

LES MOUVEMENTS

1 Le repos n'existe pas

Vue : *En Dining-Car*



Lorsque vous êtes bien assis, en chemin de fer et que le train file à toute vitesse, êtes-vous en repos ou en mouvement ? Vous êtes en repos si vous regardez le plafond du wagon, mais vous êtes en mouvement si vous regardez les clochers, les maisons et encore vous n'en êtes pas bien certain, car il vous semble souvent que ce sont les arbres et les champs qui courent pendant que vous restez immobile. En réalité comme la terre tourne toujours, qu'elle tourne autour du soleil, que le soleil lui-même se déplace dans l'espace, nous ignorons ce que c'est que le repos absolu et nous sommes obligés lorsque nous parlons de mouvement et de repos de supposer toujours d'abord un point fixe, un clocher, une gare, une borne kilométrique.

2 Mouvement uniforme rectiligne

Vue : *Passage d'un train*



Vous avez tous l'idée de ce que c'est qu'un mouvement rectiligne et uniforme, c'est celui d'un train qui s'avance sur une voie bien droite en franchissant toujours la même distance par seconde. Nous disons par seconde et non par minute ou par heure, parce que du début de la minute ou de l'heure à la fin il pourrait changer d'allure. L'espace régulier parcouru pendant une seconde s'appelle la vitesse du mouvement uniforme.

Pour être précis les savants prennent l'espace parcouru pendant $1/1.000^e$ de seconde.

3 Principe de l'inertie

Vue : *La bille sur la glace*

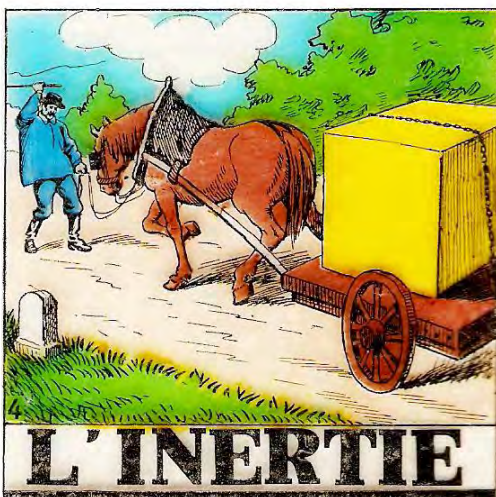


Avez-vous jamais joué aux billes sur la glace bien polie d'un étang gelé en hiver. Si oui vous savez qu'une fois lancée votre bille va toujours courir, courir et toujours courir. S'il n'y avait aucun frottement entre la bille et la glace elle continuerait indéfiniment son mouvement qui serait un mouvement uniforme. Et cependant une fois échappée de vos mains elle ne reçoit plus d'énergie. Nous concluons donc de l'expérience de la bille sur la glace que si un corps est en mouvement et si son énergie ne varie pas, il continue toujours son mouvement, qu'il reste au repos s'il est au repos. La bille en effet ne serait pas partie si vous ne l'aviez pas poussée.

Remarquez de suite la chose importante suivante. En mesurant les variations des mouvements, nous aurons un moyen de mesurer les quantités d'énergie qui les produisent. Et ce moyen nous servira souvent.

4 Application du principe de l'inertie

Vue : *Démarrage*

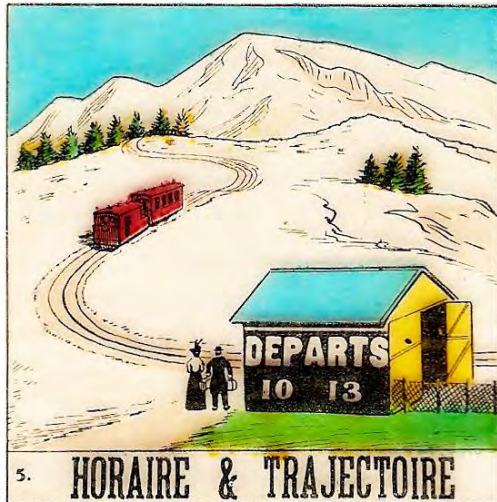


Les charretiers, par exemple, connaissent bien le principe de l'inertie. Pour démarrer il faut une grande force, mais après le cheval n'a plus qu'à vaincre le frottement des roues sur la route. Si le conducteur veut augmenter l'allure du cheval, il faut que le cheval donne à nouveau un coup de collier, si au contraire on veut diminuer l'allure le cheval s'appuie sur les traits d'avaloir.

