

مساهمة مخطط التأثيرات المتبادلة للأجسام في حل المسائل الميكانيكية

A.Serhane ; Professeur A.Zeghdaoui

Ecole Normale Supérieure Vieux-kouba, Alger

Ahcene_serhane@yahoo.com

ملخص:

يواجه تلاميذ المدارس الثانوية صعوبات وتحديات كبيرة في دراسة وحل مسائل الميكانيكا التقليدية المتعلقة بقوانين نيوتن خاصة. وهذا بسبب غياب طريقة و إستراتيجية واضحة المعالم. ويخفق معظم التلاميذ وحتى بعض الطلاب في تحديد الجسم المدروس (الجملة المدروسة) والقوى المطبقة، وعلى من تطبق وما هي طبيعتها. والهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقديم طريقة علمية واضحة لتكون في متناول التلاميذ والأساتذة تسمح لهم بمعالجة وحل جميع الوضعيات الميكانيكية في جميع الحالات سواء في حياتهم المدرسية أو المهنية.

Abstract:

High school student's face difficulties and great challenges in dealing with problems and physical situations related to Newton's laws in particular, this is due to the absence of a clear strategy. Most of the pupils and even some students fail in identifying the object studied (the system studied) the forces exerted, on which object are exerted and what nature are they. The main objective of this study is to provide a scientific method for students and teachers which allow them to address all physical situations in all cases, whether in school or professional lives.

الكلمات المفتاحية:

مخطط , التأثيرات المتبادلة, التفاعل, الوضعيات الفيزيائية, القوى, الميكانيكا

المقدمة:

من بين الأهداف الأساسية لاستيعاب برنامج مادة الفيزياء للسنة الثالثة من التعليم الثانوي في الجزائر وفهمه جيدا ولا سيما الجزء المتعلق بالميكانيكا، ثلاثة أهداف رئيسية:

- 1- إدراك أن القوى تنشأ دائما من تأثير ميكانيكي متبادل بين جسمين (وليست خاصية لأي منهما كما هو شائع خطأ عند فئة كبيرة من المتعلمين)، وأنها تزول بمجرد زوال هذا التأثير.
- 2- التمكن من فهم القوى المسببة لحالة الحركة أو السكون للجملة المدروسة ومن ثمة فهم القانون الثالث لنيوتن. (هذا القانون الذي يطرح إشكالات عدة ليس على التلاميذ فحسب بل حتى بالنسبة لبعض الأساتذة)
- 3- التمكن من تحديد القوى المؤثرة على جملة ما ثم تمثيلها شعاعيا ومن ثمة حساب محصلتها. [1]

الإشكالية:

لقد بينت الدراسات والبحوث في تعليميات المواد (والفيزياء بشكل خاص) أن التدريس وفق منهجية الأهداف يؤدي إلى المبالغة في تجزئة الدرس وتفكيك مراحله بالإضافة إلى تشتت الأهداف الإجرائية أي بعثرة المعارف المكتسبة التي تصبح غير مرتبطة فيما بينها أثناء توظيفها في موقع ما لحل إشكالية ما سواء في المدرسية أو في الحياة المهنية.

والتحدي الذي يواجه منظومتنا التربوية اليوم وكذلك المجتمع يتمثل في النوعية وحسن الأداء. وهذا المسعى يعتمد على بناء الكفاءات التي يكون شغلها لشاغل هو تزويد التلميذ بوسائل وأدوات تسمح له بأن يتعلم كيف يتعلم بنفسه. وحيث أن المنهاج الجديد يعتبر التلميذ (المتعلم) المحور الأساسي في العملية التعليمية/التعلمية. وبما أن منهاج الفيزياء في التعليم الثانوي بني على أساس المقاربة بالكفاءات التي تمنح التلميذ مجالا أوسع وأرحب لتحسين معارفه وتعميقها [2] ونظرا لما يواجه تلاميذنا في التعليم والتعليم الثانوي بصفة عامة والسنة الثالثة ثانوي على وجه الخصوص من صعوبات حادة في حل المسائل الفيزيائية بسبب عقبات عديدة وخلط في المفاهيم المتمخضة عن المكتسبات القبلية والتجارب اليومية المتكررة والتصورات الشخصية بالإضافة إلى غياب إستراتيجية واضحة تطبق من قبل

