت واحد، إذن يجب أن نواجه مهمة اختبار ما إذا كانت هذه النتيجة النظرية تتفق مع الواقع أم لا.

نواجه نفس الصعوبة مع جميع البيانات الفيزيائية التي يلعب فيها مفهوم "التزامن" دورًا، لا يوجد هذا المفهوم بالنسبة للفيزيائي حتى تتوفر له إمكانية اكتشاف ما إذا كان يتحقق في حالة فعلية أم لا،

لذلك نحن نحتاج إلى تعريف للتماثل بحيث يزودنا هذا التعريف بالطريقة التي يمكنه من خلالها، في الحالة الحالية، أن يقرر عن طريق التجربة ما إذا كانت صاعقتا البرق حدثتا في وقت واحد أم لا. طالما لم يتم استيفاء هذا الشرط، فإنني أسمح لنفسي بالخداع كفيزيائي (وبالطبع الأمر نفسه ينطبق إذا لم أكن فيزيائيًا)، عندما أتخيل أنني قادر على إعطاء معنى لبيان التزامن. (أود أن أطلب من القارئ عدم المتابعة حتى يقتنع تمامًا بهذه النقطة).

بعد التفكير في الأمر لبعض الوقت، تَقَدَّمَ بعد ذلك الاقتراح التالي الذي يمكن اختبار التزامن معه. عن طريق القياس على طول القضبان، يجب قياس خط الاتصال أ ب لأعلى ووضع مراقب في نقطة المنتصف م من المسافة أ ب، يجب تزويد هذا المراقب بجهاز (على سبيل المثال، مرآتين بزاوية ٩٠ درجة) يَسمح له بمراقبة كل من المكانين أ و ب بصريًا في نفس الوقت، إذا رأى المراقب ومضات البرق في نفس الوقت، إذن فهي متزامنة.

أنا مسرور جدًا بهذا الاقتراح، لكن على الرغم من كل ذلك، لا يمكنني اعتبار المسألة محسومة تمامًا؛ لأنني أشعر بأنني مضطر إلى إثارة الاعتراض التالي: "ربما يكون تعريفك صحيحًا بالتأكيد، إذا كنت أعرف فقط أن الضوء الذي يرى به المراقب في م ومضات البرق يسافر على بنفس السرعة التي تتحرك بها، لكن فحص هذا الافتراض لن يكون ممكنًا إلا إذا كان لدينا بالفعل الوسائل اللازمة لقياس الوقت، وبالتالي، سيبدو الأمر وكأننا نتحرك هنا في دائرة منطقية".

بعد تفكير إضافي، ألقيت نظرة نوعًا ما بازدراء عليّ – وهذا صحيح – وأعلنت: "ومع ذلك، أؤكد على تعريفي السابق؛ لأنه في الواقع لا يفترض أي شيء عن الضوء على الإطلاق. هناك مطلب واحد فقط يجب أن يُقدم في تعريف التزامن، وهو أنه في كل حالة حقيقية يجب أن يزودنا بقرار تجريبي حول ما إذا كان المفهوم الذي يجب تعريفه قد تحقق أم لا، لا جدال في أن تعريفي يلبي هذا الطلب. إن حقيقة أن الضوء يتطلب نفس الوقت لعبور المسار كما هو الحال بالنسبة للمسار الآخر ليست في الواقع افتراضًا ولا فرضية حول الطبيعة الفيزيائية للضوء، بل هي شرط يمكنني وضعه بإرادتي الحرة من أجل الوصول إلى تعريف للتماثل".

من الواضح أنه يمكن استخدام هذا التعريف لإعطاء معنى دقيق ليس فقط لاثنين من الأحداث، ولكن لعدد الأحداث التي نختارها، بغض النظر عن مواضع مشاهد الأحداث بالنسبة إلى إطار المرجع (هنا جسر خط السكة الحديد)، وهكذا نتوصل أيضًا إلى تعريف "الوقت" في الفيزياء، لهذا الغرض، نفترض أن ساعات ذات بناء متطابق يتم وضعها عند النقاط أ و ب و ج على خط السكة الحديد (نظام الإحداثيات)، وأنها مضبوطة بطريقة تجعل مواضع عقاربها متزامنة (بالمعنى المذكور أعلاه). في ظل هذه الظروف، نفهم من خلال "زمن" الحدث قراءة (موضع العقارب) لتلك الساعة التي تقع في المنطقة المجاورة (في الفضاء) للحدث، وبهذه الطريقة، يتم ربط قيمة زمنية بكل حدث قابل للملاحظة بشكل أساسي.

يحتوي هذا الشرط على فرضية فيزيائية أخرى، يصعب التشكيك في صحتها بدون دليل تجريبي على العكس. افترضنا أن كل هذه الساعات تسير بنفس المعدل إذا كانت ذات بناء متطابق، بعبارة أكثر دقة: عندما يتم ضبط ساعتين مرتاحتين في أماكن مختلفة من جسم مرجعي بطريقة تجعل موضعًا معينًا لعقارب الساعة الواحدة متزامنًا (بالمعنى المذكور أعلاه) مع نفس موضع عقارب الساعة الأخرى، فإن "الإعدادات" المتطابقة تكون دائمًا متزامنة (بمعنى التعريف أعلاه).

قد لا يكون تعريف التزامن صحيحًا إذا لم نعرف سرعة الضوء، فمن الممكن أن تصل إشارة البرق إلى المراقب في م من أ أسرع مما تصل إليه من ب، مما يجعله يرى ومضات البرق في نفس الوقت بينما حدثتا في أوقات مختلفة.

**رد:**

ينص تعريف التزامن على أن الأحداث متزامنة إذا كان بإمكان مراقب رؤية ومضات البرق في نفس الوقت، لا يتطلب التعريف معرفة سرعة الضوء، يمكننا تعريف سرعة الضوء باستخدام هذا التعريف للتماثل، نفترض أننا نضع ساعات متطابقة في أ و ب و م، نضبط الساعات بحيث تكون عقاربها متزامنة عندما يرى المراقب في م ومضات البرق في نفس الوقت، ثم نقوم بقياس الوقت الذي يستغرقه الضوء للانتقال من أ إلى م ومن ب إلى م، نحدد سرعة الضوء بأنها المسافة من أ إلى م مقسومة على الوقت الذي يستغرقه الضوء للوصول إلى م.

**تعريف الوقت:**

يمكننا أيضًا استخدام تعريف التزامن لتعريف الوقت، نفترض أننا نضع ساعات متطابقة في أ و ب و ج على خط السكة الحديد، نضبط الساعات بحيث تكون عقاربها متزامنة عندما يرى المراقب في م ومضات البرق في نفس الوقت، ثم نقوم بتعيين وقت حدث ما على أنه قراءة الساعة الموجودة في المنطقة المجاورة للحدث، يفترض تعريف التزامن أن جميع الساعات متطابقة وأنها تسير بنفس المعدل.

هذه الافتراضات ضرورية لجعل التعريف مفيدًا، ومع ذلك، فإن هذه الافتراضات مثالية ولا تنطبق تمامًا على الساعات الحقيقية، في الواقع، تختلف الساعات قليلًا في دقتها وتتأثر بعوامل مثل: الجاذبية والحرارة، ومع ذلك، فإن هذه الاختلافات صغيرة جدًا لدرجة أنها لا تؤثر بشكل كبير على تعريف التزامن، يمكن تعميم تعريف التزامن ليشمل عددًا غير محدود من الأحداث، يمكننا القيام بذلك عن طريق وضع ساعات متطابقة في مواقع مختلفة وربطها بشبكة من الإشارات، ثم نقوم بتعيين وقت حدث ما على أنه متوسط قراءات الساعات الموجودة في المنطقة المجاورة للحدث، يُستخدم تعريف التزامن في العديد من المجالات، بما في ذلك الملاحة الفضائية واتصالات الكمبيوتر والفيزياء النظرية، على سبيل المثال: يستخدم نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

تعريف التزامن لمزامنة الساعات على الأقمار الصناعية، مما يسمح

بحساب الموقع بدقة عالية:

التزامن والوقت في الفيزياء هما مفهومان أساسيان يلعبان دورًا حاسمًا في فهم كيفية تفاعل الأحداث والظواهر في الكون، يعتبر الوقت بمثابة إطار لحدث أو عملية، ويساعد في تحديد تسلسل الأحداث وتقديم العلاقات الزمنية بينها، ومن ناحية أخرى، يشير التزامن إلى حدوث أحداث مختلفة في نفس الوقت أو بتناسق مع بعضها البعض.

**مفهوم الوقت في الفيزياء:**

الوقت في الفيزياء ليس مجرد مفهوم مطلق، بل هو جزء من البنية الأساسية للكون، يُعتبر الوقت في الفيزياء عادةً بمفهومه الرياضي كمتغير مستقل، ولكن تعقيداته تتعدى ذلك بكثير، يُعتبر الوقت في الفيزياء الكلاسيكية على أنه ثابت ومستقل عن الفضاء، لكن مع تقدم الفيزياء، تبين أن الوضع ليس دائمًا كذلك.

مع ظهور النسبية الخاصة لألبرت أينشتاين في القرن العشرين، تغيرت نظرتنا للوقت بشكل كبير، وأظهرت النسبية الخاصة أن الوقت ليس متجانسًا بالنسبة لجميع المراقبين، بل يمكن أن يمر بسرعات مختلفة بالنسبة لأشخاص مختلفين تبعًا لسرعتهم النسبية.

**التزامن في الفيزياء:**

من الناحية الأخرى، يُعتبر التزامن في الفيزياء مفهومًا مهمًا يعبر

عن حدوث أحداث متزامنة أو متزامنة نسبيًا، يمكن أن يكون التزامن في الفيزياء ظاهرة معقدة وتختلف تبعًا للإطار الدقيق للمراقبة، من الأمثلة على ذلك التزامن في الفيزياء النسبية الخاصة، حيث تظهر ظواهر مثل: انقسام الزمن واختلاف الطول بين المراقبين المتحركين بسرعات مختلفة، وهذا يعني أن الأحداث التي يراها مراقبون مختلفون قد تكون غير متزامنة من وجهات نظرهم.

**الوقت في الفيزياء الكمية:**

تأتي تعقيدات الوقت في الفيزياء أيضًا من الفيزياء الكمومية، حيث يُعتبر الوقت متغيرًا قابلًا للتلاشي داخل معادلات الميكانيكا الكمية، يشير البعض إلى أن الوقت في الفيزياء الكمومية لا يعتبر حقيقيًا، بل هو مجرد معلمة داخل معادلات الحالة الكمية.

# 8

# هندسة الميكاترونيكس

في البداية دعني أشرح لك ما هو تعريف هذا القسم من التخصصات الهندسية، (الميكاترونيكس) مصطلح مركب من كلمتين؛ ميكانيكا: وهو علم يختص بدراسة حركة الأجسام وقوى التفاعل بينها، وإلكترونيات: علم يختص بدراسة سلوك الإلكترونات وتطبيقاتها في الأجهزة الإلكترونية.

في عصر الابتكارات التكنولوجية السريعة التي نعيش فيه اليوم، يُعتبر مجال الميكاترونيكس واحدًا من أكثر المجالات تطورًا وتنوعًا في ميدان الهندسة، يجمع هذا المجال بين عدة تخصصات هندسية مثل: الهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، والهندسة الإلكترونية، بالإضافة إلى علوم الحاسوب لتشكيل مجالٍ متعدد التخصصات يسمح بتصميم وتطوير الأنظمة الذكية المعقدة. تُعتبر الميكاترونيكس تخصصًا هندسيًا يركز على تصميم وتطوير الأنظمة التي تجمع بين العناصر الميكانيكية والإلكترونية والبرمجية، وتهدف إلى خلق أنظمة تحتوي على الذكاء الاصطناعي والتحكم الآلي. تتميز هذه الأنظمة بالقدرة على التفاعل مع البيئة المحيطة بها واتخاذ القرارات بناءً على المعلومات المستمدة من الاستشعارات وتحليلها.

يعود تاريخ المجال إلى أوائل القرن العشرين، حيث بدأت الصناعات تدرك أهمية دمج التكنولوجيا الإلكترونية في الأنظمة الميكانيكية

التقليدية، ومع تطور التكنولوجيا وانتشار استخدام الحواسيب في السنوات الأخيرة، تطورت الميكاترونيكس بشكل كبير، حيث أصبح بالإمكان تصميم أنظمة معقدة تعتمد على الحوسبة والتحكم الآلي.

**مجالات التطبيق لهندسة الميكاترونيكس:**

تمتد مجالات تطبيق الميكاترونيكس إلى عدة قطاعات، منها:

١- الصناعة الصغيرة والكبيرة: حيث يُستخدم في تطوير الآلات والمعدات الصناعية لتحسين الإنتاجية والجودة.

٢- الطب الحيوي والطب النفسي: حيث يُستخدم في تطوير أجهزة طبية ذكية لتشخيص ومعالجة الأمراض.

٣- السيارات الذكية: حيث يُستخدم في تطوير أنظمة القيادة الذاتية وأنظمة السلامة في السيارات.

٤- الطيران والفضاء: حيث يُستخدم في تطوير الطائرات بدون طيار وأنظمة التحكم الفضائي.

مع تزايد اعتماد الصناعات على التكنولوجيا الذكية والتحكم الآلي، يُتوقع أن يشهد مجال الميكاترونيكس مزيدًا من التطور والتقدم في المستقبل، سيكون هناك طلبٌ متزايدٌ على المهندسين الميكاترونيكس المتخصصين في تصميم وتطوير الأنظمة الذكية والروبوتات الذكية التي تعتمد على التحكم الذاتي والتعلم الآلي.

الروبوتات الذكية: تعتبر الروبوتات من أبرز التطبيقات في مجال

الميكاترونيكس، تمتاز الروبوتات الحديثة بالقدرة على التفاعل مع البيئة المحيطة بها باستخدام مجموعة متنوعة من الاستشعارات وأنظمة التحكم المتقدمة، مثال على ذلك هو روبوتات الإنتاج في المصانع التي تستخدم لتجميع وتصنيع المنتجات بدقة وكفاءة.

المركبات ذاتية القيادة: تعتمد المركبات ذاتية القيادة بشكل كبير على تقنيات الميكاترونيكس، تستخدم هذه المركبات أنظمة الاستشعار والمعالجة لتحليل بيئتها واتخاذ القرارات المناسبة أثناء القيادة، مما يزيد من سلامة الطرق ويحسن تجربة القيادة.

الأجهزة الطبية الذكية: يتم استخدام تقنيات الميكاترونيكس في تطوير الأجهزة الطبية الذكية التي تستخدم لتشخيص الأمراض ومراقبة الحالة الصحية للمرضى، مثال على ذلك هو أجهزة مراقبة الضغط والسكري التي تعمل بشكل آلي على تحليل البيانات وتوفير إشعارات في حالة وجود أي تغيرات غير عادية.

**التحديات والفرص المستقبلية:**

رغم التطورات الهائلة في مجال الميكاترونيكس، إلا أنه لا يزال هناك تحديات تواجه المجال، مثل: تحسين كفاءة الأنظمة وتقليل التكلفة، إضافة إلى التحديات الأخلاقية المتعلقة بالاعتماد المتزايد على التكنولوجيا في حياة البشر، مع ذلك، تبقى هناك فرص كبيرة للابتكار والتطوير في مجال الميكاترونيكس، خاصة مع تقدم التقنيات مثل: الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، يمكن استخدام هذه التقنيات

لتطوير أنظمة ميكاترونيكس أكثر ذكاء وكفاءة، مما يسهم في تحسين الحياة اليومية للناس وتطوير صناعات جديدة تعتمد على التكنولوجيا.

# 9

# نظرية جمع السرعات:

# (تجربة فيزو)

في الممارسة العملية، لا يمكننا تحريك الساعات وقضبان القياس إلا بسرعات صغيرة مقارنة بسرعة الضوء؛ ومن ثم فإننا لن نكون قادرين على مقارنة نتائج القسم السابق مباشرة مع الواقع، ولكن، من ناحية أخرى، لا بد أن هذه النتائج ستصدمك باعتبارها فريدة جدًا، ولهذا السبب سأستخلص الآن استنتاجًا آخر من النظرية، وهو استنتاج يمكن استخلاصه بسهولة من الاعتبارات السابقة، والذي تم تأكيده بأناقة من خلال تجربة.

في جمع السرعات في اتجاه واحد بالشكل الذي ينتج أيضًا من فرضيات الميكانيكا الكلاسيكية، يمكن أيضًا استنتاج هذه النظرية بسهولة من تحويل جاليلي، بدلًا من الرجل الذي يسير داخل العربة، ندخل نقطة تتحرك نسبيًا إلى النظام الإحداثي K′ وفقًا للمعادلة: س= وزن′ من خلال المعادلتين الأولى والرابعة، ثم نحصل عليه س= (ت + ث)ر.

هذه المعادلة لا تعبر إلا عن قانون حركة النقطة بالرجوع إلى النظام (للرجل بالإشارة إلى السد)، ونرمز إلى هذه السرعة بالرمز W، ولكن يمكننا تنفيذ هذا الاعتبار أيضًا على أساس النظرية النسبية، في أ.

يجب علينا بعد ذلك التعبير عن x′ و t′ بدلالة x و t، مع الاستفادة من المعادلتين الأولى والرابعة من تحويل لورنتز، بدلًا من المعادلة (أ) نحصل على المعادلة!، وهو ما يتوافق مع نظرية الجمع للسرعات في اتجاه واحد وفقا للنظرية النسبية، والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو: أي من هاتين النظريتين هو الأفضل وفقا للتجربة؟ ثنيرنا في هذه النقطة تجربة بالغة الأهمية أجراها الفيزيائي العبقري فيزو منذ أكثر من نصف قرن، وتكررت منذ ذلك الحين.

# 10

# نتائج النظرية النسبية

ويمكن تلخيص سلسلة أفكار أوروغواي في الصفحات السابقة على النحو التالي: وقد أدت التجربة إلى الاقتناع بأن مبدأ النسبية صحيح من ناحية، وأنه من ناحية أخرى يجب اعتبار سرعة انتقال الضوء في الفراغ مساوية لثابت س، ومن خلال توحيد هاتين الفرضيتين حصلنا على قانون التحول للإحداثيات المستطيلة ب، س، أ والزمن للأحداث التي تشكل عمليّات الطبيعة، وفي هذا الصدد، لم نحصل على تحويل جاليلي، ولكن، بخلاف الميكانيكا الكلاسيكية، حصلنا على تحويل لورنتز.

إن قانون انتقال الضوء، الذي يتم تبرير قبوله بمعرفتنا الفعلية، لعب دورًا مهمًا في عملية التفكير هذه، ومع ذلك، بمجرد حصولنا على تحويل لورنتز، يمكننا دمج ذلك مع مبدأ النسبية، وتلخيص النظرية على النحو التالي: كل قانون عام في الطبيعة يجب أن يتشكل بحيث يتحول إلى قانون له نفس الشكل تمامًا.

متغيرات الوقت لنظام الإحداثيات الأصلي، نقدم متغيرات الزمكان الجديدة لنظام الإحداثيات، في هذا الصدد، يتم تحديد العلاقة بين المقادير العادية والمعلمة من خلال تحويل لورنتز. أو باختصار: القوانين العامة للطبيعة متغيرة فيما يتعلق بتحويلات لورنتز.

وهذا شرط رياضي محدد تتطلبه النظرية النسبية لقانون طبيعي،

ونتيجة لهذا، تصبح النظرية أداة مساعدة إرشادية قيمة في البحث عن القوانين العامة للطبيعة، إذا تم العثور على قانون عام للطبيعة لا يستوفي هذا الشرط، فسيتم دحض واحد على الأقل من الافتراضين الأساسيين للنظرية، دعونا الآن نتفحص النتائج العامة التي أظهرتها النظرية الأخيرة حتى الآن.

يتضح من اعتباراتنا السابقة أن النظرية النسبية (الخاصة) قد نشأت من الديناميكا الكهربائية والبصريات، في هذه المجالات لم تغير تنبؤات النظرية بشكل ملحوظ، لكنها بسَّطت إلى حد كبير البنية النظرية؛ أي اشتقاق القوانين، والأمر الأكثر أهمية بما لا يقاس هو أنها خفضت بشكل كبير عدد الفرضيات المستقلة التي تشكل أساس النظرية، لقد جعلت النظرية النسبية الخاصة نظرية ماكسويل-لورنتز معقولة للغاية، لدرجة أن الفيزيائيين كانوا سيَقبلون النظرية بشكل عام حتى لو كانت التجربة قد قررت لصالحها بشكل أقل لَبسًا.