La différence des différentes allures de la voiture pourraient nous permettre de calculer l'énergie dépensée par le cheval.

5 Trajectoire-horaire

Vue : *Le chemin de fer du Mont-Blanc*



Qu'avez-vous besoin pour connaître un mouvement quelconque, le mouvement d'un train par exemple ? De deux choses.

1° La première de savoir où il passe pour pouvoir le prendre et aller où vous désirez.

2° De connaître son heure de départ et son heure d'arrivée.

Et cela vous suffit.

Le chemin suivi par un corps en mouvement s'appelle sa trajectoire, et l'indicateur de chemin de fer pour un mouvement quelconque s'appelle l'horaire du mouvement.

5 Trajectoire-horaire

Vue : *Le chemin de fer du Mont-Blanc*



Mais les savants et aujourd'hui le grand public avec eux sont curieux ; comme vous ils aiment regarder marcher les trains, les aéro et ils font des remarques à chaque minute, à chaque seconde de l'horaire du mouvement, ils disent que le train, l'aéro va plus ou moins vite, que sa vitesse change, que son mouvement est varié.

Qu'est-ce donc que la vitesse d'un train, d'un aéro à un instant donné ?

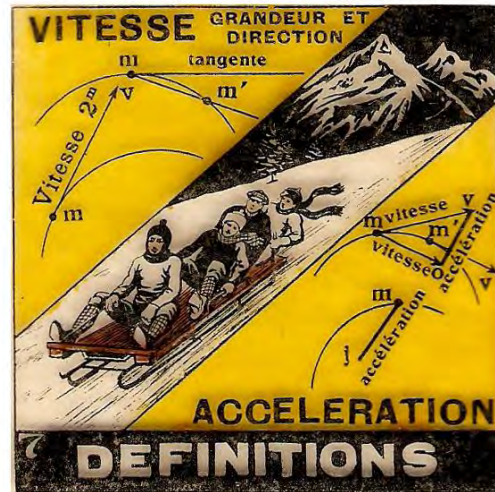
La vitesse du train, de l'aéro à 3 heures 15 minutes 7 secondes, c'est l'espace que franchirait le train ou l'aéro pendant la seconde suivante si à partir de 3 h 15' 7", il marchait cette fois régulièrement, si sa vitesse ne variait plus, durant cette seconde.

C'est bien compris.

Mais halte-là, nous n'avons pas fini avec la vitesse. Si notre train franchissait une courbe et qu'il déraille, qu'arriverait-il ? Il irait tout droit devant lui, il abandonnerait la courbe, il prendrait comme on dit la tangente à la courbe.

7 Définitions exactes de la vitesse et de l'accélération

Vue : *Tableau*



On vous a appris ce que c'était qu'une tangente à une courbe en un point M, c'est la position finale d'une droite qui la coupe en un point M et en un autre voisin M' quand faisant tourner la droite autour de M, M' vient se confondre avec M. Alors la droite n'a qu'un point de contact avec la courbe.

Le mouvement d'un train sur une courbe en un point donné n'est réellement connu que si l'on connaît cette tangente puisque c'est la direction du mouvement uniforme qui succéderait en vertu du principe de la bille sur la glace, au mouvement du train, si à ce moment la vapeur n'agissait plus et si les roues n'étaient pas maintenues entre les rails. Il est nécessaire, vous le comprenez bien, de connaître toujours cette direction qu'on appelle direction de la vitesse, c'est le minimum du savoir du mécanicien que de connaître où il irait s'écraser avec son train en cas de déraillement. En marquant sur la tangente une longueur proportionnelle à la vitesse, exemple : 1 centimètre pour 100 mètres on a la représentation de la vitesse en grandeur et direction.

