جامعة مولاي إسماعيل
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵎⵓⵍⴰⵢ ⵉⵙⵎⴰⵄⵉⵍ
UNIVERSITÉ MOULAY ISMAÏL

المدرسة العليا للأساتذة
ⵜⵉⵏⵎⵔ ⵜⵍⵍⵉⵜ ⵏ ⵜⵙⵙⵏⵜⵉⵡⵉⵏ
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر

«انطلاقًا من نص ألكسندر كويري: «غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر

إعداد : الأستاذ بدر غنمات

2. تقديم عام للدرس

يتناول هذا الدرس لحظة حاسمة في تاريخ الفكر العلمي الحديث، وهي اللحظة التي انتقل فيها التفكير في الطبيعة من التصور الأرسطي القديم إلى التصور الرياضي الحديث الذي ارتبط بأسماء كبرى مثل كوبرنيك، برونو، كبلر، ديكارت، وغاليلي.

يعتمد الدرس على نص ألكسندر كويري حول غاليلي والثورة العلمية. ويبين كويري أن العلم الحديث لم يولد فجأة، ولم يكن مجرد تراكم لاكتشافات علمية معزولة، بل كان نتيجة تحول عميق في طريقة التفكير، وفي المفاهيم التي ينظر بها الإنسان إلى الطبيعة والحركة والمكان والكون.

التقديم العام والكفاية المستهدفة

تابع: تقديم عام للدرس

ينطلق النص من فكرة مركزية مفادها أن غاليلي لم يكن مجرد عالم فيزيائي أو فلكي، بل كان فاعلًا أساسيًا في تغيير صورة العالم. فقد ساهم في تفكيك الفيزياء الأرسطية التي كانت تقوم على الحس المشترك، وعلى الفصل بين العالم الأرضي والعالم السماوي، وعوضها بتصور جديد يجعل الطبيعة قابلة للقراءة الرياضية.

لهذا لا يهدف هذا الحامل البيداغوجي إلى تقديم ملخص فقط، بل يسعى إلى تفكيك النص وتحويله إلى مسار تعلم واضح، يساعد الطالب على فهم المفاهيم الأساسية، واستيعاب الحجاج الفلسفي والعلمي، وربط النص بسياقه التاريخي والإبستمولوجي.

3. الكفاية المستهدفة

تمكين الطالب من فهم دلالة الثورة العلمية الحديثة كما عرضها ألكسندر كويري، من خلال تحليل التحول من الفيزياء الأرسطية إلى الفيزياء الغاليلية، واستيعاب دور الرياضيات ومبدأ العطالة والنسبية الفيزيائية في بناء تصور جديد للطبيعة.

4. أهداف التعلم

في نهاية هذا الدرس، سيكون الطالب قادرًا على:

- تحديد معنى الثورة العلمية عند ألكسندر كويري.
- شرح دور غاليلي في تأسيس العلم الحديث.
- التمييز بين التصور الأرسطي والتصور الغاليلي للحركة.
- فهم العلاقة بين الفيزياء الحديثة وعلم الفلك.
- تفسير مبدأ العطالة وأهميته في بناء العلم الحديث.
- توضيح معنى ترييض الطبيعة.
- تحليل مثال السفينة ودلالته في النسبية الفيزيائية للحركة.
- فهم مساهمة كوبرنيك وبرونو وكبلر في التمهيد للثورة الغاليلية.
- إدراك العلاقة بين الحس المشترك والعلم الحديث.
- مناقشة الأطروحة القائلة إن العلم الحديث يقوم على قطيعة مفهومية مع التجربة اليومية.

المكتسبات القبلية والإشكالية العامة

5. المكتسبات القبلية المطلوبة

قبل دراسة هذا المورد، يُستحسن أن يكون الطالب على معرفة أولية بـ:

- بعض مفاهيم الفلسفة الحديثة.
- التصور الأرسطي للطبيعة والحركة.
- معنى الكوسموس في الفلسفة القديمة.
- بعض أعلام الثورة العلمية: كوبرنيك، كبلر، غاليلي، ديكارت، نيوتن.
- معنى المنهج الرياضي في دراسة الطبيعة.

6. الإشكالية العامة للدرس

كيف ساهم غاليلي، بحسب ألكسندر كويري، في إحداث تحول جذري في تصور الطبيعة والحركة، بحيث انتقل الفكر العلمي من عالم أرسطي مغلق وكيفي إلى كون حديث مفتوح ومحكوم بقوانين رياضية؟

وتتفرع عن هذه الإشكالية الأسئلة الآتية:

- هل الثورة العلمية مجرد اكتشافات جديدة، أم تحول في طريقة التفكير؟
- لماذا كان التصور الأرسطي عائقًا أمام نشأة العلم الحديث؟

تتمة الأسئلة و 7 . خريطة الدرس

تتمة أسئلة الإشكالية:

- ما معنى أن الطبيعة أصبحت قابلة للترييض؟
- لماذا يمثل مبدأ العطالة أساس الفيزياء الحديثة؟
- كيف تساعدنا أمثلة السقوط والسفينة وحركة الأرض على فهم معنى النسبية الفيزيائية؟

خريطة الدرس: ينقسم هذا الحامل البيداغوجي إلى سبع وحدات .7:

- الوحدة 1: مدخل إلى الثورة العلمية عند كويري.
- الوحدة 2: من الكوسموس المغلق إلى الكون اللامتناهي.
- الوحدة 3: مبدأ العطالة ومفهوم الحركة في الفيزياء الحديثة.
- الوحدة 4: الفيزياء الأرسطية: الحس المشترك ضد الرياضيات.
- الوحدة 5: الاعتراضات على حركة الأرض والردود الكوبرنيكية.
- الوحدة 6: برونو وكبلر وتمهيد الطريق نحو غاليلي.
- الوحدة 7: غاليلي وتأسيس العلم الجديد: التفكير ضد التخيل.

الوحدة الأولى: مدخل إلى الثورة العلمية عند ألكسندر كويري

1.1. مدخل تمهيدي

يرى ألكسندر كويري أن أعمال غاليلي الفيزيائية والفلكية تشكل بداية ثورة علمية كبرى. غير أن هذه الثورة لا ينبغي فهمها على أنها مجرد ظهور نتائج علمية جديدة، بل باعتبارها تغيرًا جذريًا في بنية التفكير العلمي.