كان لا بد من تعديل الميكانيكا الكلاسيكية قبل أن تتماشى مع متطلبات النظرية النسبية الخاصة، ومع ذلك، بالنسبة للجزء الرئيسي، يؤثر هذا التعديل فقط على قوانين الحركات السريعة، حيث تكون سرعات المادة ليست صغيرة جدًا مقارنة بسرعة الضوء، لدينا خبرة في مثل: هذه الحركات السريعة فقط في حالة الإلكترونات والأيونات.

بالنسبة للحركات الأخرى، تكون الاختلافات في قوانين الميكانيكا الكلاسيكية أصغر من أن تكون واضحة في الممارسة العملية، لن نأخذ في الاعتبار حركة النجوم حتى نأتي للحديث عن النظرية النسبية

العامة، وفقا للنظرية النسبية، لم تعد الطاقة الحركية لنقطة مادية ذات كتلة تعطى بالتعبير المعروف.

التفرع الثاني: النسبية العامة

# 11

# المبدأ الخاص للنسبية العامة

كان المبدأ الأساسي، الذي كان محور كل اعتباراتنا السابقة، هو مبدأ النسبية الخاصة؛ أي مبدأ النسبية الفيزيائية لكل حركة موحدة، دعونا مرة أخرى نحلل معناها بعناية. لقد كان من الواضح دائمًا أنه من وجهة نظر الفكرة التي ينقلها إلينا، فإن كل حركة يجب أن تعتبر فقط حركة نسبية، وبالعودة إلى المثال الذي استخدمناه كثيرًا عن السد وعربة السكة الحديد، يمكننا التعبير عن حقيقة الحركة هنا في الشكلين التاليين، وكلاهما مبرر على حد سواء: (أ)العربة تتحرك بالنسبة إلى الجسر، (ب)السد يتحرك بالنسبة للعربة. في (أ) السد، في (ب) النقل، بمثابة المرجع في بياننا للحركة التي تجري، إذا كان الأمر مجرد مسألة اكتشاف أو وصف الحركة المعنية، فمن حيث المبدأ لا يهم أي جسم مرجعي نحيل الحركة، وكما ذكرنا سابقًا، فإن هذا أمر بديهي، ولكن يجب عدم الخلط بينه وبين البيان الأكثر شمولًا والذي يسمى "مبدأ النسبية"، والذي اتخذناه أساسًا لتحقيقاتنا.

إن المبدأ الذي استخدمناه لا ينص فقط على أنه يجوز لنا أيضًا اختيار العربة أو الجسر كهيئة مرجعية لوصف أي حدث (؛ لأن هذا أيضًا أمر بديهي)، بل إن مبدأنا يؤكد ما يلي: إذا قمنا بصياغة القوانين العامة للطبيعة كما يتم الحصول عليها من التجربة، وذلك بالاستفادة من: (أ)السد كهيئة مرجعية، (ب)النقل بالسكك الحديدية كهيئة مرجعية فإن هذه القوانين العامة للطبيعة (مثل قوانين الميكانيكا

أو قانون انتشار الضوء في الفراغ) لها نفس الشكل تمامًا في كلتا الحالتين.

ويمكن التعبير عن ذلك أيضًا على النحو التالي: بالنسبة للوصف المادي للعمليّات الطبيعية، لا يعتبر أي من الهيئات المرجعية ك، ك' فريدًا (يُشار إليه بـ "مميز خصيصًا") مقارنة بالآخر، على عكس الأول، ليس من الضروري أن يكون هذا البيان الأخير بديهيًا؛ وهي غير واردة في مفهومي "الحركة" و"المرجعية" "الجسد" ومشتق منها؛ والتجربة وحدها هي التي تستطيع أن تقرر مدى صحتها أو خطأها.

ومع ذلك، حتى الوقت الحاضر، لم نحافظ بأي حال من الأحوال على تكافؤ جميع الهيئات المرجعية ك فيما يتعلق بصياغة القوانين الطبيعية، مسارنا كان أكثر على السطور التالية، في المقام الأول، بدأنا من افتراض وجود جسم مرجعي ك، وحالة حركته هي التي ينص عليها القانون الجليلي فيما يتعلق به: يتحرك الجسيم المتروك لنفسه وبعيدًا بما فيه الكفاية عن جميع الجسيمات الأخرى بشكل موحد في خط مستقيم، بالإشارة إلى ك (الهيئة المرجعية الجليلية)، كان من المفترض أن تكون قوانين الطبيعة بسيطة قدر الإمكان، ولكن بالإضافة إلى ك، يجب إعطاء الأفضلية لجميع الأجسام المرجعية ك' بهذا المعنى، ويجب أن تكون مكافئة تمامًا لـ ك في صياغة القوانين الطبيعية، بشرط أن تكون في حالة حركة مستقيمة وغير دورانية موحدة فيما يتعلق بـ ك؛ يجب اعتبار كل هذه الهيئات المرجعية بمثابة هيئات مرجعية جليلية، تم افتراض صحة مبدأ النسبية فقط لهذه

الهيئات المرجعية، ولكن ليس للآخرين (على سبيل المثال تلك التي تمتلك حركة من نوع مختلف)، وبهذا المعنى نتحدث عن مبدأ النسبية الخاصة، أو النظرية النسبية الخاصة.

وعلى النقيض من ذلك، نود أن نفهم من "المبدأ العام للنسبية" ما يلي: جميع الأجسام المرجعية ك، ك'، وما إلى ذلك، متكافئة في وصف الظواهر الطبيعية (صياغة القوانين العامة للطبيعة)، مهما كانت حالة حركتها، ولكن قبل المُضي قدمًا، لا بد من الإشارة إلى أنه يجب استبدال هذه الصيغة لاحقًا بصيغة أكثر تجريدًا، لأسباب ستتجلى في مرحلة لاحقة.

وبما أن إدخال مبدأ النسبية الخاصة له ما يبرره، فإن كل عقل يسعى إلى التعميم يجب أن يشعر بإغراء المغامرة بالخطوة نحو مبدأ النسبية العام، ولكن يبدو أن اعتبارًا بسيطًا وموثوقًا تمامًا يشير إلى أنه في الوقت الحاضر على أية حال، هناك أمل ضئيل في نجاح مثل هذه المحاولة، دعونا نتخيل أننا نقلنا إلى صديقنا القديم عربة السكك الحديدية، التي تسير بمعدل موحد، وطالما أنها تتحرك بشكل منتظم، فإن راكب العربة لا يشعر بحركتها، ولهذا السبب يمكنه تفسير وقائع الحالة على مضض على أنها تشير إلى أن العربة في حالة سكون، ولكن الجسر في حالة حركة . علاوة على ذلك، ووفقًا لمبدأ النسبية الخاص، فإن هذا التفسير له ما يبرره أيضًا من وجهة نظر فيزيائية.

إذا تحولت حركة العربة الآن إلى حركة غير منتظمة، على سبيل المثال عن طريق أ، عند الضغط بقوة على المكابح، يتعرض راكب

العربة لهزة قوية مماثلة للأمام، تتجلى الحركة المتأخرة في السلوك الميكانيكي للأجسام بالنسبة للشخص الموجود في عربة السكك الحديدية، يختلف السلوك الميكانيكي عن الحالة التي تم النظر فيها سابقًا، ولهذا السبب يبدو من المستحيل أن تنطبق نفس القوانين الميكانيكية نسبيًا على العربة المتحركة غير المنتظمة، كما هو الحال بالنسبة للعربة عندما تكون في حالة سكون أو في حالة سكون حركة موحدة.

على أية حال، من الواضح أن قانون الجليل لا ينطبق فيما يتعلق بالعربة التي تتحرك بشكل غير منتظم، ولهذا السبب، نشعر بأننا مضطرون في المرحلة الحالية إلى منح نوع من الحقيقة الفيزيائية المطلقة للحركة غير المنتظمة، وهو ما يتعارض مع المبدأ العام للنسبية، ولكن فيما يلي سنرى قريبًا أنه لا يمكن الحفاظ على هذا الاستنتاج.

والآن ها هو ملخص ما تم شرح بالنسبة للنظرية النسبية العامة:

النظرية النسبية العامة: فهم عميق للكون وتفسير للجاذبية؛ تعتبر النظرية النسبية العامة واحدة من أبرز النظريات في الفيزياء التي غيرت تمامًا فهمنا للكون وللعلاقة بين الزمان والمكان والجاذبية، قام العالم العبقري ألبرت أينشتاين بصياغة هذه النظرية في بداية القرن العشرين، ومنذ ذلك الحين، أصبحت النظرية النسبية العامة أحد أهم الأدوات التي تستخدمها الفيزياء النظرية لفهم الظواهر الكونية الشاقة والمعقدة.

## أسس النظرية النسبية العامة:

يقوم أساس النظرية النسبية العامة على فكرة بسيطة ولكنها عميقة، وهي أن الزمان والمكان ليسا مفهومين ثابتين ومستقلين عن الحركة والجاذبية، بدلًا من ذلك، تعتبر الزمان والمكان جزءًا من ما يُعرف بالمتغيرات الفيزيائية، وتتأثر بالجاذبية وبالحركة النسبية.

## المفاهيم الرئيسية:

الزمان والمكان: تقول النظرية النسبية العامة: إن الزمان والمكان ليسا مفهومين ثابتين، وإنما يمكن أن يتغيّرا بالتبعية عندما يتأثر الجسم بالجاذبية أو عندما يتحرك بسرعة عالية نسبيًا.

المجال الزمني المنحني: تقترح النظرية النسبية العامة أن الجاذبية ليست مجرد قوة تجذب بين الجسمين، بل هي نتيجة لانحناء المجال الزمني نتيجة لوجود الكتلة. هذا المفهوم يتيح لنا فهمًا أفضل لكيفية عمل الجاذبية وتأثيرها على حركة الأجسام في الكون.

الزمن النسبي والانقطاع الزمني: تشير النظرية النسبية العامة إلى أن الزمن يمكن أن يمر بشكل مختلف بالنسبة للمراقبين في مواقع مختلفة أو في حالة حركة مختلفة، وتُظهر التجارب أن السرعات العالية أو الجاذبيات الشديدة يمكن أن تؤدي إلى تباين في مرور الزمن، وهذا ما يُعرف بالانقطاع الزمني.

## تطبيقات النظرية النسبية العامة:

تتجلى أهمية النظرية النسبية العامة في عدة مجالات، منها:

فهم الكون الواسع: تساعد النظرية النسبية العامة في فهم تشكيل وتطور الكون، بما في ذلك الثقوب السوداء والاندماجات النجمية وهياكل الكون الكبيرة.

التقنيات الفضائية: يجب أخذ النظرية النسبية العامة في الاعتبار عند تخطيط الرحلات الفضائية وتحديد المسارات والزمان للمركبات الفضائية.

تطبيقات التصوير الفلكي: تستخدم النظرية النسبية العامة في تفسير الظواهر الفلكية مثل: الانحناء الكوني للضوء حول الكتل الضخمة.

تأثير الكتلة والطاقة: واحدة من أكثر الجوانب إثارة في النظرية النسبية العامة هي ما تقوله عن العلاقة بين الكتلة والطاقة، وفقًا لمعادلة أينشتاين الشهيرة $E = mc^2$، يمكن تحويل الكتلة إلى طاقة والعكس بنفس القدر. هذا يعني أن الجاذبية، التي تسببها الكتلة، يمكن أن تتحول أيضًا إلى طاقة، وهذا يشكل جزءًا أساسيًا من فهمنا للكون وتطوره.

**انحناء الزمان والتأثيرات البصرية:**

تؤثر الجاذبية على الزمان والمكان من خلال انحناء المجال الزمني، مما يؤثر على مسارات الأجسام في الكون، يعني هذا أن الأشياء التي

تمر بالقرب من كتل ضخمة مثل: النجوم أو الثقوب السوداء ستتأثر بشكل ملحوظ، واحدة من التأثيرات البصرية المثيرة للاهتمام هي ظاهرة الانحناء الكوني، حيث يتم انحناء ضوء النجوم حول كتل ضخمة، مما يؤدي إلى ظهور صور مشوهة للأجرام السماوية في السماء.

**تطبيقات التحكم في النظام الجوي:**

يمكن استخدام النظرية النسبية العامة لفهم التأثيرات الجوية والتحكم فيها على كوكب الأرض، ففي دراسة الأمطار وتوزيعها، على سبيل المثال: يمكن استخدام النظرية النسبية العامة لفهم كيفية تشوه المجال الزمني نتيجة لتأثير الجاذبية للأرض وكيف يؤثر ذلك على توزيع الرطوبة وتشكل السحب وأمطارها.

**تطبيقات تكنولوجيا الاتصالات:**

تأثيرات النظرية النسبية العامة تستخدم أيضًا في تكنولوجيا الاتصالات الحديثة مثل: نظام تحديد المواقع العالمي حيث يجب تصحيح الأثر الناتج عن انحناء الزمان بسبب الجاذبية لضمان دقة الإرسال واستقبال الإشارات.

**تأثير الجاذبية على الزمان والمكان:**

في النظرية النسبية العامة، يُعتبر المجال الزمني والمجال المكاني جُزأين مِمَّا يُعرف بالمجال الفضائي-الزمني، وتشير النظرية

إلى أن وجود الكتلة يؤثر على هذا المجال، حيث ينحني المجال الفضائي-الزمني حول الكتلة، وهذا الانحناء يظهر بشكل رئيسي كقوة جاذبية، بالتالي، يتم تشويه المسافات والأوقات في المجال الفضائي-الزمني بالقرب من الكتل الضخمة.

**انحناء المجال الفضائي-الزمني:**

يمكن أن نتصور المجال الفضائي-الزمني كنوع من القماش المطاطي، حيث يُظهر الكتلة كجسم ثقيل يجذب القماش نحوه، مما يسبب انحناءً في القماش حول الكتلة، وهذا الانحناء في المجال الفضائي-الزمني يؤدي إلى انحراف حركة الأجسام في الفضاء، مثل: حركة الكواكب حول الشمس أو حركة الأجرام السماوية حول الثقوب السوداء.

**تأثيرات الزمان النسبي والانقطاع الزمني:**

واحدة من التأثيرات البارزة للنظرية النسبية العامة هي تأثير الزمان النسبي، حيث يمر الزمن بشكل مختلف بالنسبة للمراقبين في أماكن مختلفة أو في حالة حركة مختلفة؛ على سبيل المثال: إذا كان هناك شخصان، أحدهما يتحرك بسرعة عالية نسبيًا مقارنة بالآخر فإنهما سيشعران بمرور الزمن بشكل مختلف. كما يظهر التأثير البصري لهذا التأثير في الانحناء الكوني للضوء حول الكتل الضخمة، مما يؤدي إلى ظهور صور مشوهة للأجرام السماوية في السماء.

# 12

# الجـاذبية

"إذا التقطنا حَجَرًا ثم أطلقناه، فلماذا يسقط على الأرض؟" الجواب المعتاد على هذا السؤال هو: "لأنه كذلك! لا نعرف له سببًا ينجذب به إلى الأرض"، تصوغ الفيزياء الحديثة الإجابة بشكل مختلف إلى حد ما للسبب التالي، ونتيجة للدراسة الأكثر دقة للظواهر الكهرومغناطيسية، فقد توصلنا إلى اعتبار الفعل عن بعد بمثابة عملية مستحيلة دون تدخل بعض الوسائط الوسيطة؛ على سبيل المثال: إذا كان المغناطيس يجذب قطعة من الحديد، فلا يمكننا أن نكتفي باعتبار أن هذا يعني أن المغناطيس يؤثر مباشرة على الحديد من خلال الفضاء الفارغ المتوسط، ولكننا مجبرون على أن نتخيل – على طريقة فاراداي – أن يدعو المغناطيس دائمًا إلى أن يكون شيئًا حقيقيًا ماديًا في الفضاء المحيط به، وهذا الشيء هو ما نسميه "المجال المغناطيسي"، ويعمل هذا المجال المغناطيسي بدوره على قطعة الحديد، بحيث تسعى الأخيرة إلى التحرك نحو المغناطيس، ولن نناقش هنا مبررات هذا المفهوم العرضي، الذي هو في الواقع اعتباطي إلى حد ما.

محاولة واحدة سنذكر فقط أنه بمساعدتها يمكن تمثيل الظواهر الكهرومغناطيسية نظريًا بشكل أكثر إرضاءً بكثير من دونها، وينطبق هذا بشكل خاص على نقل الموجات الكهرومغناطيسية. كما يتم النظر إلى تأثيرات الجاذبية بطريقة مماثلة.

عمل الأرض على الحجر يتم بشكل غير مباشر، تنتج الأرض في محيطها مجال جاذبية يؤثر على الحجر وينتج عنه حركته في السقوط، وكما نعلم من التجربة، فإن شدة التأثير على الجسم تتضاءل وفقًا لقانون محدد تمامًا، كلما ابتعدنا أكثر فأكثر عن الأرض، وهذا يعني من وجهة نظرنا: أن القانون الذي يحكم خصائص مجال الجاذبية في الفضاء يجب أن يكون محددًا تمامًا، لكي يمثل بشكل صحيح تناقص تأثير الجاذبية مع المسافة من الأجسام النشطة. إنه شيء من هذا القبيل: الجسم (على سبيل المثال: الأرض) يُنتج حقلًا في جواره المباشر؛ ومن ثم يتم تحديد شدة واتجاه المجال في نقاط أبعد عن الجسم بواسطة القانون الذي يحكم خصائص مجالات الجاذبية نفسها في الفضاء.

وعلى النقيض من المجالات الكهربائية والمغناطيسية، يُظهر مجال الجاذبية خاصية رائعة للغاية، وهي ذات أهمية أساسية لما يلي: الأجسام التي تتحرك تحت التأثير الوحيد لمجال الجاذبية تتلقى تسارعًا لا يعتمد على الإطلاق على المادة أو على الحالة الفيزيائية للجسم؛ على سبيل المثال: تسقط قطعة من الرصاص وقطعة من الخشب بنفس الطريقة تمامًا في مجال الجاذبية (في الفراغ)، عندما تنطلق من السكون أو بنفس السرعة الأولية، وهذا القانون، وهو الأكثر صحة، يمكن التعبير عنه بشكل مختلف في ضوء الاعتبار التالي.

وفقا لقانون نيوتن للحركة، لدينا (القوة) = (كتلة القصور الذاتي) × (التسارع)؛ حيث "كتلة القصور الذاتي" هي ثابت مميز للجسم

المتسارع، إذا كانت الجاذبية الآن هي سبب التسارع، فلدينا إذن (القوة) = (كتلة الجاذبية) × (شدة مجال الجاذبية)، إذا كان، الآن كما نجد من التجربة، التسارع مستقلًا عن طبيعة الجسم وحالته ويكون دائمًا هو نفسه بالنسبة لجسم ما، ونظرًا لمجال الجاذبية، فإن نسبة الجاذبية إلى كتلة القصور الذاتي يجب أن تكون هي نفسها بالنسبة لجميع الأجسام، ومن خلال الاختيار المناسب للوحدات يمكننا بالتالي أن نجعل هذه النسبة مساوية للوحدة، ومن ثم يصبح لدينا القانون التالي: كتلة الجاذبية لجسم ما تساوي كتلة القصور الذاتي.

صحيح أن هذا القانون المهم قد تم تسجيله حتى الآن في الميكانيكا، لكنه لم يتم تفسيره، لا يمكن الحصول على تفسير مُرضٍ إلا إذا أدركنا الحقيقة التالية: إن نفس نوعية الجسم تظهر نفسها وفقًا للظروف مثل: "القصور الذاتي" أو "الوزن" (حرفيًا: الثقل)، وفي القسم التالي سنبين إلى أي مدى يكون هذا هو الحال بالفعل، وكيف يرتبط هذا السؤال بالمسلَّمة العامة للنسبية.

