ملاحظات حول صعوبات تدريس الظواهر الميكانيكية في الطورين المتوسط والثانوي في الجزائر
الجزء الأول: الصعوبات

عبد العزيز برّاح
أستاذ متقاعد، بقسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
abdelaziz.berrah@g.ens-kouba.dz

يهدف هذا المقال الملخص إلى محاولة تسليط الضوء على بعض الصعوبات العلمية والتعليمية التي يواجهها الأستاذ عند تدريس الظواهر الميكانيكية في بلادنا، سواء في الطور المتوسط أو الثانوي. ورغم الحجم الساعي المعتبر المخصص لميدان الميكانيك في الطورين هناك عدم تكامل بين الطورين لعدة أسباب، منها الاختلاف في المقاربة المحددة في المناهج لتدريس المفاهيم، خاصة مفهوم القوة ومبدأ الفعلين المتبادلين. تضاعف هذا الاختلاف بعد التغيير الشامل لمنهاج الطور المتوسط في 2015 مع بقاء منهاج الثانوي 2005 دون تغيير مماثل.

نظرًا للدور الأساسي لكيفية التقييم وللكتب المدرسية في العملية التعلمية، تتميز طريقة تدريس مفهوم الجملة الميكانيكية ومفهوم القوة ومبدأ الفعلين المتبادلين بوجود نقائص علمية وتعليمية عديدة مع وجود محتشم للنشاطات التجريبية المقترحة للتلميذ، وللتقويم بالوضعية الإدماجية. ومن الأسباب الأساسية أنماط الامتحانات النهائية في الطورين والتي تركّز على حفظ تمارين، ولا تسمح بتقييم مستوى التحكم في الكفاءات الختامية المحددة في المناهج وخاصة الكفاءات العرضية. من جانبها زادت الدروس الخصوصية، والمنتشرة عبر شبكة الإنترنيت، الوضعيةَ تعقيدًا بالتركيز على حفظ حلول مبهمة للتمارين.

سنقدّم بعض الاقتراحات من الجانبين العلمي والتعليمي لمعالجة بعض النقائص ومساعدة الأساتذة لتحسين تدريسهم لميدان الميكانيك في المتوسط والثانوي.

1. مقدمة

تعتمد دراسة الظواهر الميكانيكية في الطورين المتوسط والثانوي على مفهومي الجملة الميكانيكي والقوة ومبدأ الفعلين المتبادلين. وقد خصصت لها المناهجُ حجما ساعيا مهمًّا مع نسبة معتبرة للنشاطات التجريبية. السؤال الطبيعي المطروح هو: هل يوجد تكامل واستمرارية بين الطورين؟ وهل يسعى الطور المتوسط لبناء المكتسبات القبلية للطور الثانوي في مجال الظواهر الميكانيكية؟ الجواب هو: لا، لعدّة أسباب متعلقة بالمناهج واختلاف المقاربة التعليمية المحددة في الطورين وأسلوب التقويم النهائي.

تتميز منظومتنا التربوية بجمود مناهجها عكس ما يحدث في العالم حيث الميزة الأساسية للمناهج هي التطور والتكيف حسب نتائج تطبيق أولي وملاحظات كل مكونات السلك التربوي. تسبّب جمود مناهجنا في مضاعفة الفجوة وعدم الاستمرارية بين الطورين. نذكر أن المناهج المطبّقة حاليا صدرت في 2005 بالنسبة للثانوي وفي 2015 للمتوسط (وسمّيت بمناهج الجيل الثاني). وبقيت هذه المناهج دون تغيير جذري (ما عدا تخفيفات وتوزيعات سنوية خلال مرحلة وباء كورونا 2019).

إنّ مناهج الثانوي مبنية على أساس مناهج المتوسط القديمة (أو الجيل الأول). ورغم إدخال المقاربة بالكفاءات كمبدأ أساسي لكل المناهج، ظهر نقصٌ في التنسيق الشاقولي بين السنوات في نفس المادة التعليمية، والتنسيق الأفقي بين مختلف المواد لنفس السنة. لذلك تمّت عملية إعادة كتابة المناهج من طرف اللجنة الوطنية للمناهج والمجموعات المتخصصة للمواد بعد إصدار وثيقتين أساسيتين، هما المرجعية العامة للمناهج والوثيقة المنهجية لبناء المناهج سنة 2009. بعد إصدار هاتين الوثيقتين بدأت عملية إصلاح المناهج السابقة بمقاربة شاملة بين الأطوار والمواد بالاعتماد على ملمح التخرج والكفاءات الختامية لكل طور ولكل سنة ولكل مادة. إنها المبادئ النظرية لمناهج الجيل الثاني.

