الفصل الثاني

المادة في الفيزياء التقليدية
مرحلة السلوك

- **الفلسفة تنبه العلم**
- **المادة في ظل الميكانيكا**
  - ميلاد مفهوم الكتلة
  - قوى التجاذب
  - حتمية نيوتن
  - طبيعة المادة عند نيوتن
  - الفيزياء حادي العلوم
  - نشوة الإنجاز
- **مأذق المادة في الفيزياء التقليدية**
- **القارئ الكريم**

تُعتبر **الثورة العلمية**، التي أخرجت أوروبا من مستنقع العصور الوسطى إلى رحابة العصر الحديث، إحدى أهم الثورات في تاريخ البشرية، فقد حدثت فيها **قفزات حضارية** في فترات قصيرة ما كان يحلم بها أكثر الناس تفاؤلًا وأخصبهم خيالًا.

وفي ظل هذه الثورة شهد القرن السابع عشر تغيرات في النظر إلى المادة، نتيجة للتغير في المنظور الفلسفي مع ازدهار **علم الميكانيكا**. فبعد أن سيطر على الفكر الإنساني لقرابة العشرين قرنًا **البحث عن أصل المادة وماهيتها** (الذي تتبعناه في الفصل السابق) شاعت **النظرة إلى سلوك المادة باعتبارها** أجسامًا متحركة، فانزوت النظرة إلى جواهر الأشياء الثابتة وحلَّ محلها **التغير** الذي يعتري صفات الأشياء.

الفلسفة تُنَبِّه العلم

قام الفيلسوف الفرنسي الكبير **رينيه ديكارت** (1596 - 1650) بدور مهم في تأسيس النظرة الجديدة إلى المادة، وذلك في إطار **النموذج الهندسي/ الرياضي** الأوضح والأقدر على توصيف العالم والأكثر وضوحًا وفهمًا للعقل الإنساني.

ولما كانت النظرة الفيزيائية للأشياء - في ذلك الوقت - تتم من خلال وصف امتدادها وحركتها، باعتبارهما سمتين لمادة الشيء، فإن ديكارت في نظرته الجديدة **ساوى بين الأشياء التي يتكون منها العالم (مادته) وبين امتدادها Extension** (الذي يحكمه شكلها وحجمها القابلين للقياس)، أي اعتبر الامتداد هو ذات المادة. وقد مكنه التعبير عن الأشياء من خلال امتدادها بالإضافة إلى مفهوم الحركة من تطبيق النموذج الهندسي على العالم.

كذلك تنبأ **توماس هوبز**[1] فلسفيًّا في كتابه الأول «الوحش Leviathan - 1651» بما توصل إليه العلم المادي بتجريبيته[2]. ففي الكتاب طرح هوبز ما صار يُعرف بـ «**البرنامج المادي** The Materialist Program»، وقدم له بأن ليس هناك إلا «**مادة متحركة** Matter in Motion». ثم انطلق من تلك المقدمة ليبين كيف تتحرك الأشياء وكيف ينشأ توهم وجود أشياء غير مادية في عالم مادي. ولتحقيق ذلك اتبع هوبز منهجًا أطلق عليه اصطلاح الطريقة «**التحليلية Analytic**» أو «**التركيبية Compositional**»، وفيها يُعَرِّف الباحث اللبنات الأساسية للواقع ويبين كيف تنشأ الأشياء الأكثر تعقيدًا من هذه اللبنات حتى نصل إلى بنية الوجود كما يدركه الإنسان، ويتم ذلك من خلال السير بطريقة عكسية، أي «تفكيك - اختزال Reduction» الوجود المعقد إلى أجزائه الأكثر بساطة، وصولًا إلى بنية الوجود الأولية[3].

