دافع و كبح متحرك

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

المحتوى المفاهيمي : 01

مبدأ الفعلين المتبادلين

الجملة الميكانيكية و حدودها

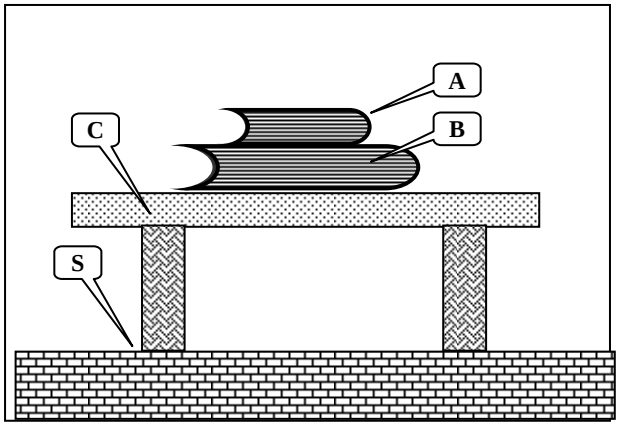
• مفهوم الجملة الميكانيكية :

- بدلا من التحدث عن جسم ، كثيرا ما نحتاج في الفيزياء إلى دراسة جزء من جسم أو مجموعة من الأجسام معا ، لذا نعبر عنها بمفهوم يشملها كلها و هو **الجملة الميكانيكية** .
- الجملة الميكانيكية هو الجسم أو جزء من الجسم أو مجموعة الأجسام التي تكون محل الدراسة الفيزيائية .
- للجملة الميكانيكية حدود نختارها حسب هدف الدراسة ، بحيث نعتبر كل جسم أو جزء منه أو مجموعة الأجسام المحتواة داخل هذه الحدود هي عناصر داخلية ، و كل خارج عن هذه الحدود نعتبره ينتمي للوسط الخارجي ، و تكون هذه الحدود اختيارية ، أي يمكن تغييرها عند الضرورة .
- للتمييز بين الجمل ، يستحسن إرفاقها بأرقام أو حروف .

مثال :

لدينا كتابان A ، B موضوعان على طاولة C والكل موجود على سطح الأرض S (الشكل) .

- إذا اخترنا الكتاب A كجملة ميكانيكية ، نقول أن الكتاب B و الطاولة C و سطح الأرض S ينتمون إلى الوسط الخارجي للجملة A .
- إذا اعتبرنا الكتابين A و B كجملة ميكانيكية ، نرمز لها بـ (A+B) ، فنقول أن الكتابين A و B ينتميان إلى الجملة (A+B) في حين أن الطاولة C و سطح الأرض ينتميان إلى



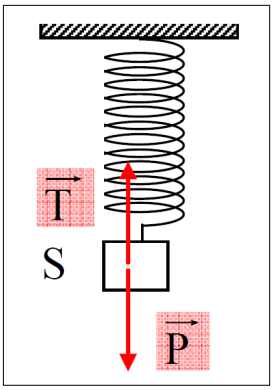
الوسط الخارجي للجملة الميكانيكية (A+B) .
- يمكن أيضا اعتبار الجملة تتكون من كل الأجسام و في هذه الحالة نرمز لها بـ (A + B + C + D) .... و هكذا .

● القوى الداخلية و الخارجية :

- إذا خضع جسم إلى قوة فحتما هذه القوة ناتجة عن تأثير جسم آخر عليه ، بمعنى لا يخضع جسم إلى قوة من تلقاء نفسه و إنما من تأثير جسم آخر .
- في جملة ميكانيكية تكون القوة داخلية إذا كان الجسمين المؤثر و المتأثر بهذه القوة ينتميان إلى هذه الجملة ، و تكون قوة خارجية إذا كان أحد هذين الجسمين (المؤثر و المتأثر) ينتمي إلى الجملة الميكانيكية و الآخر خارجها أو كلاهما خارج الجملة الميكانيكية المعتبرة .
- إذا كانت الجملة الميكانيكية لا تخضع إلى قوى خارجية يقال عنها جملة معزولة ، و يقال عنها جملة شبه معزولة إذا كانت تخضع إلى قوى خارجية تفني بعضها البعض (مجموعها الشعاعي معدوم) .