أهمّ ما يميّز هذا التوجّه الجديد، المتمثّل في المقاربة بالكفاءات، هو إمكانية أن يجنّد المتعلّم مجموعة من الموارد المندمجة لحلّ عائلة من الوضعيات المشكلة. إنّها تفضّل منطق التعلّم -الذي يركّز على التلميذ وردود أفعاله في مواجهة وضعيات مشكلة- على منطق التعليم الذي يعتمد على تحصيل المعارف والمعلومات فقط. شملت هذه العملية الطورين الابتدائي والمتوسط في 2015، ولم تمس الطور الثانوي لصعوبات عديدة منها، إصلاح امتحان الباكالوريا وإعادة هيكلة التعليم الثانوي.

ا- الموارد المنهجية:

استخدام الاستدلال العلمي
اتباع المسعى العلمي في استقصاء المعلومات:
استخدام الملاحظة العلمية:
اتباع المسعى التجريبي:
اتباع مسعى حل المشكلات:
التعبير باللغة العلمية الملائمة كتابيا وشفويا:
الاستخدام السليم لأدوات القياس طريقة ووسيلة:
التعبير عن نتيجة القياس:
الكتابة العلمية للمقادير والعلاقات:
توظيف النماذج الخاصة ببنية المادة والتيار الكهربائي والطاقة والضوء:
تسيير جيد لفضاء العمل والوقت المتاح لإنجاز المهمة:
احترام التعليمات:
تحقيق تركيبات تجريبية بسيطة باستقلالية:
الوعي بحالة الخطورة واتخاذ الاحتياطات الأمنية الضرورية عند التعامل مع المواد الكيميائية والتجهيز و
الخطر.

الشكل 1. الموارد المنهجية (مأخوذة من منهاج العلوم الفيزيائية)

تكوّن الظواهر الميكانيكية جزءا معتبرا من منهاجي المتوسط والثانوي، خاصة في السنة الرابعة متوسط والسنة النهائية في الثانوي. وتُكلّل بالامتحانات الرسمية، خاصة امتحان البكالوريا الذي يشمل تقويم الكفاءة الختامية والكفاءات العلمية للميدان والكفاءات المنهجية، والتي هي ملخصة في الشكل 1.

نحاول في هذا المقال تشخيص بعض أسباب عدم تحقيق هذه الكفاءات والنقائص العلمية والتعليمية في تدريس الجملة الميكانيكية والقوة ومبدأ الفعلين المتبادلين.

2. مفهوم الجملة الميكانيكية

نلخص في الجدول التالي خصائص الجملة الميكانيكية وبعض النقائص في تدريسها.

جدول خصائص الجملة الميكانيكية وبعض النقائص في تدريسها	
خصائص الجملة الميكانيكية	بعض النقائص في تدريسها
– الجملة الميكانيكية هي نقطة مادية أو مجموعة من النقاط المادية أو جسم مادي واسع أو جزء من جسم. تكتسب الجملة الميكانيكية كتلة. يمكن إهمال كتلة جملة ميكانيكية في حالة وجود جمل بكتل أكبر بكثير من كتلتها الصغيرة. – يمكن أن تكون الجملة الميكانيكية صلبة أو سائلة أو غازية أو خليطا من هذه الحالات. – يتم تعيينها بحرف أو رقم أو كلمة مع تعيين الحيّز الذي تشغله. – تتميز الجملة الميكانيكية بتطبيق قوة على جملة أخرى حسب مبدأ الفعلين المتبادلين. – تكتسب الجملة الميكانيكية غير النقطية نقطة خاصة تسمّى مركز عطالتها G، وهذه النقطة منطبقة على مركز الكتل أي مركز الأبعاد المتناسبة للكتل المكوّنة للجملة. في حالة جملة نقطية فإن G منطبقة عليها. – بما أنّه في الحركيات، دراسة المسار والسرعة والتسارع تخصّ نقطة فإن تطبيق مبدأ العطالة والمبدأ الأساسي للتحريك يتعلقان بمركز عطالة الجملة فقط وليس بالنقاط الأخرى. تسمح خصائص الحركة الانسحابية لدراسة تطبيق المبدأين على مجموعة من النقاط أو جملة واسعة، حيث كل نقاط الجملة لها نفس الحركة كمركز عطالتها G، أي لها نفس شكل المسار وأشعة السرعة مسايرة لـ $\overrightarrow{v_G}$ وأشعة التسارع مسايرة لـ $\overrightarrow{a_G}$. – تخص الحركة الانسحابية والحركة الدورانية حالة جسم واسع ولا تخص حالة نقطة.	– عدم تعيين الجملة المدروسة في البداية، – عدم تعيين الجملتين في مبدأ الفعلين المتبادلين، – إهمال جمل، مثل الخيط والمسمار، رغم تطبيقها قوى نظرا لصغرها، – عدم التمييز بين حالة نقطة وحالة جسم واسع في تطبيق خصائص لظواهر فيزيائية كدافعة أرخميدس وقوى الاحتكاك، – اعتبار أنّ لجملة غير نقطية مسارا وسرعة وتسارعا، – اختيار حالة خاصة لمبدأ الفعلين المتبادلين بجملتين متماثلتين، – اعتبار تسارع بعض عناصر جملة هو تسارع مركز العطالة والجملة ليست في حركة انسحابية. (باك ر. و ت.ر. 2015)