مساواة كتلة القصور الذاتي والجاذبية كحجة للمُسَلَّمة العامة للنسبية:

تخيل جزءًا كبيرًا من الفضاء الفارغ، بعيدًا حتى الآن عن النجوم والكتل الأخرى الملموسة التي أمامنا تقريبًا الشروط التي يتطلبها قانون جاليليو الأساسي، من الممكن بعد ذلك اختيار جسم مرجعي جاليلي لهذا الجزء من الفضاء (العالم)، بالنسبة للنقاط الساكنة التي تظل ساكنة والنقاط المتحركة تستمر بشكل دائم في حركة مستقيمة

منتظمة. كجسم مرجعي، دعونا نتخيل صندوقًا واسعًا يشبه غرفة بها مراقب مجهز بالأجهزة، الجاذبية بطبيعة الحال غير موجودة بالنسبة لهذا المراقب، يجب أن يربط نفسه بالأرض بالخيوط، وإلا فإن أدنى ارتطام بالأرض سيدفعه إلى الارتفاع ببطء نحو سقف الغرفة، في منتصف غطاء الصدر يتم تثبيت خطاف بحبل من الخارج، والآن "كائن" (أي نوع من الكائنات غير مادي بالنسبة له).

# 13

# الهندسة الفلكية

الهندسة الفلكية هي: مجال متعدد التخصصات يجمع بين مبادئ الهندسة والعلوم الفلكية لتصميم وتطوير التقنيات والأنظمة اللازمة لدراسة واستكشاف الفضاء، يشمل هذا المجال مجموعة واسعة من الأنشطة والمهام التي تتطلب خبرة في الهندسة، الفيزياء، علوم الكمبيوتر، والرياضيات، مما يجعله حجر الزاوية في تحقيق الأهداف الطموحة لاستكشاف الكون.

الهندسة الفلكية تلعب دورًا حاسمًا في تطوير وتصنيع المركبات الفضائية، الأقمار الصناعية، التلسكوبات الفضائية، والمعدات العلمية المستخدمة في مهام الفضاء، تعتمد هذه التقنيات على أحدث الابتكارات في الهندسة الكهربائية، الميكانيكية، والبرمجيات لضمان الأداء الأمثل والموثوقية في البيئات الفضائية القاسية، من أبرز مهام المهندسين الفلكيين تصميم وبناء المركبات الفضائية التي يمكنها تحمل ظروف الإطلاق والفضاء، مع التركيز على الأنظمة الحيوية مثل: نظم الدفع، التوجيه، والتحكم، بالإضافة إلى ذلك، يشارك المهندسون في تصميم أنظمة الاتصالات لضمان نقل البيانات بين الأرض والمركبة الفضائية بفعالية، وكذلك تطوير أدوات علمية متقدمة لجمع وتحليل البيانات الفلكية.

الهندسة الفلكية تتعامل أيضًا مع تصميم وبناء محطات الفضاء

والمستوطنات الفضائية المستقبلية، يشمل ذلك: تطوير تقنيات دعم الحياة، مثل: أنظمة إعادة تدوير الهواء والماء، وإدارة الطاقة، وتوفير الحماية من الإشعاع الفضائي. هذه الجهود ضرورية لتحقيق الاستدامة في البعثات طويلة الأمد، مثل: استكشاف المريخ أو إنشاء قواعد قمرية.

تتضمن الهندسة الفلكية أيضًا العمل على تكنولوجيا الأقمار الصناعية، حيث يتم تصميم الأقمار الصناعية لمجموعة متنوعة من الأغراض، بدءًا من الاتصالات ونقل البيانات، مرورًا برصد الأرض والتنبؤات الجوية، وصولًا إلى الفلك والرصد الكوني، يشمل ذلك: تطوير أنظمة متقدمة للاستشعار عن بعد، والكاميرات عالية الدقة، والأجهزة العلمية المخصصة لدراسة الكواكب، النجوم، والمجرات.

يتطلب العمل في مجال الهندسة الفلكية تضافر جهود متعددة التخصصات، بما في ذلك التعاون بين العلماء والمهندسين لضمان تطوير واستخدام التقنيات الفضائية بشكل فعال، يتضمن ذلك العمل مع وكالات الفضاء العالمية مثل: ناسا، ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA)، ووكالة استكشاف الفضاء اليابانية (JAXA)، بالإضافة إلى التعاون مع الشركات الخاصة مثل: سبيس إكس وبلو أوريجين، التي تلعب دورًا متزايدًا في مجال استكشاف الفضاء.

أما الفيزياء الفلكية هي مجال من مجالات العلم يهتم بدراسة الكون وأجرامه من خلال تطبيق قوانين ومبادئ الفيزياء، تغطي الفيزياء الفلكية مجموعة واسعة من المواضيع التي تهدف إلى فهم كيفية

نشوء وتطور الكون والأجرام السماوية بداخله. هذا المجال يجمع بين المعرفة النظرية والملاحظات العملية لتقديم رؤى شاملة حول الظواهر الكونية. هنا نلقي نظرة أعمق على بعض جوانب الفيزياء الفلكية:

**الكونيات:**

الكونيات: هو فرع من الفيزياء الفلكية يدرس أصل وتطور الكون ككل، تتضمن الكونيات دراسة مواضيع مثل:

الانفجار العظيم: النظرية التي تقترح أن الكون نشأ من حالة كثيفة وساخنة للغاية قبل حوالي ١٣.٨ مليار سنة.

توسُّع الكون: اكتشاف أن الكون يتمدد، مما يدعم نظرية الانفجار العظيم.

المادة والطاقة المظلمة: فَهم أن معظم محتوى الكون يتكون من مادة مظلمة وطاقة مظلمة غير مرئية، تؤثر على تمدد الكون وهيكله.

النجوم: دراسة النجوم تشمل فهم تكوينها وتطورها وموتها، تتناول هذه الدراسات:

- تكوين النجوم: من سُحب الغاز والغبار في الفضاء، تعرف بالسُدم.

- التفاعلات النووية: التي تحدث داخل النجوم، والتي تنتج الطاقة من خلال اندماج النوى الذرية.

- مراحل تطور النجوم: مثل: النجوم العملاقة الحمراء والنجوم النيوترونية.

- المستعِرات العظمى: انفجارات هائلة تحدث في نهاية حياة بعض النجوم، تُنتج العناصر الثقيلة وتبعثرها في الفضاء.

المجرات: هي: مجموعات ضخمة من النجوم والغاز والغبار، يتم دراستها لفهم هيكل وتطور الكون، تشمل دراسة المجرات:

- أنواع المجرات: مثل: المجرات الحلزونية، البيضاوية وغير المنتظمة.

- تفاعل المجرات: مثل: التصادمات التي تؤدي إلى تشكيل مجرات جديدة.

- الثقوب السوداء الهائلة: الموجودة في مراكز العديد من المجرات، والتي تؤثر على ديناميكاتها.

الثقوب السوداء والنيوترونية: هي: أجرام ذات كثافة عالية وجاذبية قوية، تتناول هذه الدراسات:

- تكوين الثقوب السوداء: من انهيار النجوم الضخمة.

- خصائص الثقوب السوداء: مثل: أفق الحدث والجاذبية الشديدة التي تمنع حتى الضوء من الهروب.

- نجوم النيوترون: بقايا النجوم التي انتهت حياتها بانفجار مستعر

أعظم، وتتميز بكثافة هائلة ومجالات مغناطيسية قوية.

الكواكب والأجرام الصغيرة: دراسة الكواكب داخل وخارج نظامنا الشمسي توفر فَهمًا أعمق لتكوين وتطور الأنظمة الكوكبية، تشمل هذه الدراسات:

- الكواكب الخارجية: الكواكب التي تدور حول نجوم أخرى، واكتشافها باستخدام تقنيات مثل: قياس الضوء والتذبذبات النجمية.

- الأجرام الصغيرة: مثل: الكويكبات والمذنبات، التي توفر أدلة على تاريخ النظام الشمسي.

الأدوات والتقنيات: تستخدم الفيزياء الفلكية مجموعة متنوعة من الأدوات والتقنيات لجمع وتحليل البيانات، تشمل هذه الأدوات:

-التلسكوبات الأرضية والفضائية: لرصد الأجرام السماوية في نطاقات مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي (من الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة السينية).

- الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية: مثل: تلسكوب هابل الفضائي ومسبار جيمس ويب الفضائي، التي توفر بيانات عالية الدقة من خارج الغلاف الجوي للأرض.

- النماذج الحاسوبية: لمحاكاة الظواهر الكونية وتحليل البيانات الضخمة.

**التحديات والاكتشافات المستقبلية:**

الفيزياء الفلكية تواجه العديد من التحديات المثيرة، مثل: فَهم طبيعة المادة والطاقة المظلمة التي تشكل الجزء الأكبر من الكون، والبحث عن الحياة خارج الأرض؛ من خلال دراسة الكواكب الخارجية والمكونات البيولوجية المحتملة، وتوفير التكنولوجيا المتقدمة؛ لتطوير أدوات رصد أكثر دقة وكفاءة.

**الخاتمة:**

الفيزياء الفلكية هي مجال ديناميكي ومتنوع يسعى للإجابة على أسئلة عميقة حول الكون ومكاننا فيه، من خلال الجمع بين الرصد الفلكي والنظريات الفيزيائية، يقدم هذا المجال رؤى مهمة تساعدنا في فهم كيفية نشوء وتطور الكون، ودورنا فيه، وما ينتظرنا في المستقبل.

# 14

# فيزياء الكمّ

فيزياء الكمّ هي: أحد الفروع الأساسية في الفيزياء التي تهتم بدراسة سلوك الجسيمات على المستويات الذرية وتحت الذرية، تعتبر هذه النظرية ثورة في عالم الفيزياء، حيث قدمت فهمًا جديدًا للطبيعة والكون يختلف بشكل جذري عن الفهم الكلاسيكي، تطورت فيزياء الكم في أوائل القرن العشرين بفضل جهود العديد من العلماء مثل: ماكس بلانك، وألبرت أينشتاين، ونيلز بور، وفيرنر هايزنبرغ، وريتشارد فاينمان.

**تتميز فيزياء الكم بعدة مبادئ أساسية:**

تكميم الطاقة: قدم ماكس بلانك فكرة أن الطاقة تتكون من حُزَم صغيرة غير قابلة للتجزئة تُسمى "كمات" أو "فوتونات". هذا المفهوم يتناقض مع الفكرة الكلاسيكية التي تعتبر الطاقة مستمرة.

ازدواجية الموجة والجسيم: كشفت تجارب عديدة، مثل: تجربة الشق المزدوج، أن الجسيمات الصغيرة مثل: الإلكترونات والفوتونات يمكن أن تظهر خواصًا تشبه الموجة والجسيم في آن واحد. هذه الازدواجية كانت من بين الاكتشافات الأكثر إثارة في فيزياء الكم.

مبدأ عدم اليقين: طوره فيرنر هايزنبرغ، وينص على أنه لا يمكن قياس كل من موقع وزخم جسيم بدقة متناهية في نفس الوقت. كلما

زادت دقة قياس أحد المتغيرين، قلّت دقة قياس المتغير الآخر.

التراكب الكمي: في عالم الكم، يمكن للجسيمات أن تكون في حالات متعددة في نفس الوقت حتى يتم قياسها؛ على سبيل المثال: يمكن للإلكترون أن يكون في أكثر من مدار حول النواة في وقت واحد.

التشابك الكمي: هي ظاهرة حيث تتفاعل الجسيمات الكمية بطريقة تجعل حالة أحد الجسيمات مرتبطة بحالة الآخر، بغض النظر عن المسافة بينهما. هذا يعني أن قياس حالة أحد الجسيمات يؤثر فورًا على حالة الجسيم الآخر.

الإلكترونيات والاتصالات: أدت التطورات في فيزياء الكم إلى اختراع الترانزستورات وأشباه الموصلات، والتي تعد أساسية في الأجهزة الإلكترونية الحديثة.

الحوسبة الكمومية: تهدف إلى استخدام مبادئ فيزياء الكم لإنشاء حواسيب قوية تستطيع حل المسائل المعقدة بسرعة كبيرة مقارنة بالحواسيب التقليدية.

التشفير الكمي: يوفر وسيلة لتأمين الاتصالات باستخدام مبادئ التشابك الكمي والتراكب، مما يجعلها غير قابلة للاختراق بواسطة الأساليب التقليدية.

التفسير والتصور: المفاهيم الكمية تبدو غير بديهية وتتناقض مع التصورات اليومية للواقع، مما يجعلها صعبة الفهم حتى بالنسبة

للعلماء.

الاندماج مع النظرية النسبية: التحدي الكبير هو دمج فيزياء الكم مع النظرية النسبية العامة لأينشتاين، لإنشاء نظرية شاملة للجاذبية الكمية.

التطبيقات التكنولوجية: تطوير التكنولوجيا التي تعتمد على فيزياء الكم مثل: الحواسيب الكمومية لا يزال في مراحله المبكرة ويواجه تحديات تقنية هائلة.

فيزياء الكم تمثل إحدى الركائز الأساسية لفهم الطبيعة والكون، من خلال اكتشافاتها وتطبيقاتها، أحدثت ثورة في العديد من المجالات العلمية والتكنولوجية، على الرغم من تعقيداتها وصعوبة تصورها، تظل فيزياء الكم مجالًا مثيرًا يجذب اهتمام العلماء والمهندسين والفلاسفة على حد سواء.

إنها تفتح آفاقًا جديدة للإبداع والاكتشاف، وتجعلنا نعيد التفكير في الأسس التي نبني عليها فهمنا للعالم من حولنا فهي تهتم أيضًا بدراسة سلوك الجسيمات على المستويات الذرية وتحت الذرية، تعتبر هذه النظرية ثورة في عالم الفيزياء، حيث قدمت فهمًا جديدًا للطبيعة والكون يختلف بشكل جذري عن الفهم الكلاسيكي، تطورت فيزياء الكم في أوائل القرن العشرين بفضل جهود العديد من العلماء مثل: ماكس بلانك، وألبرت أينشتاين، ونيلز بور، وفيرنر هايزنبرغ، وريتشارد فاينمان.

الأسس النظرية لفيزياء الكم تشمل عدة مبادئ أساسية، منها: تكميم الطاقة حيث قدم ماكس بلانك فكرة أن الطاقة تتكون من حُزَم صغيرة غير قابلة للتجزئة تُسمى "كمات" أو "فوتونات"، وازدواجية الموجة والجسيم التي كشفت تجارب عديدة مثل: تجربة الشق المزدوج أن الجسيمات الصغيرة مثل: الإلكترونات والفوتونات يمكن أن تظهر خواصًا تشبه الموجة والجسيم في آن واحد.

هناك أيضًا مبدأ عدم اليقين الذي طوره فيرنر هايزنبرغ وينص على أنه لا يمكن قياس كل من موقع وزخم جسيم بدقة متناهية في نفس الوقت، ومبدأ التراكب الكمي الذي ينص على أن الجسيمات يمكن أن تكون في حالات متعددة في نفس الوقت حتى يتم قياسها، والتشابك الكمي حيث تتفاعل الجسيمات الكمية بطريقة تجعل حالة أحد الجسيمات مرتبطة بحالة الآخر بغض النظر عن المسافة بينهما.

هذه الأسس النظرية لها تطبيقات عديدة في مجالات مختلفة، مثل: الإلكترونيات والاتصالات حيث أدت التطورات في فيزياء الكم إلى اختراع الترانزستورات وأشباه الموصلات التي تعد أساسية في الأجهزة الإلكترونية الحديثة، والحوسبة الكمومية التي تهدف إلى استخدام مبادئ فيزياء الكم لإنشاء حواسيب قوية تستطيع حل المسائل المعقدة بسرعة كبيرة مقارنة بالحواسيب التقليدية، والتشفير الكمي الذي يوفر وسيلة لتأمين الاتصالات باستخدام مبادئ التشابك الكمي والتراكب مما يجعلها غير قابلة للاختراق بواسطة الأساليب التقليدية، والفيزياء الطبية حيث تُستخدم تقنيات مثل: التصوير

بالرنين المغناطيسي (MRI) والتي تعتمد على المبادئ الكمية لتحسين التشخيص الطبي.

على الرغم من النجاحات الكبيرة التي حققتها فيزياء الكم، لا تزال هناك العديد من التحديات مثل: التفسير والتصور حيث تبدو المفاهيم الكمية غير بديهية وتتناقض مع التصورات اليومية للواقع، والاندماج مع النظرية النسبية؛ حيث إن التحدي الكبير هو دمج فيزياء الكم مع النظرية النسبية العامة لأينشتاين لإنشاء نظرية شاملة للجاذبية الكمية، والتطبيقات التكنولوجية؛ حيث إن تطوير التكنولوجيا التي تعتمد على فيزياء الكم مثل: الحواسيب الكمومية لا يزال في مراحله المبكرة ويواجه تحديات تقنية هائلة، تعد نظرية الكم هي أساس لفهم العديد من الظواهر الفيزيائية التي لم تكن مفهومة من قبل، مثل: تأثير زيمان الذي يشرح كيفية انقسام خطوط الطيف للذرات تحت تأثير المجال المغناطيسي، وتأثير شتيرن-جيرلاخ الذي يوضح تكميم الزخم الزاوي، بفضل هذه النظرية، تم اكتشاف العديد من الجسيمات الأولية وفُهمت التفاعلات بين هذه الجسيمات من خلال نموذج الجسيمات القياسي.

بالإضافة إلى ذلك، فتح مجال فيزياء الكم الأبواب أمام تطوير نظريات جديدة مثل: نظرية الأوتار التي تسعى لتوحيد جميع القوى الأساسية في إطار واحد شامل، باختصار، فيزياء الكم تمثل إحدى الركائز الأساسية لفهم الطبيعة والكون، من خلال اكتشافاتها وتطبيقاتها، أحدثت ثورة في العديد من المجالات العلمية

والتكنولوجية.

على الرغم من تعقيداتها وصعوبة تصورها، تظل فيزياء الكم مجالًا مثيرًا يجذب اهتمام العلماء والمهندسين والفلاسفة على حد سواء. إنها تفتح آفاقًا جديدة للإبداع والاكتشاف، وتجعلنا نعيد التفكير في الأسس التي نبني عليها فهمنا للعالم من حولنا.

أما ازدواجية الموجة والجسيم، فهي ظاهرة تبرز من خلال تجارب مثل: تجربة الشق المزدوج التي تظهر أن الجسيمات الصغيرة مثل: الإلكترونات والفوتونات يمكن أن تظهر خواصًا تشبه الموجة والجسيم في آن واحد، مبدأ عدم اليقين الذي طوره فيرنر هايزنبرغ هو أحد المبادئ الأساسية الأخرى في فيزياء الكوانتم، وينص على أنه لا يمكن قياس كل من موقع وزخم جسيم بدقة متناهية في نفس الوقت؛ حيث إن كلما زادت دقة قياس أحد المتغيرين، قلّت دقة قياس المتغير الآخر.

التراكب الكمي هو ظاهرة أخرى فريدة من نوعها حيث يمكن للجسيمات أن تكون في حالات متعددة في نفس الوقت حتى يتم قياسها، مما يعني أن الجسيم يمكن أن يكون في أكثر من حالة واحدة في آن واحد، التشابك الكمي هو مفهوم آخر يعكس ترابط حالة جسيمين بطريقة تجعل حالة أحدهما مرتبطة بحالة الآخر بغض النظر عن المسافة بينهما، وهذا يعني أن قياس حالة أحد الجسيمات يؤثر فورًا على حالة الجسيم الآخر، تطبيقات فيزياء الكوانتم متنوعة وتشمل العديد من المجالات مثل: الإلكترونيات والاتصالات حيث أدى

فهم الخصائص الكمية إلى اختراع الترانزستورات وأشباه الموصلات التي تُعتبر أساس الأجهزة الإلكترونية الحديثة، في مجال الحوسبة الكمومية، تهدف الأبحاث إلى استخدام مبادئ فيزياء الكوانتم لإنشاء حواسيب قوية تستطيع حل المسائل المعقدة بسرعة فائقة مقارنة بالحواسيب التقليدية. التشفير الكمي هو مجال آخر مهم يوفر وسائل لتأمين الاتصالات باستخدام مبادئ التشابك الكمي والتراكب، مما يجعلها غير قابلة للاختراق بواسطة الأساليب التقليدية.

