

# TP PHYSIQUE 1

LES LOIS DE LA DYNAMIQUE CONSERVATION  
DE LA QUANTITE DE MOUVEMENT

Professeurs : DUCOURTHIAL/FRIHA/NGUYEN/PEREZ-RAMOS/ROLLINDE

## **SOMMAIRE**

---

**Partie1 .....Page1-5**

**Partie2 .....Page5-6**

**Partie3 .....Page7**

**Partie4 .....Page8-11**

***Représentation..... Page12***

---

## 1ERE PARTIE :

1. La nature du mouvement des mobiles A et B, dans la 1ere phase (avant le choc) est un mouvement rectiligne uniforme puisque les points sont égales distances et sont places sur une même droite les uns des autres.

Il en est de même pour après le choc.

2.

- $v_A \rightarrow$  Vitesse du mobile A avant le choc
- $v_B \rightarrow$  Vitesse du mobile B avant le choc
- $v_A' \rightarrow$  Vitesse du mobile A après le choc
- $v_B' \rightarrow$  Vitesse du mobile B après le choc
- $p_A \rightarrow$  Quantite de mouvement du mobile A
- $p_B \rightarrow$  Quantite de mouvement du mobile B
- Distance avant choc mobile A:  $A_0A_3$
- Distance après choc mobile A:  $A_4A_8$
- Distance avant choc mobile B:  $B_0B_3$
- Distance après choc mobile B:  $B_4B_8$

	AVANT LE CHOC	APRES LE CHOC
Mobile A	$v_A = \frac{A_0A_3}{3\tau} \approx \frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 0,1} \approx 0,19 \text{ m/s}$ $p_A = m_A \cdot v_A \approx 0,29 \text{ kg.m/s}$	$v_A' = \frac{A_4A_8}{4\tau} \approx \frac{6,25 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 0,1} \approx 0,16 \text{ m/s}$ $p_A' = m_A \cdot v_A' \approx 0,24 \text{ kg.m/s}$
	$v_B = \frac{B_0B_3}{3\tau} \approx \frac{6,25 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 0,1} \approx 0,21 \text{ m/s}$	$v_B' = \frac{B_4B_8}{4\tau} \approx \frac{9,27 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 0,1} \approx 0,23 \text{ m/s}$

Mobile B	$p_B = m_B \cdot v_B \approx 0,21 \text{ kg.m/s}$	$p_{B'} = m_{B'} \cdot v_{B'} \approx 0,23 \text{ kg.m/s}$

3.

Variation du vecteur quantité de mouvement :

$$\Delta \vec{p}_A = \vec{p}_{A'} - \vec{p}_A$$

$$\Delta \vec{p}_B = \vec{p}_{B'} - \vec{p}_B$$

Par lecture graphique :

$$\Delta \vec{p}_A \approx 0,16 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta \vec{p}_B \approx 0,17 \text{ kg.m/s}$$

Interprétation : Les variations de la quantité de mouvement du mobile A est presque égale a celle du mobile B.

4.

On utilisera la seconde loi de Newton.

$$\vec{F}_{B/A} = m_A \cdot \vec{a}_A$$

$$\vec{F}_{B/A} = \frac{d\vec{p}_A}{dt} \approx \frac{\Delta \vec{p}_A}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{A/B} \approx \frac{d\vec{p}_B}{dt}$$

$$\text{On sait que : } \vec{F}_{B/A} + \vec{F}_{A/B} = \vec{0} \leftrightarrow \vec{F}_{B/A} = - \vec{F}_{A/B}$$

$$\text{Donc : } \Delta \vec{p}_A + \Delta \vec{p}_B = \vec{0}$$

Donc, d'après la seconde loi de Newton on obtiens :

$$\vec{F}_{A/B} = \frac{d\vec{p}_B}{dt} = 1,7\text{N}$$

$$\vec{F}_{B/A} = \frac{d\vec{p}_A}{dt} = 1,6\text{N}$$

5.

Nous pouvons conclure que la 3ième loi de Newton est vérifié.

6.

$$\vec{a}_A = \vec{F}_{B/A}/m_A = 1,6/1,5 = 1,1 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_B = \vec{F}_{A/B}/m_B = 1,7/1 = 1,7 \text{ m/s}^2$$

7. On constate que son accélération (mobile B) est plus grande que celle du mobile A.

Conclusion : l'accélération dépend de la masse.

