5 - دفع وكبح متحرك

تصميم الدرس

I. تمهيد
II. انطلاق سيارة
III. دراسة أمثلة أخرى

تمهيد:

رأينا كيف أن كل جسم يحافظ على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية (القانون الأول لنيوتن).

وكيف أن للقوة $\vec{F}$ بعض مميزات التغير في شعاع السرعة $\Delta\vec{v}$ (المقاربة الأولى للقانون الثاني لنيوتن).غير أن هذا لا يكفي لتفسير بعض الوضعيات مثل تسريع وكبح سيارة.لذا نحتاج إلى القانون الثالث لنيوتن.

4 ـ 1 انطلاق سيارة

4 ـ 1 ـ 1 الحالة الأولى :التلامس غير الزلج (السيارة على طريق معبد).

النشاط 1:

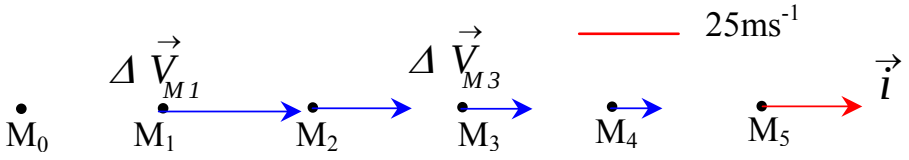
تنطلق سيارة متحركة ذاتيا على طريق أفقية بحركة متسارعة (سرعتها متزايدة).

يمثل الجدول المرفق المواضع المتتالية التي تشغلها نقطة M من الضوء الخلفي للسيارة وسرعتها.

x (m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
V ($m.s^{-1}$)	80	102	116	127	134	140	145	147	150	151

ـ نلاحظ أن سرعة النقطة M من السيارة متزايدة (للنقطةM سرعة السيارة).

يمكن تمثيل التغير في شعاع السرعة للنقطةM:



ـ نلاحظ أن التغير في شعاع السرعة له جهة الحركة.

ـ كيف تفسر هذه الحركة المتسارعة للسيارة ؟

يمكن تفسير الحركة المتسارعة للسيارة بوجود قوة أفقية موجهة نحو الأمام لها مميزات التغير في شعاع السرعة .(القانون الثاني لنيوتن : للقوة $\vec{F}$ بعض مميزات $\Delta\vec{v}$).

ـ ما هي الجمل المؤثّرة على السيارة خلال مرحلة الإقلاع ؟

باعتبار الجملة المدروسة هي السيارة ، يمكن حصر الأفعال المتبادلة بينها وبين الجمل الأخرى في ثلاث أفعال متبادلة :

الأفعال المتبادلة	السيارة- الأرض	السيارة- الهواء	السيارة- الطريق
القوى المطبقة على السيارة	الثقل	مقاومة الهواء	رد فعل الطريق

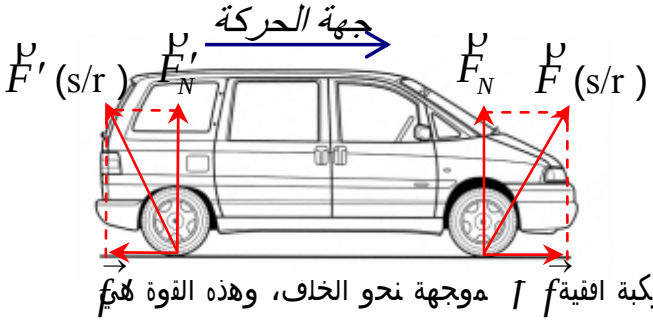
النشاط 2

أثناء الإقلاع، في أي اتجاه وفي أية جهة يؤثر الطريق على السيارة عندما يدوس السائق على دواسة التسارع؟

ـ يجر المحرك العجلات الأمامية للسيارة (ينتمي المحرك للجملة المدروسة) ، وكل عجلة أمامية تؤثر بدورها على أرضية الطريق بقوة $\vec{F}$ (r/s) ، موجهة عكس جهة الحركة (نحو الخلف).(الأرضية (sole) : s. العجلة (r: (roué).

ـ وحسب مبدأ الأفعال المتبادلة ، تؤثر الطريق على كل عجلة أمامية بقوة ($\vec{F}$ (s/r لها مركبة أفقية $\vec{f}$ موجهة في جهة الحركة (إلى الأمام).

تترجم هذه القوة التصاق العجلات بأرضية الطريق.