3. مفهوم القوة في الطورين المتوسط والثانوي.

في منهاج السنة الرابعة متوسط يتمّ تقديم مفهوم القوة كفعل ميكانيكي تؤثر به جملة ميكانيكية على جملة أخرى حسب مبدأ الفعلين المتبادلين أو القانون الثالث لنيوتن. يشمل التعريف المقترح مجموعة من الخصائص كالطابع الشعاعي والتأثيرات الميكانيكية على الجملة والترميز، ثم دراسة شرطي توازن جسم صلب تحت تأثير قوتين وثلاث قوى، ومفهوم المحصلة ثم دراسة دافعة أرخميدس.

أما في مناهج الطور الثانوي، فمفهوم القوة واردٌ في السنوات الثلاثة العلمية:

- في السنة الأولى جذع مشترك علمي، يتمّ تقديم مفهوم القوة اعتمادا على مبدأ العطالة أو القانون الأول لنيوتن ثم دراسة مبدأ الفعلين المتبادلين؛
- ويوظف مفهوم القوة في السنة الثانية لدراسة العمل والطاقة وشرطي توازن الجسم الصلب؛
- ثم تتم دراسته في السنة الثالثة بالمبدأ الأساسي للتحريك أو القانون الثاني لنيوتن ومبدأ الفعلين المتبادلين.

حسب منهاج السنة الأولى جذع مشترك علمي والوثيقة المرافقة، يمكن توظيف مبدأ العطالة كوسيلة للكشف عن وجود قوة مطبقة على جملة A إذا كانت حالتها الحركية متغيرة. تعتمد هذه المقاربة على حالة عدم وجود مبدأ العطالة الذي يخص الحركة المستقيمة المنتظمة أو السكون، ولا يشمل الحركة المتغيرة أي المتسارعة الخاصة بالمبدأ الأساسي للتحريك.

لهذه المقاربة -التي تعتمد على مبدأ العطالة- نقائص وصعوبات عديدة ظهرت في الكتاب المدرسي والدروس، نذكر أهمها باختصار:

- في هذه المقاربة، يتمّ توظيف مبدأ العطالة خارج مجال صلاحيته بدلا من مبدأ الفعلين المتبادلين والمبدأ الأساسي للتحريك المبرمج في السنة النهائية.
- توجد صعوبات تعليمية لتقديم مفهوم القوة بالاعتماد على جملة معزولة أو شبه معزولة، لأن الجملة معزولة لا تؤثر عليها قوة والجملة شبه معزولة تؤثر عليها قوى من الوسط الخارجي محصلتها معدومة، حيث وجود هذه التأثيرات ناتج عن مبدأ الفعلين المتبادلين وليس عن مبدأ العطالة. الحالة التي يسمح توظيف مبدأ العطالة بوجود قوة هي حالة جملة شبه معزولة تحت تأثير عدة قوى واحدة فقط مجهولة. يسمح تطبيق مبدأ العطالة باكتشاف وجود قوى عطالية أو ما يسمى بشبه قوى (التي هي خارج منهاج الثانوي) في المعالم اللاعطالية لتفسير مثلا، السكون الظاهري لقمر جيوميستقر بالنسبة لمعلم سطحي أرضي رغم أنه خاضع لثقله فقط كقوة ناتجة عن تأثير الأرض عليه.

النقص العلمي في المقاربة المحددة في المنهاج لدراسة مبدأ العطالة هو الاعتماد على نص مبهم يتعلق بسكون أو حركة مستقيمة منتظمة لجسم، وغياب مركز العطالة في النص وهي النقطة الأساسية المعنية بالسكون أو الحركة المستقيمة المنتظمة.