Allons un peu plus loin et nous serons tout à fait savants, dignes d'être des aviateurs ou tout au moins de bons mécaniciens.

Quand on étudie de plus près un mouvement on s'aperçoit qu'il y a à considérer autre chose que sa trajectoire, son horaire et sa vitesse. Ce quelque chose s'appelle l'«accélération».

Si, par exemple, un train a une vitesse de 20 mètres à 1 h. 15" et qu'à 1 h. 16" il a une vitesse de 22 mètres, on dit que sa vitesse a augmenté de 2 mètres.

Cette variation de la vitesse par seconde s'appelle l'*accélération du mouvement*.

Mais comme la vitesse, l'accélération a une direction. Expliquons-nous :

Soit M la position d'un mobile sur sa trajectoire à 2 heures, MV sa vitesse, M' sa position à 2 h. 1" M'V' sa vitesse.

Par M, menons une parallèle MO égale à M'V' joignons OV.

Si OV était nul les 2 vitesses seraient égales en grandeur et direction donc OV représente la variation de la vitesse en grandeur et direction. C'est l'accélération, en grandeur et direction.

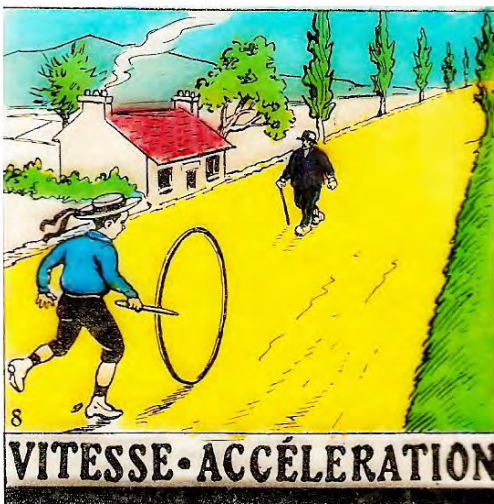
On a l'habitude de marquer cette accélération sur une parallèle MJ à OV.

Si le mouvement était rectiligne AV serait sur la direction du mouvement et l'accélération serait simplement la différence entre les longueurs MV et M'V'.

Mais à part ce cas du mouvement rectiligne ce serait une grosse erreur de dire que l'accélération d'un mouvement c'est simplement l'augmentation de la grandeur de la vitesse, vous vous exposeriez à dire sur les mouvements en courbe, les mouvements circulaires des hérésies formidables et vous ne comprendriez rien aux machines modernes.

8 Mouvement rectiligne régulièrement, puis uniformément varié

Vue : *Le cerceau*

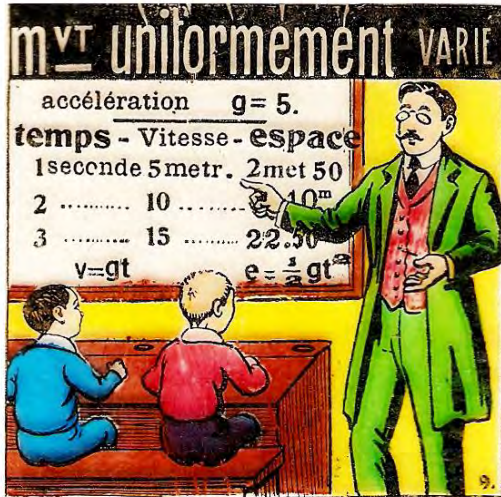


Parmi les mouvements variés il en est un extrêmement important, c'est le mouvement rectiligne et uniformément varié, l'exemple d'un petit garçon jouant au cerceau sur une route bien polie va nous permettre de le comprendre. Nous supposons que le petit garçon donne un coup de même force toutes les secondes et que ce coup fasse franchir 5 mètres au cerceau, 5 mètres de plus par seconde bien entendu, puisque au bout de chaque seconde le cerceau marcherait d'un mouvement uniforme si on ne le touchait plus. Evidemment notre petit garçon pour suivre son cerceau devrait courir très vite.