ـ تؤثر الطريق على كل عجلة خلفية بقوة ($\vec{F}'$ (s/r لها مركبة افقية $\vec{f}$ موجهة نحو الخلف، وهذه القوة هي التي تسبب دوران العجلة الخلفية و تسند السيارة.

نتيجة:

بفضل فرك العجلات المطاطية على الأرضية المعبّدة والجافة، تؤثّر السيارة أفقيا على الطريق نحو الخلف.

تنتقل حركة المحرك إلى السبارة، بفضل احتكاك العجلات الجارة بأرضية الطريق.

من الدراسة السابقة، ومن المقاربة الأولى للقانون الثاني لنيوتن (للقوة $\vec{F}$ بعض مميزات $\Delta\vec{v}$)، نلاحظ أنه لا يمكننا تفسير حركة السيارة والإجابة على السؤال المطروح. لذا نحتاج إلى قانون آخر هو القانون الثالث لنيوتن.

القانون الثالث لنيوتن (مبدأ الأفعال المتبادلة):

إذا أثرت الجملة(A)على الجملة(B)، فإن الجملة(B) تؤثر أيضا وبصفة آنية على الجملـة(A).القوتـان الموافقتـان متعاكستان مباشرة وتحققان بالتالي العلاقة $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

هذا المبدأ محقق دوما مهما كانت حالة الحركة أو حالة السكون للجمل.

أي أنه يمكن تفسير الحركة المتسارعة للسيارة بالتأثير المتبادل بين سطح التلامس والسيارة. فالقوة المسؤولة علـى الحركة هي القوة التي تؤثر بها الأرضية على السيارة.

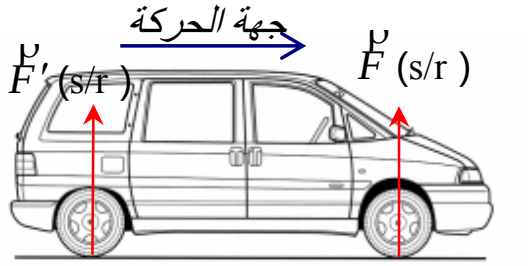
4 ـ 1 ـ 2 الحالة الثانية: التلامس الزلج (السيارة على طريق مغطاة بطبقة من الجليد).

في هذه الحالة ، تؤثر الطريق على كل عجلة

أمامية بقوة $\vec{F}$ (s/r) عمودية على الطريق :

مركبتها الأفقية $\vec{f}$ معدومة تقريبا. وبالتالي لا

يمكن أن تتقدم السيارة ، حيث يلاحظ أن العجلات تدور ولا تمكر



4ـ 2 دراسة أمثلة أخرى

4 ـ 2 ـ1 اجتياز منعطف

سيارة تسير بسرعة ثابتة ، على طريق أفقي مستقيم ، ثم تصادف منعطفا دائريا على شكل نصف دائرة مركزها O ونصف قطرها R .

كيف تفسر حركة السيارة على المسار الدائري ؟

الحالة الأولى: الطريق معبد.

الحالة الثانية: الطريق مغطى بطبقة من الجليد.

ـ أثناء انتقال السيارة على الجزء المستقيم من الطريق ، تكون حركتها مستقيمة منتظمة: شعاع السرعة ثابت،والمجموع الشعاعي للقوى المطبقة على السيارة معدوم(مبدأ العطالة).

$$\vec{V} = \text{ثابت} \quad \Leftrightarrow \quad \Sigma \vec{F} = \vec{0}$$

ـ أثناء اجتياز المنعطف، يتغير منحى شعاع السرعة، حيث يبقى مماسا للمسار الدائري:

تغير شعاع السرعة ، والمجموع الشعاعي للقوى المطبقة على السيارة غير معدوم.

$$\Delta \vec{V} \neq \vec{0} \Leftrightarrow \Sigma \vec{F} \neq \vec{0}$$

ـ إذا كان الطريق مغطى بطبقة من الجليد، فإن السيارة لا يمكنها اجتياز المنعطف، حيث ستنحرف عن الطريق: لانعدام قوة الاحتكاك.

