



R.Descartes
1596-1650

Activité de modélisation : LA QUANTITE DE MOUVEMENT

Objectif : montrer l'intérêt de la notion de quantité de mouvement.



Tim veut avancer avec son skateboard sur un lac gelé.
Il n'y arrive pas en poussant avec le pied.



Tom y parvient en jetant une balle vers l'arrière.

1. En faisant un bilan de forces, expliquer pourquoi Tim ne parvient pas à avancer.
2. Comment peut-on expliquer qualitativement que Tom parvienne à avancer ?
3. En supposant qu'il n'y ait pas de champ de pesanteur, Tom pourrait-il ainsi se propulser dans l'air ? dans le vide spatial ?

Document – La quantité de mouvement

Philosophe et savant français, René Descartes est le père de la méthode scientifique moderne. Dans deux ouvrages fondamentaux (*Règle pour la direction de l'Esprit*, 1628 ; *Discours de la méthode*, 1637) il précise les exigences de la méthode scientifique : « faire table rase de toute idée préconçue », « n'admettre en Sciences que la raison ».

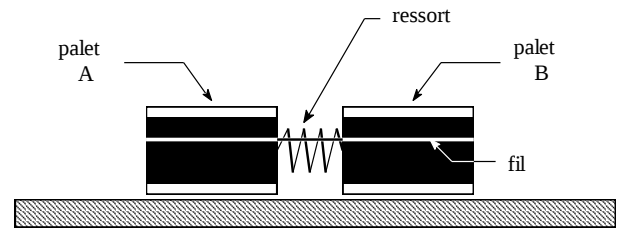
Il crée la géométrie analytique et l'utilise pour établir les lois de l'optique géométrique. Reprenant les idées de Buridan sur l'élan des corps (« impetus »), il définit la notion de quantité de mouvement et énonce sa conservation pour un système matériel isolé (1629)

- Le vecteur-quantité de mouvement *d'un solide* à l'instant t est le produit de sa masse m par le vecteur vitesse de son centre d'inertie G , à cet instant.
- Le vecteur-quantité de mouvement *d'un système de deux solides A et B*, à l'instant t , est la somme des vecteurs-quantité de mouvement des deux solides à cet instant.

$$\vec{p} = m \times \vec{v}$$

PARTIE 1 – Modélisation de la situation par éclatement d'un solide initialement au repos en deux autres solides

- Sur une table horizontale est posé, immobile, un système matériel constitué de deux palets autoporteurs A et B de masses respectives m_A et m_B telles que $m_A = 2.m_B$.
- Ces deux palets, munis de ressorts, sont reliés par un fil en nylon suffisamment court pour maintenir les ressorts bien comprimés. On enclenche la soufflerie et on met sous tension le dispositif permettant la localisation du centre d'inertie de chaque palet au cours du temps ($\Delta t = 0,04$ s).
- A l'instant $t=0$, on coupe le fil et on relève les coordonnées dans le repère (O, i) des centres d'inertie de chaque palet au cours du temps. Le document 1 de l'annexe représente les trajectoires de chaque palet dans le référentiel terrestre.

