

Mouvements rectilignes

Il existe deux types de mouvements rectilignes étudiés dans ce cours. Le mouvement peut être à vitesse constante (MRU) ou avec une accélération constante (MRUA). Voici les règles qui sont applicables à chaque type de mouvement.

MRU		
Vitesse moyenne	$v_m = v = \frac{d}{t}$	La vitesse est constante donc la vitesse moyenne et vitesse instantanée sont identiques.
Vitesse instantanée	$v = \frac{d}{t}$	
Distance	$d = vt$	
Durée	$t = \frac{d}{v}$	
Accélération	$a = 0 \text{ m/s}^2$	La vitesse est constante donc l'accélération est nulle.
Forces	$F = ma = 0 \text{ N}$	Selon la loi fondamentale la résultante de toutes les forces $F = ma$. Si l'accélération est nulle la force résultante est aussi nulle.
Poids	$P = mg$	Lors d'un mouvement sur un plan horizontal le poids est une force perpendiculaire au mouvement et n'y joue donc aucun rôle.
Travail	$A = Fd\cos(\theta)$	θ =angle entre la force et le déplacement
Puissance	$P = \frac{A}{t} = Fv$	

MRUA		
Vitesse moyenne	$v_m = \frac{d}{t} \quad v_m = \frac{v+v_0}{2}$	
Vitesse instantanée	$v = at + v_0$	
Distance	$d = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ $d = v_mt$	
Durée	$t = \frac{v-v_0}{a}$ Si $v_0 = 0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$	
Accélération	$a = \frac{v-v_0}{t}$ Si $v_0 = 0 \Rightarrow a = \frac{2d}{t^2}$	Accélération peut être positive ou négative (décélération)
Forces	$F = ma$	Selon la loi fondamentale la résultante de toutes les forces $F = ma$.
Poids	$P = mg$	Lors d'un mouvement sur un plan horizontal le poids est une force perpendiculaire au mouvement et n'y joue donc aucun rôle.
Travail	$A = Fd\cos(\theta)$	θ =angle entre la force et le déplacement
Puissance	$P = \frac{A}{t} = Fv$	

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

La loi fondamentale (2^{ème} loi de Newton)

La loi fondamentale $F = ma$ relie deux domaines de la mécanique : les mouvements et les forces (cinématique et dynamique) :

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} \quad m = \frac{F}{a}$$

F : résultante des forces qui agissent sur le mobile (unité : N)

m : masse du mobile (unité : kg)

a : accélération du mobile (unité : m/s²)

Cette loi dit que l'accélération d'un mobile est proportionnelle à la résultante des forces qui agissent sur lui. Plus cette résultante est grande, plus l'accélération est grande. Une des conséquences de la loi fondamentale est que si la résultante des forces est nulle alors l'accélération sera aussi nulle et *vice versa* :

$$F = 0 \Leftrightarrow a = 0$$

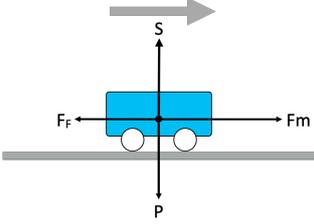
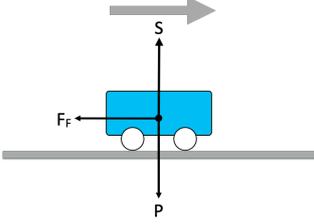
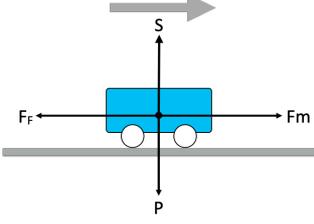
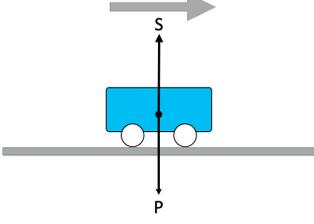
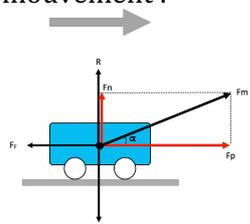
Application de la loi fondamentale $F = ma$