التفسير: تتوقف حركة السيارة على القوى الأربعة التالية:

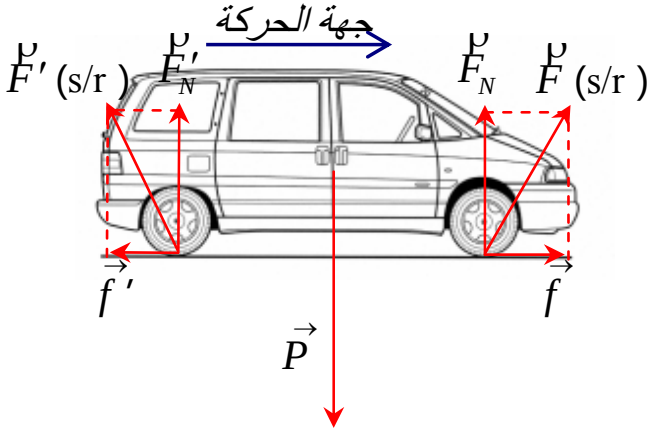
الثقل $\vec{P}$ ، ردي فعل الطريق على العجلات $\vec{F}$ (s/r) و $\vec{F}'$ (s/r) ، مقاومة الهواء $\vec{R}$.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{P} + \vec{F}\text{ (s/r)} + \vec{F}'\text{ (s/r)} + \vec{R}$$

بإهمال مقاومة الهواء: $\Sigma \vec{F} = \vec{P} + \vec{F}\text{ (s/r)} + \vec{F}'\text{ (s/r)}$

إذا كان الطريق مغطى بطبقة من الجليد ، فإن ردي فعل الطريق على العجلات $\vec{F}$ (s/r) و $\vec{F}'$ (s/r) يكونا عموديين على الطريق.(انعدام المركبتين الأفقيتين $\vec{f}$ و $\vec{f}'$ التي تمثل قوة الاحتكاك).

$$\Sigma \vec{F} = \vec{P} + \vec{F}\text{ (s/r)} + \vec{F}'\text{ (s/r)} = \vec{0}$$



4 ـ 2 ـ 2 انطلاق عداء في سباق

عداء في في حالة تأهب وهو يضغط على جهاز الـ (starting- block)، للانطلاق في سباق السرعة.

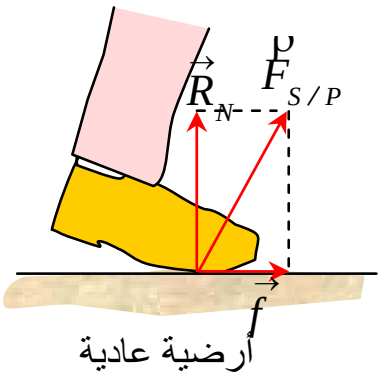
يمكن حصر الأفعال المتبادلة بين العداء وبين الجمل الأخرى في أربعة أفعال متبادلة :

الأفعال المتبادلة	عداء- أرض	عداء- هواء	عداء- أرضية	عداء- جهاز
القوى المطبقة على العداء	الثقل $\vec{P}$	مقاومة الهواء $\vec{R}$	رد فعل الأرضية على اليدين $\vec{F}_1$, $\vec{F}'_1$	رد فعل الجهاز على الرجلين $\vec{F}_2$, $\vec{F}'_2$

- أثناء العدو، تؤثررجل العداء على الأرضية بقوة $\vec{F}_{P/S}$ (Sol: S ، Pied: P).

وفي نفس الوقت، وحسب مبدأ الأفعال المتبادلة، تؤثر الأرضية على رجل العداء بقوة $\vec{F}_{S/P}$ كما هو مبين في الشكل.

- تمثل القوة $\vec{F}_{S/P}$ رد فعل الأرضية (الطريق)

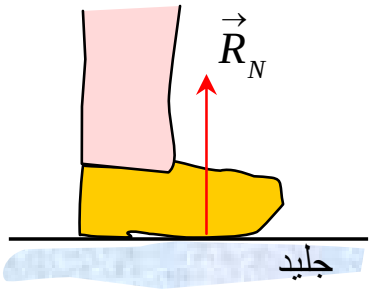


على رجل العداء ، ويمكن تحليلها إلى مركبتين:

أ ـ المركبة الناظمية على الطريق : $\vec{R}_N$

ب ـ المركبة المماسية : $\vec{f}$ والتي تمثل قوة الاحتكاك.

يكون انتقال العداء في جهة قوة الاحتكاك.

في غياب قوة الاحتكاك (أرضية مغطاة بطبقة من الجليد)،

لا يمكن التقدم أو الانتقال.