من الجانب التعليمي يوجد جانب إيجابي في دراسة مفهوم القوة في السنة الأولى ثانوي، وهو التركيز المطوّل على ربط بين حامل وجهة شعاعي القوة $\vec{F}$ وتغيّر السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ بدون تفسير نظري لمعالجة تصورات والتحليلات الطبيعية للتلاميذ التي تربط شعاع القوة $\vec{F}$ بشعاع السرعة $\vec{v}$ وفق ما يسمى في التعليمية بأفكار أرسطو. تسمح أيضا هذه الدراسة لتحضير دراسة المبدأ الأساسي للتحريك.

1.3. مقارنة كيفية تدريس مفهوم القوة في المتوسط والثانوي

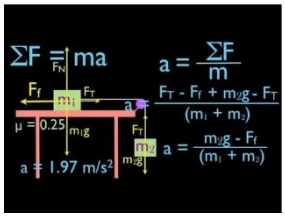
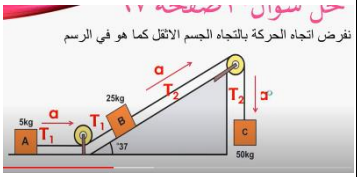
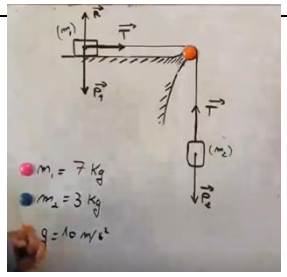
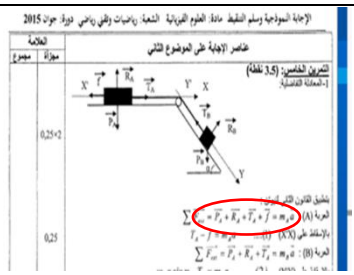
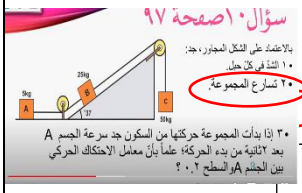
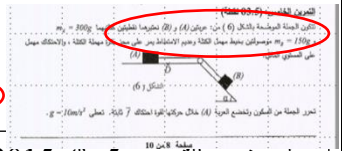
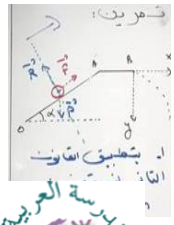
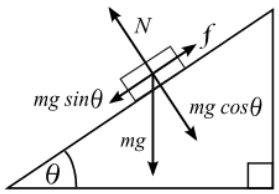
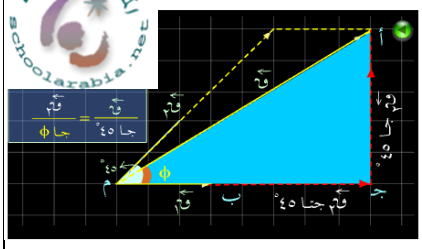
يلخص الجدول التالي نقائص وإيجابيات مقاربة تقديم مفهوم القوة في الطورين المتوسط والثانوي.