# 15

# هل الميكانيكا الكلاسيكية والنظرية الخاصة في النسبية غير مُرضِيَة؟

لقد سبق أن ذكرنا عدة مرات أن الميكانيكا الكلاسيكية تنطلق من جزيئات المادة، البعيدة بكفاءة عن غيرها، في التحرك بشكل منتظم في خط مستقيم أو تستمر في حالة من السكون، لقد أكدنا أيضًا مرارًا وتكرارًا على أن هذا القانون الأساسي لا يمكن أن يكون صالحًا إلا للأجسام المرجعية ك التي تمتلك حالات حركة فريدة معينة، والتي تكون في حركة انتقالية موحدة بالنسبة لبعضها البعض، بالنسبة للهيئات المرجعية الأخرى، فإن القانون غير صالح، لذلك في كل من الميكانيكا الكلاسيكية والنظرية النسبية الخاصة، نفرق بين الأجسام المرجعية ك بالنسبة إلى التي يمكن القول: إن "قوانين الطبيعة" المعترَف بها تحملها، والأجسام المرجعية ك بالنسبة إلى التي لا تنطبق عليها هذه القوانين.

لكن لا يمكن لأي شخص يكون أسلوب تفكيره منطقيًا أن يكتفي بهذا الوضع للأشياء، ويتساءل: «كيف يمكن أن تكون هذه الإشارة معينة؟ هل تُعطى الهيئات المرجعية (أو حالات حركتها) الأولوية على الهيئات المرجعية الأخرى (أو حالات حركتها)؟ ما هو سبب هذا التفضيل؟ لكي أبين بوضوح ما أعنيه بهذا السؤال، سأستخدم المقارنة.

أنا أقف أمام نطاق الغاز، يقف بجانب بعضهما البعض على النطاق

مِقلاتان متشابهتان إلى حد كبير لدرجة أنه قد يتم الخلط بين إحداهما والأخرى. كلتاهما نصف مملوءة بالماء، ألاحظ أن البخار ينبعث بشكل مستمر من المقلاة الواحدة، وليس من الأخرى، أنا مندهش من هذا، حتى لو لم يسبق لي أن رأيت موقد غاز أو مقلاة من قبل، لكن إذا لاحظت الآن شيئًا مضيئًا ذا لون مُزرِقّ تحت المقلاة الأولى ولكن ليس تحت المقلاة الأخرى، فسوف أتوقف عن الدهشة، حتى لو لم يسبق لي أن رأيت لهب غاز من قبل، فلا يسعني إلا أن أقول: إن هذا الشيء المزرق سوف يتسبب في انبعاث البخار، أو على الأقل من الممكن أن يفعل ذلك، ومع ذلك، إذا لاحظت وجود شيء مزرق في أي من الحالتين، وإذا لاحظت أن إحداهما تبعث بخارًا بشكل مستمر بينما الأخرى لا تبعث البخار، فسأظل مندهشًا وغير راضٍ حتى أكتشف بعض الظروف التي يمكنني أن أعزو إليها السلوك المختلف من المقلاتين.

وعلى نحو مماثل، أسعى عبثًا إلى شيء حقيقي في الميكانيكا الكلاسيكية (أو في النظرية النسبية الخاصة) أستطيع أن أعزو إليه السلوك المختلف للأجسام التي تم النظر فيها فيما يتعلق بالأنظمة المرجعية ك وك'. رأى نيوتن هذا الاعتراض وحاول إبطاله، ولكن دون جدوى، لكن إي ماخ أدرك ذلك بشكل أوضح من أي شيء آخر، وبسبب هذا الاعتراض ادعى أنه يجب وضع الميكانيكا على أساس جديد، ولا يمكن التخلص منها إلا عن طريق فيزياء تتوافق مع مبدأ النسبية العام؛ حيث إن معادلات هذه النظرية تنطبق على كل جسم مرجعي مهما كانت حالته الحركية.

# 16

# بعض الاستنتاجات من النظرية العامة

النظرية العامة للنسبية تضعنا في وضع يسمح لنا باستخلاص خصائص مجال الجاذبية بطريقة نظرية بحتة، لنفترض، على سبيل المثال: أننا نعرف "مسار" الزمكان لأي عملية طبيعية مهما كانت، فيما يتعلق بالطريقة التي تحدث بها في المجال الجليلي بالنسبة إلى الجسم المرجعي الجليلي ك. عن طريق النظرية البحتة العمليّات (أي ببساطة عن طريق الحساب) يمكننا بعد ذلك العثور على كيفية ظهور هذه العملية الطبيعية المعروفة، كما يُرى من الجسم المرجعي ك' الذي يتم تسريعه نسبيًا إلى ك، ولكن نظرًا لوجود مجال جاذبية فيما يتعلق بهذا الجسم المرجعي الجديد ك'، إن تفكيرنا يعلمنا أيضًا كيف يؤثر مجال الجاذبية على العملية المدروسة.

على سبيل المثال: نتعلم أن الجسم الذي يكون في حالة حركة مستقيمة موحدة بالنسبة إلى ك (وفقًا لقانون جاليليو) يقوم بتنفيذ حركة متسارعة وبشكل عام حركة منحنية فيما يتعلق بالجسم المرجعي المتسارع ك' (الصدر)، يتوافق هذا التسارع أو الانحناء مع التأثير على الجسم المتحرك لمجال الجاذبية السائد نسبيًا بالنسبة إلى ك'، ومن المعلوم أن مجال الجاذبية يؤثر على حركة الأجسام بهذه الطريقة، بحيث لا يزودنا نظرنا بأي جديد بالأساس.

ومع ذلك، فإننا نحصل على نتيجة جديدة ذات أهمية أساسية

عندما نجري الاعتبار المماثل لشعاع الضوء، فيما يتعلق بالجسم المرجعي الجليلي ك، فإن شعاع الضوء هذا ينتقل بشكل مستقيم بسرعة ع، ويمكن بسهولة إثبات أن مسار نفس شعاع الضوء لم يعد خطًا مستقيمًا عندما ننظر إليه بالإشارة إلى الصدر المتسارع (الجسم المرجعي (ك)، ومن هذا نستنتج ونستنتج، بشكل عام، أن أشعة الضوء تنتشر بشكل منحني في مجالات الجاذبية، وهذه النتيجة ذات أهمية كبيرة من ناحيتين.

في المقام الأول، يمكن مقارنتها بالواقع، على الرغم من أن الفحص التفصيلي للمسألة يوضح أن انحناء أشعة الضوء التي تتطلبها النظرية النسبية العامة صغير جدًا فقط بالنسبة لحقول الجاذبية المتاحة لنا عمليًا، إلا أن حجمها المقدر لأشعة الضوء التي تمر عبر الشمس عند حدوث الرعي هو ١.٧. ثانية من القوس.

وهذا يجب أن يعبر عن نفسه بالطريقة التالية: كما يُرى من الأرض، تظهر بعض النجوم الثابتة في جوار الشمس، وبالتالي تكون قادرة على المراقبة أثناء الكسوف الكلي للشمس، في مثل هذه الأوقات، يجب أن تبدو هذه النجوم وكأنها نازحة إلى الخارج من الشمس بالقدر المذكور أعلاه، مقارنة بموقعها الظاهري في السماء عندما تكون الشمس في جزء آخر من السماء. إن فحص صحة هذا الاستنتاج أو عدمه هو مشكلة ذات أهمية قصوى، ويتوقع من علماء الفلك حلها المبكر.

وفي المقام الثاني، تُظهر نتائجنا أنه وفقا للنظرية النسبية العامة، فإن قانون ثبات سرعة الضوء في الفراغ، والذي يشكل أحد

الافتراضين الأساسيين في النظرية النسبية الخاصة والذي سبق أن تحدثنا عنه يشار إليها بشكل متكرر، ولا يمكن المطالبة بأي صلاحية غير محدودة، لا يمكن أن يحدث انحناء لأشعة الضوء إلا عندما تتغير سرعة انتشار الضوء باختلاف موضعه. الآن قد نعتقد أنه نتيجة لهذا، فإن النظرية النسبية الخاصة ومعها النظرية النسبية بأكملها ستوضع في الغبار، ولكن في الواقع هذا ليس هو الحال، لا يمكننا إلا أن نستنتج أن النظرية النسبية الخاصة لا يمكنها المطالبة بنطاق غير محدود من الصحة؛ نتائجها تصمد فقط طالما أننا قادرون على تجاهل تأثيرات مجالات الجاذبية على الظواهر (مثل الضوء).

وبما أن معارضي النظرية النسبية كثيرًا ما أكدوا أن النظرية النسبية الخاصة قد أطاحت بها النظرية النسبية العامة، فربما يكون من المستحسن جعل حقائق الحالة أكثر وضوحًا عن طريق المقارنة المناسبة، قبل تطور الديناميكا الكهربائية، كان يُنظر إلى قوانين الكهرباء الساكنة وقوانين الكهرباء بشكل عشوائي، في الوقت الحاضر، نعلم أنه يمكن استخلاص المجالات الكهربائية بشكل صحيح من الاعتبارات الكهروستاتيكية فقط في الحالة، التي لا يتم تحقيقها بشكل صارم أبدًا، حيث تكون الكتل الكهربائية في حالة سكون تام بالنسبة لبعضها البعض، وبالنسبة لنظام الإحداثيات، هل يجب أن يكون لدينا ما يبرر القول: إنه لهذا السبب يتم الإطاحة بالكهرباء الساكنة بواسطة معادلات المجال لماكسويل في الديناميكا الكهربائية؟ مطلقا، الكهرباء الساكنة موجودة في الديناميكا الكهربائية كحالة محدودة؛ قوانين الأخير تؤدي مباشرة إلى قوانين الأول في الحالة

التي تكون فيها الحقول ثابتة فيما يتعلق بالوقت، لا يمكن تخصيص مصير أكثر عدلًا لأي نظرية فيزيائية من أن تشير في حد ذاتها إلى ما هو موجود لإدخال نظرية أكثر شمولا، والتي تعيش فيها كحالة محدودة.

في مثال انتقال الضوء الذي تناولناه للتو، رأينا أن النظرية النسبية العامة تمكننا من استخلاص تأثير مجال الجاذبية نظريًا على مسار العمليّات الطبيعية، التي تكون قوانينها معروفة بالفعل عندما يكون مجال الجاذبية غائبًا، لكن المشكلة الأكثر جاذبية، والتي توفر النظرية النسبية العامة الحل لحلها، تتعلق بدراسة القوانين التي يفرضها مجال الجاذبية نفسه، دعونا نفكر في هذا للحظة.

نحن على دراية بمجالات الزمان والمكان التي تتصرف (تقريبًا) بطريقة "جاليلية" في ظل الاختيار المناسب للجسم المرجعي؛ أي المجالات التي تغيب فيها مجالات الجاذبية، إذا قمنا الآن بإحالة هذا المجال إلى جسم مرجعي ك' يمتلك أي نوع من الحركة، فبالنسبة لـ ك' يوجد مجال جاذبية متغير بالنسبة للمكان والزمان. طبيعة هذا المجال ستعتمد بالطبع على الحركة المختارة لـ ك'، وفقًا للنظرية النسبية العامة، يجب استيفاء القانون العام لمجال الجاذبية لجميع مجالات الجاذبية التي يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة، على الرغم من أنه لا يمكن بأي حال من الأحوال إنتاج جميع مجالات الجاذبية بهذه الطريقة، إلا أنه يمكننا أن نأمل في أن القانون العام للجاذبية يمكن استخلاصه من مجالات الجاذبية هذه من نوع خاص.

لقد تحقق هذا الأمل بأجمل صورة، ولكن بين الرؤية الواضحة لهذا الهدف وتحقيقه الفعلي، كان لا بد من التغلب على صعوبة خطيرة، وبما أن هذه الصعوبة تكمن في عمق الأشياء، فلا أجرؤ على حجبها عن القارئ. نحن بحاجة إلى توسيع أفكارنا حول استمرارية الزمان والمكان إلى أبعد من ذلك.

سلوك الساعات والقياس – القضبان الموجودة على جسم مرجعي دَوَّار:

لقد امتنعت عمدًا حتى الآن عن الحديث عن الجانب المادي في تفسير بيانات المكان والزمان في حالة النظرية النسبية العامة، ونتيجة لذلك، فأنا مذنب بارتكاب نوع من الإهمال في المعاملة، والتي، كما نعلم من النظرية النسبية الخاصة، أبعد ما تكون عن كونها غير مهمة ويمكن التسامح معها، لقد حان الوقت الآن لمعالجة هذا الخلل؛ لكني أود أن أذكر في البداية أن هذا الأمر لا يستلزم الكثير من الصبر وقوة التجريد لدى القارئ.

نبدأ مرة أخرى من حالات خاصة تمامًا، والتي استخدمناها كثيرًا من قبل، دعونا نفكر في مجال الزمكان الذي لا يوجد فيه مجال جاذبية بالنسبة إلى الجسم المرجعي ك الذي تم اختيار حالة حركته بشكل مناسب. إذن ك هي هيئة مرجعية غاليلية فيما يتعلق بالمجال الذي يتم النظر فيه، ونتائج النظرية النسبية الخاصة تنطبق على ك، لنفترض أن نفس المجال يشير إلى النقطة أ ، الجسم الثاني المرجعي ك'، الذي يدور بشكل منتظم بالنسبة إلى ك.

من أجل تثبيت أفكارنا يجب أن نتخيل أن ك' على شكل قرص دائري مستوٍ، يدور بشكل منتظم في مستواه الخاص حول مركزه. الراصد الذي يجلس بشكل لا مركزي على القرص ك' يشعر بالقوة التي تعمل للخارج في اتجاه شعاعي، والتي يمكن تفسيرها على أنها تأثير القصور الذاتي (قوة الطرد المركزي) من قبل المراقب الذي كان في حالة سكون بالنسبة إلى الأصل الجسم المرجعي ك، لكن المراقب الموجود على القرص قد يعتبر قرصه بمثابة جسم مرجعي "في حالة سكون"؛ وعلى أساس مبدأ النسبية العامة، فإن له ما يبرره في القيام بذلك.

إن القوة المؤثرة على نفسه، وفي الواقع على جميع الأجسام الأخرى الساكنة بالنسبة إلى القرص، يعتبرهاتأثير مجال الجاذبية، ومع ذلك، فإن التوزيع المكاني لجاذبية هذا هو من النوع الذي لن يكون ممكنًا وفقًا لنظرية نيوتن في الجاذبية، لكن بما أن الراصد يؤمن بالنظرية النسبية العامة فإن هذا لا يزعجه؛ وهو على حق تمامًا عندما يعتقد أنه يمكن صياغة قانون عام للجاذبية، وهو قانون لا يفسر حركة النجوم بشكل صحيح فحسب، بل يفسر أيضًا مجال القوة الذي يختبره هو.

يقوم الراصد بإجراء تجارب على قرصه الدائري باستخدام الساعات وقضبان القياس، ومن خلال القيام بذلك، فهو ينوي الوصول إلى تعريفات دقيقة لدلالة بيانات الزمان والمكان بالإشارة إلى القرص الدائري ك'، وتستند هذه التعريفات إلى ملاحظاته، ماذا ستكون تجربته في هذا المشروع؟

في البداية، قام بوضع إحدى الساعتين المتطابقتين في وسط القرص الدائري، والأخرى على حافة القرص، بحيث تكونان في حالة سكون بالنسبة إليه. نسأل أنفسنا الآن: ما إذا كانت كلتا الساعتين تسيران بنفس المعدل من وجهة نظر الجسم المرجعي الجليلي غير الدوار ك، وكما حكمنا من هذا الجسم، فإن الساعة الموجودة في مركز القرص ليس لها سرعة، في حين أن الساعة الموجودة على الحافة القرص يتحرك بالنسبة إلى ك نتيجة للدوران، وفقا للنتيجة التي تم الحصول عليها. على ذلك أن الساعة الأخيرة تسير بمعدل أبطأ بشكل دائم من الساعة الموجودة في مركز القرص الدائري؛ أي كما لوحظ من ك، ومن الواضح أن نفس التأثير سوف يلاحظه المراقب الذي سنتخيله جالسًا إلى جانب ساعته في وسط القرص الدائري، وهكذا على قرصنا الدائري، أو، لجعل الحالة أكثر عمومية، في كل مجال جاذبية، ستتحرك الساعة بسرعة أكبر أو بسرعة أقل، وفقًا للموقع الذي توجد فيه الساعة (في حالة السكون)، ولهذا السبب، لا يمكن الحصول على تعريف معقول للوقت بمساعدة الساعات التي يتم ترتيبها في حالة سكون بالنسبة إلى الجسم المرجعي، وتطرح صعوبة مماثلة عندما نحاول تطبيق تعريفنا السابق للتزامن في مثل: هذه الحالة، لكنني لا أرغب في الذهاب أبعد من ذلك في هذا السؤال.

علاوة على ذلك، في هذه المرحلة، يمثل تعريف الإحداثيات الفضائية أيضًا صعوبات لا يمكن التغلب عليها، إذا قام المراقب بتطبيق قضيب القياس القياسي الخاص به (قضيب قصير مقارنة بنصف قطر القرص) بشكل عرضي على حافة القرص، فعندئذ، وفقًا للنظام

الجليلي، سيكون طول هذا القضيب أقل من ١، منذ ذلك الحين، وفقا للقسم الثاني عشر، فإن الأجسام المتحركة تعاني من قصر في اتجاه الحركة، من ناحية أخرى، لن يتعرض قضيب القياس لتقصير في الطول، كما يتم الحكم عليه من خلال ك، إذا تم تطبيقه على القرص في اتجاه نصف القطر.

إذا قام الراصد أولًا بقياس محيط القرص بقضيب القياس ثم قطر القرص، عند قسمة الواحد على الآخر، فلن يحصل على حاصل القسمة على الرقم المألوف π = ٣.١٤ ولكن عدد أكبر بينما بالطبع بالنسبة للقرص الذي يكون في حالة سكون بالنسبة إلى ك، فإن هذه العملية سوف تسفر عن (باي) بالضبط، وهذا يثبت أن افتراضات الهندسة الإقليدية لا يمكن أن تصمد تمامًا على القرص الدوار، ولا بشكل عام في مجال الجاذبية، على الأقل إذا نسبنا الطول ١ إلى القضيب في جميع المواضع وفي كل اتجاه، ومن ثم فإن فكرة الخط المستقيم تفقد معناها أيضًا، ولذلك، فإننا لسنا في وضع يسمح لنا بتحديد الإحداثيات اكس، واي، زد، بدقة بالنسبة للقرص بالطريقة المستخدمة في مناقشة النظرية الخاصة، وطالما لم يتم تحديد إحداثيات وأوقات الأحداث تم تعريفه بأنه لا يمكننا تخصيص معنى دقيق للقوانين الطبيعية التي تحدث فيها هذه الأمور، وبالتالي فإن جميع استنتاجاتنا السابقة المستندة إلى النسبية العامة تبدو موضع تساؤل، في الواقع، يجب علينا إجراء منعطف دقيق حتى نتمكن من تطبيق مسلمة النسبية العامة بدقة.

# 17

# الاستمرارية الإقليدية وغير الإقليدية

سطح طاولة رخامية منتشر أمامي، يمكنني الانتقال من أي نقطة على هذه الطاولة إلى أي نقطة أخرى، المرور بشكل متواصل من نقطة إلى نقطة «مجاورة»، وتكرار هذه العملية عددًا (كبيرًا) من المرات، أو بمعنى آخر، الانتقال من نقطة إلى أخرى دون تنفيذ «قفزات». أنا متأكد من أن القارئ سيقدر بوضوح كافٍ ما أعنيه هنا بـ "المجاورة" و"القفزات" (إذا لم يكن متحذلقًا للغاية). نعبر عن خاصية السطح هذه من خلال وصف الأخير بأنه سلسلة متصلة.