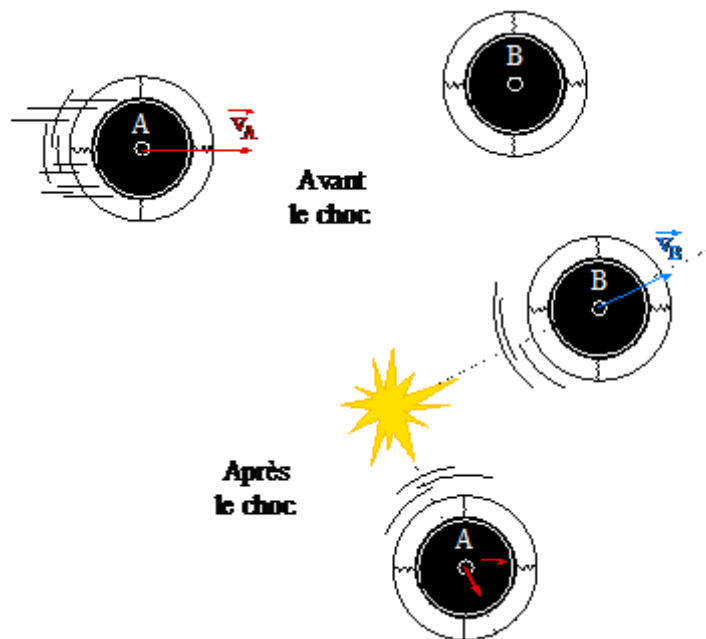


Questions

- 1 . A l'aide d'un tableur, calculer, pour chaque palet et à chaque instant, les coordonnées du vecteur vitesse puis celles du vecteur quantité de mouvement.
- 2 . Calculer à chaque instant la valeur du vecteur quantité de mouvement de chaque palet ainsi que du système $\{A+B\}$.
- 3 . Représenter graphiquement le vecteur quantité de mouvement de chaque palet à une date quelconque, ultérieure à t_0 , ainsi que le vecteur quantité de mouvement du système $\{A+B\}$ à la même date
- 4 . Quelle loi de conservation observe-t-on ? La seconde loi de Newton permettrait-elle de prévoir un tel résultat ?

PARTIE 2 – Choc de deux solides sur une table horizontale (1)

- Sur une table horizontale est posé, immobile, un palet autoporteur B de masse m_B .
- Un autre palet A, de masse $m_A = m_B$ est lancé en direction du palet B de façon à observer un choc élastique entre les deux palets. On enclenche la soufflerie et on met sous tension le dispositif permettant la localisation du centre d'inertie de chaque palet au cours du temps ($\Delta t = 0,04$ s).
- A l'instant $t=0$, on relève les coordonnées dans le repère (O, i, j) des centres d'inertie de chaque palet au cours du temps. Le document 2 de l'annexe représente les trajectoires de chaque palet dans le référentiel terrestre.



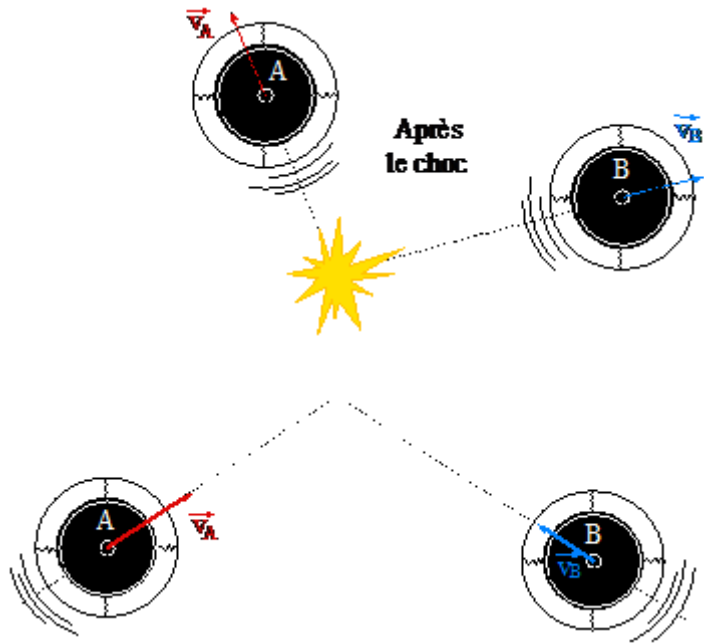
PARTIE 2 – Choc de deux solides sur une table horizontale (2)

- Sur une table horizontale, on lance simultanément deux palets A et B de masses $m_A = 2.m_B$ de façon à observer un choc élastique entre les deux palets.

On enclenche la soufflerie et on met sous tension le dispositif permettant la localisation du centre d'inertie de chaque palet au cours du temps ($\Delta t = 0,04$ s).

- A l'instant $t=0$, on relève les coordonnées dans le repère $(O, \mathbf{i}, \mathbf{j})$ des centres d'inertie de chaque palet au cours du temps.

Le document 3 de l'annexe représente les trajectoires de chaque palet dans le référentiel terrestre.