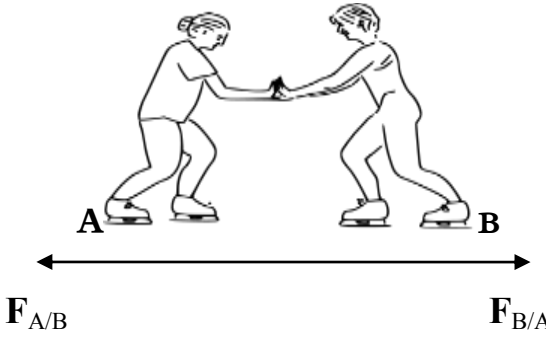
التلميذ والأستاذ على حد سواء. فإن مخطط التأثيرات المتبادلة للأجسام يعتبر بمثابة وسيلة فعالة تساعد التلاميذ على دراسة وتحليل مختلف المسائل والوضعيات الفيزيائية التي تواجههم يوميا في المدرسة أو خارجها بطرق علمية سليمة [4,3]. سنحاول في هذه الدراسة المتواضعة تقديم هذا المخطط وشرح مكوناته. ومن ثمة كيفية استعماله وتوظيفه لتحديد القوى الخارجية المؤثرة على الجملة المدروسة. في كثير من الأحيان تصادفنا وضعيات فيزيائية يبدو حلها مستعصيا أو نوعا ما غامضا وربما مستحيلا، فالبحث عن القوى المطبقة، وعلى أي جسم تطبق، وكيف تطبق، كلها أسئلة تضعنا أمام تحديات كثيرة تجعلنا شبه عاجزين أو عاجزين تماما عن تحديد الطريق المؤدي إلى الحل الصحيح لهذه الوضعية أو تلك، فعلى سبيل المثال: قد يكون هناك خلط بين مفهومي السرعة والقوة كما ثبت ذلك في العديد من الأبحاث [5] وقد يكون مجموع القوى منقوصا بسبب نسيان أو إهمال قوة من القوى المتفاعلة إلى ما هنالك من الملابس. الكثير من الأفكار والتأملات دفعت ببعض الأساتذة المربين والباحثين ذوي الخبرة الطويلة والتجربة الواسعة في ميدان التربية والتعليم إلى جانب ممارستهم للبحث العلمي الأكاديمي إلى إعداد وضع استراتيجيات وطرق فعالة في معالجة وحل المسائل الفيزيائية عموما و الميكانيكية على وجه الخصوص، ومن بين هذه الإستراتيجيات "مخطط التأثير المتبادل للأجسام" فما هي هذه الإستراتيجية إذا؟ وما هي مكوناتها؟ في الواقع هي تمثيل بياني للأجسام المتفاعلة (ميكانيكيا) أو بعبارة أدق تجسيد بالأشكال والرموز للمشكل أو الوضعية الفيزيائية، بحيث يسمح للتلميذ أو المتعلم بتحديد الجملة المدروسة بدقة فائقة من جهة وتحديد القوى الخارجية المطبقة عليها من جهة ثانية.

بناء مخطط التأثير المتبادل للأجسام:

لبناء هذا المخطط نعتمد على تقديم أو اقتراح عدد من الوضعيات الفيزيائية المختلفة وعن طريق إشراك التلاميذ في الحوار والنقاش حول كيفية تمثيل هذه الأجسام وكذا التفاعلات الموجودة بينها نترج شيئا فشيئا في تقديم العناصر حتى يتبلور المخطط كاملا. في هذا السياق سنقوم في الأمثلة المقترحة التالية بتحديد عدد الأجسام الداخلة في التفاعل ومن ثم التفاعلات الموجودة بينها وكذا طبيعتها.

والغرض منها هو توضيح كيفية بناء هذه الإستراتيجية، نشير إلى أن البعض من هذه الوضعيات مستوحى من المرجع [4].