ولنتخيل الآن أنه قد تم صنع عدد كبير من القضبان الصغيرة ذات الطول المتساوي، وأطوالها صغيرة مقارنة بأبعاد لوح الرخام. عندما أقول إنهما متساويان في الطول، أعني أنه يمكن وضع إحداهما على الأخرى دون تداخل الأطراف، بعد ذلك نضع أربعة من هذه القضبان الصغيرة على لوح الرخام بحيث تشكل شكلًا رباعيًا (مُربعًا)، تكون أقطاره متساوية في الطول، لضمان تساوي الأقطار، نستخدم أ قضيب اختبار صغير، نضيف إلى هذا المربع مربعات متشابهة، كل منها له قضيب مشترك مع الأول. نتعامل بنفس الطريقة مع كل مربع من هذه المربعات حتى يتم في النهاية وضع لوح الرخام بالكامل في مربعات. الترتيب هو أن كل جانب من جوانب المربع ينتمي إلى مربعين وكل زاوية إلى أربعة مربعات.

ومن العجب حقًا أن نتمكن من تنفيذ هذا العمل دون الوقوع في أكبر الصعوبات. نحن بحاجة فقط إلى التفكير في ما يلي، إذا اجتمعت ثلاثة مربعات في أي لحظة في الزاوية، فهذا يعني أن جانبين من المربع الرابع قد تم وضعهما بالفعل، ونتيجة لذلك، تم بالفعل تحديد موقع الجانبين المتبقيين من المربع بالكامل، لكنني الآن لم أعد قادرًا على ضبط الشكل الرباعي بحيث تكون أقطاره متساوية، إذا كانا متساويين من تلقاء أنفسهما، فهذا فضل خاص على لوح الرخام والقضبان الصغيرة التي لا يسعني إلا أن أكون متفاجئًا بها، يجب علينا أن نختبر العديد من هذه المفاجآت إذا أردنا نجاح البناء.

إذا كان كل شيء قد سار بسلاسة حقًا، إذن أقول: إن نقاط البلاطة الرخامية تشكل سلسلة متصلة إقليدية بالنسبة إلى القضيب الصغير، الذي تم استخدامه كـ "مسافة" (فاصل خطي)، من خلال اختيار زاوية واحدة من المربع كـ "أصل"، يمكنني تمييز كل ركن آخر من أركان المربع بالإشارة إلى هذا الأصل عن طريق رقمين، كل ما أحتاجه هو أن أذكر عدد القضبان التي يجب أن أعبرها عندما أتقدم، بدءًا من نقطة الأصل، نحو "اليمين" ثم "إلى الأعلى" من أجل الوصول إلى زاوية المربع قيد النظر، وهذان الرقمان هما "الإحداثيات الديكارتية" لهذه الزاوية بالرجوع إلى "نظام الإحداثيات الديكارتية" الذي يتم تحديده من خلال ترتيب القضبان الصغيرة.

ومن خلال الاستفادة من التعديل التالي لهذه التجربة المجردة، فإننا ندرك أنه يجب أن تكون هناك أيضًا حالات تكون فيها التجربة

غير ناجحة. سنفترض أن القضبان "تتوسع" بمقدار يتناسب مع زيادة درجة الحرارة. نحن نقوم بتسخين الجزء المركزي من لوح الرخام، ولكن ليس المحيط، وفي هذه الحالة لا يزال من الممكن وضع اثنين من قضباننا الصغيرة في كل موضع على الطاولة، لكن بناءنا للمربعات يجب بالضرورة أن يصبح غير منتظم أثناء التسخين؛ لأن القضبان الصغيرة الموجودة في المنطقة الوسطى من الطاولة تتوسع، في حين أن تلك الموجودة في الجزء الخارجي لا تتوسع.

بالإشارة إلى قضباننا الصغيرة – التي تم تعريفها على أنها وحدة الأطوال – لم تعد البلاطة الرخامية عبارة عن سلسلة متصلة إقليدية، كما أننا لم نعد في وضع تحديد الإحداثيات الديكارتية مباشرة بمساعدتها، حيث لم يعد من الممكن تحديد البناء أعلاه تم تنفيذها. هناك أشياء أخرى لا تتأثر بطريقة مماثلة للقضبان الصغيرة (أو ربما لا تتأثر على الإطلاق) بدرجة حرارة الطاولة، فمن الطبيعي تمامًا الحفاظ على وجهة النظر القائلة بأن لوح الرخام هو "سلسلة إقليدية متصلة"، ويمكن القيام بذلك بطريقة مرضية من خلال وضع شرط أكثر دقة حول القياس أو مقارنة الأطوال.

ولكن إذا كانت القضبان من كل نوع (أي من كل مادة) تتصرف بنفس الطريقة فيما يتعلق بتأثير درجة الحرارة عندما تكون على لوح رخامي مسخن بشكل متغير، وإذا لم تكن لدينا وسيلة أخرى للكشف عن تأثير درجة الحرارة غير السلوك الهندسي لقضباننا في تجارب مماثلة لتلك الموصوفة أعلاه، فإن أفضل خطة لدينا هي تعيين

المسافة من نقطة إلى نقطتين على اللوح، بشرط أن تكون نهايات أحد قضباننا متطابقة مع هاتين النقطتين، وإلا كيف ينبغي لنا أن نحدد المسافة دون أن تكون إجراءاتنا تعسفية إلى أقصى حد؟ ويجب بعد ذلك التخلص من طريقة الإحداثيات الديكارتية واستبدالها بطريقة أخرى لا تفترض صحة الهندسة الإقليدية للأجسام الصلبة. سوف يلاحظ القارئ أن الوضع الموضح هنا يتوافق مع الوضع الناتج عن مسلَّمة النسبية العامة.

تولى غاوس مهمة معالجة هذه الهندسة ثنائية الأبعاد انطلاقًا من المبادئ الأولى، دون الاستفادة من حقيقة أن السطح ينتمي إلى سلسلة إقليدية متصلة ذات ثلاثة أبعاد، إذا تخيلنا أن إنشاءات ستُصنع بقضبان صلبة في السطح (مماثلة لتلك المذكورة أعلاه) فيجب أن نجد أن قوانين مختلفة تنطبق عليها عن تلك الناتجة على أساس الهندسة المستوية الإقليدية، السطح ليس سلسلة متصلة إقليدية بالنسبة للقضبان، ولا يمكننا تحديد الإحداثيات الديكارتية في السطح، وقد أشار غاوس إلى المبادئ التي يمكن من خلالها معالجة العلاقات الهندسية في السطح، وبالتالي أشار إلى الطريق إلى طريقة ريمان في معالجة الاستمراريات المتعددة الأبعاد غير الإقليدية، وهكذا كان علماء الرياضيات منذ فترة طويلة حل المشكلات الشكلية التي تقودنا إليها النظرية النسبية العامة.

# ما هي الإحداثيات الديكارتية؟

الإحداثيات الديكارتية هي: نظام لتمثيل النقاط في المستوى أو الفضاء باستخدام زوج من الأرقام، تُسمى الإحداثيات، يُنسب هذا النظام إلى عالم الرياضيات الفرنسي "رينيه ديكارت" الذي طوّره في القرن السابع عشر.

في المستوى ذي البعدين يتم رسم محور أفقي يسمى محور السينات (x ومحور عمودي) يسمى محور الصادات.(y)، تتقاطع المحاور عند نقطة تسمى أصل الإحداثيات (٠، ٠)، يتم تمييز كل ربع من الأرباع الأربعة باستخدام علامات (+، -)، لتحديد إحداثيات نقطة: نجد المسافة الأفقية من أصل الإحداثيات إلى النقطة على محور السينات، تُسمى هذه المسافة الإحداثي x. ، نجد المسافة العمودية من أصل الإحداثيات إلى النقطة على محور الصادات، تُسمى هذه المسافة الإحداثي y. ، تُكتب الإحداثيات كزوج من الأرقام بين قوسين، بترتيب x، y .

على سبيل المثال: تقع النقطة (٣، ٤) على بعد ٣ وحدات إلى اليمين من أصل الإحداثيات و ٤ وحدات لأعلى، تقع النقطة (-٢، -٥) على بعد ٢ وحدات إلى اليسار من أصل الإحداثيات و ٥ وحدات لأسفل، في الفضاء ذي ثلاثة الأبعاد: يتم إضافة محور ثالث يسمى محور العمق(z)، تتقاطع المحاور الثلاثة عند نقطة تسمى أصل الإحداثيات (٠، ٠، ٠)، يتم تمييز كل ثمن من الثمانية ثمانيات باستخدام علامات (+،

-).

لتحديد إحداثيات نقطة: لتحديد إحداثيات نقطة: نجد المسافة الأفقية من أصل الإحداثيات إلى النقطة على محور السينات، تُسمى هذه المسافة الإحداثي x ، نجد المسافة العمودية من أصل الإحداثيات إلى النقطة على محور الصادات، تُسمى هذه المسافة الإحداثي y. ، بترتيب (x، y، z)

على سبيل المثال: تقع النقطة (٣، ٤، ٥) على بعد ٣ وحدات إلى اليمين من أصل الإحداثيات و ٤ وحدات لأعلى و ٥ وحدات للأمام، تقع النقطة (-٢، -٥، -٦) على بعد ٢ وحدات إلى اليسار من أصل الإحداثيات و ٥ وحدات لأسفل و ٦ وحدات للخلف.

تُستخدم الإحداثيات الديكارتية في العديد من المجالات، بما في ذلك: الرياضيات: لتمثيل النقاط والخطوط والمنحنيات والأسطح، والفيزياء: لوصف حركة الأجسام، والهندسة: لتصميم المباني والآلات، والرسوم البيانية: لتمثيل البيانات، والخرائط: لتمثيل المواقع الجغرافية.

# سرقة نظرية النسبية حقيقة أم خيال؟

انتشرت مؤخرًا ادعاءات تفيد بسرقة ألبرت آينشتاين نظرية النسبية من زوجته ميليفا ماريتش، تستند هذه الادعاءات إلى مساهمات ميليفا العلمية، ودورها في كتابة الأوراق العلمية، وزواجهما المضطرب، كانت ميليفا حاصلة على دكتوراه في الفيزياء وعملت مع آينشتاين في مختبر أبحاث، يعتقد بعض المؤرخين أنها شاركته بشكل كبير في أبحاثه، خاصةً تلك التي أدت إلى نظرية النسبية، تدعم رسائل ومذكرات متبادلة بينهما إمكانية مشاركتها في الأفكار والنقاشات العلمية.

ويرى بعض مؤيدي النظرية أدلة تشير إلى مساهمة ميليفا في كتابة بعض أوراق آينشتاين العلمية، بما في ذلك ورقة بحثية عام ١٩٠٥ عن نظرية النسبية الخاصة، يدعمون ذلك بذكر اسمها كمؤلفة مشاركة في مسودة مبكرة للورقة.

تزوج ألبرت و ميليفا عام ١٩٠٣، لكن زواجهما اتسم بالاضطرابات، وانفصلا عام ١٩١٩، يرى بعض منتقدي آينشتاين أنه استغل ذكاء ميليفا وإبداعها بينما لم ينسب لها الفضل في عمله، يشيرون إلى أنها بعد انفصالهما لم تحصل على الاعتراف الذي تستحقه لإنجازاتها العلمية، ينفي علماء ومؤرخون بارزون صحة هذه الادعاءات بشكل قاطع، ويؤكدون أن لا دليل يشير إلى سرقة آينشتاين لأفكار زوجته أو أبحاثها.

يُنوهون إلى مساهمات علماء آخرين سبقوا آينشتاين في وضع أسس نظرية النسبية، مثل: هيندريك لورنتس و هنري بوانكاريه فهم يشددون على عبقرية آينشتاين وإبداعه الفكري، وقدرته على تطوير أفكار العلماء السابقين و ربطها في إطار نظري جديد، ولا تزال ادعاءات سرقة آينشتاين لنظرية النسبية من زوجته موضع نقاش وجدل.

من المهم التأكيد على عدم وجود إجماع علمي يدعم هذه الادعاءات، وأن الأدلة المتاحة تشير إلى مساهمات علماء آخرين في تطور نظرية النسبية، ويبقى السؤال مفتوحًا حول مدى مشاركة ميليفا ماريتش في أبحاث زوجها، لكن لا شك أنها كانت عالمة ذكية ومثقفة ساهمت في المجال العلمي بحد ذاتها.

"العالم كما أراه"

**-ألبرت اينشتاين**

ما معنى الحياة البشرية؟ أو الحياة العضوية برمتها؟ للإجابة على هذا السؤال بشكل كامل يتطلب إيمانًا دينيًا ما. هل هناك إذن أي مغزى لطرح هذا السؤال، تسألني؟ أجيب بأن الإنسان الذي يرى حياته وحياة رفاقه بلا معنى ليس مجرد شخصٍ غير سعيد، ولكنه كذلك غير مؤهل تقريبًا للحياة.

يا له من وضع استثنائي نحن فيه نحن البشر الفانين! كل واحد منا موجود هنا لفترة إقامة قصيرة، ولا يعرف الغرض منها، رغم أنه يعتقد أحيانًا أنه يشعر به، ولكن من وجهة نظر الحياة اليومية، وبدون الخوض في التفاصيل، نحن موجودون من أجل رفقائنا البشر – في المقام الأول من أجل أولئك الذين تعتمد عليهم كل سعادتنا ورفاهيتنا على ابتساماتهم ومساعدتهم، ثم من أجل كل أولئك الذين لا نعرفهم شخصيًا والذين ترتبط مصائرنا بهم برباط التعاطف.

أذكر نفسي مائة مرة في اليوم أن حياتي الداخلية والخارجية تعتمد على أعمال الآخرين، الأحياء منهم والأموات، وأن عليَّ أن أجتهد لأعطي بنفس المقدار الذي أخذت ولا زلت آخذ، أنا منجذب بشدة إلى الحياة البسيطة وغالبًا ما أشعر بالضيق؛ لأنني أستحوذ على قدر غير ضروري من جهد زملائي البشر، أرى أن الطبقية تتعارض مع العدالة، وفي النهاية، تستند إلى القوة. كما أعتبر أن العيش البسيط مفيد

للجميع، جسديًا وعقليًا.

أنا من المنكرين إيمانًا جازمًا بحرية الإنسان بالمعنى الفلسفي، لا يفعل الجميع ما يريدون فحسب، بل يتصرفون أيضًا وفقًا للضرورة الداخلية. قول شوبنهاور: بأن "الإنسان يستطيع أن يفعل ما يشاء، لكن لا يستطيع أن يشاء ما يشاء" كان مصدر إلهام لي منذ شبابي، وتعزية مستمرة وينبوعًا لا ينضب للصبر في مواجهة صعوبات الحياة، لي وللآخرين. هذا الشعور يخفف برحمة من الشعور بالمسؤولية الذي يصبح بسهولة مُشِلًا، ويمنعنا من أخذ أنفسنا والآخرين على محمل الجد؛ إنه يؤدي إلى نظرة إلى الحياة تحتل فيها روح الدعابة، قبل كل شيء، مكانتها اللائقة.

لقد بدا لي دائمًا من وجهة نظر موضوعية أن الاستفسار عن معنى أو هدف وجود المرء نفسه أو الخلق بشكل عام أمر سخيف، ومع ذلك، لدَى كل شخص مُثُلٌ معينة تحدد اتجاه مساعيه وأحكامه، بهذا المعنى، لم أعتبر الراحة والسعادة أبدًا غايات في حد ذاتهما، أسمي هذه القاعدة الأخلاقية أكثر ملاءمة لقطيع من الخنازير. أما المُثل التي أضاءت لي طريقي ومنحتني مرارًا وتكرارًا شجاعة جديدة لمواجهة الحياة بمرح، فهي الحقيقة والخير والجمال، بدون الشعور بالرفقة مع أناس متساوي الفكر، والانشغال بالموضوعي، الذي لا يمكن تحقيقه إلى الأبد في مجال الفن والبحث العلمي، كانت الحياة ستبدو لي فارغة، لطالما بدت لي الأهداف العادية للسعي البشري -الملكية، النجاح الخارجي، الرفاهية- حقيرة.

دائمًا ما تُناقض روحُ عدالتي الاجتماعية ومسؤوليتي الاجتماعية بشكل غريب شعوري القويّ بالاستقلالية وعدم الحاجة الماسة للاتصال المباشر بالبشر والمجتمعات البشرية. أسير على طريقتي الخاصة، ولم يَنتَمِ قلبي بالكامل لوطني أو منزلي أو أصدقائي أو حتى عائلتي المباشرة، على الرغم من كل هذه الروابط، لم أفقد أبدًا الشعور العنيد بالانفصال والحاجة إلى العزلة – وهو شعور يتزايد مع مرور السنين، يدرك المرء بحدة، ولكن دون ندم، حدود إمكانية التفاهم المتبادل والتعاطف مع رفاقه البشر، لا شك أن مثل هذا الشخص يفقد شيئًا من البشاشة وخفة الظل؛ من ناحية أخرى، فهو مستقل إلى حد كبير عن آراء وعادات وأحكام رفاقه ويتجنب إغراء اتخاذ مواقف على مثل هذه الأسس غير الآمنة.

مثالي السياسي هو الديمقراطية، يجب احترام كل فرد كشخصية مستقلة، وألا يُعبد أي فرد، ومن المفارقات العجيبة أنني أنا نفسي قد نلت إعجابًا واحترامًا مفرطَين من رفاقي، ليس بسبب أي ذنب أو استحقاق من جانبي. قد يكون سبب ذلك الرغبة التي يتعذر تحقيقها على الكثيرين لفهم الفكرة أو الفكرتين اللتين توصلت إليهما بقدراتي الضعيفة من خلال كفاح لا ينقطع.

أنا مدرك تمامًا أنه من الضروري لنجاح أي مشروع معقد أن يقوم رجل واحد بالتفكير والتوجيه وتحمل المسؤولية بشكل عام، لكن لا يجوز إجبار من يتم قيادتهم، بل يجب أن يكونوا قادرين على اختيار قائدهم. إن النظام الاستبدادي القائم على الإكراه، في رأيي، سرعان

ما يتدهور؛ لأن القوة دائمًا ما تجذب أصحاب الأخلاق المتدنية، وأعتقد أنه من القواعد الثابتة أن الطغاة العباقرة يخلفهم الأوغاد، لهذا السبب، كنت دائمًا أعارض بشدة أنظمة مثل التي نراها في إيطاليا وروسيا اليوم، لا ينبغي إلقاء اللوم على فكرة الديمقراطية نفسها في تشويه سمعة الشكل السائد للديمقراطية في أوروبا اليوم، بل على عدم استقرار رؤساء الحكومات وعلى الطابع غير الشخصي للنظام الانتخابي.

أعتقد أن الولايات المتحدة الأمريكية وجدت الطريق الصحيح في هذا الصدد، لديهم رئيس مسؤول يتم انتخابه لفترة طويلة بما فيه الكفاية ولديه صلاحيات كافية لتحمل المسؤولية الحقيقية، من ناحية أخرى، ما أقدره في نظامنا السياسي هو توفيره الأوسع نطاقًا للفرد في حالة المرض أو الحاجة. إن الشيء الثمين حقًا في مشهد الحياة البشرية لا يبدو لي الدولة بل الفرد المبدع والواعي، الشخصية؛ هو وحده يخلق النبيل والسامي، بينما يظل القطيع ككل باهت التفكير والمشاعر.

هذا الموضوع يوصلني إلى أسوأ تجليات غريزة القطيع، النظام العسكري الذي أكرهه، مجرد تفكير في أن يسير رجلٌ مُستمتعًا ضمن تشكيل عسكري على إيقاع الفرقة الموسيقية كفيلٌ بأن يجعلني أحتقره، لم يُمنَح دماغًا كبيرًا إلا عن طريق الخطأ؛ كل ما يحتاجه هو العمود الفقري، يجب القضاء على هذه الآفة الحضارية بأسرع وقت ممكن.

البطولة عن طريق الأمر، والعنف اللامعقول، وكل تلك النزهات الوبائية التي تُسمى بالوطنية – كم أكرههم! تبدو لي الحرب شيئًا حقيرًا ومثيرًا للاحتقار: أفضل أن يُقطّع جسدي إربًا على أن أشارك في مثل هذا العمل البغيض، ومع ذلك، على الرغم من كل شيء، فإن رأيي في الجنس البشري عالٍ لدرجة تجعلني أؤمن بأن هذه الشرور كانت قد اختفت منذ زمن بعيد، لولا أن التعقل السليم للشعوب قد تم تشويهه بشكل منهجي من قبل المصالح التجارية والسياسية التي تعمل من خلال المدارس والصحافة.