وتواجه هذه **النظرة الاختزالية للمادة**[4] **عدة اعتراضات فلسفية فيزيائية**، لعل أهمها؛ أن الاكتفاء بالامتداد والحركة يتجاهل مفهوم «الكثافة Density» كسمة للمادة، مما يعوق تطبيق علوم الميكانيكا على الأشياء، ذلك أن الأجسام مختلفة الكثافة لها صفات ميكانيكية مختلفة. والاعتراضين الثاني والثالث، هما أن قَصْر سمات المادة على الامتداد يؤدي إلى مفهوم اللااختراقية[5] Impenetrability وإلى نفي وجود الفراغ داخل المادة. وفي ضوء هذه الاعتراضات يصعب تفسير حركة الأجسام، وهذه هي العقبة الفيزيائية الرابعة أمام النظرة الاختزالية للمادة.

وقد بذل **ديكارت** مجهودًا كبيرًا ليتجاوز هذه الاعتراضات، وبالرغم من جهوده صار من المؤكد أن الاكتفاء بصفة الامتداد لتوصيف المادة **غير كافٍ لقيام علم الميكانيكا.**

(1) Thomas Hobbes (1588 - 1679) الفيلسوف البريطاني الشهير، من مؤسسي الفلسفة السياسية.

(2) حقق نفس التنبؤات أيضًا الفيلسوف جون لوك، 1690، في كتابه Essay Concerning Human Understanding.

(3) قام كثير من الفلاسفة الماديين باتباع منهج الاختزال. ولتحقيق الاختزال استبعد ديفيد هيوم الأشياء المحتملة والأسباب الميتافيزيقية، بينما لجأ جون لوك إلى استبعاد الصفات الثانوية للموجودات والتركيز على الصفات الأولية.

(4) طرحها ديكارت وتوماس هوبز وهيوم وجون لوك وغيرهم.

(5) اللا اختراقية من صفات المادة، ويترتب عليها أن جسمين لا يمكن أن يشغلا نفس الفراغ في نفس الوقت.

للخروج من هذا المأذق، قام **روجر بسكوڤيتش**[1] بإحداث نقلة منطقية كبيرة في النظر إلى المادة، فقد استبدل مفهوم الذرة باعتبارها مادة صلبة مصمتة بفكرة «**القوى**» **المتمركزة في نقاط**. لقد افترض بسكوڤيتش أن ما نرصده كمادة ليس إلا نقاط توجد حولها قوى تجاذب طويلة المدى وأيضًا قوى تدافع قصيرة المدى، مما يولد «**مجالًا**» **يشبه الذرة حول نقاط مركزية. إن هذه الذرة (الطاقية غير المادية)** ليس لها مكونات مصمتة أو سطح أو قشرة مادية، ولكن قوى التجاذب والتدافع تجعل اختراقها عملية صعبة، ويصبح الاختراق مستحيلًا إذا اقتربنا من المركز.

وتمثل فكرة الذرة الطاقية ميلاد **فكرة «الكمون**[2] **Potentiality»** المخالفة للمادية الصلبة. ولم يتح لطرح بسكوڤيتش أن يتقدم أكثر من ذلك، حيث لم يكن من السهل تجاهل إدراكنا الواقعي للطبيعة المادية التقليدية للوجود.

ونتيجة للصعوبات السابقة التي واجهت توصيف المادة من خلال الامتداد فحسب، ثبت وجود **سمات أساسية أخرى للمادة**؛ مثل اللا اختراقية، القابلية للحركة، القصور، الكثافة،... وقد عُرفت هذه السمات **بالسمات الأولية للمادة**، باعتبار أنها موجودة في المادة بغض النظر عن وجود من يدركها. وذلك بخلاف **السمات الثانوية** المتوقفة على وجود المدرِك (كاللون والرائحة) والتي تُفَسَّر في ضوء السمات الأولية. وقد أعان طرح هذه السمات الجديدة وتقسيمها إلى أولية وثانوية على تبلور «**الفلسفة الميكانيكية**» التي سادت الفلسفة في القرن السابع عشر، وقد تبنى فلاسفة هذا الاتجاه أن المادة تتكون من **كُرَيَّات ضئيلة للغاية غير مرئية**، وتتميز بمجموعة من الصفات الأولية التي تتفرع منها صفات ثانوية نلمسها في حياتنا اليومية.