Au bout de la première seconde il a donc franchi 5 mètres, il continuerait à franchir 5 mètres par seconde si le petit garçon ne donnait pas le second coup, donc la vitesse au bout d'une seconde serait 5 mètres, au bout de 2 secondes, 10 mètres, au bout de 3 sec. 15 mètres, elle augmenterait régulièrement de 5 mètres, le mouvement serait *régulièrement* accéléré, mais attention il ne serait pas *uniformément* accéléré car ses augmentations de vitesses se feraient par à-coup toutes les secondes, tandis que pour qu'un mouvement soit *uniformément* accéléré il ne faut pas d'à coups, il faut que la vitesse augmente toujours régulièrement tous les centièmes, tous les millièmes, tous les cent millièmes de secondes. Retenez bien et comprenez bien cela.

9 Formule du mouvement rectiligne et uniformément varié

Vue : Tableau



Supposons donc que notre petit garçon donne des chiquenaudes tous les cent millièmes de seconde et qu'au bout de la 1^{re} de seconde le cerceau ait une vitesse de 5 mètres. Quel sera l'espace parcouru pendant la 1^{re} seconde ?

Voyons réfléchissez. Il est parti tout doucement avec une vitesse zéro ; il est arrivé avec une 1^{re} vitesse de 5 mètres, c'est donc comme s'il avait marché uniformément avec une vitesse moyenne de 2 mètres 50. Il a donc parcouru pendant la 1^{re} seconde 2 mètres 1/2.

Pendant la 2^e seconde. La vitesse était au début de 5 mètres, à la fin 10 mètres, la vitesse moyenne est 7 mètres 50 et le cerceau a parcouru pendant la deuxième seconde 7 m. 50 et depuis 0 heure 0 seconde, 10 mètres. En continuant le raisonnement on trouve les chiffres.

Au bout 3 ^e	vitesse 15 m.	espace total 22 m. 50
4 ^e	20 m.	40 m.
5 ^e	25 m,	62 m. 50

Remplaçons maintenant les lettres par les chiffres, appelons E l'espace total parcouru, T le temps, G l'accélération, V la vitesse, nous voyons que par exemple au bout de 5 secondes.

$$V = 25 = 5 \times 5 = G T$$

$$C = 62.50 = \frac{5 \times 5^2}{2} = \frac{G T^2}{2}$$

Ce qui donne les célèbres formules du mouvement, uniformément varié.

Remarquez bien en outre, mes petits amis, que les chiquenaudes à des intervalles très petits veulent dire que le mouvement uniformément accéléré est produit par une énergie, une force constante qui agit toujours et reste toujours égale à elle-même.

Voici un mouvement aussi extrêmement important à connaître, c'est le mouvement circulaire uniforme. Vous comprenez à priori son importance, c'est le mouvement des machines, des planètes.

Dans une machine, qui marche comme on dit « régulièrement » un point du cercle du volant franchit toujours le même arc de cercle dans le même temps et chaque instant la vitesse du mouvement est la même, mais *en grandeur seulement* car sa direction varie constamment suivant la tangente au cercle.

Par le centre O du cercle, menons O R égale et parallèle à la vitesse en M puis O R' égale et parallèle à la vitesse en M'.

1° Les points R sont tous sur un cercle.

2° R R' est la variation de la vitesse, donc son accélération,

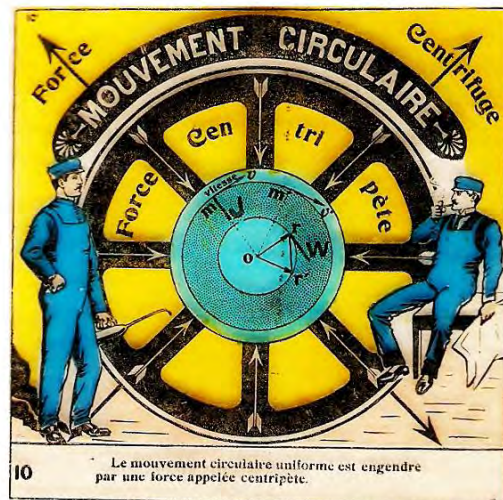
Si M' se rapproche de M, R R' devient perpendiculaire à O R c'est-à-dire à M V et l'accélération d'un mouvement circulaire est dirigée suivant le centre, de plus comme le mouvement est supposé uniforme évidemment, elle a toujours la même valeur en grandeur.