أجمل شيء يمكننا أن نختبره هو الغامض. إنه الشعور الأساسي الذي يقف عند مَهد الفن الحقيقي والعلم الحقيقي، من لا يعرفه ولا يمكنه بعد أن يتعجب، أو يشعر بالذهول، فهو ميت تقريبًا، كشمعة مطفأة. إن تجربة الغموض – حتى لو كانت مشوبة بالخوف – هي التي أنتجت الدين، معرفة وجود شيء لا يمكننا اختراقه، وظهور أعمق العقل وأكثر الجمال إشراقًا، والتي لا يمكن الوصول إليها إلا بعقولنا في أبسط أشكالها – هذه المعرفة وهذا الشعور هما اللذان يشكلان الموقف الديني الحقيقي.

بهذا المعنى، وبهذا المعنى وحده، أنا رجل ديني عميق، لا يمكنني تصور إله يكافئ ويعاقب مخلوقاته، أو لديه إرادة من النوع الذي ندركه في أنفسنا. إن الفرد الذي من المفترض أن يبقى على قيد الحياة بعد موته الجسدي هو أيضًا أمر لا أفهمه، ولا أرغب في عكسه؛ هذه المفاهيم خاصة بمخاوف أو غرور سخيف لأرواح ضعيفة، يكفيني

غموض أبدية الحياة، وإدراك البنية الرائعة للواقع، إلى جانب السعي الصادق لفهم جزء، مهما كان ضئيلًا، من العقل الذي يتجلى في الطبيعة.

# حرية العقيدة - بمناسبة قضية غومبل

هناك العديد من المناصب الأكاديمية، لكن القلة من المعلمين هم الحكماء والنبلاء، أما قاعات المحاضرات فكثيرة وكبيرة، لكن عدد الشباب الذين يَثوقون حقًا إلى الحقيقة والعدالة قليل، توزع الطبيعة بضخامة يديها بضائعها الشائعة، لكنها تنتج النوع المختار نادرًا. نحن جميعًا نعلم ذلك، فلماذا الشكوى إذن؟ ألم يكن الأمر كذلك دائمًا؟ ألن يظل كذلك إلى الأبد؟ بالتأكيد.

يجب على المرء أن يأخذ ما تُقدمه الطبيعة كما يجدها، ولكن هناك أيضًا ما يُسمى بروح العصر، وهي عقلية مميزة لجيل معين، يتم تناقلها من فرد إلى آخر وتعطي المجتمع نبرته الخاص، يجب على كل واحد منا أن يساهم قليلًا في تحويل هذه الروح العصرية.

قارن بين الروح التي تحرك الشباب في جامعاتنا قبل مائة عام والروح السائدة اليوم، لقد آمنوا بتحسين المجتمع البشري، واحترام كل رأي صادق، والتسامح الذي عاش من أجله قادتنا الكلاسيكيون وحاربوا من أجله، في تلك الأيام كان الرجال يسعون إلى وحدة سياسية أكبر، والتي كانت تسمى آنذاك ألمانيا، وكان الطلاب والمدرسون في الجامعات هم من حافظوا على هذه المثل حية.

اليوم أيضًا هناك رغبة في التقدم الاجتماعي، نحو التسامح وحرية الفكر، نحو وحدة سياسية أكبر، والتي نسميها اليوم أوروبا، لكن طلاب جامعاتنا توقفوا تمامًا مثل موظفيهم عن تكريس آمال ومثل الأمة،

يجب على أي شخص ينظر إلى عصرنا ببرود وموضوعية أن يقر بذلك.

لقد اجتمعنا اليوم لنقيِّم أنفسنا. السبب الخارجي لهذا الاجتماع هو قضية غومبل، لقد كتب هذا الرسول للعدالة عن الجرائم السياسية غير المكشوفة باجتهاد مخلص وشجاعة عالية وإنصاف مثالي، وقد قدم للمجتمع خدمة مميزة من خلال كتبه، وهذا هو الرجل الذي يبذل طلاب جامعته والعديد من موظفيها قصارى جهدهم لطرده اليوم.

لا يمكن السماح للعاطفة السياسية بالوصول إلى مثل هذه الحدود. أنا مقتنع بأن كل رجل يقرأ كتب السيد غومبل بعقل منفتح سيستخلص منها نفس الانطباع الذي حصلت عليه أنا. هناك حاجة إلى رجال مثله إذا أردنا على الإطلاق بناء مجتمع سياسي صحي، ليحكم كل رجل وفقًا لمعاييره الخاصة، بما قرأه بنفسه، وليس بما يخبره الآخرون.

# الخير والشر

من حيث المبدأ، من الصواب أن يحظى أولئك الذين قدموا أكبر مساهمة في رفعة الجنس البشري والحياة البشرية بأكبر قدر من الحب، ولكن، إذا استمر المرء في السؤال عن هوية هؤلاء الأشخاص، يجد نفسه في صعوبات لا يُستهان بها، في حالة القادة السياسيين، وحتى الدينيين، غالبًا ما يكون من المشكوك فيه جدًّا ما إذا كانوا قد فعلوا أكثر من الخير أو الضرر، ومن ثم، أؤمن إيمانًا جادًا بأن أفضل خدمة يقدمها المرء للناس هي منحهم عملًا راقيًا للقيام به، وبالتالي رفعه بشكل غير مباشر، ينطبق هذا بشكل رئيسي على الفنان العظيم، ولكن بدرجة أقل على العالم، بالتأكيد، ليس ثمار البحث العلمي هي التي ترقي الإنسان وتثري طبيعته، بل الرغبة في الفهم، والعمل الفكري، سواء كان إبداعيًا أو استقباليًا. سيكون من السخف بالتأكيد الحكم على قيمة التلمود، على سبيل المثال: من خلال ثماره الفكرية.

فقيمة الإنسان والمجتمع، عندما نستعرض حياتنا ومساعينا، نلاحظ سريعًا أن جميع أفعالنا ورغباتنا تقريبًا مرتبطة بوجود بشر آخرين. نرى أن طبيعتنا بأكملها تشبه طبيعة الحيوانات الاجتماعية. نأكل طعامًا زرعه آخرون، ونرتدي ملابس صنعها آخرون، ونعيش في منازل بناها آخرون، تم نقل الجزء الأكبر من معرفتنا ومعتقداتنا إلينا من قبل أشخاص آخرين من خلال لغة ابتكرها الآخرون، بدون اللغة ستكون قدراتنا العقلية فقيرة حقًا، ومماثلة لقدرات الحيوانات العليا؛ لذلك.

علينا أن نعترف بأننا ندين بميزتنا الرئيسية إلى الوحوش إلى حقيقة العيش في مجتمع بشري. الفرد، إذا تُرك وحده منذ الولادة، سيظل بدائيًا ووحشيًا في أفكاره ومشاعره إلى درجة يصعب علينا تصورها. إن الفرد هو ما هو عليه وله الأهمية التي يتمتع بها ليس بفضل فرديته، بل بالأحرى كعضو في مجتمع بشري عظيم يدير وجوده المادي والروحي من المهد إلى اللحد، تعتمد قيمة الرجل للمجتمع في المقام الأول على مدى توجيه مشاعره وأفكاره وأفعاله نحو تعزيز خير رفاقه.

# نقص الشخصيات البارزة

نحن نسميه جيدًا أو سيئًا بناءً على موقفه في هذا الأمر، للوهلة الأولى يبدو الأمر وكأن تقييمنا للرجل يعتمد كليًا على صفاته الاجتماعية، ومع ذلك، فإن مثل هذا الموقف سيكون خاطئًا، من الواضح أن كل الأشياء القيمة، المادية والروحية والأخلاقية، التي نتلقاها من المجتمع يمكن تتبعها عبر أجيال لا تُحصى إلى أفراد مبدعين معينين. استخدام النار، وزراعة النباتات الصالحة للأكل، والمحرك البخاري – كل اكتشفها رجل واحد.

فقط الفرد يستطيع التفكير، وبالتالي يخلق قيمًا جديدة للمجتمع – بل حتى يضع معايير أخلاقية جديدة يتوافق معها حياة المجتمع، بدون شخصيات مبتكرة ومستقلة التفكير والحكم، فإن التطور التصاعدي للمجتمع أمر لا يمكن تصوره، وكذلك تطور الشخصية الفردية بدون التربة المغذية للمجتمع.

وعليه، فإن صحة المجتمع تعتمد بنفس القدر على استقلال الأفراد الذين يتكونون منه كما تعتمد على تماسكهم السياسي الوثيق، لقد قيل بحق: إن الثقافة الإغريقية الأوروبية الأمريكية ككل، وخاصة ازدهارها الرائع في عصر النهضة الإيطالية، الذي أنهى ركود أوروبا الوسطى، تستند إلى تحرير الفرد وعزله النسبي.

دعونا الآن نفكر في العصر الذي نعيش فيه. كيف حال المجتمع، وكيف حال الفرد؟ يبلغ عدد سكان البلدان المتحضرة كثافة عالية جدًا

مقارنة بالماضي؛ تحتوي أوروبا اليوم على ما يقرب من ثلاثة أضعاف عدد السكان الذين كانت تضمهم قبل مائة عام، لكن عدد العظماء قد تناقص بشكل غير متناسب، لا يُعرف سوى عدد قليل من الأفراد لدى الجماهير كشخصيات من خلال إنجازاتهم الإبداعية، حل التنظيم إلى حد ما محل الرجل العظيم، خاصة في المجال التقني، ولكن أيضًا بدرجة ملحوظة في المجال العلمي.

يظهر نقص الشخصيات البارزة بشكل خاص في مجال الفن، لقد تدهور الرسم والموسيقى بالتأكيد وفقدت إلى حد كبير جاذبيتها الشعبية، في السياسة، لا يقتصر الأمر على نقص القادة فحسب، بل تراجعت أيضًا إلى حد كبير استقلالية الفكر والشعور بالعدالة لدى المواطن.

النظام الديمقراطي البرلماني القائم على هذه الاستقلالية قد اهتز في أماكن عديدة، وظهرت الديكتاتوريات وتم التسامح معها؛ لأن إحساس الناس بكرامة الفرد وحقوقه لم يعد قويًا بما فيه الكفاية، في غضون أسبوعين، يمكن تحريض الجماهير الشبيهة بالغنم من قبل الصحف إلى حالة من الغضب الشديد بحيث يصبح الرجال مستعدين لارتداء الزي العسكري والقتل والترحيل، من أجل تحقيق أهداف لا قيمة لها لبضع جهات منتفعة، تبدو لي الخدمة العسكرية الإلزامية العرض الأكثر إهانة لنقصان الكرامة الشخصية الذي يعاني منه البشر المتحضرون اليوم.

لا عجب في أن يتنبأ عدد من الأنبياء بكسوف حضارتنا في وقت

مبكر. أنا لست واحدًا من هؤلاء المتشائمين؛ أؤمن بأن أوقاتًا أفضل قادمة، دعني أذكر باختصار أسباب ثقتي هذه.

برأيي، تفسر الأعراض الحالية للانحطاط حقيقة أن تطور الصناعة والآلات قد جعل الصراع من أجل البقاء أكثر صعوبة للغاية، مما يضر بشكل كبير بالتنمية الحرة للفرد، لكن تطور الآلات يعني أن هناك حاجة أقل فأقل للعمل من الفرد لتلبية احتياجات المجتمع، ويصبح تقسيم العمل المخطط ضرورة ماسة بشكل متزايد، وهذا التقسيم سيؤدي إلى الأمن المادي للفرد، يمكن استغلال هذا الأمن والوقت الفراغ والطاقة التي سيتحكم فيها الفرد لتعزيز تنميته، وبهذه الطريقة يمكن للمجتمع أن يستعيد صحته، ونأمل أن يوضح المؤرخون المستقبليون الأعراض المرضية للمجتمع الحالي على أنها أمراض طفولة لإنسانية طموحة، ترجع كليًا إلى السرعة المفرطة التي كان يتقدم بها المجتمع.

# كلمة تأبين عند قبر هندريك أنتون لورنتس

كممثل للعالم الأكاديمي الناطق باللغة الألمانية، وخاصة الأكاديمية البروسية للعلوم، ولكن قبل كل شيء كتلميذ ومعجب عاطفي، أقف -منبهرا- عند قبر أعظم رجل في عصرنا. عبقريته كانت المشعل الذي أضاء الطريق من تعاليم كليرك ماكسويل إلى إنجازات الفيزياء المعاصرة، والتي ساهم في نسيجها بمواد وأساليب قيمة.

كانت حياته منظمة كعمل فني بأدق التفاصيل، لطالما تميزه لطفه وكرمه الكبيرين وإحساسه بالعدالة، إلى جانب فهمه البديهي للناس والأشياء، مما جعله قائدًا في أي مجال يدخله. كان الجميع يتبعونه بسرور؛ لأنهم شعروا أنه لم يسعَ للسيطرة أبدًا بل كان دائمًا يريد تقديم المساعدة. سيعيش عمله ومثاله كمصدر إلهام ودليل للأجيال القادمة.

أعمال هندريك أنتون لورنتس في سبيل التعاون الدولي:

مع التخصص الواسع للبحث العلمي الذي أحدثه القرن التاسع عشر، أصبح من النادر أن يتمكن رجل يحتل مكانة رائدة في أحد العلوم من تقديم خدمة قيمة للمجتمع في نفس الوقت في مجال المنظمات الدولية والسياسة الدولية، تتطلب مثل هذه الخدمة ليس فقط الطاقة والبصيرة والسمعة المبنية على إنجازات راسخة، ولكن أيضًا التحرر من التحيز القومي والتفاني في الأهداف المشتركة للجميع، والتي أصبحت نادرة في عصرنا، لم أقابل أحدًا يجمع كل هذه الصفات في نفسه بشكل مثالي مثل: هندريك أنتون لورنتس.

كان الشيء الرائع في تأثير شخصيته هو هذا: الطبيعة المستقلة والمتمردة، مثل تلك الطبيعة الشائعة بشكل خاص بين الرجال المتعلمين، لا تنحني بسهولة لإرادة الآخر، وفي الغالب لا تقبل قيادته إلا على مضض، ولكن، عندما يكون لورنتس في كرسي الرئاسة، يتم دائمًا خلق جو من التعاون السعيد، بغض النظر عن مدى اختلاف الحاضرين في أهدافهم وعادات تفكيرهم، يكمن سر هذا النجاح ليس فقط في فهمه السريع للناس والأشياء وإتقانه الرائع للغة، ولكن قبل كل شيء في هذا الأمر، يرى المرء أن كل قلبه في العمل الذي يقوم به، وأنه عندما يعمل، ليس لديه مجال لأي شيء آخر في ذهنه، لا شيء ينزع سلاح المعاند مثل هذا.

أنشطة لورنتس قبل الحرب وبعدها في سبيل العلاقات الدولية:

قبل الحرب، اقتصرت أنشطة لورنتس في مجال العلاقات الدولية على رئاسة مؤتمرات الفيزيائيين، وكان من بين أبرز هذه المؤتمرات مؤتمرات سولفاي، الذي عُقد أول اثنين منها في بروكسل عامي ١٩٠٩ و ١٩١٢. ثم جاءت الحرب الأوروبية، التي كانت ضربة قاصمة لكل مَن كان يعمل على تحسين العلاقات الإنسانية بشكل عام. حتى قبل انتهاء الحرب، وبشكل أكبر بعد نهايتها، كرس لورنتس نفسه لعمل المصالحة، وجهت جهوده بشكل خاص نحو إعادة تأسيس تعاون مثمر وودي بين علماء المجتمعات العلمية، يصعب على شخص خارجي أن يدرك صعوبة هذا العمل، لم يَخفَ بعدُ الاستياء المتراكم من فترة الحرب، ويستمر العديد من الرجال المؤثرين في الموقف الذي لا يمكن التوفيق

فيه والذي سمحوا للظروف بدفعهم إليه، ومن هنا، فإن جهود لورنتس تشبه جهود الطبيب مع مريض معاند يرفض تناول الأدوية المعدة بعناية لفائدته.

لكن لورنتس لا يمكن ردعه بمجرد أن يدرك أن مسار العمل هو الصحيح، في اللحظة التي انتهت فيها الحرب، انضم إلى الهيئة الإدارية لـ "مجلس البحوث"، الذي أسسه علماء البلدان المنتصرة، والذي تم استبعاد منه علماء والمجتمعات العلمية للدول المركزية، وكان هدفه من اتخاذ هذه الخطوة، التي أثارت استياءً شديدًا في العالم الأكاديمي للدول المركزية، هو التأثير على هذه المؤسسة بطريقة يمكن توسيعها إلى شيء دولي حقًا. نجح هو وغيره من الرجال ذوي التفكير السليم، بعد جهود متكررة، في تأمين إزالة بند الاستبعاد المسيء من لوائح "المجلس"، ومع ذلك، لم يتحقق الهدف المتمثل في استعادة التعاون الطبيعي والمفيد بين الجمعيات العلمية؛ لأن العالم الأكاديمي للدول المركزية، المرهق بسبب ما يقرب من عشر سنوات من الاستبعاد من جميع التجمعات الدولية تقريبًا، قد اعتاد على الانعزال بنفسه، الآن ومع ذلك، هناك أسباب وجيهة للأمل في أن يتم كسر الجمود قريبًا، بفضل الجهود الدبلوماسية للورنتس، بدافع الحماس الخالص للقضية الصالحة.

# جهود لورنتس لتعاون فكري دولي

كرس لورنتس طاقاته أيضًا لخدمة الأهداف الثقافية الدولية بطريقة أخرى، بالموافقة على العمل في لجنة عصبة الأمم للتعاون الفكري الدولي، التي تم إنشاؤها منذ حوالي خمس سنوات برئاسة بيرجسون، على مدار العام الماضي، ترأس لورنتس اللجنة، والتي من المقرر أن تعمل، بدعم فعال من تابعتها، معهد باريس، كحلقة وصل في مجال العمل الفكري والفني بين مختلف مجالات الثقافة، وهناك أيضًا سيؤدي التأثير الحميد لهذه الشخصية الذكية والإنسانية والمتواضعة، التي تنصح ضمنًا ولكن يتم اتباع نصيحتها بإخلاص، "ليس السيطرة بل الخدمة"، إلى قيادة الناس بالطريقة الصحيحة، عسى أن يساهم مثاله في انتصار تلك الروح!

# تكريمًا بعيد ميلاد أرنولد برلينر السبعين

أود أن أغتنم هذه الفرصة لأخبر صديقي برلينر وقراء هذه الصحيفة لماذا أقدره وأقدر عمله بهذه الدرجة، يجب أن يتم ذلك هنا؛ لأنه السبيل الوحيد لقول مثل هذه الأشياء؛ بما أن تدريبنا على الموضوعية أدى إلى تحريم كل شيء شخصي، والذي يجوز لنا نحن البشر تجاوزه إلا في مناسبات استثنائية تمامًا مثل المناسبة الحالية.

والآن، بعد هذه المحاولة للحصول على الحرية، نعود إلى الموضوعية! تم توسيع نطاق الحقائق التي تم تحديدها علميًا بشكل كبير، وأصبحت المعرفة النظرية أكثر عمقًا في كل قسم من أقسام العلوم، لكن القدرة الاستيعابية للعقل البشري محدودة تمامًا وتبقى كذلك، ومن ثم كان من الحتمي أن يقتصر نشاط الباحث الفرد على قسم أصغر وأصغر من المعرفة البشرية، والأسوأ من ذلك، أنه نتيجة لهذا التخصص، أصبح من الصعب بشكل متزايد الحفاظ على فهم عام تقريبي للعلوم ككل، والذي بدونه تعوق الروح الحقيقية للبحث حتمًا، لمواكبة التقدم، يتطور وضع مشابه لذلك الذي تمثله القصة المجازية في الكتاب المقدس بقصة برج بابل. كل عامل علمي جاد يدرك بشكل مؤلم هذا الإقصاء غير الإرادي إلى مجال معرفي يتقلص باستمرار، والذي يهدد بحرمان المحقق من آفاقه الواسعة وتخفيضه إلى مستوى الميكانيكي.