Sous la forme $F = ma$ ce modèle peut être utilisé pour calculer l'intensité d'une force et sous la forme $a = \frac{F}{m}$ il permet de calculer l'accélération du mobile. Dans les deux cas F représente la résultante de toutes les forces agissant sur le mobile. L'application de cette loi nécessite donc, au préalable, de connaître toutes les forces qui agissent sur le mobile. Dans un mouvement rectiligne on peut se servir de la phrase « force positives (dans le sens du mouvement) mois forces négatives (opposées au mouvement) ».

REVISION RAPIDE

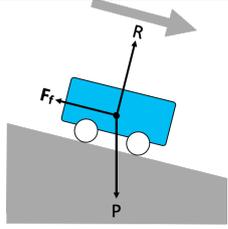
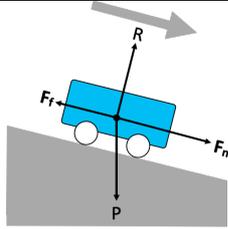
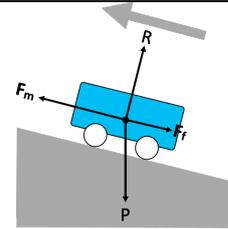
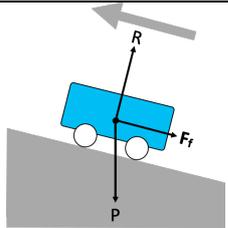
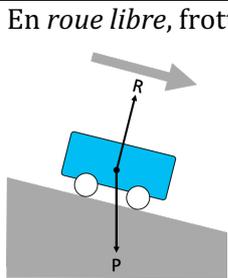
MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

Voici quelques exemples d'application de la loi fondamentale (la flèche grise indique le sens du mouvement) :

<p>$F_m > F_F$</p> 	$F = F_m - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{F_m - F_F}{m} \quad (a > 0)$
<p>Voiture freine $\rightarrow (F_m = 0)$</p> 	$F = -F_F$ $\Rightarrow a = \frac{-F_F}{m} \quad (a < 0)$
<p>$F_m = F_F$</p> 	$F = F_m - F_F = 0$ $\Rightarrow a = \frac{F_m - F_F}{m} = 0$
<p>En roue libre et F_F négligeables ...</p> 	$F = 0$ $\Rightarrow a = 0$
<p>Force faisant un angle avec la direction du mouvement :</p> 	$F = F_p - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{F_p - F_F}{m} = \frac{F_m \cdot \cos(\alpha) - F_F}{m}$ <p>F_p : composante de la force motrice qui est parallèle à la trajectoire.</p>

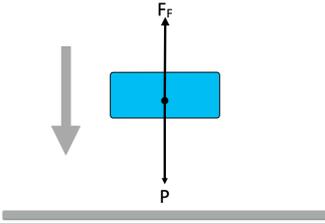
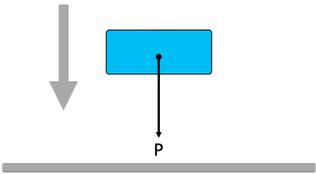
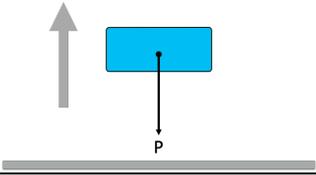
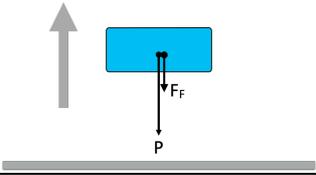
REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

	$F = F_P - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{F_P - F_F}{m} = \frac{mg \sin(\alpha) - F_F}{m}$ <p>F_P : composante du poids qui est parallèle au plan incliné.</p>
	$F = F_m + F_P - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{F_m + F_P - F_F}{m}$
	$F = F_m - F_F - F_P$ $\Rightarrow a = \frac{F_m - F_F - F_P}{m}$
	$F = -F_P - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{-F_P - F_F}{m} \sin(\alpha)$
<p>En roue libre, frottement négligeables ...</p> 	$F = F_P$ $\Rightarrow a = \frac{F_P}{m} = \frac{mg \sin(\alpha)}{m} = g \sin(\alpha)$