فالعلم الحديث لم يولد مكتملًا من عقل غاليلي أو ديكارت، بل تكوّن عبر مسار طويل من الصراع الفكري، ومن إعادة بناء المفاهيم والمناهج. لقد احتاج الفكر الإنساني إلى قرون من العمل لكي يتجاوز العوائق التي كانت تمنعه من فهم الطبيعة فهمًا رياضيًا.

1.2. الفكرة الأساسية

الثورة العلمية ليست انتقالًا بسيطًا من نظرية خاطئة إلى نظرية صحيحة، بل هي انتقال من عالم فكري كامل إلى عالم فكري آخر. إنها تغيير في معنى الطبيعة، ومعنى الحركة، ومعنى المكان، ومعنى العلم نفسه.

1.3. شرح مبسط

عندما نقول إن غاليلي أحدث ثورة علمية، فهذا لا يعني فقط أنه اكتشف قوانين أو أجرى تجارب. الأهم أنه غيّر الطريقة التي ننظر بها إلى الطبيعة. قبل غاليلي، كانت الطبيعة تُفهم غالبًا من خلال الحس المشترك والتجربة اليومية. أما بعده، فقد أصبحت الطبيعة تُفهم من خلال الرياضيات، والنماذج النظرية، والقوانين العامة.

تتمة الوحدة الأولى

1.4. مفاهيم أساسية

- **الثورة العلمية:** تحول عميق في المفاهيم والمناهج التي تنظّم فهم الإنسان للطبيعة.
- **الإبستمولوجيا:** دراسة شروط المعرفة العلمية ومبادئها ومناهجها.
- **العلم الحديث:** نمط من المعرفة يقوم على الرياضيات، التجريد، التجربة المنظمة، والقوانين العامة.
- **العائق المعرفي:** تصور قديم أو عادة فكرية تمنع العقل من بناء معرفة جديدة.

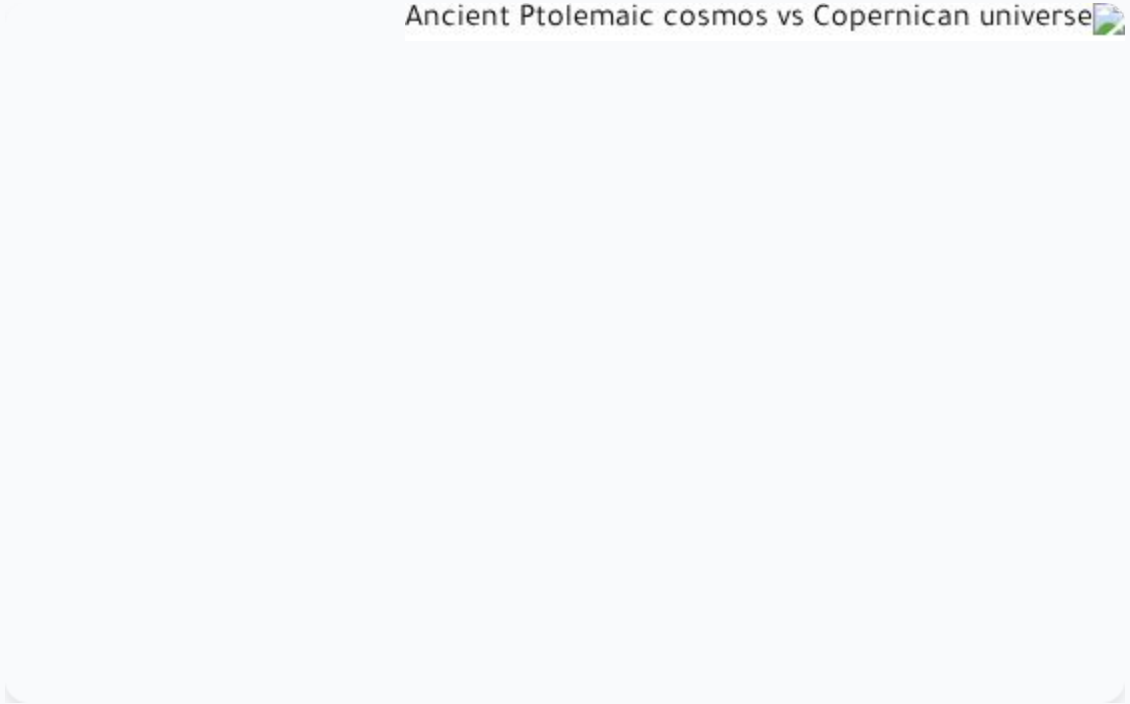
1.5. خلاصة الوحدة

يقدم كويري غاليلي بوصفه لحظة مفصلية في تاريخ العلم، لأن غاليلي لم يضف معلومة فقط، بل ساهم في بناء إطار جديد يجعل العلم الحديث ممكنًا.

1.6. نشاط ذاتي

سؤال تأملي: هل يمكن أن نسمي كل اكتشاف جديد «ثورة علمية»؟ أم أن الثورة العلمية تتطلب تغييرًا في طريقة التفكير نفسها؟

الوحدة الثانية: من الكوسموس المغلق إلى الكون اللامتناهي



2.1. التصور القديم للعالم

كان التصور الكلاسيكي والوسيط للعالم يقوم على فكرة الكوسموس.
والكوسموس يعني عالمًا مغلقًا، منظمًا، محدودًا، ومرتبًا تراتبيًا. في هذا العالم، توجد الأرض في موضع مختلف عن السماء، وتخضع الأجسام الأرضية لقوانين تختلف عن قوانين الأجسام السماوية.
في هذا التصور، العالم ليس فضاءً متجانسًا، بل هو نظام ذو مراتب:
عالم أرضي ناقص ومتغير، وعالم سماوي كامل ومنظم.

2.2. التصور الحديث للكون

مع العلم الحديث، سيحل تصور الكون محل تصور الكوسموس. لم يعد العالم وحدة مغلقة محدودة، بل أصبح امتدادًا مفتوحًا، وربما لا متناهيًا، تحكمه قوانين واحدة.
هذا التحول كان حاسمًا، لأنه سمح بتوحيد الفيزياء الأرضية والفيزياء السماوية. فما يحدث على الأرض وما يحدث في السماء لم يعدا خاضعين لقوانين مختلفة، بل يمكن فهمهما داخل نظام قانوني واحد.