لقد عانينا جميعًا من هذا الشر، دون بذل أي جهد للتخفيف منه،

لكن برلينر جاء للإنقاذ، فيما يتعلق بالعالم الناطق باللغة الألمانية، بأروع طريقة: لقد رأى أن المجلات الشعبية الموجودة كافية لتوجيه وتعليم الشخص العادي؛ لكنه رأى أيضًا أن هناك حاجة إلى هيئة راقية ومحررة بشكل جيد لإرشاد العامل العلمي الذي يرغب في مواكبة التطورات في المشكلات العلمية والأساليب والنتائج بدرجة كافية ليكون قادرًا على تكوين حكمه الخاص، على مدى سنوات عديدة من العمل الجاد، كرس نفسه لهذا الهدف بذكاء كبير وعزيمة لا تقل عظمة، وقد قدم لنا جميعًا وللعلم خدمة لا يمكن أن نكون أكثر امتنانًا لها.

كان عليه أن يضمن تعاون الكُتّاب العلميين الناجحين ويحثهم على قول ما لديهم بأسلوب مفهوم قدر الإمكان لغير المتخصصين، لقد أخبرني كثيرًا عن المعارك التي خاضها في سبيل تحقيق هذا الهدف، والتي وصف لي صعوبتها ذات مرة في اللغز التالي: السؤال: من هو المؤلف العلمي؟ الإجابة: مزيج بين الميموزا والقنفذ، لا تغضب مني بسبب هذا التصرف غير اللائق، يا صديقي برلينر، يستمتع الرجل الجاد بضحكة جيدة بين الحين والآخر.

لم يكن إنجاز برلينر ممكنا لولا شدة شوقه إلى رؤية واضحة وشاملة لأكبر مساحة ممكنة من المجال العلمي. كما دفعه هذا الشعور إلى إنتاج كتاب مدرسي في الفيزياء، وهو ثمرة سنوات عديدة من العمل الشاق، والذي قال لي عنه طالب طب في اليوم الآخر: "لا أعرف كيف كنت سأحصل على فكرة واضحة عن مبادئ الفيزياء الحديثة في الوقت المتاح لي بدون هذا الكتاب"، لقد ساهمت معركة برلينر من

أجل الوضوح والشمولية.

# نَعْوَةُ الدكتور الجراح م. كاتزنشتاين

خلال الثمانية عشر عامًا التي قضيتها في برلين، كان لي عدد قليل من الأصدقاء المقربين، وكان أقربهم البروفيسور كاتزنشتاين، لأكثر من عشر سنوات قضيت معه ساعات فراغي خلال أشهر الصيف، ومعظمهما على متن يخته الرائع. هناك تبادلنا خبراتنا وطموحاتنا وعواطفنا.

كنا نشعر كلانا أن هذه الصداقة لم تكن نعمة فحسب؛ لأن كل منهما يفهم الآخر، ويغتني به، ويجد فيه ذلك الصدى المستجيب الذي لا غنى عنه لأي شخص حي حقًا؛ بل ساهمت أيضًا في جعل كلينا أكثر استقلالية عن التجارب الخارجية، وجعلت من عملية تحويلها إلى وقائع موضوعية أسهل.

كنت رجلًا حرًا، لا يقيدني الكثير من الواجبات ولا المسؤوليات المرهقة؛ أما صديقي، على العكس من ذلك، لم يكن يوما حرا من براثن الواجبات الملحة والمخاوف الشديدة على مصير من هم في خطر، إذا كان قد أجرى بعض العمليّات الجراحية الخطيرة في الصباح، كما كانت الحال دائمًا، فكان يتصل هاتفيًا قبل أن نركب القارب مباشرة، للاستفسار عن حالة المرضى الذين كان قلقًا عليهم؛ كنت أرى مدى اهتمامه العميق بحياة المرضى الذين عُهد بهم إلى رعايته. كان من الرائع أن هذا الوجود الخارجي المقيد لم يقص أجنحة روحه؛ خياله وحسه الفكاهي كانا لا يُقمعان، لم يصبح أبدًا نموذج الطبيب الألماني

الشمالي الدؤوب، الذي اعتاد الإيطاليون في أيام حريتهم تسميته بـ "بستيا سيريوزا" (الوحش الجدّي).

كان حساسًا كشاب لجمال بحيرات وغابات براندنبورغ المقوية، وبينما كان يبحر بالسفينة بيد خبيرة عبر هذه البيئة المحبوبة والمألوفة، فتح لي الغرفة السرية لقلبه – تحدث عن تجاربه وأفكاره العلمية وطموحاته. كان كيفية إيجاده للوقت والطاقة لها دائمًا لغزا بالنسبة لي؛ لكن شغف البحث العلمي لا يمكن أن يُسحق بأي أعباء. إن الرجل الذي يملكه يموت أسرع منه.

كان هناك نوعان من المشكلات التي شغلت انتباهه. النوع الأول فرض نفسه عليه بسبب ضرورات ممارسته، وهكذا كان دائمًا يفكر في طرق جديدة لتحفيز العضلات السليمة لتحل محل العضلات المفقودة، وذلك عن طريق زرع الأوتار بطريقة مبتكرة، لقد وجد ذلك سهلًا للغاية، حيث كان يمتلك مخيلة مكانية قوية بشكل غير عادي وشعورًا رائعًا بالآلية. كم كان سعيدا عندما نجح في جعل شخص ما لائقًا للحياة الطبيعية عن طريق تصحيح أجهزة العضلات في وجهه أو قدمه أو ذراعه! وكان الأمر نفسه عندما كان يتجنب إجراء عملية جراحية، حتى في الحالات التي تم إرسالها إليه من قبل أطباء للعلاج الجراحي في حالات قرحة المعدة عن طريق تحييد البيبسين. كما أنه أولَى اهتمامًا كبيرًا بعلاج التهاب الصفاق باستخدام مصل كولون مضاد للسموم اكتشفه، وفرح بالنجاحات التي حققها معه، وفي حديثه عن ذلك، كان يأسف كثيرا لعدم اعتماد زملائه على هذه الطريقة العلاجية.

# السياسة والسلام

لقد أدرك عظماء الأجيال السابقة حقًا أهمية تأمين السلام الدولي، لكن التقدم التقني في عصرنا حول هذه القاعدة الأخلاقية إلى مسألة حياة أو موت بالنسبة للبشرية المتحضرة اليوم، وجعل المشاركة الفاعلة في حل مشكلة السلام واجبًا أخلاقيًا لا يمكن لأي رجل ضميري التهرب منه.

يجب أن يدرك المرء أن الجماعات الصناعية القوية المعنية بتصنيع الأسلحة تبذل قصارى جهدها في جميع البلدان لمنع التسوية السلمية للنزاعات الدولية، وأنه لا يمكن للحكام تحقيق هذه الغاية العظيمة إلا إذا كانوا متأكدين من الدعم القوي لغالبية شعوبهم، في هذه الأيام من الحكومة الديمقراطية، يعلق مصير الأمم على نفسها؛ يجب على كل فرد أن يضع ذلك دائمًا في الاعتبار.

# مشكلة السلام في العالم

سيداتي وسادتي، يسعدني جدًا أن أغتنم هذه الفرصة لأقول لكم بضع كلمات حول مشكلة السلامية، لقد أظهر لنا مسار الأحداث في السنوات القليلة الماضية مرة أخرى مدى قلة مبررنا في ترك النضال ضد التسلح وروح الحرب. يعتمد مصير الحضارة الإنسانية أكثر من أي وقت مضى على القوى الأخلاقية التي يمكنها توليدها، وبالتالي، فإن المهمة التي تواجه عصرنا ليست أسهل بالتأكيد من المهام التي قام بها أسلافنا المباشرون بنجاح.

يمكن إنتاج المواد الغذائية والسلع الأخرى التي يحتاجها العالم في ساعات عمل أقل بكثير من ذي قبل، لكن هذا جعل مشكلة تقسيم العمل وتوزيع السلع المنتجة أكثر صعوبة. نشعر جميعًا أن حرية اللعب بالقوى الاقتصادية، والسعي غير المنظم وغير المقيد للثروة والسلطة من قبل الفرد، لم يعد يؤدي تلقائيًا إلى حل مقبول لهذه المشكلات، يحتاج الإنتاج والعمالة والتوزيع إلى تنظيم على خطة محددة، وذلك لمنع إهدار الطاقات الإنتاجية القيمة ومنع بعض قطاعات السكان من الإفقار والانتكاس إلى الهمجية.

إن تطور الأساليب الميكانيكية للحرب يجعل الحياة البشرية لا تطاق إذا لم يكتشف الناس قريبًا طريقة لمنع الحرب، لا يعادل أهمية هذا الهدف إلا عدم كفاية المحاولات التي بذلت حتى الآن لتحقيقه.

يسعى الناس إلى تقليل الخطر عن طريق الحد من التسلح ووضع

قواعد مقيدة لشن الحرب، لكن الحرب ليست كلعبة صالون يلتزم فيها اللاعبون بالقواعد بإخلاص. حيث تكون الحياة والموت على المحك، تذهب القواعد والالتزامات أدراج الرياح. هنا لا يفيد سوى نبذ الحرب كليًا. إنشاء محكمة تحكيم دولية لا يكفي، يجب أن تكون هناك معاهدات تضمن تنفيذ قرارات هذه المحكمة من قبل جميع الأمم التي تعمل بالتنسيق، بدون مثل هذا الضمان، لن تجرؤ الدول أبدًا على نزع السلاح بشكل جدي.

على سبيل المثال:

لنفترض أن الحكومات الأمريكية والبريطانية والألمانية والفرنسية أصرت على أن توقف الحكومة اليابانية عمليًاتها الحربية في الصين على الفور، تحت طائلة مقاطعة اقتصادية كاملة. هل تظن أن أي حكومة يابانية ستكون على استعداد لتحمل مسؤولية إغراق بلادها في مثل هذه المغامرة الخطيرة؟ إذن لماذا لم يتم ذلك؟ لماذا يجب أن يرتجف كل فرد وكل أمة على وجودهم؟ لأن كل واحد يسعى وراء مصلحته الشخصية البائسة اللحظية ويرفض إخضاعها لرفاهية وازدهار المجتمع.

لهذا السبب بدأت بإخباركم أن مصير الجنس البشري يعتمد أكثر من أي وقت مضى على قوته الأخلاقية اليوم. الطريق إلى حالة من الفرح والسعادة يكون من خلال التخلي والحد من الذات في كل مكان.

من أين تأتي القوة لمثل هذه العملية؟ فقط من أولئك الذين أتيحت

لهم الفرصة في سنواتهم الأولى لتقوية عقولهم وتوسيع آفاقهم من خلال الدراسة، وبالتالي، نحن من الجيل الأكبر ننظر إليكم ونأمل أن تسعوا جهدكم لتحقيق ما حُرمنا منه.

**إلى سيجموند فرويد؛**

عزيزي البروفيسور فرويد، من الرائع الطريقة التي تغلب بها الرغبة في إدراك الحقيقة على أي رغبة أخرى لديكم، لقد أظهرت بوضوح لا يقاوم كيف ترتبط الغرائز القتالية والمدمرة بشكل لا ينفصل بالغرائز العاطفية والحيوية في النفس البشرية، وفي الوقت نفسه، يتألق شوق عميق لهذا الإنجاز العظيم، التحرير الداخلي والخارجي للبشرية من الحرب، من المنطق القاسي لشروحاتكم.

لقد كان هذا الهدف المعلن لجميع الذين تم تكريمهم كقادة أخلاقيين وروحيين يتجاوزون حدود زمانهم وبلدهم دون استثناء، من يسوع المسيح إلى جوته وكانط. أليس من دواعي الأهمية أن يتم قبول هؤلاء الرجال كقادة على نطاق واسع، على الرغم من حقيقة أن جهودهم في تشكيل مجرى الشؤون الإنسانية لم يأتِ إلا بنجاح ضئيل؟

أنا مقتنع بأن العظماء – أولئك الذين تضعهم إنجازاتهم، حتى وإن كانت في مجال محدود، فوق نظرائهم – يحفزهم إلى حد كبير نفس المُثل العليا، لكن ليس لهم تأثير يذكر على مسار الأحداث السياسية، يبدو الأمر تقريبًا وكأن هذا المجال، الذي يعتمد عليه مصير الدول،

يجب أن يُسلَّم حتمًا للعنف وعدم المسؤولية.

القادة السياسيون أو الحكومات يدينون بموقعهم جزئيًا للقوة وجزئيًا للانتخابات الشعبية، لا يمكن اعتبارهم ممثلين لأفضل العناصر الأخلاقية والفكرية في دولهم على التوالي. النخبة الفكرية ليس لها تأثير مباشر على تاريخ الأمم في هذه الأيام؛ يمنعهم افتقارهم إلى التماسك من المشاركة المباشرة في حل مشاكل العصر الحالي.

ألا تعتقد أنه يمكن إحداث تغيير في هذا الصدد من قبل جمعية حرة من الناس الذين يشكل عملهم وإنجازاتهم حتى الآن ضمانًا لقدرتهم ونقاء هدفهم؟ قد يكتسب هذا الاتحاد الدولي، الذي يحتاج أعضاؤه إلى البقاء على اتصال دائم مع بعضهم البعض من خلال تبادل دائم للآراء، من خلال تحديد موقفه في الصحافة -تقع المسؤولية دائمًا على عاتق الموقعين في أي مناسبة- تأثيرًا أخلاقيًا كبيرًا ومفيدًا على تسوية القضايا السياسية، بالطبع، ستكون مثل هذه الجمعية فريسة لجميع الأمراض التي تؤدي في كثير من الأحيان إلى التدهور في الجمعيات العلمية، وهي مخاطر ترتبط ارتباطًا وثيقًا بنقص الطبيعة البشرية، ولكن ألا يجب المخاطرة بمحاولة في هذا الاتجاه على الرغم من ذلك؟ أرى المحاولة على أنها واجب لا يقل عن ذلك.

إذا تمكن تشكيل جمعية فكرية ذات مكانة، مثل تلك التي وصفتها، فستضطر بلا شك إلى محاولة حشد المنظمات الدينية من أجل الكفاح ضد الحرب. ستساند العديد ممن تعطل نوايا حسنة لديهم اليوم بسبب استقالة حزينة. أخيرًا، أعتقد أن جمعية مكونة من أشخاص مثل الذين

وصفتهم، كل منهم يحظى بتقدير كبير في مجاله، ستكون الشيء الصحيح لتقديم دعم أخلاقي قيم لتلك العناصر في عصبة الأمم التي تعمل بجد من أجل الهدف العظيم الذي توجد هذه المؤسسة من أجله.

# الخدمة الإجبارية

بدلًا من منح ألمانيا الإذن بتطبيق الخدمة الإجبارية، يجب أن يُسحب من الجميع: في المستقبل، لن يُسمح إلا بالجيوش المرتزقة، والتي يجب مناقشة حجمها ومعداتها في جنيف. سيكون هذا أفضل بالنسبة لفرنسا من الاضطرار إلى السماح بالخدمة الإجبارية في ألمانيا، وبالتالي سيتم تجنب التأثير النفسي القاتل للتعليم العسكري للشعب وانتهاك حقوق الفرد الذي ينطوي عليه.

علاوة على ذلك، سيكون من الأسهل بكثير على بلدين اتفقا على التحكيم الإجباري لتسوية جميع النزاعات الناشئة عن علاقاتهما المتبادلة أن يجمعا مؤسساتهما العسكرية من المرتزقة في منظمة واحدة بأركان مختلطة، وهذا يعني إعفاءً ماليًا وأمنًا متزايدًا لكليهما. قد تمتد مثل هذه العملية للاندماج إلى تحالفات أكبر وأكبر، وفي النهاية تؤدي إلى "شرطة دولية"، والتي ستضطر تدريجيًا إلى الانحلال مع تعزيز الأمن الدولي.

هل ستناقش هذا الاقتراح مع أصدقائنا من أجل تحريك الأمور؟ بالطبع، أنا لا أصر على الأقل على هذا الاقتراح المحدد، لكنني أعتقد حقًا أنه من الضروري أن نتقدم ببرنامج إيجابي؛ من غير المرجح أن تسفر سياسة سلبية بحتة عن أي نتائج عملية.

**ألمانيا وفرنسا:**

لا يمكن أن يحدث الثقة المتبادلة والتعاون بين فرنسا وألمانيا إلا

إذا تم تلبية المطالب الفرنسية بالأمن ضد الهجوم العسكري، لكن إذا صاغت فرنسا مطالب وفقًا لهذا، فمن المؤكد أن هذه الخطوة ستتخذ بشكل سيء للغاية في ألمانيا؛ نزع السلاح بشكل منهجي خلال فترة زمنية قصيرة، هذا ممكن فقط بالاقتران بضمان الجميع لأمن كل أمة منفصلة، على أساس محكمة تحكيم دائمة مستقلة عن الحكومات، التزام غير مشروط لجميع البلدان ليس فقط بقبول قرارات محكمة التحكيم ولكن أيضًا لتنفيذها، محاكم تحكيم منفصلة لأوروبا مع إفريقيا والأمريكتين وآسيا (يتم تخصيص أستراليا لإحدى هذه المناطق)، محكمة تحكيم مشتركة للقضايا التي تتضمن قضايا لا يمكن حلها في حدود أي من هذه المناطق الثلاث.

**العالمية العلمية:**

في جلسة للأكاديمية خلال الحرب، وفي الوقت الذي وصل فيه الافتتان الوطني والسياسي إلى ذروته، تحدث إميل فيشر بالكلمات القوية التالية: "لا فائدة يا سادة، العلم دولي وسيبقى كذلك." لقد عرف العلماء العظماء حقًا هذا الأمر وشعروا به بشغف، حتى لو أنهم ربما ظلوا معزولين بين زملائهم من العيار الأدنى في أوقات الاضطراب السياسي، في كل معسكر خلال الحرب، خانت هذه الكتلة من الناخبين ثقتهم المقدسة، تم تفكيك المجتمع الدولي للأكاديميات، لقد عُقدت المؤتمرات ولا تزال تُعقد، حيث يُستبعد منها الزملاء من دول الأعداء السابقين. الاعتبارات السياسية، التي يتم تقديمها رسميًا، تمنع انتصار طرق التفكير الموضوعية البحتة التي بدونها يجب أن تتعثر أهدافنا

العظيمة بالضرورة.

ماذا يمكن للأشخاص ذوي العقل الصحيح، والذين يقاومون إغراءات العاطفة اللحظية، أن يفعلوا لتعويض الضرر؟ ومع بقاء غالبية العاملين الفكريين متحمسين للغاية، فلا تزال المؤتمرات الدولية الحقيقية على نطاق واسع غير ممكنة، لا تزال العقبات النفسية أمام استعادة الجمعيات الدولية للعمال العلميين هائلة للغاية بحيث لا يمكن التغلب عليها من قبل الأقلية التي تتمتع أفكارها ومشاعرها بنوع أكثر شمولًا.

يمكن لهؤلاء الآخرين المساعدة في العمل العظيم لإعادة الصحة إلى الجمعيات الدولية من خلال البقاء على اتصال وثيق مع الأشخاص ذوي التفكير المماثل في جميع أنحاء العالم والدفاع بحزم عن القضية الدولية في مجالاتهم الخاصة. سيستغرق النجاح على نطاق واسع وقتًا، ولكنه سيأتي بلا شك، لا يمكنني أن أفوت هذه الفرصة دون أن أشيد بالطريقة التي ظلت بها الرغبة في الحفاظ على أخوة الفكر حية طوال هذه السنوات الصعبة في صدور عدد كبير من زملائنا الإنجليز على وجه الخصوص.

يتصرف الفرد في كل مكان بشكل أفضل من التصريحات الرسمية، يجب على ذوي العقل الصحيح أن يضعوا ذلك في الاعتبار ولا يسمحوا لأنفسهم بالخداع والغضب: (الشيوخ رجال صالحون، لكن مجلس الشيوخ وحش).

إذا كنت مليئًا بالأمل الواثق فيما يتعلق بتقدم المنظمة الدولية بشكل عام، فإن هذا الشعور لا يعتمد كثيرًا على ثقتي في ذكاء ورفعة أخلاق زملائي، بل بالأحرى على الضغط الذي لا يقاوم للتطورات الاقتصادية، وبما أن هذه تعتمد إلى حد كبير على عمل حتى العلماء الرجعيين فإنهم هم أيضًا سيساعدون في إنشاء المنظمة الدولية ضد إرادتهم.