I- متزحلقان على الجليد A و B يدفعان بعضهما البعض بأيديهما كما في الشكل (1). لكي نمثل مخطط التأثير المتبادل لهذه الوضعية نستعمل سهمين متعاكسين كما هو موضح في الشكل أسفله. وهما يدلان على أن المتزحلقيين (الجسمين) يؤثران على بعضهما بعض بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه. وهنا قد تتبادر إلى أذهان التلاميذ أسئلة كثيرة كنقاط التأثير ومحصلة القوى وغيرها ولكن لحد الآن هذه الأمور ليست ذات أهمية، وما يهم هنا هو تحديد الأجسام المتفاعلة والتفاعلات الموجودة بينها وكذا طبيعتها. يسمي هذا النوع من التأثير بالتأثيرات التلامسية. لأن هناك فعلا تلامس مباشر بينهما. و يمثل هذا التأثير بسهمين متعاكسين (بخط مستمر).



شكل (1)

II – لنأخذ الآن مثالا آخر لشخصين A و B يجذبان بعضهما البعض بواسطة حبل نرمز له بـ C كما في الشكل (2) وحيث يتبين بسهولة من هذه الوضعية أنها تحتوي على ثلاثة أجسام متفاعلة فيما بينها بدلا من إثنين، فقد يطرح التلاميذ بعض التساؤلات والاستفسارات مثل: هل يوجد تأثير متبادل بين الشخصين A و B وإن وجد فما هي طبيعته ؟ هل هو تلامسي أم عن بعد ؟ بطبيعة الحال التأثير بين A و B ليس تلامسيا لأنه لا يوجد تلامس مباشر بينهما وليس تأثير عن بعد أيضا لأنه لا يوافق ولا يحقق شروط التأثير عن بعد كالكهرومغناطيسي أو تأثير التجاذب المادي حسب قانون التجاذب لنيوتون أو التأثير القوي ولكن هناك تأثير تلامسي بين

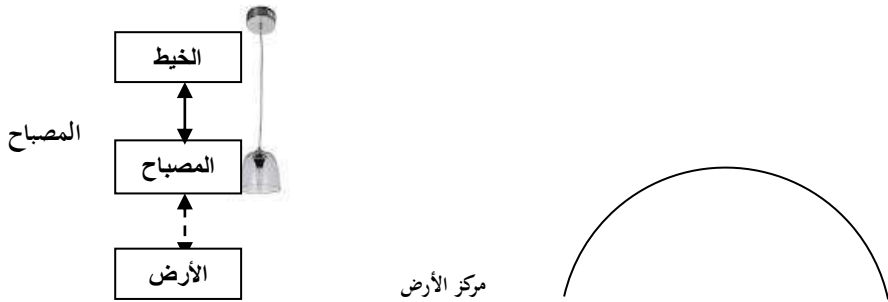
الحبل C والشخص A من جهة وبين الحبل C والشخص B من جهة أخرى كما يوضحه الشكل (2).



شكل (2)

III- لنأخذ الآن مثالا آخر وليكن وضعية مصباح معلق في سقف غرفة. الهدف من اقتراح هذه الوضعية هو إقحام جسم متفاعل آخر، مهم وهو "الأرض" في مخطط التأثير المتبادل للأجسام ولتحقيق ذلك نقوم بما يلي:

أ- تعداد الأجسام المتبادلة التأثيرات ونكتب اسم كل جسم داخل إطار مستطيل.
ب- تحديد التأثير بين كل جسمين على حدة وكذلك طبيعة هذا التأثير هل هو تلامسي أم عن بعد، فإن كان التأثير تلامسيا، نمثله بسهمين متعاكسين (بخط مستمر) وإن كان عن بعد (كهرومغناطيسيا أو تجاذبا ماديا نيوتونيا أو تأثيرا قويا) نمثله أيضا بسهمين متعاكسين غير أن الخط في هذه المرة ينبغي أن يكون متقطعا. بعد هذا نصل إلى تمثيل مخطط تأثير متبادل كما في الشكل (3)، حيث يمكن للتلاميذ أن يلاحظوا بسهولة الفرق بين تمثيل التأثير التلامسي والتأثير عن بعد، حيث مثلنا الأول بخط مستمر والثاني بخط متقطع وكلاهما ينتهي بسهمين متعاكسين للدلالة على تعاكس القوتين



الشكل (3)

٧- لنفترض الآن أن المصباح المعلق سابقا وضع هذه المرة على سطح الأرض ثم لندرس توازنه نتيجة تفاعله مع الأجسام الأخرى، عن طريق المناقشة والحوار مع التلاميذ سوف يتم التوصل إلى نتيجة مهمة وهي أن الأرض يمكنها التفاعل مع الأجسام الأخرى بطريقتين مختلفتين:

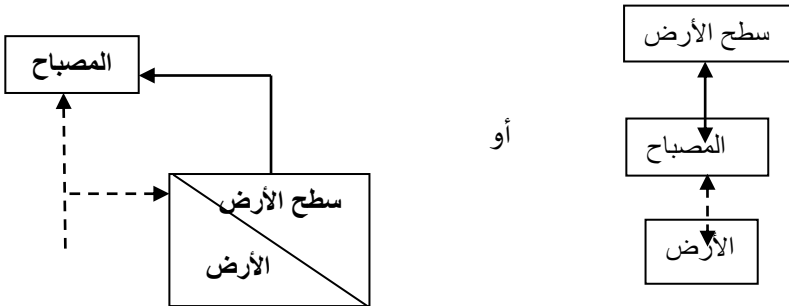
أ- تأثير تلامسي بواسطة سطحها الذي يلعب دور جسم دافع.

ب- تأثير عن بعد بواسطة مركزها، الذي يلعب دور مركز جاذب حسب قانون التجاذب المادي لنيوتن ويصبح عندئذ الفرق بين الأرض وسطحها في المسائل الميكانيكية واضحا في أذهان التلاميذ. بالنسبة للفيزيائي فإن الأرض تتفاعل مع الأجسام عن بعد بينما سطحها يتفاعل معها تلامسيا. وانطلاقا من هذه النتيجة يمكن للتلاميذ الوصول إلى الاختيار المناسب لكيفية تمثيل هاتين الخاصيتين لتفاعل الأرض مع بقية الأجسام الأخرى.



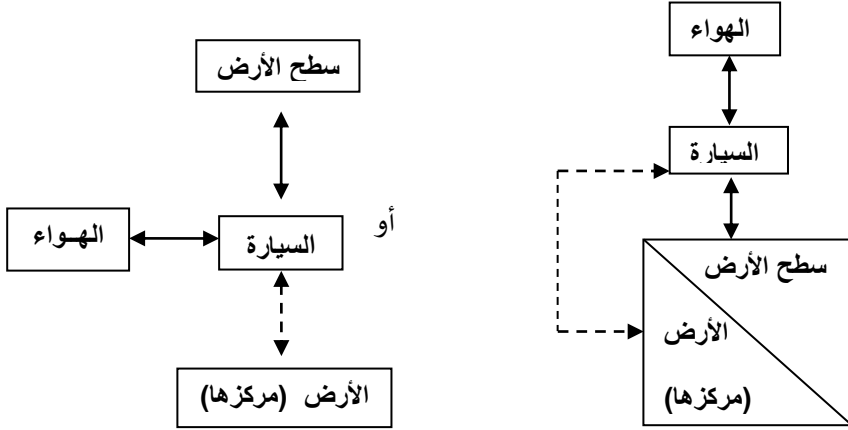
شكل (4)

نذكر هنا بأن للتلميذ الحرية المطلقة في اختيار المخطط الذي يرغب فيه، التمثيل المتصل أو التمثيل المنفصل لأن هذه الطريقة اختيارية وليست إلزامية.



شكل (5)

٧- نفترض سيارة متوقفة على الطريق وسيارة أخرى تسير على نفس الطريق. الغرض من هذا المثال الخامس هو لفت انتباه التلاميذ إلى دور الهواء كجسم متفاعل. و الشكل (6) يوضح أحد المخططين وعلى التلميذ أن يختار التمثيل الذي يفضل ويرغب فيه.



الشكل (6)

عن طريق المناقشة والحوار سوف يتوصل التلاميذ إلى اكتشاف تفاعل جديد في الشق الثاني من هذا المثال، هو تفاعل الهواء مع السيارة (الهواء-سيارة) الذي يعطي للهواء خاصية الجسم المؤثر والمتأثر كباقي الأجسام. وهنا لا بد من لفت انتباه التلاميذ إلى أن الوضعية النسبية للأجسام ليست ذات أهمية لأن بناء مخطط التأثير المتبادل هي مسألة اختيارية، ولكن الذي يهم هو التحديد السليم لقوى التفاعل وتمثيلها بالأشعة. لأنه عند حساب التغير في الطاقة الميكانيكية للسيارة المتحركة فإنها تكون مساوية لمجموع أعمال القوى غير المحفوظة (وهي القوى غير المشتقة من طاقة كامنة كقوة الرياح والاحتكاك وغيرها) المطبقة على السيارة ومقاومة الهواء مثلا هي قوة غير محفوظة.