تتمة الوحدة الثانية

2.3. دلالة هذا التحول

الانتقال من الكوسموس إلى الكون يعني الانتقال من عالم كيفي تراتبي إلى عالم كمي رياضي. وهذا ما جعل ترييض الطبيعة ممكنًا.

فبدل أن نسأل: ما المكان الطبيعي لهذا الجسم؟ أصبح السؤال: ما القانون الرياضي الذي يحكم حركته؟

2.5. مثال توضيحي

في التصور القديم، سقوط الحجر يعني عودة الجسم الثقيل إلى مكانه الطبيعي.

أما في التصور الحديث، فالسقوط ظاهرة حركية يمكن تفسيرها بقانون عام، لا بميل طبيعي داخلي في الجسم.

2.4. مقارنة تركيبية

التصور الحديث: الكون	التصور القديم: الكوسموس
عالم مفتوح ولا محدود	عالم مغلق ومحدود
متجانس من حيث القوانين	منظم تراتبيًا
توحيد الفيزياء السماوية والأرضية	السماء والأرض منفصلتان
تفسير رياضي	تفسير كيفي
كل جسم يخضع لقوانين عامة	لكل جسم مكان طبيعي

تتمة الوحدة الثانية (الخلاصة والنشاط)

2.6. خلاصة الوحدة

أحد أهم وجوه الثورة العلمية هو الانتقال من تصور الكوسموس المغلق إلى تصور الكون المفتوح، وهو تحول أتاح قيام فيزياء موحدة تطبق القوانين نفسها على الأرض والسماء.

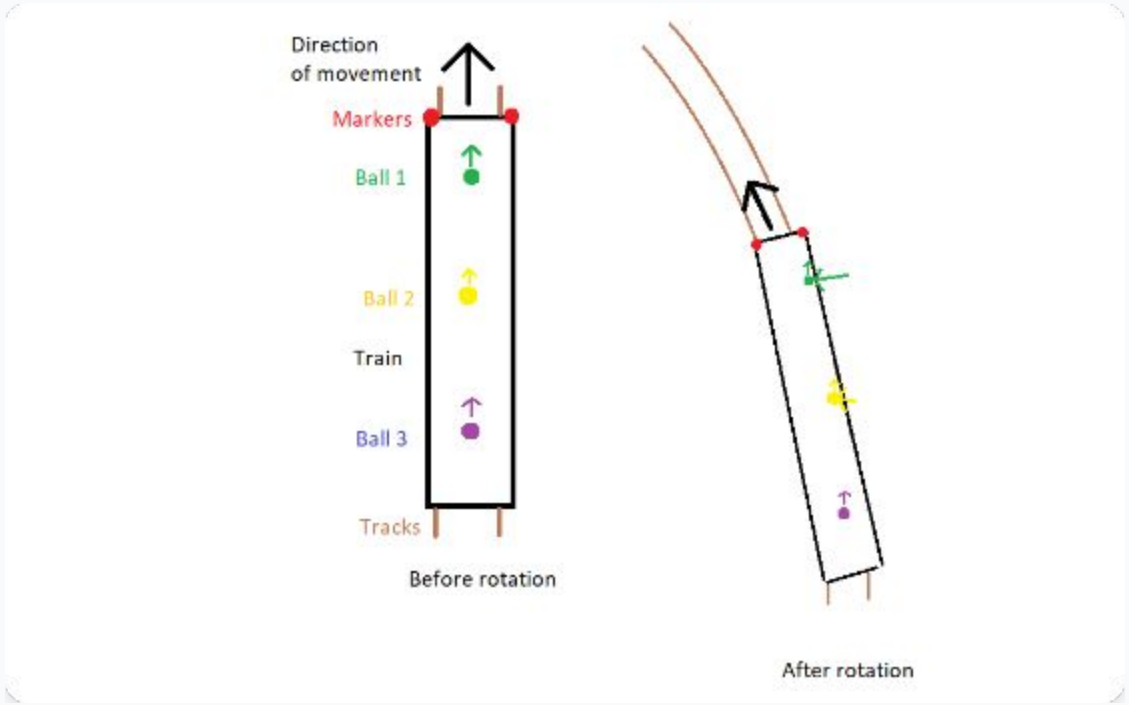
2.7. نشاط تفاعلي

اختر الجواب الصحيح: ما أهم نتيجة للانتقال من الكوسموس إلى الكون؟

- أ. الفصل بين السماء والأرض
- ب. توحيد القوانين الطبيعية
- ج. العودة إلى الحس المشترك
- د. رفض الرياضيات

الجواب الصحيح: ب. توحيد القوانين الطبيعية.

الوحدة الثالثة: مبدأ العطالة ومفهوم الحركة في الفيزياء الحديثة



3.1. معنى مبدأ العطالة

يقوم مبدأ العطالة على فكرة بسيطة في ظاهرها: الجسم الساكن يبقى ساكنًا، والجسم المتحرك يواصل حركته المستقيمة المنتظمة، ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير حالته.
لكن هذه الفكرة التي تبدو اليوم بديهية لم تكن بديهية في الفكر القديم. لقد احتاجت إلى ثورة كاملة في مفهوم الحركة والمكان والطبيعة.

3.2. لماذا لم يكن المبدأ بديهيًا؟

بالنسبة للحس المشترك، يبدو أن الجسم المتحرك يحتاج دائمًا إلى قوة تدفعه. فعندما ندفع شيئًا، يتحرك، وعندما نتوقف عن دفعه، يتوقف. لهذا كان من الصعب على الفكر القديم أن يقبل أن الحركة يمكن أن تستمر من دون قوة مستمرة.
غير أن العلم الحديث سيغير السؤال: القوة لا تفسر استمرار الحركة، بل تفسر تغير الحركة.

تتمة الوحدة الثالثة

3.3. الشروط المفهومية لمبدأ العطالة

لا يصبح مبدأ العطالة مفهومًا إلا إذا قبلنا بثلاث فرضيات أساسية:

- إمكانية عزل جسم عن محيطه الفيزيائي.
- تصور المكان باعتباره فضاءً هندسيًا متجانسًا ولا محدودًا.
- اعتبار الحركة والسكون حالتين متكافئتين من الناحية الفيزيائية.