مثال :

في الشكل المقابل يخضع الجسم (S) إلى تأثير قوتين الأولى قوة الثقل $(\vec{P})$ ناتجة عن تأثير الأرض للجسم (S) و الثانية قوة توتر النابض $(\vec{T})$ ناتجة عن تأثير النابض على الجسم (S) .



- كل من القوتين الثقل $\vec{P}$ و التوتر $\vec{T}$ يمكن أن تكون داخلية أم خارجية حسب الجملة المدروسة كما مبين في الجدول التالي :

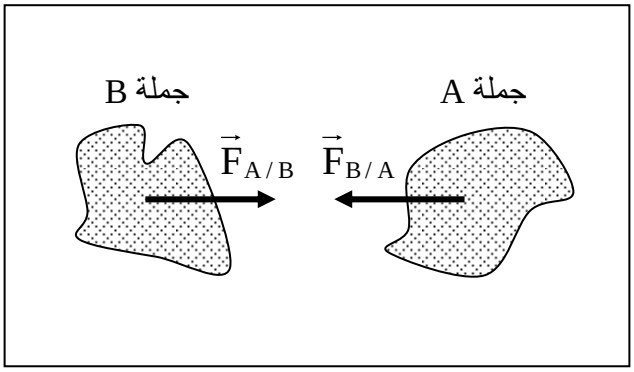
الجملة	الثقل $\vec{P}$	التوتر $\vec{T}$
(جسم + أرض)	داخلية	خارجية
(جسم)	خارجية	خارجية
(جسم + نابض)	خارجية	داخلية
(جسم + أرض + نابض)	داخلية	داخلية

- بإهمال تأثير الأجسام عن بعضها البعض يمكن اعتبار الجملة (جسم + أرض + نابض) معزولة لأنها لا تخضع إلى قوى خارجية .

مبدأ الفعلين المتبادلين

ينص على ما يلي :

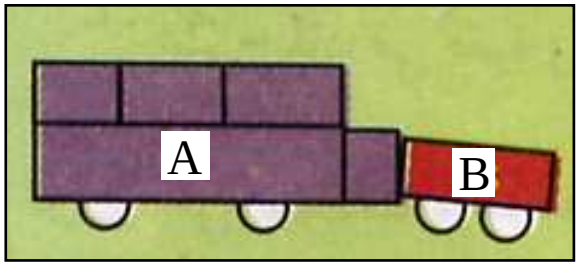
" إذا أثرت الجملة (A) على الجملة (B) بقوة $\vec{F}_{A/B}$ ، فإن الجملة (B) تأثر أيضا وبصفة آنية على الجملة (A) بقوة $\vec{F}_{B/A}$. هاتين القوتين لهما نفس الحامل و الشدة و متعاكستان في الإتجاه ، و بالتالي تحققان العلاقة التالية : $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$ " .



مبدأ الفعلين المتبادلين هو القانون الثالث من بين القوانين الثلاثة التي صاغها العالم نيوتن ، مع التذكير بأن القانون الأول هو مبدأ العطالة الذي تطرقنا إليه سابقا .

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع)

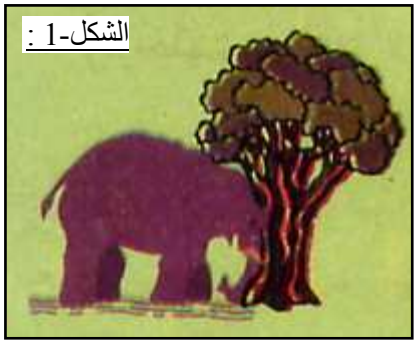
1- اصطدمت عربة B بشاحنة A (الشكل) .



مثل ، لحظة الإصطدام ، القوة $\vec{F}_{A/B}$ المطبقة من طرف الشاحنة على العربة و القوة $\vec{F}_{B/A}$ المطبقة من طرف العربة على الشاحنة .

2- يدفع فيل (A) بخرطومه شجرة (B) (الشكل-1) .