جدول ملخص لكيفية تقديم مفهوم القوة حسب الخصائص			
في السنة الرابعة متوسط		في السنوات الثلاثة للشعب العلمية	
الجوانب الإيجابية	النقائص	الجوانب الإيجابية	النقائص
الاعتماد على مبدأ الفعلين المتبادلين للتعريف	نقص في الدراسة التجريبية لخصائص مبدأ الفعلين المتبادلين	دراسة مبدأ العطالة والجملة المعزولة أو شبه المعزولة	مقاربة معقدة لتعريف القوة (نفي مبدأ العطالة)، عدم الاعتماد على مبدأ الفعلين المتبادلين
القوة كمقدار شعاعي واستعمال الترميز $\overrightarrow{F_{A/B}}$	نقص في دراسة خصائص المقدار الشعاعي: حامل جهة وشدة، تعريف رياضي للمحصلة دون الشروط الفيزيائية لوجودها	القوة كمقدار شعاعي واستعمال الترميز $\overrightarrow{F_{A/B}}$	اعتبار الخصائص الشعاعية للقوة كمكتسبات قبلية، نقص في دراسة خصائص المحصلة
إدخال تغيير الحالة الحركية للجملة في تعريف القوة	صعوبة تحديد معنى تغيير الحالة الحركية للجملة (مثلا حركة دائرية منتظمة أو القذيفة)	ربط بياني للشعاعين $\vec{F}$ و $\overrightarrow{\Delta v}$ لمعالجة بعض التصورات	دراسة بيانية ينقصها تفسير هذه العلاقة من الجانب النظري والتي هي خارج المنهاج، العلاقة هي $\vec{F} = \Delta \vec{P}/_{\Delta t} = m\overrightarrow{\Delta v} / \Delta t$
المحافظة على توازن الجملة	تهميشها في التعريف رغم الاعتماد عليها في دراسة التوازن	تصنيف القوى الأساسية الأربعة	نقص في توظيفها في النشاطات
تغيير شكل الجملة	خاصية أساسية تسمح بتعيين الحامل لقياس شدة القوة، عدم اختيار جملة ملائمة كالمطاط	دراسة قوة الجاذبية وقوة كولون	نقص في توظيفها في النشاطات
الطبيعة الفيزيائية للقوة	غياب تصنيف القوى ولو بذكر الجاذبية والكهربائية والفرق بينهما	القوة ونظريات الطاقة في السنة الثانية	تهميش العلاقة بين الطاقة والقوة، والتي تسمح بتحديد القوة بالاعتماد على الطاقة.
كيفية التأثير: بعدي أو تلامسي تأثير نقطي أو موزع	غيابها في دراسة مبدأ الفعلين المتبادلين	في السنة الثالثة، رغم وجود قوانين نيوتن في المنهاج، فإن دراسة المبدأ الأساسي للتحريك ناقصة، خاصة الطابع الشعاعي لعلاقة المبدأ باعتبار الخصائص الشعاعية للقوة كمكتسبات قبلية مع تهميش مبدأ العطالة ومبدأ الفعلين المتبادلين.	
نقص في النشاطات التجريبية المقترحة للتلميذ خاصة خلال دراسة مبدأ الفعلين المتبادلين			

2.3. نقائص في توظيف القوة كمقدار شعاعي

يمكن تلخيص هذه النقائص والأخطاء العلمية والتعليمية باعتبار المقدار الشعاعي كمقدار سلمي، ويمكن تلخيصها في الجدول التالي.

جدول لبعض العمليات الغامضة والأخطاء حول القوة كمقدار شعاعي

طبيعة الخطأ	الأشكال المستعملة
استعمال الرمز F لتعيين شعاع القوة بدون السهم	 
-استعمال نفس الرمز ونفس التسمية لقوتين مختلفتين لكن لهما نفس الشدة، كمثال لقوة «توتر الخيط» $\vec{T}$ رغم اختلاف الحامل والجملة المتأثرة. -نفس الخطأ لتعيين شعاع تسارع الجملة، أي اعتبار شعاع تسارع الجملة المكونة من عدة عناصر هو شعاع تسارع كل عنصر (مثال الحل النموذجي للتمرين 5 باك ر. و ت. ر. 2015)، -حل خاطئ في تحديد محصلة القوى المطبقة على الجملة (A+B) وتحديد عبارة تسارع مركز عطالتها (الجملة ليست في حركة انسحابية)	    حل ونص التمرين 5 باك 2015
سلسلة من الأخطاء المرتكبة في دراسة المستوي المائل: -تعيين خاطئ لمركبتي لقوة ثقل جسم على مستوى مائل : $\vec{P}\sin\alpha$ و $\vec{P}\cos\alpha$ كمركبتين للثقل $\vec{P}$، - ربط عدم وجود حركة (أي السرعة $\vec{v}$) وفق المحور العمودي على المستوي المائل بعدم وجود قوة (أفكار أرسطو)، - رسم بياني للقوى بشدات تتناقض مع الحالة المدروسة، - استعمال الرمز $\vec{R}$ للمركبة العمودية، - علاقات خاطئة بين الأشعة : مثال $\vec{ق}_{ب/أ}=\vec{ق}_{1}/ت$ بين قوتين بحاملين مختلفين، أي اعتبار المقدار الشعاعي كمقدار سلمي والعلاقة بين الشدتين تعمم إلى علاقة بين الشعاعين رغم اختلاف الحاملين.	  

3.3. نقائص في توظيف مفهوم محصلة قوتين

يمكن اعتبار أنّ مفهومَ المحصّلة مفهومٌ أساسي لتدريس القوة كمقدار شعاعي وإبراز الفرق بين المقدار الشعاعي والمقدار السلمي في الفيزياء. تعتمد العلاقتان المعبّرتان عن مبدأ العطالة وعن المبدأ الأساسي للتحريك على محصّلة القوى.

في تفسير الطابع الشعاعي للقوة ودراسة شرطي التوازن ومبدأ العطالة والمبدأ الأساسي للتحريك فإن هذا المفهوم مهمّش في التعريف والخصائص وتُرتكب أخطاء عند رسمه البياني.