المادة في ظل الميكانيكا

لقد كان تأثير الإرهاصات الفلسفية السابقة في نظرة العلم إلى المادة عظيم. فقد كان تأثير النتائج الأولى للنموذج الهندسي/ الرياضي لديكارت وللبرنامج المادي لهوبز على بدايات العلم

(1) Roger Boscovich (1711 - 1787) الفيزيائي والفلكي والرياضي والفيلسوف والشاعر اللاهوتي، من مواليد كرواتيا.
(2) قوة كامنة تحتاج إلى تنمية.

مذهلة. كما كانت نجاحات قوانين الحركة التي صاغها جاليليو[1] ثم كبلر[2] ثم نيوتن[3] مبهرة. وقد وصف الشاعر الإنجليزي ألكسندر بوب[4] نجاح نيوتن في تجلية طبيعة الوجود قائلاً: «كانت الطبيعة وقوانينها ترقد في الظلام، حتى أخرج الإله نيوتن للوجود، فأضاء كل شيء».

لقد **دعمت ميكانيكا نيوتن المذهب المادي**، الذي يقوم على أن كل شيء في الوجود يتكون من المادة. فقد وصفت قوانينه لأول مرة المبادئ التي تفسر حركة الأجسام؛ من الأجسام الساقطة حتى حركة الكواكب، كما انطلقت بقية القوانين الفيزيائية من اعتبار أن المادة الأولية تؤثر فيها مجموعة من القوى المختلفة؛ كطاقة الحركة وقوة الجاذبية.

ميلاد مفهوم الكتلة

أما عن التطور الذي ظهر على يدي نيوتن بخصوص **طبيعة المادة وسلوكها**، فقد وصف نيوتن مقاومة الأجسام للتغير في حركتها، ووصف أيضًا التأثير التجاذبي للأجسام بعضها على بعض، وكذلك خضوع الأجسام لجاذبية الأرض. وقد نجح نيوتن في إرجاع تلك السمات الثلاث للمادة إلى **عامل واحد قابل للقياس**، وهو «مقدار المادة الموجودة في الجسم»، ووصفها بمصطلحه الجديد «**الكتلة Mass**». وقد دفع ذلك المصطلح اللفظ القديم «المادة» خارج إطار الميكانيكا الوليدة، وإن كان يمكن **تعريف المادة ببساطة شديدة، باعتبارها «ما للجسم من كتلة»**.

قوى التجاذب

ولكن ما حقيقة قوى التجاذب التي أصبحت في قلب المنظومة الفيزيائية المادية الجديدة؟

استمر نيوتن لسنوات، بعد صدور كتابه التاريخي (المبادئ The Principa) الذي وضع فيه

(1) Calileo Galilei (1564 - 1642): الفلكي والفيلسوف والفيزيائي الإيطالي، أثبت فلكيًّا دوران الأرض حول الشمس.

(2) Johannes Kepler (1571 - 1630): عالم الفلك والرياضيات والفيزياء الألماني، كان أول من وضع قوانين تصف حركة الكواكب بعد اعتماد فكرة دورانها حول الشمس.

(3) Isacc Newton (1642 - 1727): أبرز العلماء الفيزيائيين والرياضيين عبر التاريخ.

(4) Alexander Pope (1688 - 1744): اشتهر بترجمته لأعمال هوميروس. أكثر من نقل عنه قاموس أكسفورد للمقولات المأثورة بعد شكسبير.

أفكاره، يبحث عن **تفسير للتجاذب بين جسمين**، وطرح بعض الأفكار غير المادية (كالروح المطاطة Elastic Spirit والوسيط غير المادي Immaterial Medium) وهي مفاهيم - لو صدقت- كان من شأنها أن تُقَوِّض الفلسفة الميكانيكية الوليدة. وبقي أمام نيوتن إرجاع قوى التجاذب إلى إحدى آليتين:

(1) وجود شيء يربط الجسمين و يقطع المسافة بينهما.

(2) إنها تأثير عن بعد.