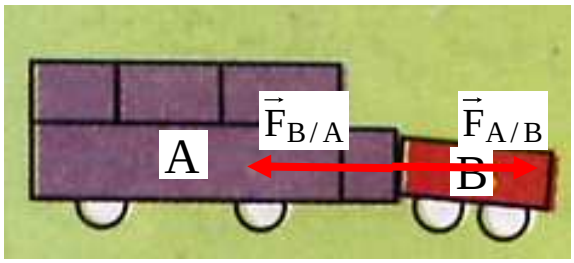
الشكل-1 :



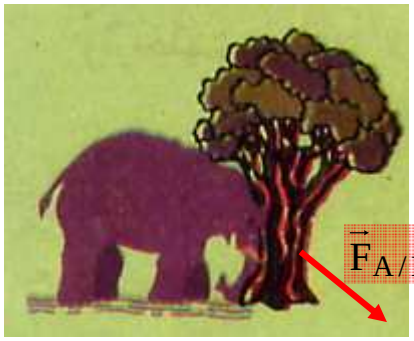
أ- مثل القوة التي يطبقها الفيل على الشجرة .
ب- هل تطبق الشجرة قوة على الفيل ؟ اشرح . ما هي خصائص هذه القوة ؟

الأجوبة :

1- تمثيل القوة $\vec{F}_{A/B}$ المطبقة من طرف الشاحنة على العربة على و القوة $\vec{F}_{B/A}$ المطبقة من طرف العربة على الشاحنة :



2- أ- تمثيل القوة التي يطبقها الفيل على الشجرة :



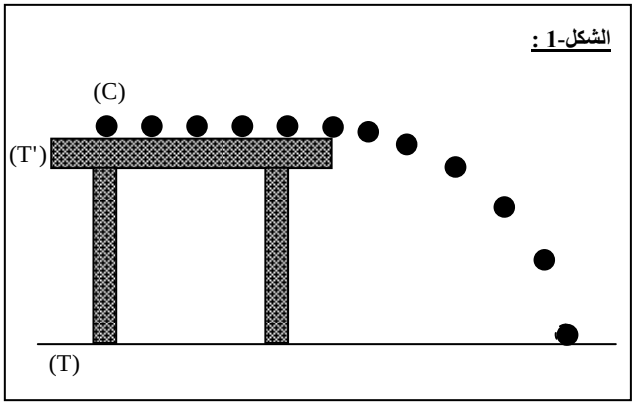
ب- نعم تطبق الشجرة (B) قوة $\vec{F}_{B/A}$ على الفيل و ذلك حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، هذه القوة لها نفس منحى القوة $\vec{F}_{A/B}$ التي يطبقها الفيل على الشجرة و لها نفس الشدة كما أنهما متعاكسين في الاتجاه .

تطبيقات مبدأ الفعلين المتبادلين

• الكشف عن القوى بالاعتماد على الفعلين المتبادلين :

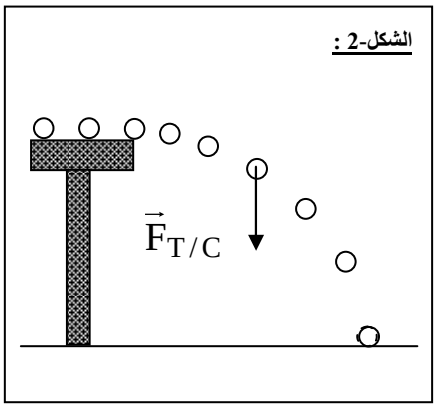
نعتبر كرة (C) تتحرك على سطح طاولة (T') ملساء باتجاه حافة الطاولة بحركة مستقيمة منتظمة و عند بلوغ الحافة تغادر الكرية الطاولة باتجاه الأرض (T) كما مبين في (الشكل-1) التالي :

الشكل-1 :

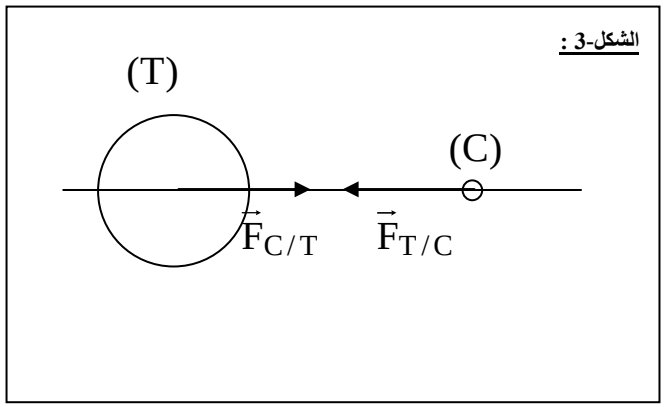


- الكرية بعد مغادرتها الطاولة خاضعة لقوة موجهة نحو الأرض و هي قوة جذب الأرض للكرية (الثقل) نرمز لها بـ $\vec{F}_{T/C}$ (الشكل-2) و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، تأثر الكرية أيضا على الأرض بقوة $\vec{F}_{C/T}$ (الشكل-3) .