- **تعريف مبسط لمفهوم محصّلة قوتين:** محصّلة قوتين $\vec{F}_{3/1}$ و $\vec{F}_{2/1}$ هي القوة $\vec{R}_{2,3/1}$ التي لها نفس التأثير الميكانيكي للقوتين، حيث لدينا:

$$\vec{R} = \vec{F}_{2/1} + \vec{F}_{3/1}$$

ويمكن تعويض القوتين بمحصلتهما $\vec{R}$ في تطبيق مبدأ العطالة (والشرط الأول للتوازن) والمبدأ الأساسي للتحريك.

في هذا التعريف تتميز المحصلة بجانبين: جانب رياضي وجانب فيزيائي.

-الخاصية الرياضية هي العلاقة الشعاعية:

$$\vec{R} = \vec{F}_{2/1} + \vec{F}_{3/1}$$

-والخاصية الفيزيائية مكونة من شرطين:

- **الشرط الفيزيائي الأول:** $\vec{F}_{3/1}$ و $\vec{F}_{2/1}$ **مطبقتان على نفس الجملة الميكانيكية.**

مثلا خلال دراسة تركيب مكوّن من الجمل الميكانيكية a، b، c ودراسة الحالة الحركية للجملة a يمكن تعويض القوتين $\vec{F}_{b/a}$ و $\vec{F}_{c/a}$ بمحصلتهما $\vec{R}_{bc/a} = \vec{F}_{c/a} + \vec{F}_{b/a}$.

لا يمكن اعتبار المجموع الشعاعي $\vec{F}_{c/a} + \vec{F}_{a/b}$ كمحصلة قوتين مطبقتين على a. يوضّح هذا المثال بعض فوائد الترميز المعتمد في المناهج لتعيين شعاع القوة برمز $\vec{F}_{b/a}$ ويسمح باكتساب كفاءة منهجية لحل المسائل بتعيين مسبق للجملة المدروسة والمعلم لكتابة العلاقات.

- **الشرط الفيزيائي الثاني:** لمحصلة قوتين نفس التأثير الميكانيكي على الجملة المدروسة. أي إذا كانت ساكنة تحت تأثير عدة قوى تبقى ساكنة بعد تعويض قوتين أو أكثر بمحصلة القوى، وإذا كان مركز عطالة الجملة متسارعا يبقى بنفس التسارع بعد تعويض قوتين أو أكثر بالمحصلة.

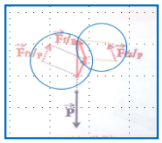
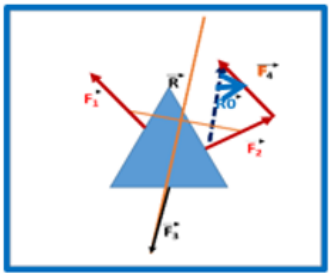
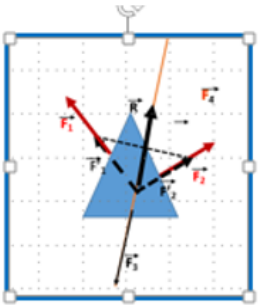
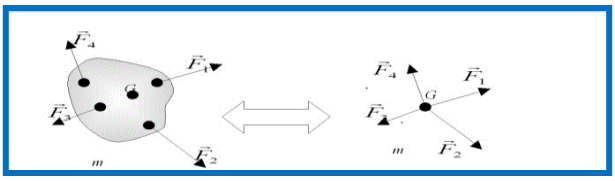
- توظف المحصلة فقط في العلاقات للجمع الشعاعي للقوى كمبدأ العطالة والمبدأ الأساسي للتحريك.

- في الطور المتوسط والطور الثانوي يستعمل مفهوم محصلة قوتين **بشرط وجود القوتين في نفس المستوى.**

لا يمكن توظيف المحصلة في نظريات الطاقة (الحركية والكامنة والميكانيكية)، أي العلاقات الخاصة بمجموع أعمال القوى أو مجموع عزوم القوى، لأنّه يمكن أن يكون مجموع قوتين يساوي الشعاع المعدوم ومجموع العزوم غير معدوم كحالة المزدوجة. يمكن أيضا أن يكون مجموع قوتين يساوي $\vec{0}$ ومجموع أعمال القوتين غير معدوم، عكس ما يتصوره التلاميذ وبعض الأساتذة. تبرز هذه التحفظات عند البحث عن الشرط الثاني لتوازن الجسم الصلب الخاضع لعدة قوى بعد التأكد من الشرط الأول أي محصلة القوى معدومة.