3.4. الحركة في التصور الحديث

في الفيزياء الحديثة، الحركة ليست تغيرًا في طبيعة الجسم. الجسم لا يصبح مختلفًا فقط لأنه يتحرك. الحركة حالة، مثل السكون، ولا تؤثر في ماهية الجسم.

كما أن الحركة نسبية؛ فلا يمكن القول إن جسمًا يتحرك بشكل مطلق، بل يتحرك بالنسبة إلى جسم آخر أو إطار مرجعي معين.

تتمة الوحدة الثالثة (الخلاصة والأسئلة)

3.5. مثال مبسط

راكب جالس داخل قطار يتحرك بسرعة ثابتة. بالنسبة إليه، حقيبته ساكنة بجانبه. لكن بالنسبة إلى شخص يقف خارج القطار، الحقيبة تتحرك بسرعة القطار. إذن، الحركة ليست مطلقة، بل نسبية.

3.6. خلاصة الوحدة

مبدأ العطالة ليس مجرد قانون فيزيائي، بل هو تعبير عن تحول فلسفي عميق: الحركة لم تعد تغيرًا جوهريًا في الجسم، بل أصبحت حالة قابلة للوصف الرياضي.

3.7. سؤال للفهم

لماذا يقول كويري إن مبدأ العطالة يبدو بسيطًا لنا اليوم، لكنه لم يكن كذلك بالنسبة للقدماء؟

الوحدة الرابعة: الفيزياء الأرسطية: الحس المشترك ضد الرياضيات

4.1. مدخل

لا يقدم كويري الفيزياء الأرسطية باعتبارها مجموعة أفكار خاطئة ومتنافرة. بالعكس، يؤكد أنها كانت نظرية متماسكة ومنسجمة مع الحس المشترك والتجربة اليومية. هذا مهم جدًا، لأن فهم الثورة الغاليلية يتطلب فهم قوة التصور الذي واجهته.

4.2. خصائص الفيزياء الأرسطية

- الاعتماد على الإدراك الحسي.
- رفض إخضاع الطبيعة للرياضيات.
- اعتبار الحركة سيرورة تغير والقول بالمكان الطبيعي للأجسام.
- التمييز بين العالم الأرضي والعالم السماوي واعتبار الحركة تحتاج إلى محرك مستمر.

4.3. الحركة عند أرسطو

الحركة عند أرسطو ليست حالة، بل تغير. الجسم عندما يتحرك لا ينتقل فقط من مكان إلى آخر، بل يكون في سيرورة تغير. ولهذا لا يمكن أن تستمر الحركة من تلقاء نفسها؛ إنها تحتاج إلى سبب أو محرك. إذا توقف المحرك، توقفت الحركة.

تتمة الوحدة الرابعة

4.4. المكان الطبيعي

في التصور الأرسطي، لكل جسم مكان طبيعي:

- الأجسام الثقيلة تنزل نحو الأسفل.
- الأجسام الخفيفة تصعد نحو الأعلى.
- الأجسام السماوية تتحرك في دوائر.
- الأجسام الأرضية تتحرك في خطوط مستقيمة.

4.5. لماذا رفض أرسطو الفيزياء الرياضية؟

يرفض التصور الأرسطي ترييض الطبيعة لأن الرياضيات تتعامل مع الأشكال والأعداد المجردة، بينما الطبيعة الحسية مليئة بالكيفيات: الحرارة، البرودة، الثقل، الخفة، اللون، الرطوبة، الجفاف.

من هنا بدا أن الرياضيات عاجزة عن تفسير العالم الحسي.

4.6. مقارنة بين أرسطو وغاليلي

غاليلي	أرسطو	المعيار / العنصر
الحركة حالة	الحركة تغير	**طبيعة الحركة**
المكان هندسي ومتجانس	المكان طبيعي وتراتبي	**المكان**
الطبيعة تفهم بالرياضيات	الطبيعة تفهم بالحس	**فهم الطبيعة**
تغير الحركة يحتاج إلى قوة	الحركة تحتاج إلى محرك	**استمرار الحركة**
قوانين موحدة للسماء والأرض	السماء والأرض مختلفتان	**العوالم**

تتمة الوحدة الرابعة (الخلاصة والنشاط)

4.7. خلاصة الوحدة

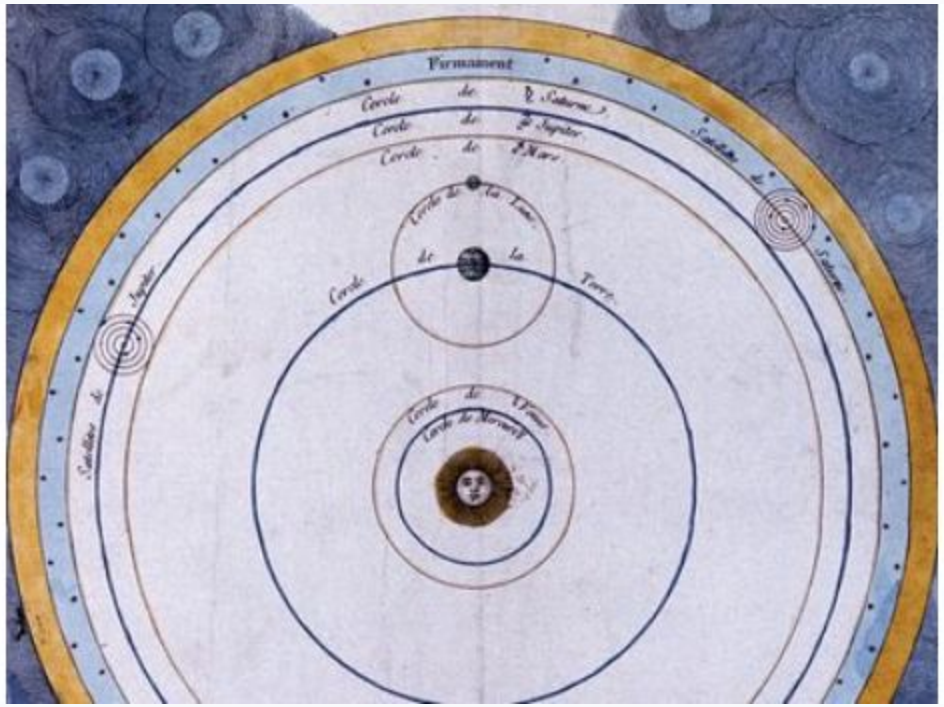
كانت الفيزياء الأرسطية قوية لأنها منسجمة مع الحس المشترك. لكن العلم الحديث لم يتأسس على الحس المشترك، بل على تجاوزه عبر التجريد الرياضي.