Questions (pour chaque enregistrement)

- 1 . A l'aide d'un tableur, calculer, pour chaque palet et à chaque instant, les coordonnées du vecteur vitesse puis celles du vecteur quantité de mouvement.
- 2 . Calculer à chaque instant la valeur du vecteur quantité de mouvement de chaque palet ainsi que du système $\{A+B\}$.
- 3 . Représenter graphiquement le vecteur quantité de mouvement de chaque palet à une date quelconque, avant et après le choc, ainsi que le vecteur quantité de mouvement du système $\{A+B\}$ aux mêmes dates.
- 4 . Quelle loi de conservation observe-t-on ? La seconde loi de Newton permettait-elle de prévoir un tel résultat ?

Document 1

t(s)	xA(m)	xB(m)
0	5,82E-02	8,45E-02
0,04	5,40E-02	9,26E-02
0,08	4,80E-02	1,05E-01
0,12	4,20E-02	1,17E-01
0,16	3,60E-02	1,29E-01
0,2	3,00E-02	1,41E-01
0,24	2,40E-02	1,53E-01
0,28	1,80E-02	
0,32	1,20E-02	
0,36	6,00E-03	
0,4	0	

Document 2

t(s)	xA(m)	yA(m)	xB(m)	yB(m)
0	-4,62E-02	-5,25E-02	0	4,35E-02
0,04	-4,10E-02	-4,61E-02	0	4,35E-02
0,08	-3,52E-02	-4,01E-02	0	4,35E-02
0,12	-3,01E-02	-3,40E-02	0	4,35E-02
0,16	-2,50E-02	-2,80E-02	0	4,35E-02
0,2	-1,98E-02	-2,20E-02	0	4,35E-02
0,24	-1,43E-02	-1,63E-02	0	4,35E-02
0,28	-9,00E-03	-1,02E-02	0	4,35E-02
0,32	-4,00E-03	-5,00E-03	0	4,35E-02
0,36	0,00E+00	0	0	4,35E-02
0,4	4,00E-03	0	0,0005	4,71E-02
0,44	8,00E-03	0	0,001	5,30E-02
0,48	1,20E-02	0	0,002	5,86E-02
0,52	1,60E-02	0	0,003	6,43E-02
0,56	2,00E-02	0	0,0039	7,03E-02
0,6	2,40E-02	0	0,0049	7,60E-02
0,64	2,80E-02	0	0,0058	8,16E-02
0,68	3,20E-02	0	0,0067	8,72E-02
0,72	3,60E-02	0	0,0077	9,30E-02
0,76	4,00E-02	0	0,0085	9,90E-02
0,8	4,40E-02	0	0,0093	1,05E-01
0,84	4,80E-02	0	0,0105	1,11E-01
0,88	5,20E-02	0	0,0114	1,16E-01
0,92	5,60E-02	0		
0,96	6,00E-02	0		
1	6,40E-02	0		
1,04	6,80E-02	0		
1,08	7,20E-02	0		
1,12	7,60E-02	0		
1,16	8,00E-02	0		

Document 3

t(s)	xA(m)	yA(m)	xB(m)	yB(m)
0	-1,20E-03	-5,32E-02	1,14E-01	-5,66E-02
0,04	1,00E-02	-4,58E-02	1,04E-01	-4,90E-02
0,08	2,09E-02	-3,88E-02	9,50E-02	-4,20E-02
0,12	3,13E-02	-3,17E-02	8,50E-02	-3,48E-02
0,16	4,20E-02	-2,47E-02	7,62E-02	-2,78E-02
0,2	4,70E-02	-1,68E-02	7,94E-02	-2,23E-02
0,24	4,55E-02	-9,00E-03	9,51E-02	-1,80E-02
0,28	4,35E-02	-8,00E-04	1,10E-01	-1,38E-02
0,32	4,20E-02	7,80E-03	1,25E-01	-9,20E-03
0,36	4,03E-02	1,58E-02	1,40E-01	-4,90E-03
0,4	3,88E-02	2,48E-02		
0,44	3,72E-02	3,20E-02		