الشكل-2 :

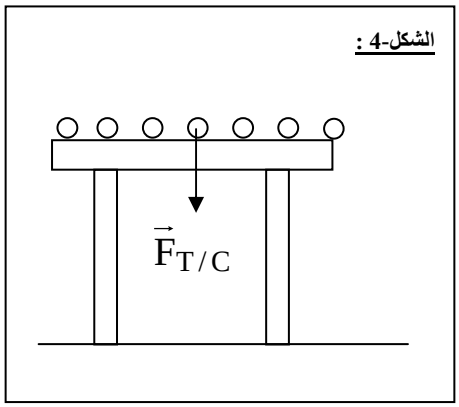


الشكل-3 :



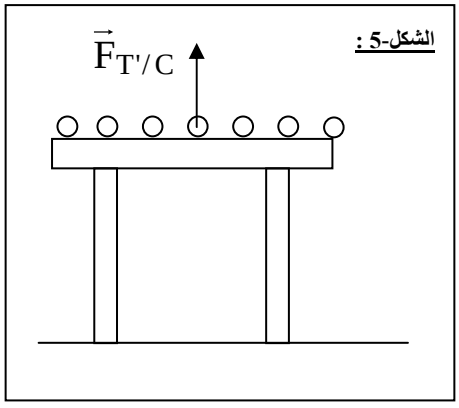
بعد مغادرة الكرة الطاولة كانت الكرية خاضعة إلى قوة ناتجة عن تأثير الأرض على الكرية $\vec{F}_{T/C}$ و كون أن الأرض موجودة دوما سواء بعد مغادرة الكرية الطاولة أو قبلها ، تكون الكرية خاضعة أيضا إلى قوة ناتجة عن تأثير الأرض عليها قبل مغادرتها الطاولة (الشكل-4) .

الشكل-4 :



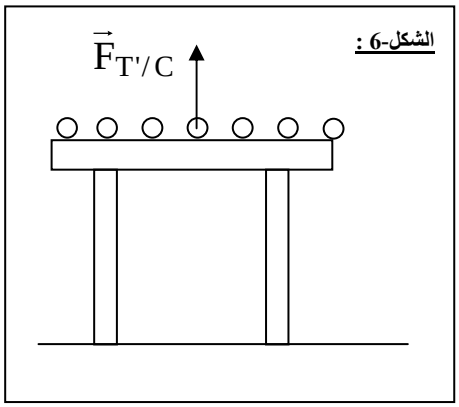
- كون أن حركة الكرية مستقيمة منتظمة قبل مغادرتها الطاولة ، و كون أنها أيضا خاضعة إلى القوة الناتجة عن تأثير الأرض عليها $\vec{F}_{T/C}$ ، حسب مبدأ العطالة هناك حتما قوة أخرى كانت سبب في جعل حركة الكرية مستقيمة منتظمة ، بحيث تكون هذه القوة تساوي القوة $\vec{F}_{T/C}$ في الشدة و تعاكسها في الإتجاه .
- من المؤكد أن سبب وجود هذه القوة المجهولة هي الطاولة و عليه فهي ناتجة عن تأثير الطاولة (T')على الكرية و بالتالي نرمز لها بـ $\vec{F}_{T'/C}$ (الشكل-5) .