4.8. نشاط تحليلي

حلل العبارة الآتية: «الحس المشترك كان دائمًا أرسطيًا».

وجه التحليل: بيّن كيف يميل الحس المشترك إلى الاعتقاد بأن الحركة تحتاج دائمًا إلى قوة، وأن الطبيعة تُفهم من خلال التجربة اليومية المباشرة.

الوحدة الخامسة: الاعتراضات على حركة الأرض والردود الكوبرنيكية



5.1. سياق الاعتراضات

ارتبطت نشأة العلم الحديث بعلم الفلك، وخاصة بالمشكلات التي أثارها القول بحركة الأرض. فقد واجه الفلك الكوبرنيكي اعتراضات قوية من داخل الفيزياء الأرسطية.

كان السؤال الأساسي هو: إذا كانت الأرض تتحرك، فلماذا لا نلاحظ آثار هذه الحركة؟

5.2. الاعتراض الأول: القوة النابذة

إذا كانت الأرض تدور بسرعة كبيرة، فلماذا لا تُقذف الأجسام بعيدًا عنها؟

كان هذا الاعتراض يبدو قويًا لأن التصور الأرسطي لا يسمح بفهم مشاركة الأجسام الأرضية في حركة الأرض.

تتمة الوحدة الخامسة

5.3. الاعتراض الثاني: سقوط الأجسام

إذا كانت الأرض تتحرك، فإن حجرًا يسقط من أعلى برج ينبغي ألا يسقط عند قدم البرج، لأن الأرض تكون قد تحركت أثناء سقوطه.
وكذلك إذا قذفنا حجرًا عموديًا إلى الأعلى، فلا ينبغي أن يعود إلى المكان نفسه.

5.4. لماذا كانت هذه الحجج قوية؟

من داخل الفيزياء الأرسطية، كانت هذه الحجج منطقية. فإذا انفصل الجسم عن الأرض، فلا شيء يجعله يواصل المشاركة في حركتها. لذلك، كان يفترض أن يتخلف عنها.
ولهذا يؤكد كويري أنه لا ينبغي السخرية من هذه الاعتراضات، لأنها كانت صحيحة داخل النسق الأرسطي نفسه.

تتمة الوحدة الخامسة (ردود وخلاصات)

5.5. جواب كوبرنيك

حاول كوبرنيك أن يجيب بأن الأجسام الأرضية تشارك الأرض حركتها لأنها تنتمي إليها. لكن هذا الجواب ظل ضعيفًا لأنه لم يقدم مفهومًا فيزيائيًا دقيقًا لهذه المشاركة.
ومع ذلك، كان جواب كوبرنيك مهمًا لأنه حمل بذور تصور جديد: فكرة الحركة المشتركة بين الأرض والأجسام التي توجد عليها.

5.6. خلاصة الوحدة

لم يكن إبطال الاعتراضات على حركة الأرض ممكنًا بمجرد تقديم ملاحظات جديدة. كان يتطلب تغيير مفهوم الحركة كله، وهو ما سيتبلور لاحقًا مع غاليلي.

5.7. تمرين قصير

اشرح لماذا كان سقوط الحجر من أعلى برج يمثل حجة ضد حركة الأرض في التصور الأرسطي.

الوحدة السادسة: برونو وكبلر وتمهيد الطريق نحو غاليلي

6.1. جيوردانو برونو ومفهوم النسق الميكانيكي

ساهم برونو في تطوير تصور جديد للحركة من خلال فكرة النسق الميكانيكي. فهو يرى أن ما يحدث على الأرض، إذا كانت الأرض تتحرك، يشبه ما يحدث داخل سفينة متحركة.
إذا أسقط شخص حجرًا من أعلى صاري سفينة، فإن الحجر يسقط عند قدم الصاري لأنه يشارك السفينة حركتها.

6.2. أهمية مثال السفينة عند برونو

المهم في هذا المثال ليس مكان سقوط الحجر فقط، بل فكرة أن الجسم يمكن أن ينتمي إلى نسق حركي معين. ما يحدد حركة الجسم ليس فقط مكان انطلاقه، بل علاقته بالنسق الذي يوجد داخله. هذه الفكرة تمهد للنسبية الفيزيائية للحركة.

6.3. حدود تصور برونو

رغم أهميته، فإنه لم يؤسس الفيزياء الحديثة بشكل كامل، لأنه وظل قاصرًا عن بناء (Impetus)، اعتمد على نظرية الدفع مفهوم حديث للحركة.

تتمة الوحدة السادسة (تيكو براهي وكبلر)

6.4. تيكو براهي والاعتراضات الأرسطية

رفض تيكو براهي فكرة أن الحجر الساقط من صاري سفينة متحركة يسقط عند قدم الصاري. وظل متمسكًا بالاعتراضات الأرسطية، معتبرًا أن الحركات المختلفة تعيق بعضها البعض. هذا الموقف يبين أن قبول التصور الجديد للحركة لم يكن سهلًا.

6.5. كبلر بين الحداثة والأرسطية

كان كبلر عالمًا كبيرًا ومؤسسًا من مؤسسي الفلك الحديث، لكنه ظل في بعض الجوانب قريبًا من التصور القديم. فقد كان يرى أن الحركة تحتاج إلى سبب، وأن السكون لا يحتاج إلى تفسير.

كما فسر مشاركة الأجسام الأرضية في حركة الأرض بقوة جذب تشدها إليها.

تتمة الوحدة السادسة (خلاصات)

6.6. أهمية كبلر وحدوده

ساهم كبلر في توحيد المادة في الكون وفي تطوير الفيزياء السماوية، لكنه لم يبلغ المفهوم الغاليلي للحركة، لأنه ظل يمنح الحركة منزلة وجودية أعلى من السكون.