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

<p>Chute avec frottement</p> 	$F = P - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{P - F_F}{m}$
<p>Chute libre (sans frottements)</p> 	$F = P$ $\Rightarrow a = \frac{P}{m} = \frac{mg}{m} = g$
<p>Lancée verticale sans frottements</p> 	$F = -P$ $\Rightarrow a = \frac{-P}{m} = \frac{-mg}{m} = -g$
<p>Lancée verticale avec frottements</p> 	$F = -P - F_F$ $\Rightarrow a = \frac{-P - F_F}{m}$

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

Rappel des étapes :

1. Quelle grandeur ?
2. Quel type de mouvement ?
3. Quelles données ?
4. Quel modèle ?
5. Calcul et évaluation ?

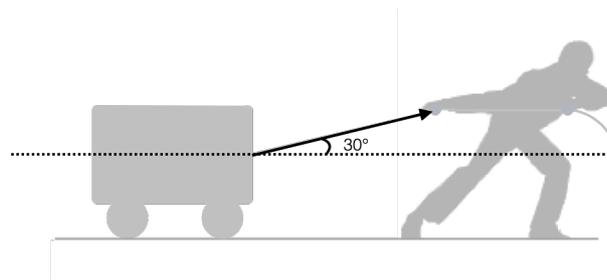
Exercices

1. Une voiture d'une tonne à l'arrêt démarre et atteint la vitesse de 50 km/h en 10 secondes. Les frottements durant le démarrage sont de 300 N.
 - a. Calculer son accélération
 - b. Calculer sa vitesse 7 secondes après le démarrage
 - c. Calculer la distance parcourue les 10 premières secondes
 - d. Calculer le travail de la force motrice, des frottements, du poids et de la force de soutien durant les 10 premiers secondes
 - e. Calculer la puissance de la force motrice.
2. Une voiture d'une tonne roule à vitesse constante sur une route horizontale. Elle parcourt 3 km en 2 minutes. La force motrice est de 1200 N.
 - a. Calculer la vitesse de la voiture. Exprimez le résultat en km/h et m/s.
 - b. Calculer le travail de la force motrice, des frottements, du poids et de la force de soutien durant une minute
 - c. Calculer la puissance de la force motrice.
3. Une voiture d'une tonne roulant à 72 km/h freine jusqu'à l'arrêt en 5 secondes.
 - a. Calculer les forces de freinage durant ces 5 secondes.
 - b. Calculer le travail des forces de freinage durant ces 5 secondes.
 - c. Calculer la vitesse de la voiture après 2 secondes de freinage
 - d. Calculer la distance de freinage
4. Une voiture à l'arrêt démarre et atteint la vitesse de 30 m/s après un parcours de 100 m. La force motrice est de 3000 N durant cette phase d'accélération et les frottements sont de 500 N.
 - a. Calculer l'accélération de la voiture
 - b. Calculer la masse de la voiture.
 - c. Calculer la puissance de la force motrice durant l'accélération.

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

5. On lance une pierre de 100 g vers le ciel avec une vitesse initiale de 10 m/s. Les frottements sont de 0,2 N.
 - a. Calculer son accélération
 - b. Calculer la hauteur maximale atteint par la pierre
6. On lâche une pierre de 100 g d'une hauteur de 100 m. Les frottements sont négligeables. Calculer sa vitesse juste avant de toucher le sol.
7. Une voiture de 1500 kg monte une pente de 5° à vitesse constante. Les frottements sont de 300 N. Calculer la force motrice de la voiture.
8. Une bille est posée en haut d'un plan incliné de 10° par rapport à l'horizon. Les frottements sont négligeables. Calculer sa vitesse après 2 secondes de descente.
9. Une bille de 200 g est posée en haut d'un plan incliné. Les frottements sont de 0,5 N. Calculer sa vitesse après 2 secondes de descente.
10. Jean tire sur un chariot avec une corde qui fait 30° avec l'axe du déplacement. Le chariot pèse 100 kg et les frottements sont de 5 N. Calculer la force avec laquelle Jean tire sur la corde pour pouvoir avancer à vitesse constante.