Ainsi dans le mouvement régulier d'une machine, il y a une accélération constante.

Mais à une accélération correspond une énergie, une force. Conclusion: dans un mouvement circulaire uniforme, bien qu'il n'y ait pas augmentation de vitesse au sens propre du mot, c'est-à-dire en grandeur, il y a une force dirigée vers le centre. C'est cette force qui oblige le mobile à tourner, sans cela il prendrait la tangente, on l'appelle force centripète.

10 Mouvement circulaire uniforme

Vue : Tableau

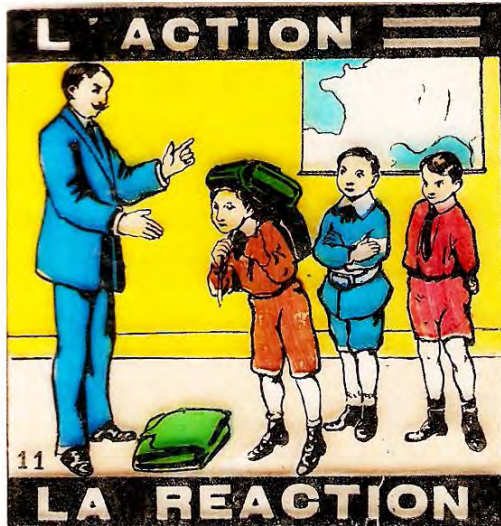


10

Le mouvement circulaire uniforme est engendré par une force appelée centripète.

11 Loi de réaction

Vue : *L'écolier et le sac*



Mais attention. Toutes les fois qu'une force agit, il se produit une réaction égale et contraire à l'action de la force.

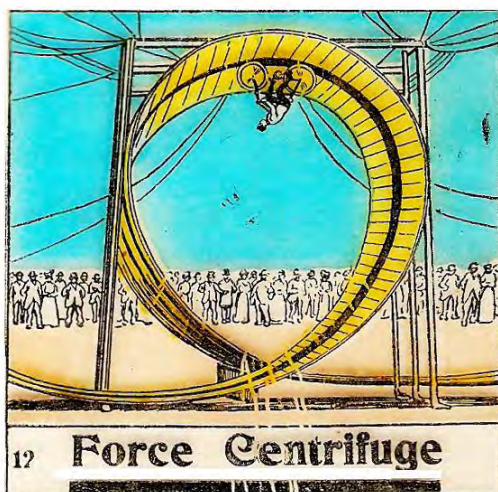
Ce principe découvert par le grand Newton, ne se démontre que par l'observation et l'expérience. On peut prendre pour exemple tous les cas imaginables d'action d'une force.

Nous prendrons l'exemple du petit garçon et de son sac d'écolier. S'il est lourd, il est obligé de lui opposer une énergie, une force plus grande pour le porter et toujours la force opposée est égale à celle du poids du sac, car s'il en était autrement on aurait 2 forces contraires inégales et mouvement dans le sens de la plus grande.

A la force centripète correspond donc à chaque instant une force égale et contraire qu'on appelle force centrifuge. Si non le point considéré du volant ou bien se rapprocherait du centre ou s'en éloignerait, il n'aurait plus un mouvement circulaire.

12 Force centrifuge

Vue : *Looping the loop*



Nous pouvons expliquer maintenant le looping the loop. Le point le plus scabreux est évidemment le point haut, à ce moment il faut que la vitesse du cycliste soit assez grande pour développer une force centrifuge égale au poids du cycliste et de la machine. On calcule qu'une roue sans frottement boucle la boucle, si elle descend librement par son poids d'un point deux fois plus élevé que le diamètre du cercle bouclé.