6.7. خلاصة الوحدة

كوبرنيك وبرونو وكبلر مهدوا الطريق نحو غاليلي، لكنهم لم يبلغوا التصور الحديث الكامل للحركة. لقد كانت الثورة الغاليلية نتيجة مسار طويل من التدرج والصراع المفهومي.

نشاط تركيبي: رواد التمهيد للثورة 6.8.

الحد أو النقص	المساهمة	المفكر
لم يؤسس مفهومًا فيزيائيًا دقيقًا	طرح حركة الأرض والحركة المشتركة	كوبرنيك
بقي مرتبطًا بديناميكا الدفع	مفهوم النسق الميكانيكي والسفينة	برونو
لم يبلغ مبدأ العطالة	الفيزياء السماوية وقوة الجذب	كبلر
لم يصغ المبدأ نهائيًا كما سيفعل نيوتن	النسبية الفيزيائية ومبدأ العطالة الضمني	غاليلي

الوحدة السابعة: غاليلي وتأسيس العلم الجديد

7.1. غاليلي في مواجهة السلطة والتراث والحس المشترك

واجه غاليلي ثلاثة خصوم كبار: السلطة، التراث، والحس المشترك.

كان عليه أن يقنع عقولًا لم تعتد التفكير بطريقة رياضية، ولذلك استخدم الحوار، والأمثلة، والتدرج في الحجاج.

7.2. التفكير ضد التخيل

يقول كويري إن غاليلي يضعنا أمام اختيار حاسم: إما التفكير مع العلم الجديد، أو التخيل مع الحس المشترك.

فالحس المشترك يجعلنا نتخيل أن الحركة تحتاج دائمًا إلى دفع.

أما التفكير الرياضي فيجعلنا نفهم أن الحركة يمكن أن تستمر من دون قوة، وأن القوة تفسر التغير لا الاستمرار.

تتمة الوحدة السابعة (مثال السفينة والنظرية)

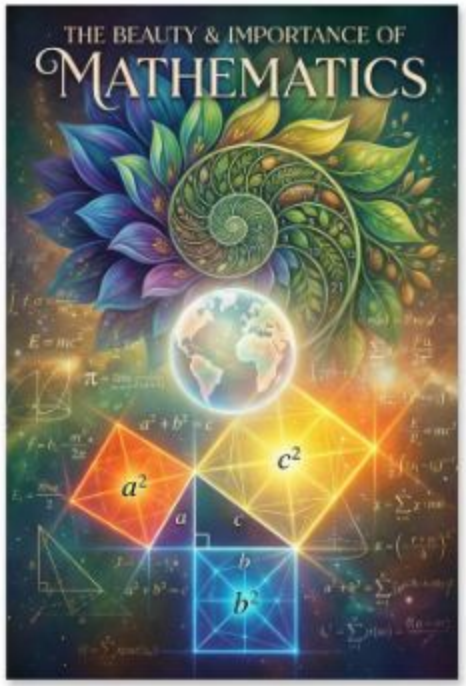
7.3. مثال السفينة عند غاليلي

إذا سقطت كرة من أعلى صاري سفينة متحركة، فإنها تسقط عند قدم الصاري، لأن الكرة تشارك السفينة حركتها. بالنسبة لمن يوجد داخل السفينة، يبدو السقوط عموديًا. أما بالنسبة لمراقب خارج السفينة، فمسار الكرة يكون مركبًا.
هذا المثال يوضح أن الحركة نسبية، وأن وصف الحركة يتغير حسب الإطار المرجعي.

7.4. النظرية قبل الواقعة

من الأفكار القوية في نص كويري أن غاليلي لا ينتظر التجربة دائمًا لكي يعرف النتيجة. فهو يستنتجها من المبادئ الرياضية والنظرية.
ومعنى ذلك أن العلم الحديث لا يقوم على التجربة الخام، بل على تجربة مبنية نظريًا ورياضيًا.

تتمة الوحدة السابعة (لغة الطبيعة)



7.5. كتاب الطبيعة مكتوب بحروف هندسية

تعبّر هذه العبارة عن جوهر العلم الغاليلي. الطبيعة لا تُقرأ مباشرة بالحواس، بل تُفهم من خلال لغة الرياضيات. لذلك، فالعالم الحقيقي في الفيزياء الحديثة ليس دائمًا هو عالم التجربة اليومية، بل عالم مجرد ومقاس ومنظم رياضيًا.

7.6. غاليلي بين أرسطو وأفلاطون

يرى كويري أن العلم الغاليلي يبدو كأنه انتصار لأفلاطون على أرسطو. لماذا؟ لأن أرسطو يعطي الأولوية للتجربة الحسية والكيفيات، أما غاليلي فيمنح الرياضيات مكانة عليا في فهم الطبيعة. بهذا المعنى، تصبح الرياضيات مفتاح العلم الطبيعي.

تتمة الوحدة السابعة (الخلاصة)

7.7. خلاصة الوحدة

أسس غاليلي العلم الجديد لأنه جعل الطبيعة موضوعًا للرياضيات، وحرر مفهوم الحركة من الحس المشترك، وفتح الطريق نحو فيزياء حديثة تقوم على العطالة والنسبية والتجريد.

7.8. سؤال تركيبي

كيف نفهم قول كويري إن العلم الغاليلي يمثل انتصارًا لأفلاطون على أرسطو؟

8. خلاصة عامة للدرس

يكشف نص ألكسندر كويري أن الثورة العلمية الحديثة لم تكن مجرد تقدم في الملاحظة أو التجربة، بل كانت تحولًا عميقًا في المفاهيم المؤسسة للعلم.

فقد انتقل الفكر من فيزياء أرسطية قائمة على الحس المشترك، والمكان الطبيعي، والفصل بين السماء والأرض، إلى فيزياء حديثة قائمة على الرياضيات، والتجريد، ووحدة القوانين.

ويمثل غاليلي لحظة مركزية في هذا التحول لأنه ساهم في بناء تصور جديد للحركة. فالحركة لم تعد تغيرًا في طبيعة الجسم، بل أصبحت حالة قابلة للوصف الرياضي.