تسمح هذه الخاصية برسم المحصلة كقطر لمتوازي الأضلاع انطلاقا من نقطة تقاطع حاملي القوتين، وعدم ارتكاب الخطأ الفيزيائي في رسم المحصلة بإخراج القوة من حاملها الأصلي وتعويضها بقوة مسايرة لها أي بحامل موازٍ مع الاحتفاظ بنفس الشدة والجهة بالطبع. لماذا هذه العملية خاطئة فيزيائيا؟ لأنها غيرت عزم القوة وغيرت الحالة الحركية للجملة .

نلخص في الجدول التالي الأخطاء المرتكبة في دراسة ورسم المحصلة واقتراحا للتصحيح.

مراحل غامضة لرسم المحصلة في الصفحة 68 من الكتاب المدرسي (الرابعة متوسط)، بإزاحة القوى خارج حاملها.	
شكل توضيحي لدراسة توازن الجسم، حالة ثلاث قوى بعد رسم القوى وحواملها نتأكد أن الحوامل تتلاقى في نقطة واحدة، نزيح قوتين إلى هذه النقطة ونرسم قطر متوازي الأضلاع الواصل بين نهايتهما ثم نرسم القطر الثاني الذي يمثل المحصلة $\vec{R}$ ونتأكد أن لهما نفس الحامل كالقوة الثالثة ونفس الشدة أي $\vec{R} + \overrightarrow{F_3} = \vec{0}$، أي $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$.	 الرسم الخاطئ للمحصلة $\overrightarrow{R_0}$ ليست محصلة القوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$  الرسم الصحيح للمحصلة $\vec{R}$. تمثل محصلة القوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$
حالة خاصة: يمكن إزاحة القوى بصفة مسايرة مع إخراجها من حاملها الأصلي عند تطبيق المبدأ الأساسي للتحريك الذي يعطي تسارعا مركز عطالته G وفق العلاقة $\overrightarrow{R} = \sum\overrightarrow{F_{ext}} = M\vec{a}_G$. نزيح القوى المطبقة على الجملة الواسعة بصفة مسايرة ونرسمها في G حيث M كتلة الجسم الواسع و $\vec{a}_G$ تسارع مركز عطالته.	

4. مبدأ الفعلين المتبادلين في المتوسط والثانوي.

كما ذُكر سابقا، أُعطيت أهمية كبيرة لهذا المبدأ في منهاج السنة الرابعة متوسط خاصة في اكتشاف القوة، عكس ما جاء في مناهج الثانوي. رغم ذلك توجد صعوبات عديدة لتدريس هذا المبدأ، وكثير منها ناتج عن كيفية تقديم هذا المبدأ.

مازالت عدة بلدان عربية خاصة في الشرق الأوسط تعتمد على النص التاريخي الأصلي التالي:

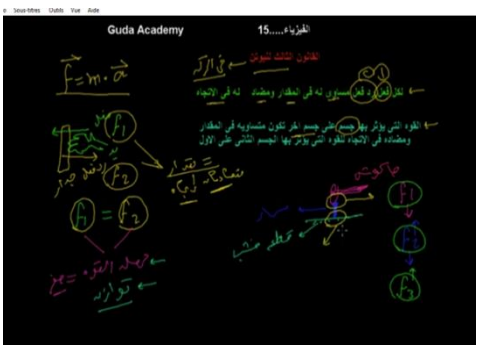
لكل فعل ردّ فعل يساويه في الشدة ويعاكسه في الاتجاه.

يمكن في الجدول التالي تلخيص بعض النقائص العلمية والتعليمية لهذا النص.

النقائص العلمية	النقائص التعليمية
عدم تعيين المعلم العطالي الذي يصلح فيه تطبيق المبدأ	اعتبار أنّ "الفعل" يسبق "رد الفعل" أي أنهما غير متزامنين
اعتبار أن"الفعل" يسبق "ردّ الفعل" أي أنهما غير متزامنين، وأنّ الفعل سبب، وردّ الفعل نتيجة في التأثير المتبادل	استعمال مصطلحات غامضة كمبدأ الأفعال المتبادلة رغم وجود قوتين دون ثالثة أو أكثر
عدم تعيين الجملتين المعنيتين بالتأثير المتبادل	استعمال الترميز المبهم رأو $\vec{R}$ لردّ الفعل المزعوم
عدم تعيين خاصية "نفس الحامل للقوتين"	عدم استعمال الترميز $\vec{F}_{1/2}$ و $\vec{F}_{2/1}$
اعتبار أن تساوي شدتي القوتين ناتج عن تماثل الجملتين	اختيار الحالة الخاصة بجملتين متماثلتين