كيف نبني مخطط التأثير المتبادل للأجسام؟

1- تحديد الأجسام: نقوم بتحديد الأجسام في الوضعية محل الدراسة، يجب علينا أن نأخذ بعين الاعتبار أنه في بعض المسائل المطروحة (سواء بالرسم أو بدونه) فإن

بعض الأجسام تذكر لفظيا ولكن علينا أن لا ننسى أن حتى تلك التي لم تذكر قد تلعب دورا مهما في المسائل الميكانيكية، مثل:

— الأرض

-- نقاط الارتكاز (الإسناد) [سطح الأرض، مستوى مائل، مستوى أفقي، إلخ..] التي تركز عليها الأجسام المتفاعلة وبالتالي ينتج عنها تفاعلات تلامسية.

2- تمثيل الأجسام: وذلك بكتابة اسم كل جسم داخل مستطيل، هذه المستطيلات ليست بالضرورة لها نفس موضع الجسم على الرسم في الوضعية الفيزيائية.

3- إحصاء التفاعلات: القيام بإحصاء التفاعلات الميكانيكية وتحديد طبيعتها وتمثيلها بخط مستمر ينتهي منته بسهمين متعاكسين بالنسبة للتأثيرات التلامسية ويخط متقطع ومنته أيضا بسهمين متعاكسين بالنسبة للتأثيرات عن بعد (مثل التجاذب المادي لنيوتون أو التجاذب والتدافع الكهرومغناطيسي) لتحقيق هذه العملية:

- اعتبار الأجسام زوجية (أي أننا نأخذ التفاعل بين جسمين في كل مرة)

- التساؤل حول كل زوج من الأجسام هل يوجد بينهما تأثير متبادل؟

- لكل تفاعل معتبر أطرح التساؤل أو أحدد طبيعته هل هو تلامسي أم عن بعد

- تمثيل كل تفاعل بسهمين متعاكسين، مستمر بالنسبة للتأثير التلامسي ومتقطع للتأثير عن بعد).

ملاحظة هامة: قد تحدث هذه التأثيرات بوجود الاحتكاك أو بدونه وهنا يكون من الأهمية بمكان أن نوضح ما يلي: - إذا ذكر الاحتكاك في المسألة يكفي أن نشير إليه بالرمز " fr " بجانب السهم المعبر عن التفاعل. — إذا كان نص المسألة لا يشير إلى ذلك صراحة مثل (أرضية ملساء، أو سطح أملس كالجليد إلخ.) فإن $fr = 0$ إذا كان نص المسألة لا يعطي أية معلومات حول الاحتكاك، نكتب ؟ $fr = ?$ هذه الاعتبارات والتفاصيل مهمة للغاية وخاصة عندما يتعلق الأمر بدراسة التغير في الطاقة الميكانيكية لجملة ما لأن عمل قوة رد فعل يكون معدوما إذا كان رد الفعل بدون احتكاك، أما إذا كان رد الفعل بوجود الاحتكاك فإن عمل قوة رد الفعل حينئذ غير معدوم لأن $fr \neq 0$.

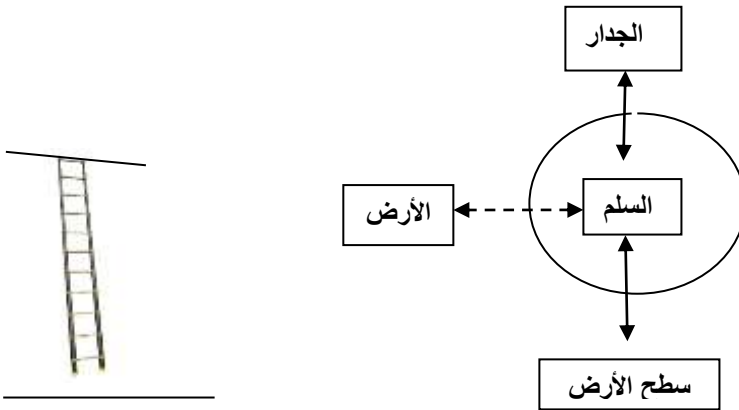
IV الأهمية البيداغوجية لمخطط التأثير المتبادل للأجسام.