## 2EME PARTIE :

1. Soit  $p_{total}$ , la quantité de mouvement totale des mobiles A et B avant le choc.

$$\text{On a: } \vec{p}_{total} = \vec{p}_A + \vec{p}_B$$

2. Soit  $p'_{total}$ , la quantité de mouvement total des mobiles A et B après le choc.

On a:  $\vec{p}_{total} = \vec{p}_A + \vec{p}_B$

3.

Soit  $\|\vec{p}_{total}\|$  la norme de  $\vec{p}_{total}$  tels que :

- $\|\vec{p}_{total}\| = \|\vec{p}_A\| + \|\vec{p}_B\|$

Soit  $\|\vec{p}'_{total}\|$  la norme de  $\vec{p}'_{total}$  tels que :

- $\|\vec{p}'_{total}\| = \|\vec{p}'_A\| + \|\vec{p}'_B\|$

#### Application Numérique :

$$\|\vec{p}_{total}\| = 0,29 + 0,21 = 0,50 \text{ kg.m/s}$$

$$\|\vec{p}'_{total}\| = 0,24 + 0,23 = 0,47 \text{ kg.m/s}$$

#### Par Lecture Graphique :

$$\|\vec{p}_{total}\| = 0,475 \text{ kg.m/s}$$

$$\|\vec{p}'_{total}\| = 0,47 \text{ kg.m/s}$$

4. Les deux vecteurs ont le même sens et la même direction.

5. Puisqu'on a :  $\|\vec{p}'_{total}\| \approx \|\vec{p}_{total}\|$ , On peut affirmer qu'il y a conservation de la quantité de mouvement et qu'il s'agit donc bien d'un choc élastique.

### 3EME PARTIE :

1.

*\*La masse exprime en Kg (Kilogramme)*

*\*La vitesse exprime en m/s (mètre par seconde)*

*\*L'Energie cinétique exprime en J (Joule)*

	Energie cinétique avant le choc	Energie cinétique après le choc
Mobile A	$E_A = \frac{1}{2} m_A \cdot v_A \approx 0.027J$	$E_{A'} = \frac{1}{2} m_{A'} \cdot v_{A'} \approx 0.019J$
Mobile B	$E_B = \frac{1}{2} m_B \cdot v_B \approx 0.022J$	$E_{B'} = \frac{1}{2} m_{B'} \cdot v_{B'} \approx 0.026J$
Bilan	$E_A + E_B = 0.049J$	$E_{A'} + E_{B'} = 0.045J$

2. L'erreur relative est d'environ 9% entre l'Energie cinétique totale avant et après le choc. On peut donc en déduire que sans les erreurs de mesures, les valeurs seraient égales. D'où l'Energie cinétique se conserve implique que la nature du choc est élastique.

## 4EME PARTIE :

1. Pour  $t=0$ , on a :  $\frac{\sum m_i \cdot \vec{F}_i}{\sum m_i} = \frac{m_A \cdot \vec{A_0A_0} + m_B \cdot \vec{A_0B_0}}{m_A + m_B} = \frac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \vec{A_0B_0} = 0,4 \cdot \vec{A_0B_0}$  (avec  $\vec{A_0B_0} = 18,4 \text{ cm.}$ ) avec 18,3 distances mesure.

### Distances (en cm) :

- $\vec{A_0B_0} = 18.4 \text{ cm}$
- $\vec{A_1B_1} = 16.9 \text{ cm}$
- $\vec{A_2B_2} = 15.6 \text{ cm}$
- $\vec{A_3B_3} = 14.3 \text{ cm}$
- $\vec{A_4B_4} = 13.8 \text{ cm}$
- $\vec{A_5B_5} = 14.9 \text{ cm}$
- $\vec{A_6B_6} = 16.1 \text{ cm}$
- $\vec{A_7B_7} = 17.4 \text{ cm}$
- $\vec{A_8B_8} = 18.6 \text{ cm}$

On a donc pour chaque distance :

- $\vec{OG_0} = 0,4 \cdot \vec{A_0B_0} = 7,36 \text{ cm}$
- $\vec{OG_1} = 0,4 \cdot \vec{A_1B_1} = 7,1 \text{ cm}$



- $\overrightarrow{OG_2} = 0,4. \overrightarrow{A_2B_2} = 6,24 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_3} = 0,4. \overrightarrow{A_3B_3} = 5,72 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_4} = 0,4. \overrightarrow{A_4B_4} = 5,52 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_5} = 0,4. \overrightarrow{A_5B_5} = 5,96 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_6} = 0,4. \overrightarrow{A_6B_6} = 6,44 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_7} = 0,4. \overrightarrow{A_7B_7} = 6,96 \text{ cm}$
- $\overrightarrow{OG_8} = 0,4. \overrightarrow{A_8B_8} = 7,44 \text{ cm}$