رفض نيوتن الآلية الأولى لعدم رصد هذا الرابط وعدم وجود دليل عليه، ورَجَّحَ التأثير عن بعد و إن كان لم يدرك آليته.

حتمية نيوتن

لعل أهم توابع الفيزياء الميكانيكية التي كان نيوتن هو صاحب السهم الأكبر في تأسيسها هو «**الحتمية الميكانيكية**»، وهذا الطرح يمثل تحولًا كبيرًا في سلوك المادة. فالأجرام (دقيقها وكبيرها) تتحرك تبعًا للقوانين الميكانيكية، ومن ثم لا يكون للتدخل الإلهي ولا للعشوائية دور في حركتها. وذلك ما حدا **الفلكي الفرنسي لا بلاس**[1] إلى أن يدعي إمكانية إدراك كل الأحداث الكونية السابقة والتنبؤ بالأحداث اللاحقة إذا توافرت للعلماء المعلومات الكاملة عن الكون.

طبيعة المادة عند نيوتن

بالرغم من النقلة الجبارة التي أحدثتها فيزياء نيوتن بخصوص سلوك المادة والعلاقة بين الأجسام، فإن طبيعة المادة نفسها **لم تثر اهتمامه** كثيرًا.

وقد واجهت فيزياء نيوتن بعض **التحديات التي تتطلب إلمامًا بطبيعة المادة**؛ مثل: كيف تستطيع الجسيمات التي يتركب منها الضوء أن تعبر **الأوساط الشفافة** ذات السُّمك الكبير؟ فلا شك أن الوحدات البنائية لهذه الأوساط ستعيق حركة جسيمات الضوء.

---

(1) Piere Simon Laplace (1749 - 1827): الرياضي والفيزيائي والفلكي الفرنسي، كان من المقربين من نابليون بونابرت. لخص أعمال سابقيه الفلكية وأضاف إليها في كتابه «ميكانيكا الأجرام Celedtial Mechanics» في خمس مجلدات.

كان الطـرح المنطقي لنيوتـن للإجابة عن هذا السـؤال هو افتراض أن الوحـدات البنائية (الذرات فيما بعد) للمادة الشفافة لا تشغل إلا جزءً ضئيلًا منها، وأن **الباقي فراغ يسمح بمرور جسـيمات الضوء**، وذلك بخلاف الأوساط المعتمة التي تكون الوحدات البنائية فيها متقاربة. ويتماشى هذا الطرح مع الميكانيكا الجديدة التي تتبنى أن المادة هي أقل مكونات الكون، وأن المُكَوِّن الأهم هو القوى غير المادية.

الفيزياء حادي العلوم

وباتباع نفس المنهج المادي باحت **الكيمياء** بأسرارها، على أيدي بريسـتلي[1] ولاڤوازييه[2] وبويل[3] وغيرهم.

ومـن النظرة الأولى، بدا كأن **البيولوجيا** قد اتبعت نفس المنهج. فقد بدا أن كل ما علينا هو أن نتخلص من افتراضات العصور الوسـطي الغيبية (كالخلق الخاص والطاقة الحيوية والتوالد الذاتي والغائية الإلهية) عندها يمكن تأسيس علم بيولوجيا قائم على الفيزياء، وهذا التوجه هو ما جسدته نظرية التطور لدارون.

ولفترة، ساد الظن بأن بيان كنت[4] Comtes Manefesto قد فتح الباب لنفس النجاحات في **العلوم الإنسانية**، ونفس الشيء بالنسبة لأعمال دوركايم[5]. في **علم الاجتماع**، وأعمال فرويد[6] في **علم النفس**.

---

(1) Joseph Priestly (1733 - 1804): الكيميائي والفيلسـوف الطبيعي البريطاني، ينسـب إليه فصل غاز الأكسجين عن الهواء.

(2) Antoine Lavoisies (1743 - 1794): الكيمائي الفرنسي الذي صاغ قانون حفظ المادة، وتعرف على الأكسجين وقام بتسميته.