كما أن الطبيعة لم تعد تُفهم من خلال الكيفيات الحسية، بل من خلال العلاقات الهندسية والعددية.

لهذا، فإن الثورة الغاليلية ليست فقط ثورة في الفيزياء، بل ثورة في العقل العلمي نفسه. إنها انتقال من عالم الحس المشترك إلى عالم النظرية، ومن الكوسموس المغلق إلى الكون المفتوح، ومن التجربة اليومية إلى التجريد الرياضي.

9. خطاطة تركيبية للمحاور الباراديغماتية

الفيزياء الأرسطية

الحركة = تغير / المكان الطبيعي / الحس المشترك

غاليلي

النسبية الفيزيائية / العطالة / ترييض الطبيعة

كوبرنيك وبذور الحركة المشتركة / برونو ومثال السفينة / كبلر والجذب

العلم الحديث

الطبيعة تُفهم رياضيًا

مفاهيم مفتاحية للطلبة (الجزء الأول) .10

الثورة العلمية

تحول في طريقة التفكير العلمي وفي المفاهيم المؤسسة للعلم، وليس مجرد اكتشافات متفرقة.

الكوسموس

تصور قديم للعالم باعتباره نظامًا مغلقًا، محدودًا، منظمًا تراتبيًا، ومقسومًا إلى عالم أرضي وعالم سماوي.

الكون

تصور حديث للعالم باعتباره فضاءً مفتوحًا، متجانسًا، تحكمه قوانين عامة.

مفاهيم مفتاحية للطلبة (الجزء الثاني) .10

العطالة

مبدأ يفيد أن الجسم يحافظ على حالته من سكون أو حركة مستقيمة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.

ترييض الطبيعة

إخضاع الظواهر الطبيعية للغة الرياضيات، أي تفسيرها بالأعداد والأشكال والعلاقات الهندسية.

الحس المشترك

طريقة تلقائية في التفكير تعتمد على التجربة اليومية المباشرة، لكنها قد تكون عائقًا أمام بناء العلم.

10. مفاهيم مفتاحية للطلبة (الجزء الثالث)

النسبية الفيزيائية للحركة

الحركة لا توصف وصفًا مطلقًا، بل بالنسبة إلى إطار مرجعي معين.

النسق الميكانيكي

مجموعة من الأجسام تشترك في نفس الحركة، مثل الأجسام الموجودة داخل سفينة متحركة.

11. أنشطة التعلم عن بعد

النشاط 1: المنتدى والنشاط 2: تحليل نص

النشاط 1: سؤال افتتاحي: لماذا يبدو لنا مبدأ العطالة اليوم بديهيًا، بينما كان صعب القبول في العصر القديم والوسيط؟ (اكتب جوابًا من 8-10 أسطر، مع توظيف مفهومي الحس المشترك والحركة).

النشاط 2: حلل دلالة العبارة «كتاب الطبيعة مكتوب بحروف هندسية» بربطها بفكرة ترييض الطبيعة. موجهات: ما المقصود بكتاب الطبيعة؟ لماذا الحروف الهندسية؟ ما الفرق بين القراءة بالحس والرياضيات؟

النشاط 3 و 4: مقارنة وتمرين تطبيقي

النشاط 3: مقارنة مفاهيمية: قارن بين مفهوم الحركة عند أرسطو ومفهومها عند غاليلي (من حيث الطبيعة، القوة، المكان، الرياضيات، الحس المشترك).

النشاط 4: تمرين تطبيقي: تخيل أنك داخل قطار يتحرك بسرعة ثابتة وأسقطت كرة. كيف ستبدو حركة الكرة لك؟ وكيف ستبدو لشخص خارج القطار؟ وما علاقة هذا بمثال السفينة عند غاليلي؟

12. تقويم ذاتي قصير (1)

السؤال 1

ما المقصود بالكوسموس في التصور القديم؟

أ. كون مفتوح ولا محدود

ب. عالم مغلق ومنظم تراتبيًا

ج. فضاء هندسي متجانس

د. نظام رياضي مجرد

الجواب: ب

السؤال 2 و 3

السؤال 2: ما معنى ترييض الطبيعة؟

أ. بالأساطير | ب. رفض التجربة | ج. الفهم بالرياضيات | د. كائن حي

الجواب: ج

السؤال 3: في الفيزياء الأرسطية، الحركة هي:

أ. حالة | ب. تغير | ج. سكون | د. علاقة رياضية

الجواب: ب

تقويم ذاتي (2) وتقويم نهائي

بقية التقويم الذاتي

:السؤال 4: مبدأ العطالة يفترض أن

أ. يتوقف لغياب القوة | ب. يواصل حركته ما لم تؤثر قوة | ج. الثقيلة تصعد | د. لا توصف رياضيًا

الجواب: ب

السؤال 5: لماذا يعد مثال السفينة مهمًا؟

أ. ينفي حركة السفينة | ب. يوضح نسبية الحركة والمشاركة في النسق | ج. يثبت ثبات الأرض | د. يرفض الرياضيات

الجواب: ب

تقويم نهائي مقترح .13

الموضوع الأول: تحليل ومناقشة: حلل وناقش القول: «لم تكن الثورة الغاليلية مجرد اكتشاف قوانين، بل كانت تأسيسًا لمفهوم جديد للطبيعة والعلم.» (عناصر منتظرة: تعريف الثورة، أرسطو، ترييض الطبيعة، العطالة، تجاوز الحس.)

الموضوع الثاني: سؤال تركيبي: بيّن كيف ساهم الانتقال من الكوسموس المغلق إلى الكون اللامتناهي في تأسيس الفيزياء الحديثة.

شبكة تقويم مبسطة 14.

المعيار	ممتاز	جيد	متوسط	ضعيف
فهم المفاهيم	يوظف المفاهيم بدقة	يوظف معظم المفاهيم	يخلط بين بعض المفاهيم	لا يتحكم في المفاهيم
تحليل النص	تحليل عميق ومترابط	تحليل واضح	تحليل جزئي	وصف سطحي
المقارنة بين أرسطو وغاليلي	مقارنة دقيقة	مقارنة مقبولة	مقارنة ناقصة	غياب المقارنة
بناء الحجاج	حجاج منظم	حجاج مفهوم	حجاج متقطع	غياب الحجاج
اللغة والتنظيم	لغة سليمة ومنظمة	لغة مقبولة	أخطاء متعددة	اضطراب واضح

سيناريو بيداغوجي للإدراج في منصة تعلم عن بعد .15

م 1: التهيئة (20 د)

سؤال افتتاحي في المنتدى: لماذا لا نشعر بحركة الأرض؟ لإثارة الحس المشترك.