منذ سنوات عديدة وأمام الصعوبات الحادة التي تواجه التلاميذ في اختيار الجملة الصحيحة ودراستها وإيجاد الحل السليم، أصبحت المسائل الميكانيكية تطرح تحديات كثيرة وعقبات في اجتياز الامتحانات والمسابقات وخاصة امتحانات البكالوريا. نعتقد أن مخطط التأثيرات المتبادلة للأجسام هو وسيلة ناجعة وطريقة فعالة لتجاوز هذه الصعوبات وتذليلها، إذ يسمح للتلميذ بتحليل الوضعية الفيزيائية ودراستها والوصول إلى الحل الموافق. كل دراسة لوضعية فيزيائية ما يجب أن تكون مسبقة بتحليل تمهيدي متكون من:

- تحليل الوضعية وهو ما يترجم بإعداد وتشكيل مخطط التأثير المتبادل للأجسام.

- تحليل الوضعية الميكانيكية بحيث يقود التلميذ إلى التركيز والاهتمام بالقوة الممثلة بالسهمين المتعاكسين (المؤثر والمؤثر عليه) وهذا المؤثر عليه، بالنسبة للتلميذ هو الجملة المدروسة، وحتى يكون بارزا يجب أن يؤشر عليه كأن يحيطه بدائرة في مخطط التأثير المتبادل للأجسام ثم يحدد جميع القوى الأخرى المطبقة عليه. الأمثلة التالية توضح ذلك:

المثال الأول: سلم يرتكز على سطح الأرض من طرفه الأسفل ويستند إلى الجدار من طرفه العلوي كما في الشكل (7)



شكل (7)

بعض التساؤلات الممكنة التي بجدر بالتلميذ أن يطرحها ما هي القوى الخارجية المؤثرة على السلم؟

1- على التلميذ أن يقوم بإعداد مخطط التأثير المتبادل للأجسام المكونة للوضعية الفيزيائية.

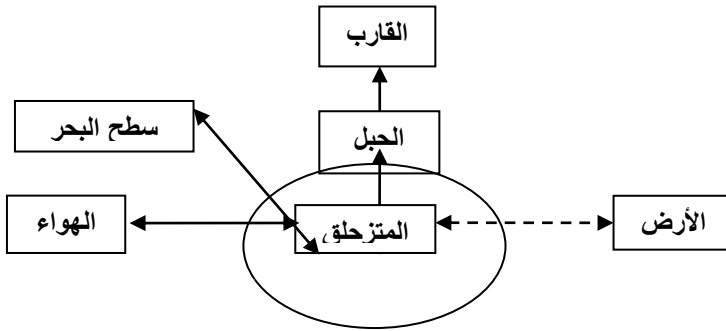
2- أن يشير إلى أن الجملة المدروسة هي السلم.

3- أن يضع دائرة حول الجسم المدروس (في هذه الحالة هو السلم)

4- استنتاج أن السلم يتفاعل مع ثلاثة أجسام وبالتالي فهو يخضع لثلاثة قوى (قوة رد فعل السطح، رد فعل الجدار، والجاذبية)
المثال الثاني: متزحلق على سطح البحر بواسطة قارب سريع.



مخطط التأثير المتبادل لأجسام



الأسئلة المنتظرة:

يطلب من التلميذ في هذه الوضعية الفيزيائية تحديد القوى الخارجية المطبقة على المتزحلق أساسا. أول عمل يجب على التلميذ القيام به هو:

- إعداد مخطط التأثير المتبادل للجسم (مع بقية الأجسام الأخرى)
- التأشير على الجملة المدروسة (مثلا يرسم دائرة حول المتزحلق) للتوضيح أكثر.
- يستنتج أن الجملة المدروسة تتفاعل مع 4 أجسام أخرى فهي إذن تخضع لـ 4 قوى خارجية.