2. Calcul de la vitesse  $V_G$ (avant choc) et  $V_{G'}$ (après choc) :

- $G_0G_3 = 5,45 \text{ cm} \Rightarrow G_0G_3 = 5,45 * (5/4,8) \approx 5,7 \text{ cm}$  (a l'échelle)  $\Rightarrow$   
 $G_0G_3 \approx 0,06 \text{ m}$
- $G_4G_8 = 6,9 \text{ cm} \Rightarrow G_4G_8 = 6,9 * (5/4,8) \approx 7,2 \text{ cm}$  (a l'échelle)  $\Rightarrow$   
 $G_4G_8 \approx 0,07 \text{ cm}$

$$\Rightarrow V_G = \frac{G_0G_3}{0,3} \approx 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow V_{G'} = \frac{G_4G_8}{0,4} \approx 0,18 \text{ m/s}^2$$

3. On remarque que  $V_G \approx V_{G'}$ , ce qui signifie que G a un mouvement rectiligne uniforme et donc G est l'origine d'un référentiel barycentrique.

- On note **G** le centre d'inertie du système.

*On appelle référentiel barycentrique ( $R_b$ ) relatif au référentiel ( $R$ ), le référentiel de centre **G** et animé d'un mouvement de translation à la vitesse  $\vec{v}(G)$  par rapport à ( $R$ ).*

4. Soit avant le choc :

$$v_{\rightarrow AG} = \frac{|A_3G_3 - A_0G_0| \cdot \left(\frac{5}{4,8}\right) \cdot 10^{-2}}{0.3} \approx 0,06 \text{ m/s}^{-1}$$

$$v_{\rightarrow BG} = \frac{|B_3G_3 - B_0G_0| \cdot \left(\frac{5}{4,8}\right) \cdot 10^{-2}}{0.3} \approx 0,09 \text{ m/s}^{-1}$$

5. Soit après le choc :

$$v_{\rightarrow AG'} = \frac{|A_8G_8 - A_4G_4| \cdot \left(\frac{5}{4,8}\right) \cdot 10^{-2}}{0.4} \approx 0,05 \text{ m/s}^{-1}$$

$$v_{\rightarrow BG'} = \frac{|B_8G_8 - B_4G_4| \cdot \left(\frac{5}{4,8}\right) \cdot 10^{-2}}{0.4} \approx 0,07 \text{ m/s}^{-1}$$

6. Soit  $\overrightarrow{pAG}$  et  $\overrightarrow{pBG}$ , les deux vecteurs quantité de mouvement des mobiles A et B avant le choc dans le référentiel barycentrique.

- $\overrightarrow{pAG} = m_A \cdot v_{\rightarrow AG} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m/s}$
- $\overrightarrow{pBG} = m_B \cdot v_{\rightarrow BG} = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m/s}$

7. Soit  $\overrightarrow{pAG'}$  et  $\overrightarrow{pBG'}$ , les deux vecteurs quantité de mouvement des mobiles A et B après le choc dans le référentiel barycentrique.

- $\overrightarrow{pAG'} = m_A \cdot v_{\rightarrow AG'} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m/s}$
- $\overrightarrow{pBG'} = m_B \cdot v_{\rightarrow BG'} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m/s}$

8.

$$\|\vec{p}_{total}\| = \|\vec{p}_{AG}\| + \|\vec{p}_{BG}\| = 9.10^{-2} + 8,7.10^{-2} = 0,177 \text{ kg.m/s}$$

$$\|\vec{p}'_{total}\| = \|\vec{p}_{AG'}\| + \|\vec{p}_{BG'}\| = 7,5.10^{-2} + 7,3.10^{-2} = 0,148 \text{ kg.m/s}$$

Les deux quantités de mouvement sont approximativement égale (du aux erreurs de mesures et aux approximations de calculs).

9.

D'après le cours, si le choc est élastique dans le référentiel du laboratoire, l'énergie cinétique se conserve dans le référentiel barycentrique.

Energie cinétique => Vitesse conservées => Quantités de mouvement constantes.

Donc, dans le référentiel barycentrique, la quantité de mouvement totale ne varie pas.