م 2: المحتوى (60 د)

قراءة الوحدة 1، 2، 3 + محتوى نصي/فيديو لبناء مفاهيم الثورة، الكون، العطالة.

م 3: المقارنة (90 د)

إنجاز جدول مقارنة بين أرسطو وغاليلي لتمكين الطالب من فهم التحول المفهومي.

م 4: التطبيق (45 د)

تمثيل متى السفينة/القطار (اختبار تفاعلي) لفهم النسبية الفيزيائية للحركة.

م 5: التقويم (60 د)

اختبار ذاتي + موضوع تركيبي قصير للتحقق من تحقق أهداف التعلم.

16. مقترح تقسيم المورد داخل منصة التعليم عن بعد

الدرس 1: ما الثورة العلمية؟ فيديو تمهيدي قصير، قراءة موجهة، سؤال في المنتدى.

الدرس 2: أرسطو وغاليلي. جدول مقارنة، شرح صوتي، نشاط تطبيق.

الدرس 3: مبدأ العطالة. تعريف المبدأ، أمثلة تطبيقية، اختبار ذاتي.

الدرس 4: حركة الأرض والاعتراضات القديمة. شرح الاعتراضات، تحليل حجة سقوط الحجر، مناقشة جماعية.

الدرس 5: مثال السفينة والنسبية الفيزيائية. نشاط تطبيقي، سؤال مفتوح، تقويم قصير.

الدرس 6: ترييض الطبيعة. تحليل عبارة كتاب الطبيعة، خلاصة تركيبية، واجب نهائي.

الموارد الداعمة والخاتمة البيداغوجية

موارد داعمة مقترحة .17

- صورة لغاليلي مع خلفية فلكية.
- رسم يوضح الفرق بين الكوسموس المغلق والكون المفتوح.
- مخطط لحركة كرة داخل سفينة أو قطار.
- خطاطة مقارنة بين أرسطو وغاليلي.
- فيديو قصير حول مبدأ العطالة واختبار تفاعلي.

خاتمة بيداغوجية .18

يتيح هذا الحامل البيداغوجي للطالب الانتقال تدريجيًا من قراءة نص فلسفي كثيف إلى فهم منظم. الغاية ليست الحفظ، بل إدراك معنى التحول العلمي بوصفه تحولًا في طريقة التفكير. يتعلم الطالب أن العلم لا يتطور فقط بإضافة ملاحظات، بل بتغيير الأسئلة وتجاوز البديهيات. يشكل نص كويري مدخلًا ممتازًا لفهم تاريخ العلم إبستمولوجيًا، مبيناً ولادة عقل علمي جديد.

التعريف والمخرجات

19. فقرة تعريفية مختصرة للنشر في المنصة

يتناول هذا المورد التعليمي موضوع «غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر» من خلال نص ألكسندر كويري، ترجمة وتقديم بدر غنمات. يهدف المورد لمساعدة الطلبة على فهم الانتقال من الفيزياء الأرسطية للحديثة، عبر مفاهيم كالكوسموس، مبدأ العطالة، النسبية، والحس المشترك. يتضمن شروحات وأنشطة وتقويمات.

20. مخرجات التعلم النهائية

- شرح معنى الثورة العلمية عند كويري.
- تحليل التحول من التصور الأرسطي إلى الغاليلي.
- توظيف مفاهيم العطالة وترييض الطبيعة والنسبية.
- فهم دلالة مثال السفينة في بناء العلم الحديث.
- كتابة فقرة تحليلية حول تجاوز الحس المشترك ومناقشة دور الرياضيات.

إعلان وتوجيهات للطلبة

21. صيغة إعلان موجز للطلبة داخل المنصة

مرحبًا بكم في هذا المورد التعليمي حول غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر. ستتعرفون على الانتقال من فيزياء أرسطو، القائمة على الحس المشترك والمكان الطبيعي، إلى فيزياء غاليلي، القائمة على الرياضيات والعطالة والنسبية. المطلوب قراءة الوحدات تدريجيًا، إنجاز الأنشطة، والمشاركة في المنتدى.

22. توجيهات للطالب

- اقرأ كل وحدة بتركيز ودوّن المفاهيم الأساسية.
- أنجز الأسئلة القصيرة وشارك في المنتدى بأمثلة خاصة.
- لا تحفظ النص حرفيًا، بل حاول فهم التحول المفهومي.
- استعمل الخطاطة التركيبية لمراجعة الدرس.
- راجع جدول المقارنة قبل إنجاز التقويم النهائي.

ملحق: درس مختصر جدًا للمراجعة (ج 1) .23

الثورة والانتقال المفاهيمي

الثورة العلمية عند كويري تعني تحولًا جذريًا في طريقة فهم الطبيعة. فقد انتقل الفكر العلمي من التصور الأرسطي، الذي يرى العالم كوسموسًا مغلقًا ومنظمًا تراتبيًا، إلى التصور الحديث الذي يرى الكون فضاءً مفتوحًا تحكمه قوانين رياضية موحدة.

الحركة ومبدأ العطالة

في الفيزياء الأرسطية، الحركة تغير يحتاج إلى محرك، ولكل جسم مكان طبيعي. أما عند غاليلي، فالحركة حالة يمكن أن تستمر دون قوة، ولا تحتاج القوة إلا لتغييرها. وهذا هو مضمون مبدأ العطالة.

تتمة الملحق: ترييض الطبيعة والخاتمة

كما ساهم غاليلي في ترييض الطبيعة، أي جعلها قابلة للفهم بلغة الرياضيات. لذلك لا يقرأ العلم الحديث الطبيعة كما تظهر للحواس، بل كما تبنيها النظرية الرياضية.

ومن هنا، فإن غاليلي يمثل لحظة حاسمة في ميلاد العلم الحديث، لأنه ساعد على تجاوز الحس المشترك وبناء عقل علمي جديد.