# معهد التعاون الفكري

خلال هذا العام، استخلص كبار السياسيين في أوروبا لأول مرة الاستنتاج المنطقي من حقيقة أن جزأنا من العالم لا يمكنه استعادة ازدهاره إلا إذا توقف الصراع الخفي بين الوحدات السياسية التقليدية، يجب تعزيز التنظيم السياسي لأوروبا، ومحاولة تدريجية لإلغاء الحواجز الجمركية، لا يمكن تحقيق هذه الغاية العظيمة بالمعاهدات وحدها، يجب أن تكون عقول الناس، قبل كل شيء، مستعدة لذلك، يجب أن نحاول أن نوقظ فيهم تدريجيًا شعورًا بالتضامن لا يتوقف، كما كان في السابق، عند الحدود.

وإدراكًا لهذا، أنشأت عصبة الأمم لجنة التعاون الفكري، يجب أن تكون هذه اللجنة سلطة دولية بالكامل وغير سياسية تمامًا، تتمثل مهمتها في ربط المثقفين من جميع الدول، الذين عزلهم الحرب، ببعضهم البعض. إنها مهمة صعبة؛ لأنه يجب الاعتراف، للأسف، بأن الفنانين والعلماء -على الأقل في البلدان التي أنا على دراية بها- يحكمهم مشاعر قومية ضيقة إلى حد بعيد أكبر من رجال الأعمال.

اجتمعت هذه اللجنة حتى الآن مرتين في السنة، لجعل جهودها أكثر فعالية، قررت الحكومة الفرنسية إنشاء وإدارة معهد دائم للتعاون الفكري، والذي سيتم افتتاحه الآن، إنه عمل سخي من الأمة الفرنسية ويستحق شكر الجميع، إنها مهمة سهلة وممتنعة أن نفرح ونشيد ونقول شيئًا عن الأشياء التي نتحسر عليها أو نرفضها، لكن الصدق

وحده هو الذي يمكن أن يساعد عملنا إلى الأمام، لذلك لن أتردد في الجمع بين النقد مع هذه التحية للطفل الوليد.

لديّ فرصة يومية لملاحظة أن العقبة الأكبر التي يواجهها عمل لجنتنا هي عدم الثقة في حيادها السياسي، يجب بذل كل جهد لتعزيز هذه الثقة وتجنب كل ما قد يضر بها، لذلك، عندما تنشئ الحكومة الفرنسية معهدًا وتديره من الأموال العامة في باريس كعضو دائم في اللجنة، مع مدير فرنسي، يصعب على المراقب الخارجي تجنب الانطباع بأن النفوذ الفرنسي يسود في اللجنة، يعزز هذا الانطباع أيضًا حقيقة أنه حتى الآن كان رئيس اللجنة نفسه فرنسيًا أيضًا، على الرغم من أن الأفراد المعنيين هم من ذوي السمعة الطيبة والمحبوبين والمحترمين في كل مكان، إلا أن الانطباع لا يزال قائمًا.

قلت وأنقذت نفسي: آمل من كل قلبي أن ينجح المعهد الجديد، من خلال التفاعل المستمر مع اللجنة، في تعزيز أهدافهما المشتركة وكسب ثقة واعتراف العاملين الفكريين في جميع أنحاء العالم.

# مؤتمر نزع السلاح عام 1932

هل لي أن أبدأ بمبدأ من المبادئ السياسية الأساسية؟ تقول هذه المقولة: الدولة من أجل الإنسان، وليس الإنسان من أجل الدولة، وفي هذا الصدد، يشبه العلم الدولة، هذه أقوال قديمة صاغها رجال اعتبروا الشخصية الإنسانية أعلى خير إنساني، يجب أن أتجنب تكرارها، إلا أنها توشك دائمًا على النسيان، خاصة في هذه الأيام من التنظيم والآلية، أعتبر أن واجب الدولة الأساسي هو حماية الفرد وإتاحة الفرصة له ليصبح شخصية إبداعية.

بمعنى آخر، يجب أن تكون الدولة خادمة لنا وليس نحن عبيدها، تتعارض الدولة مع هذه الوصية عندما تجبرنا بالقوة على المشاركة في الخدمة العسكرية والحرب، خاصة وأن هدف وتأثير هذه الخدمة المذلة هو قتل أشخاص ينتمون إلى دول أخرى أو التدخل في حريتهم في التنمية، يجب علينا فقط أن نقدم للدولة مثل هذه التضحيات التي تعزز التطور الحر للكائنات البشرية الفردية، بالنسبة لأي أمريكي، قد يكون كل هذا من قبيل البديهيات، ولكن ليس لأي أوروبي، ومن ثم يجوز أن نأمل أن يجد الكفاح ضد الحرب دعما قويا بين الأمريكيين.

والآن إلى مؤتمر نزع السلاح. هل يجب أن نضحك أم نبكي أم نأمل عندما نفكر فيه؟ تخيل مدينة يسكنها مواطنون سريعو الغضب وغير صادقين ومشاكسين، يُنظر إلى الخطر المستمر على الحياة هناك على

أنه عقبة جدية تجعل كل تطور صحي مستحيلًا، يرغب القاضي في معالجة هذه الحالة البغيضة، على الرغم من إصرار جميع مستشاريه وبقية المواطنين على الاستمرار في حمل خنجر في أحزمتهم، بعد سنوات من التحضير، يقرر القاضي التسوية ويثير السؤال، كم يطول وكم يكون حادًا الخنجر الذي يُسمح لأي شخص بحمله في حزامه عندما يخرج. طالما أن المواطنين المثالين لا يقمعون الطعن بالتشريعات والمحاكم والشرطة، فإن الأمور تستمر بالطريقة القديمة بالطبع. إن تحديد طول وشدة الخنجر المسموح به سيساعد فقط الأقوى والأكثر اضطرابا ويترك الأضعف تحت رحمتهم. سوف تفهمون جميعًا معنى هذا المثل.

صحيح أن لدينا عصبة أمم ومحكمة تحكيم، لكن عصبة الأمم ليست أكثر من قاعة اجتماعات، والمحكمة ليس لديها وسيلة لتنفيذ قراراتها، لا توفر هذه المؤسسات أي أمان لأي دولة في حالة تعرضها لهجوم، إذا كنت تضع ذلك في اعتبارك، فستحكم على موقف الفرنسيين، ورفضهم نزع السلاح بدون أمن، بحكم أقل قسوة مما يُحكم عليه حاليًا.

ما لم نتفق على الحد من سيادة الدولة الفردية من خلال ربط أنفسنا جميعًا باتخاذ إجراء مشترك ضد أي دولة تقاوم علانية أو سرًا حكم محكمة التحكيم، فلن نخرج أبدًا من حالة الفوضى والإرهاب العالمية، لا يمكن لأي خدعة أن توفِّق بين السيادة المطلقة للدولة الفردية والأمن من الهجوم. هل ستحتاج إلى كوارث جديدة لإقناع الدول بالتعهد بإنفاذ كل قرار للمحكمة الدولية المعترف بها؟ إن

تطور الأحداث حتى الآن لا يبررنا بالكاد في الأمل بشيء أفضل في المستقبل القريب، ولكن على كل مَنْ يهتم بالتحضر والعدالة أن يبذل كل قوته لإقناع رفاقه بضرورة وضع جميع الدول تحت التزام دولي من هذا النوع.

قد يُقال ضد هذه الفكرة، وليس بدون مبرر إلى حد ما، أنها تبالغ في تقدير فعالية الآلية، وتتجاهل العامل النفسي، أو بالأحرى الأخلاقي، يصر الناس على أن نزع السلاح الروحي يجب أن يسبق نزع السلاح المادي، يقولون أيضًا، وهذا صحيح: إن العقبة الأكبر أمام النظام الدولي هي تلك الروح القومية المبالغ فيها بشكل فظيع والتي تحمل أيضًا اسم الوطنية الذي يبدو جيدًا ولكنه مُسَاءُ الاستخدامِ. خلال القرن ونصف القرن الماضيين اكتسب هذا الصنم قوة غريبة وشريرة للغاية في كل مكان.

لتقدير هذا الاعتراض بقيمته الحقيقية، يجب على المرء أن يدرك أن هناك علاقة متبادلة بين الآلية الخارجية والحالات الذهنية الداخلية، لا تعتمد الآلية فقط على أساليب الشعور التقليدية وتدين بأصلها وبقائها لها، ولكن الآلية الموجودة بدورها تمارس تأثيرًا قويًا على أنماط الشعور الوطنية.

إن التطور البائس الحالي للنزعة القومية في كل مكان، في رأيي، مرتبط ارتباطًا وثيقًا بمؤسسة الخدمة العسكرية الإجبارية، أو لنسميها بأسمائها الأقل إهانة، الجيوش الوطنية. الدولة التي تطلب الخدمة العسكرية من سكانها مضطرة إلى تنمية روح قومية فيهم، والتي

تشكل الأساس النفسي للكفاءة العسكرية. إلى جانب هذا الدين، يجب أن تعرض آلتها، القوة الغاشمة، لإعجاب الشباب في مدارسها.

لذلك، فإن (إدخال) الخدمة الإجبارية، في رأيي، هو السبب الرئيسي للانهيار الأخلاقي للعرق الأبيض، والذي يهدد بشدة ليس فقط بقاء حضارتنا ولكن وجودنا ذاته، بدأت هذه اللعنة، إلى جانب النعم الاجتماعية العظيمة، بالثورة الفرنسية، وسرعان ما جرَّت وراءها جميع الدول الأخرى.

لذلك، يجب على أولئك الذين يرغبون في تشجيع نمو الروح الدولية ومكافحة الشوفينية اتخاذ موقف ضد الخدمة الإجبارية. هل الاضطهاد الشديد الذي يتعرض له المعارضون للخدمة العسكرية لأسباب ضميرية اليوم أقل إهانة للمجتمع من تلك التي تعرض لها شهداء الدين في القرون السابقة؟ هل يمكنك، كما تفعل معاهدة كيلوغ، إدانة الحرب وفي نفس الوقت ترك الفرد تحت رحمة آلة الحرب في كل بلد؟

إذا لم يكن علينا، فيما يتعلق بمؤتمر نزع السلاح، أن نحصر أنفسنا في المشكلات الفنية للتنظيم..، ولكن أيضًا في معالجة المسألة النفسية بشكل أكثر مباشرة لأسباب تعليمية، يجب أن نحاول على المستوى الدولي ابتكار طريقة قانونية ما يمكن من خلالها للفرد أن يرفض الخدمة العسكرية. سيؤدي هذا التنظيم بلا شك إلى تأثير أخلاقي كبير.

هذا هو موقفي باختصار: إن مجرد اتفاقيات الحد من التسلح لا توفر أي نوع من الأمن، يجب دعم التحكيم الإجباري بقوة تنفيذية، يضمنها جميع البلدان المشاركة، والتي تكون مستعدة للمضي قدما ضد من يثير اضطرابات السلام بعقوبات اقتصادية وعسكرية، يجب مكافحة الخدمة الإجبارية، كَشورٍ لقومية غير صحية؛ والأهم من ذلك كله، يجب حماية المعارضين للخدمة العسكرية على أساس دولي.

وأخيرا، أود أن ألفت انتباهك إلى كتاب "الحرب غدا مرة أخرى" للودفيج باور، الذي يناقش القضايا المعنية هنا بطريقة حادة وغير متحيزة وببصيرة نفسية كبيرة.

فوائد العبقرية الإبداعية للإنسان التي منحنا إياها في مائة العام الماضية كان من الممكن أن تجعل الحياة سعيدة وخالية من الهموم لو تمكن التنظيم من مواكبة التقدم التقني. كما هو الحال، فإن هذه الإنجازات التي تحققت بشق الأنفس في أيدي جيلنا تشبه مُوسَى حادً في يد طفل يبلغ من العمر ثلاث سنوات، لقد أدى امتلاك وسائل إنتاج رائعة إلى الرعاية والجوع بدلًا من الحرية.

إن نتائج التقدم التقني أكثر شؤمًا حيث توفر وسائل لتدمير الحياة البشرية وثمار العمل الشاق التي تحققت بشق الأنفس، كما شهدنا نحن جيل الماضي برعب في الحرب العظمى، والأكثر فظاعة من الدمار، في رأيي، هو العبودية المهينة التي تلقي بها الحرب بالأفراد. أليس من الرهيب أن تُجبر من قبل المجتمع على فعل أشياء يعتبرها كل فرد جرائم بغيضة؟ قلة فقط لديهم العظمة الأخلاقية لمقاومة ذلك؛

أعتبرهم الأبطال الحقيقيين للحرب العظمى.

هناك بصيص أمل، أعتقد أن القادة المسؤولين عن الأمم يرغبون بصدق، في الأساس، في إلغاء الحرب، يأتي المقاومة لهذه الخطوة الأساسية إلى الأمام من تلك التقاليد الوطنية المؤسفة التي يتم تناقلها مثل مرض وراثي من جيل إلى جيل من خلال عمل النظام التعليمي. الوسيلة الرئيسية لهذا التقليد هي التدريب العسكري وتمجيده، وبالمثل، ذلك الجزء من الصحافة التي تسيطر عليها الصناعة الثقيلة والجنود، لا يمكن أن يكون هناك سلام دائم بدون نزع السلاح، وعلى العكس من ذلك، فإن استمرار الاستعدادات العسكرية بالوتيرة الحالية سيؤدي حتمًا إلى كوارث جديدة.

لهذا السبب سيقرر مؤتمر نزع السلاح لعام ١٩٣٢ مصير هذا الجيل والجيل القادم. عندما يفكر المرء في مدى البؤس، كانت نتائج المؤتمرات السابقة، يصبح من الواضح أن واجب كل فرد ذكي ومسؤول أن يبذل كل قوته لتذكير الرأي العام مرارًا وتكرارًا بأهمية مؤتمر ١٩٣٢، فقط إذا كان لدى رجال الدولة إرادة السلام لأغلبية حاسمة في بلدانهم، يمكنهم تحقيق غايتهم العظيمة، ولكل واحد منا مسؤولية في كل كلمة وفعل عن تشكيل هذا الرأي العام.

سيحكم على مصير المؤتمر بالفشل إذا جاء المندوبون إليه بتعليمات جاهزة، سيصبح تنفيذها قريبًا مسألة هيبة، يبدو أن هذا الأمر متفهم بشكل عام، بالنسبة للاجتماعات بين رجال دولة دولتين في كل مرة، والتي أصبحت متكررة جدًا في الآونة الأخيرة، فقد تم استخدامها

لتحضير الأرض للمؤتمر من خلال محادثات حول مشكلة نزع السلاح، يبدو لي هذا وسيلة مفيدة للغاية؛ لأنه يمكن لشخصين أو مجموعتين من الرجال عادة مناقشة الأمور معًا بشكل أكثر منطقية وصدقًا وموضوعية عندما لا يكون هناك ثالث حاضر يشعرون أمامه أن عليهم الحذر فيما يقولون، فقط إذا تم إجراء استعدادات شاملة من هذا النوع للمؤتمر، وتم بموجبها استبعاد المفاجآت، وخُلق جو من الثقة من خلال حسن النية الحقيقية، يمكننا أن نأمل في نتيجة سعيدة.

في هذه الأمور العظيمة، النجاح ليس مسألة ذكاء، ولا سيما المكر، بل مسألة صدق وثقة، لا يمكن للعنصر الأخلاقي أن يحل محله العقل، الحمد لله! ليس من واجب المشاهد الفردي مجرد الانتظار والانتقاد، يجب عليه أن يخدم القضية بكل الوسائل المتاحة له. سيكون مصير العالم كما يستحق العالم.

يشعر الأمريكيون اليوم بالهموم الناشئة عن الظروف الاقتصادية في بلدهم، تتركز جهود قادة المسؤولين لديهم في المقام الأول على معالجة البطالة الخطيرة في الداخل. إن الشعور بالمشاركة في مصير بقية العالم، ولا سيما الوطن الأم أوروبا، أقل قوة حتى من الأوقات العادية.

لكن حرية القوى الاقتصادية لن تتغلب على هذه الصعوبات تلقائيًا، هناك حاجة إلى إجراءات تنظيمية من قبل المجتمع لإحداث توزيع سليم للعمل والسلع الاستهلاكية بين البشر؛ بدونها حتى شعب أغنى دولة يخنق، والحقيقة أنه منذ أن انخفض مقدار العمل اللازم لتلبية

احتياجات الجميع من خلال تحسين الأساليب الفنية، لم يعد حرية القوى الاقتصادية ينتج حالة يستطيع فيها كل العمل المتاح أن يجد فيه وظيفة، يصبح التنظيم والتنظيم المتعمد ضروريًا لجعل نتائج التقدم التقني مفيدة للجميع.

إذا كانت الحالة الاقتصادية لا يمكن تحسينها بدون تنظيم منهجي، فكم بالحَرِيِّ ضرورة هذا التنظيم للتعامل مع مشاكل السياسة الدولية!

لا يزال عدد قليل من الناس يتمسكون بالفكرة القائلة: إن أعمال العنف على شكل حروب مفيدة أو جديرة بالإنسانية طريقةُ حل المشاكل الدولية، لكنهم ليسوا منطقيين بما فيه الكفاية لبذل جهود قوية نيابة عن الإجراءات التي يمكن أن تَمنع الحرب، تلك البقايا الوحشية وغير الجديرة بعصر الهمجية، يتطلب الأمر بعض قوة التفكير لرؤية القضية بشكل واضح وشجاعة معينة لخدمة هذه القضية العظيمة بحزم وفعالية.

يجب على أي شخص يريد حقًّا إلغاء الحرب أن يعلن بحزم تأييده لتخلي بلده عن جزء من سيادته لصالح المؤسسات الدولية: يجب أن يكون مستعدًا لجعل بلده قابلة، في حالة النزاع، لقرار محكمة دولية، يجب أن يدعم نزع السلاح الشامل بأشد الطرق صرامة، والذي تم بالفعل تصوره في معاهدة فرساي المؤسفة؛ طالما لم يتم إلغاء التعليم العسكري والوطني العدواني، فلا يمكننا أن نأمل في أي تقدم.

Telegram:@mbooks90

لا يعكس أي حدث في السنوات القليلة الماضية مثل هذا العار

على الدول المتحضرة الرائدة في العالم مثل: فشل جميع مؤتمرات نزع السلاح حتى الآن؛ لأن هذا الفشل لا يعود فقط إلى مؤامرات السياسيين الطموحين وعديمي الضمير، ولكن أيضًا إلى اللامبالاة والتراخي العام في جميع البلدان، ما لم يتغير هذا، فسوف ندمر كل الإنجازات القيمة حقًا لأسلافنا.

أعتقد أن الأمة الأمريكية لا تدرك إلا بشكل غير كامل المسؤولية التي تقع عليها في هذا الأمر، لا شك أن الناس في أمريكا يفكرون على هذا النحو: "دع أوروبا تذهب إلى الجحيم، إذا دمرتها مشاكسةُ وسوءُ سكانها، لقد أنتجت البذرة الصالحة لويلسون (الاحتمال أن المقصود هو الرئيس الأمريكي الأسبق وودرو ويلسون) محصولًا ضعيفًا للغاية في أرض أوروبا الصخرية. نحن أقوياء وآمنون وليس لدينا أي استعجال للتدخل في شؤون الآخرين ".

مثل هذا الموقف دنيء وقصير النظر في آن واحد، تتحمل أمريكا جزءًا من اللوم على صعوبات أوروبا، من خلال المطالبة بحقوقها بلا رحمة فإنها تسرع الانهيار الاقتصادي وبالتالي الأخلاقي لأوروبا؛ لقد ساعدت في تقسيم أوروبا، وبالتالي تشارك في مسؤولية انهيار الأخلاق السياسية ونمو روح الانتقام التي تتغذى على اليأس، لن تتوقف هذه الروح عند أبواب أمريكا، أو كدت أقول: لم تتوقف. انظر حولك، وتطلع إلى الأمام.

(1) الهندسة الإقليدية: هي نظام رياضياتي وضع أسسه العالم الإغريقي إقليدس في كتابه "العناصر" في القرن الثالث قبل الميلاد، وتعتمد على مجموعة من المبادئ تسمى "المسلّمات". (المترجمة).

(2) نظام الإحداثيات الديكارتية: هو نظام رياضياتي لتحديد موقع نقطة في الفضاء ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد.(المترجمة).