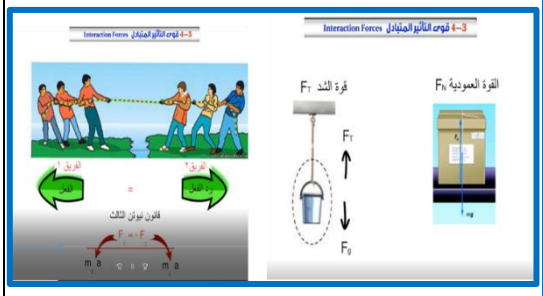
عدم ذكر الخصائص الفيزيائية العديدة (التزامن، نفس الطبيعة الفيزيائية، نفس كيفية التأثير، غياب الوسيط، مبدأ صحيح مهما كانت الحالة الحركية للجملتين)	عدم ذكر الخصائص الفيزيائية العديدة (التزامن، نفس الطبيعة الفيزيائية، نفس كيفية التأثير، غياب الوسيط، مبدأ صحيح مهما كانت الحالة الحركية للجملتين)
اعتبار أنه قانون للحركة واعتباره قانونا لتوازن الجسم أي خلط بين القانون الأول والقانون الثالث لنيوتن	عدم التركيز أن هذا المبدأ يصف وجود قوتين بين جملتين (كقانون كولون الذي يعطي وجود قوتين بين شحنتين) ولا يصف التوازن أو حركة جملة

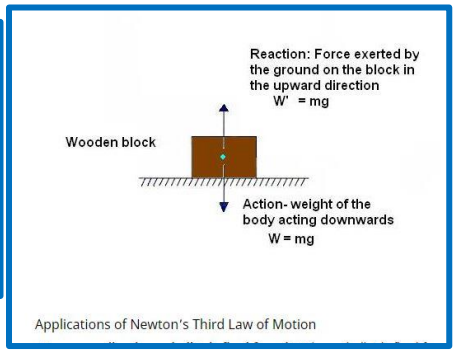
صورة من شريط في شبكة الإنترنت لمقر تربوي مصري ترتكب فيه أغلبية النقائص:



4 الاعتماد على النص التاريخي،
5 عدم استعمال الترميز الشعاعي الكامل للقوى،
6 في دراسة حالة اليد والجدار، رسم القوتين بحاملين متوازيين ومختلفين،
7 اعتبار أنها حالة توازن،
8 عدم ذكر الخصائص الفيزيائية،
9 في دراسة حالة ثلاث جمل: المطرقة والمسمار والخشب، أخطاء فادحة في تعيين الفعلين المتبادلين للحالات الثلاثة باعتبار فقط 3 قوى بدلا من 6.

صور من أشرطة في شبكة الإنترنت لمقر تربوي إماراتي وهندي بعدة نقائص وأخطاء





- اعتبار أن ثقل العلبة والقوة العمودية كتأثير متبادل،
- خلط بين شرط التوازن ومبدأ «الفعل ورد الفعل»
- إدخال وسيط (الحبل) بين الجملتين،
- اعتبار أنّ م.ف.م. أي القانون الثالث لنيوتن قانونا للحركة.

خلاصة الجزء الأول

نظرا لهذه النقائص، سنقدّم في الجزء الثاني بعض الاقتراحات العلمية والتعليمية لتحسين تدريس مفهوم القوة ومبدأ الفعلين المتبادلين في الطورين المتوسط والثانوي، وذلك في انتظار إصلاح شامل للمناهج الحالية.

المراجع

[1] المرجعية العامة للمناهج، وزارة التربية الوطنية، اللجنة الوطنية للمناهج، مارس 2009.
[2] الدليل المنهجي لإعداد المناهج، وزارة التربية الوطنية، اللجنة الوطنية للمناهج، 2009.
[3] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الإجباري 2003.
[4] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الإجباري 2015.
[5] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الثانوي 2005.
[6] الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات، امتحان البكالوريا، العلوم الفيزيائية، شعبة ر.، و ت.ر. جوان 2015.
[7] جريدة الخبر، نص تمرين في الفيزياء لتحضير التلاميذ لامتحان شهادة التعليم المتوسط، ص. 20، 20ماي 2011.
[8] جريدة الخبر، حل تمرين في الفيزياء لتحضير التلاميذ لامتحان شهادة التعليم المتوسط، ص.30، 21ماي 2011.