يطلب مثلاً دراسة تأثير توتر الحبل (بين المتزحلِق والقارب) تحليل السؤال بطريقة تبرز السهم المضاعف: الذي يعني أن المتزحلِق والحبل يطبقان على بعضهما البعض قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه وحيث أننا بصدد دراسة القوى الخارجية المؤثرة على المتزحلِق فإن قوة تأثير الحبل على المتزحلِق ($F_{s/c}$) تكون متجهة من المتزحلِق نحو القارب بينما ($F_{c/s}$) تأثير المتزحلِق على الحبل تكون معاكسة لها. الجملة المدروسة هي المتزحلِق كما سبقت الإشارة إليه. نؤشر عليه بإحاطته بدائرة لتوضيحه أكثر. تحليل السؤال إذن يسمح لنا باختيار الجملة وبيان تفاعل الجسم يوضح بأن هذا الأخير يتفاعل مع 4 أجسام أخرى وبالتالي فهو يخضع لـ 4 قوى خارجية. باتباع هذه الطريقة إذن يمكن اختيار حالات أخرى بحيث تكون فرصة لإقحام قوى جديدة مثل الكهرومغناطيسية.

الخلاصة:

نعتقد أن هذا المخطط هو وسيلة فعالة في حل ومعالجة المسائل في أحد أهم فروع الفيزياء وهو فرع الميكانيكا. و استعماله يسمح لا محالة للتلاميذ والطلبة بتجاوز الكثير من الصعوبات والعقبات التي تواجههم في التعاطي مع هذه المسائل سواء في حياتهم المدرسية أو المهنية. وكما هو معروف لا توجد هناك طريقة علمية محددة أو إستراتيجية واضحة لحل هذا النوع من المسائل ومعظم الطرق المعتادة و المتبعة في تدريس تقنيات حلول المسائل العلمية هي طرق حدسية محضة مبنية أساساً على عرض الأمثلة والتدرب على تطبيقها على وضعيات أخرى [6]، بينما في مخطط تأثيرات الأجسام فإن المتعلم أو الأستاذ بصدد تطبيق طريقة أكثر علمية ومنهجية وبناء على هذه المقاربة نعتقد أنه من الأهمية بمكان لأساتذة الفيزياء في التعليم الثانوي استعمال هذا المخطط في حل تمارين الميكانيكا وتشجيع التلاميذ على استعماله في جميع الحالات وفي جميع الوضعيات التي تواجههم سواء في المدرسة أو خارجها، بالإضافة إلى المزايا التي ذكرنا سابقاً فإن تطبيقه يحفز التلاميذ على تحسين معارفهم وترقيتها.

Conclusion:

We believe that this diagram is a very efficient way to resolve and address problems in one of most important branches of physics, which is mechanics. Using it inevitably allows pupils and students to overcome a lot of difficulties and obstacles they face in

dealing with these issues, whether in school or in their professional lives. As is known, there is no specific scientific method, or a clear strategy to resolve this kind of issues and most of the usual ways used in the teaching of scientific issues solutions are intuitive [6] ways purely based mainly on presentation of examples and practice applied to other situations[6], while in the object interaction diagram, the learner/ teacher is applying more scientific and systematic way. Based on this approach we think it is very interesting for teachers of physics in secondary education to use this diagram to dealing with mechanical problems and encourage students to use it in all situations they face, whether in school or outside, in addition to the advantages that we have mentioned previously, the application of the diagram stimulates the students to improve and enhance their knowledge.

توضيحات:

يرمز بـ c للجل و بـ s للمتعلق وهما الحرفان الأولان من الاسمين بالفرنسية
 $F_{s/c} = - F_{c/s}$ هما الفعلان المتبادلان بين الجبل والمتعلق

المراجع:

- 1- برنامج الفيزياء للتعليم الثانوي وزارة التربية الوطنية – الجمهورية الجزائرية
- 2- كتاب الفيزياء للسنة الثالثة ثانوي معتمد من وزارة التربية الوطنية الجمهورية الجزائرية
- 3-Prophy. Une méthode pour résoudre les problèmes de physiques, Paris, 1988. Publication n° 167 LIREPT – Association Tour 123- ENS Cachan – LIREST – 61, avenue de président Wilson – 94235 Cachan Cedex
- 4- Dumas- Carre Andrée et Goffardnique. Rénover les activités de résolution de problèmes en physique. Formation des enseignants: Professeurs de lycée-Paris: A. Colin,1997. 1981, 19,
- 5 -Viennot, L. Spontaneous reasoning in elementary mechanics. European Journal of Science Education, (1979), 1 , 205-221
- 6-F. REIF Comprendre et enseigner la résolution de problèmes en physique(University of california) Berkeley.