Exercices de maturité

Été 2018

Troisième partie : Mécanique (6 + 5 = 11 points)

3.1 Une voiture de masse $m = 1\,000$ kg est parcourue dans une descente à 5% lorsque brusquement, le frein à main lâche (on suppose qu'il n'y a pas de vitesse engagée).

La voiture acquiert une vitesse de 36 km/h au bout de 500 m de descente.

Pour la résolution numérique, on utilisera l'approximation $g = 10$ m/s².

- a) Calculez la somme des forces de frottement supposée constante qui a agi sur la voiture durant la descente.
- b) Quelle vitesse la voiture aurait-elle atteinte en absence de forces de frottement?

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

Été 2008

2.1 (8 points)

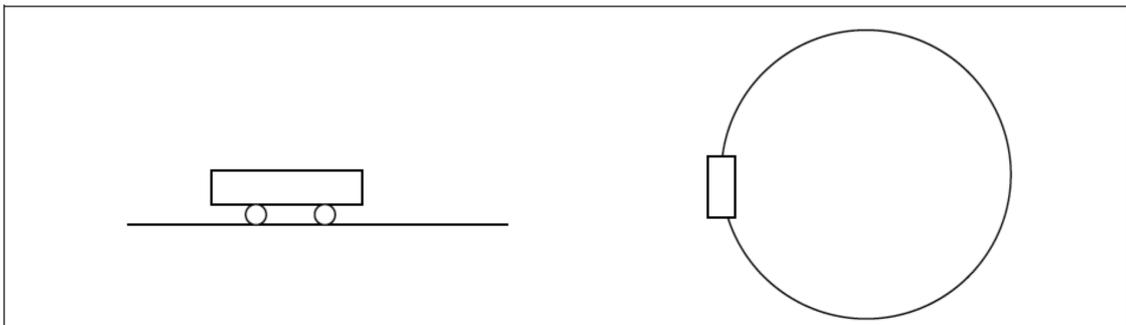
Une voiture de 1200 kg, à l'arrêt, commence à accélérer régulièrement sur une route droite et horizontale.

2.1.1 Calculer la vitesse après un parcours de 300 m si l'accélération vaut $1,2 \text{ m/s}^2$.

2.1.2 Les frottements valent 100 N. Dessiner toutes les forces et calculer les autres forces agissant sur la voiture durant l'accélération.



2.1.3 A cette vitesse ainsi atteinte et supposée maintenant constante (au cas de non réponse à la question 2.1.1 continuer avec 100 km/h) la voiture entre dans un virage de rayon de courbure 500 m. Dessiner toutes les forces qui agissent sur la voiture dans le virage.



2.1.4 Calculer l'accélération de la voiture dans le virage et la force de frottement nécessaire pour que la voiture reste dans le virage.

REVISION RAPIDE

MOUVEMENTS RECTILIGNES ET LOI FONDAMENTALE

Été 2010

3.2 (7 points)

Une voiture ayant une vitesse de 20 m/s s'engage à la montée sur une route ayant une inclinaison de 10° avec l'horizontale. Sa masse est de 1000 kg et la force de traction nulle ($F_t = 0 \text{ N}$).

3.2.1 Faites un schéma de la situation avec les forces qui s'exercent sur la voiture :

3.2.2 Quelle longueur L doit avoir au minimum la route pour que la voiture s'immobilise (momentanément) sans utiliser les freins et si l'on néglige les frottements ?

3.2.3 Si la route est recouverte d'une épaisse couche de sable, la voiture subit une force de frottement constante $F_f = 6'500 \text{ N}$. Que devient, dans ce cas, la longueur minimale L de la route ?