الشكل-5 :

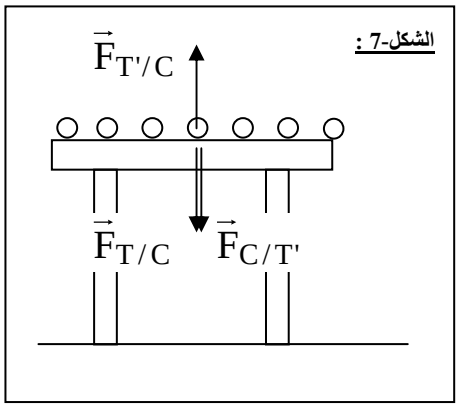


- وصلنا إلى أن الطاولة (T') تؤثر على الكرية (C) بقوة $\vec{F}_{T'/C}$ ، و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، تؤثر الكرية أيضا على الطاولة بقوة $\vec{F}_{C/T'}$ حيث : $\vec{F}_{T'/C} = -\vec{F}_{C/T'}$ (الشكل-6) .

الشكل-6 :



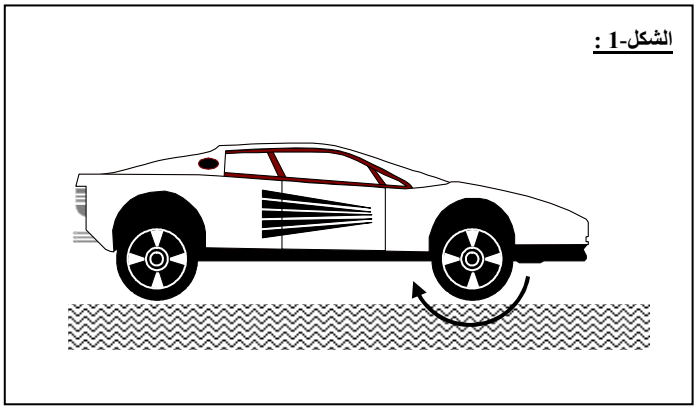
الشكل-7 :



• انطلاق و كبح سيارة :

سيارة متوقفة على طريق خشن ، (الشكل-1) تنطلق ابتداء من السكون بحركة مستقيمة متسارعة ، نعتبر عجلتي السيارة الأمامية محركة في حين أن العجلتين الخلفيتين غير محركة .
نرمز للعجلة الأمامية المحركة بـ (R) ، و العجلة الخلفية بـ (R') ، كما نرمز للطريق بـ (T) .

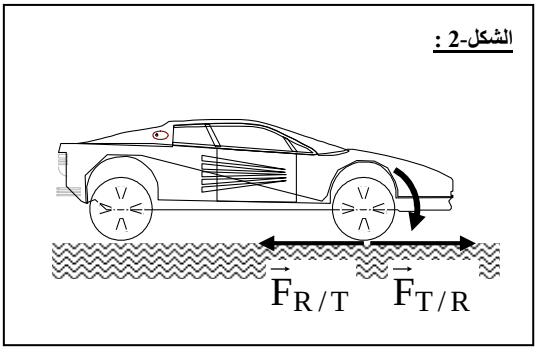
الشكل-1 :



• تفسير انطلاق السيارة :

- بدوران المحرك مع تجهيز مرفق تدور العجلة الأمامية المحركة في الإتجاه المبين في (الشكل-8) ، و بدورانها و من خلال احتكاكها مع الطريق تؤثر هذه الأخيرة (العجلة الأمامية) على الطريق بقوة أفقية $\vec{F}_{R/T}$ ، وحسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة الأمامية (R) بقوة $\vec{F}_{T/R}$ حيث : $\vec{F}_{T/R} = -\vec{F}_{R/T}$ (الشكل-2) .

الشكل-2 :



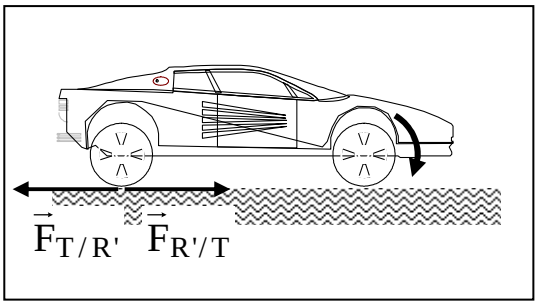
- القوة $\vec{F}_{T/R}$ التي تؤثر بها الطريق على العجلة الأمامية هي المسؤولة عن حركة السيارة .