(3) Robert Boyle (1627 - 1691): الكيميـائي والفيزيـائي والفيلسـوف الأيرلندي. صاحب قانون الغازات المشـهور باسمه، ويعتبر أبا الكيمياء الحديثة.

(4) بيان أصدرته عائلة بوربون بباريس عام 1887 لتحديد ما ينبغي أن يكون عليه سلوك المواطن الفرنسي في الجوانب السياسية والسلوكية والأخلاقية والدينية وغيرها.

(5) D.E. Durkheim (1858- 1917) الفيلسوف الفرنسي، وأحد مؤسسي علم الاجتماع الحديث.

(6) Sigmund Freud (1856 - 1939) طبيـب نفـسي ومفكر نمسـاوي من أصل يهودي، مؤسـس مدرسـة التحليل النفسي.

نشوة الإنجاز

مما سبق، قد يبدو أن الفيزياء التقليدية استطاعت أن تقدم فهمًا للمادة أدق مما فعلت الفلسفة، فقد قام علم الفيزياء على تجنب أوهام الميتافيزياء، واتبع في ذلك منهج تأسيس الفرضيات القادرة على وصف وتفسير وتوقع ديناميكية (حركة) الأشياء التي ترصدها. وقد نجح الفيزيائيون بالفعل عبر مئات السنين الماضية في **التوصل إلى المبادئ والقوانين القادرة على وصف سلوك الأجسام في العالم الفيزيائي المحسوس**.

و إذا كان يمكن **اختزال** كل المنظومات المادية المركبة إلى أجزائها الأساسية، وفي نفس الوقت يمكن باستخدام القوانين الفيزيائية **بناء** المنظومات المركبة من مكوناتها الأساسية، فقد فتح هذا المنهج المتكامل الباب لاعتبار أن **كل الموجودات هي مجرد مجموعات من وحدات المادة الأولية**، وأن كل صفاتها يمكن فهمها في ضوء هذا التصور. وقد دعم هذا التصور ما حققته كل العلوم (من الفيزياء إلى علوم الأعصاب) من نجاحات تفسيرية، وأيضًا ما توصل إليه العلماء من اختراعات وابتكارات تطبيقية باتباع هذه المنظومة.

مأزق «المادة» في الفيزياء التقليدية

خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، تكاملت منظومة الفيزياء التقليدية، وكان من أهم إنجازاتها ما ظهر من **وحدة البناء والوظيفة لمكونات الوجود الأساسية**. فكل مكونات الوجود المختلفة **تتسم بما يلي:**

1) تتكون المادة من **نفس الوحدات؛** التي هي **الذرات،** والتي تتكون من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات، وكل من هذه الجسيمات تحت الذرية تسلك وتتفاعل مع بعضها البعض بنفس الطريقة مهما اختلف العنصر (الحديد - النحاس - النيتروجين...) أو اختلفت المنظومة (الجرم السماوي - الخلية الحية).

2) تؤثر في موجودات الكون كلها (من الذرة إلى المجرة) **نفس القوى الطبيعية الأربع:** القوى الكهرومغناطيسية - قوى الجاذبية - القوة النووية القوية - القوة النووية الضعيفة.

3) تخضع موجودات الكون **لنفس القوانين الفيزيائية** مهما اختلف مكانها. فقوانين الغازات -مثلًا- تحكم الغازات؛ سواء وُجدت في الكائن الحي أو في المجرة الكونية الهائلة.

بالرغم مما يظهر في هذه النظرة المادية من تكامل، وبالرغم مما حققته من نجاحات تطبيقية هائلة جعلت المادة تتربع عرش الوجود، فقد واجهت هذه النظرة **تحديات عميقة:**

أ) بالرغم من **الوحدة البنائية والسلوكية في هذه المنظومة الثلاثية**، فإن **موجودات الوجود المادي مختلفة متباينة أشد الاختلاف والتباين**، مما يجعل الطرح المادي القديم لديمقريطس[1] والمعاصر لفينمان[2] طرحًا يخيم عليه **التبسيط المخل الخادع**، لقد كان إدراك هذه البديهية مأزقًا كبيرًا يواجه النظرة المادية للوجود. وقد ازداد التحدي حول طبيعة المادة قوة مع المزيد من الاكتشافات العلمية في مختلف فروع الفيزياء:

ب) في مجال الكهرباء، بزغ السؤال: إذا كان يمكن **تخزين الكهرباء الاستاتيكية (كما في البطاريات)**، فهل يعني ذلك أن تلك الكهرباء مادة؟!

جـ) تطلب **نجاح النظرية الموجية للضوء** طرح عامل وسيط تنتقل فيه الموجات، لكن ما هو هذا العامل؟

لقد تبنى نيوتن أن هذا العامل الوسيط ينبغي أن يكون موجودًا حقيقيًّا، إذًا هل هو موجود مادي؟ هذا يدفعنا مرة أخرى للتساؤل حول طبيعة المادة.

د) مع بزوغ **علوم الديناميكا الحرارية**، قرابة عام 1850، بدأت الشكوك تحوم حول المذهب المادي. لقد بدأت دراسة السوائل والغازات **بالأسلوب الإحصائي**، أي دراسة تجمعاتها دون الاحتياج إلى دراسة وحداتها التي هي جزيئاتها المنفصلة. وفي ضوء هذه «**الثورة الاحتمالية**»، أهتز الثقل العلمي للنظرة الحتمية، وأصبح الالتزام بها إيمانًا بغيب ليس عليه دليل.

هـ) في ثمانينيات القرن التاسع عشر، كان الفيزيائي العظيم جيمس ماكسويل[3]

(1) Democritus (460 - 370 ق.م) فيلسوف يوناني من عصر ما قبل سقراط، صاحب المذهب الذري.

(2) Richard Feynman (1918 - 1988) فيزيائي أمريكي معروف بإسهاماته في نظرية الكم، ساعد في إنتاج القنبلة الذرية، حاصل على جائزة نوبل.

(3) James C. Maxwell (1831 - 1879): الفيزيائي الرياضي الإسكتلندي الشهير، صاحب نظرية ومعادلات الموجات الكهرومغناطيسية.

يؤجج الشكوك حول الحتمية. وذلك عندما أشار إلى أن الفوارق الدقيقة للغاية في المنظومات غير المستقرة تؤدي إلى تأثيرات دائمة متباينة بشكل كبير، وقد شَكَّلَ ذلك بذور نظرية الشواش[1] فيما بعد.

و) مع مدخل القرن العشرين، وبالرغم مما حققه **المذهب المادي** من إنجاز، فقد أصبح ما يواجهه من صعوبات متزايدة لا يسمح بغض النظر عنها، وذلك مع **ميلاد فيزياء الكم ونظريتي النسبية الخاصة والعامة والتقدم الهائل في علوم الكون.** بل لقد أصبح المنهج المادي يواجه انتكاسة لن يعود منها لسابق سطوته.

بذلك شهدت الثورة العلمية في أوروبا تحولًا في النظر إلى المادة؛ **من الاهتمام بنشأتها وطبيعتها وماهيتها إلى الاهتمام بسلوكها.** وقد ترتب على ذلك تحقيق إنجازات تطبيقية هائلة يرجع إليها الفضل فيما نستمتع به من تقدم حضاري ليس له مثيل في تاريخ البشرية.

ولا تظن - قارئي الكريم - أن **النجاح التطبيقي يعني الاقتراب من فهم طبيعة الشيء!!** فالحالة التي نحن بصددها (وأعني بها النظرية المادية) قد أثبتت عكس ذلك!!. فإذا كنا قد ذكرنا في صدر الفصل الأول أن المادة تمثل للفلسفة ظاهرة ديناميكية غريبة، إذ أن في كل مرة يظن الفلاسفة الكبار إنهم قد أصبحوا قادرين على تعريفها، إذا بها تهرب مرة أخرى وثالثة ورابعة من قبضتهم، إذا كانت هذه الديناميكية الغريبة تواجه الفلسفة، فقد ظهر لنا من هذا الفصل أن نفس الظاهرة تواجه **الفيزياء التقليدية** التي عجزت في آخر المطاف عن تعريف المادة بعد أن ظنت أنها قد حققت هذه المهمة؛ فهل اقتربت بنا **الفيزياء الحديثة** من معرفة طبيعة المادة؛ هذا ما سنتأمله في الفصل القادم.