• تفسير كبح السيارة :

- بازدياد شدة القوة $\vec{F}_{T/R}$ تزداد سرعة السيارة و بنقصان شدتها تنقص سرعة السيارة بوجود الاحتكاك .
- كلما كانت سرعة دوران العجلة أكبر كلما كان التأثير المتبادل بين الطريق و العجلة المحركة بفعل الاحتكاك أكبر ، و هذا ما يفسر زيادة سرعة السيارة عندما يضغط السائق على الدواسة (زيادة سرعة العجلة المحركة) ، و كذلك يفسر نقصان سرعة السيارة إلى غاية التوقف عندما يضغط السائق على المكابح (بمساعدة الاحتاك المقاوم) ، فبضغط السائق على المكابح يقلل من سرعة دوران العجلة ، و من ثم يقل التأثير المتبادل بين العجلة و الطريق ، و مع الاحتكاك تتناقص سرعة السيارة إلى أن تتوقف .

• تفسير دوران العجلة الخلفية غير المحركة :

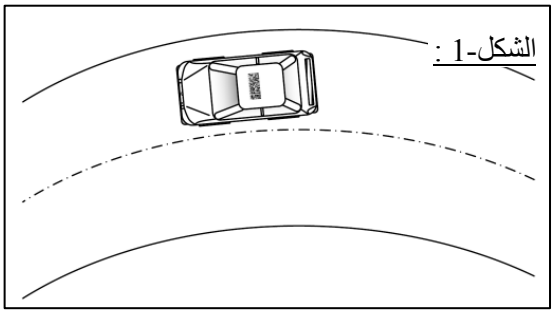
- عند بداية حركة السيارة و بفعل الاحتكاك بين العجلة و الطريق تؤثر العجلة الخلفية (R') غير المحركة على الطريق بقوة أفقية $\vec{F}_{R'/T}$ ، وحسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة الأمامية (R') بقوة $\vec{F}_{T/R'}$ حيث : $\vec{F}_{T/R'} = - \vec{F}_{R'/T}$.



القوة $\vec{F}_{T/R'}$ هي المسؤولة عن دوران العجلة الخلفية و من دونها تتحرك العجلة من دون دوران (تتزحلق على الطريق و كأنها غير قابلة للدوران) .

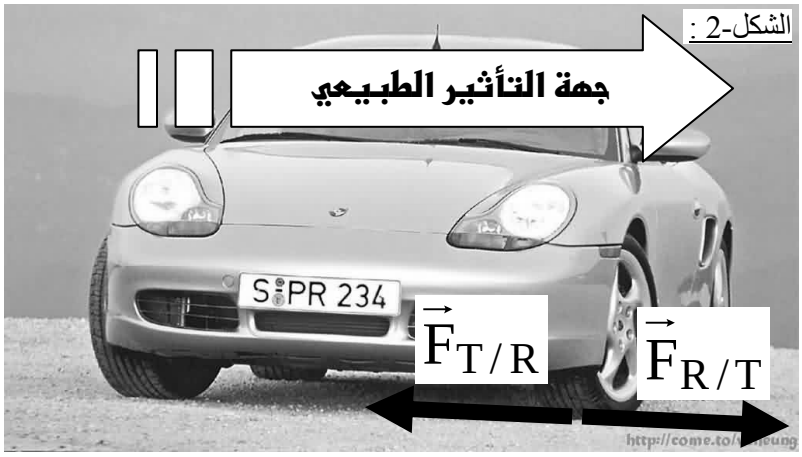
• اجتياز منعطف :

نعتبر سيارة تقطع منعرجا أفقيا دائري الشكل بسرعة ثابتة (الشكل-1) ، نرمز لإحدى عجلات السيارة بـ (R) ، و نرمز للطريق بـ (T) .


الشكل-1 :

- أثناء حركة السيارة في المنعطف غير الزلج ينشأ فعل طبيعي يسعى إلى إخراج السيارة من المنعطف (إبعادها عن مركز المنعطف) ، بسبب هذا الفعل تؤثر السيارة على الطريق (عن طريق العجلات) بقوة $\vec{F}_{R/T}$ ، و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، فإن الطريق غير الزلج هو بدوره يؤثر على السيارة بقوة معاكسة $\vec{F}_{T/R}$ (الشكل-2) .

الشكل-2 :



- القوة $\vec{F}_{T/R}$ هي المسؤولة عن عدم خروج السيارة عن المنعطف ، و إذا كان الطريق زلج هذه القوة غير موجودة و بالتالي تخرج السيارة من المنعطف .