القارئ الكريم

في ظل الثورة العلمية التي تفجرت في القرن السابع عشر، أحدث علم الميكانيكا تغيرًا منهجيًّا في النظر إلى المادة، فبعد أن سيطر على الفكر الإنساني لقرابة العشرين قرنًا البحث في أصل **المادة وماهيتها**، شاعت النظرة إلى **سلوك المادة**، أي التغير الذي يعتري صفات الأشياء.

(1) نظرية الشواش Chaos theory، تترجَم أحيانًا بنظرية الفوضى. تتعامل مع الظواهر التي تُبدي سلوكًا عشوائيًا، وتضع القوانين التي تحدد هذا السلوك.

وقد قام الفيلسوف الفرنسي الكبير **رينيه ديكارت** بدور مهم في تأسيس النظرة العلمية الجديدة إلى المادة، وذلك في إطار **النموذج الهندسي/الرياضي** الأوضح والأقدر على توصيف العالم. كما طرح **توماس هوبز** برنامجه المادي الذي يتبنى أن ليس هناك إلا مادة متحركة.

وقد واجهت هذه النظرة الاختزالية للمادة **عدة اعتراضات فلسفية فيزيائية**، ناتجة عن الاقتصار على مفهوم الامتداد لتوصيف المادة، مع تجاهل مفهوم الكثافة مما يعوق تطبيقات علم الميكانيكا، ويؤدي إلى نفي وجود الفراغ داخل المادة وما يصاحب ذلك من لا اختراقية، مما يؤدي إلى صعوبة تفسير حركة الأجسام.

وللتغلب على هذه الاعتراضات، جاءت **أطروحة روجر بسكوڤيتش** العظيمة التي استبدلت الذرة المادية المصمتة بالذرة الطاقية التي هي قوى تجاذب وتنافر حول نقطة محورية.

وإذا كانت **ميكانيكا نيوتن** قد دعمت المذهب المادي، فإنه **احتفظ للإله بدورة** في المنظومة. كما استطاع أن يفسر العديد من سمات المادة في ضوء مصطلحة الجديد؛ **الكتلة**، القابلة للقياس بدلًا من المادة غير القابلة للقياس. كما فسر نيوتن الجذب بين الأجسام من خلال التأثير المتبادل بينها عن بعد. كذلك أشار نيوتن إلى أن الأجسام الشفافة تحوي فراغًا هائلًا يسمح بمرور جسيمات الضوء خلالها.

لقد استطاعت الفيزياء التقليدية أن تقدم فهمًا للمادة أدق مما فعلت الفلسفة، حين اعتبرت أن **كل الموجودات هي مجرد مجموعات من وحدات المادة الأولية والقوى الطبيعية التي تحكمها نفس القوانين الفيزيائية**. وقد دعم **هذا التصور** ما حققته العلوم المختلفة من نجاحات تفسيرية وتطبيقية هائلة.

وبالرغم من هذه الوحدة البنائية والسلوكية لجميع الموجودات، فقد واجهت هذه النظرة تحديات عميقة بسبب ما أظهرته الدراسات من سمات مميزة متباينة لكل فرع من فروع الفيزياء، يحتاج كل منها إلى **نموذج تفسيري جديد**.

وإذا كانت النظرة السلوكية الجديدة للمادة والتي طرحتها الفيزياء التقليدية قد حققت تقدمًا حضاريًّا لا مثيل له في تاريخ البشرية، فإن **النجاح التطبيقي لا يعني الاقتراب من فهم طبيعة الشيء**، وقد ظهر ذلك بوضوح في النظرية المادية التي نجحت تطبيقيًّا لكنها فشلت تفسيريًّا.