TP PHYSIQUE 1

LES LOIS DE LA DYNAMIQUE

CONSERVATOIRE DE LA QUANTITE DE

MOUVEMENT

Perle BAUMGARTEN

Timothé DOUMARD

François-Guillaume FLEITZ-HORDE

Karan PATEL

Le but de ce TP est de vérifier les 3 lois de Newton ainsi que la loi de conservation de la quantité de mouvement. Pour ce faire, nous allons procéder à un choc entre deux mobiles disposés sur une table à coussin d'air.

1ère partie : lois de Newton

1) Quelle est la nature du mouvement des mobiles A et B, dans la 1èrephase et la 2èmephase des mobiles A et B. Justifiez

La nature du mouvement des mobiles A et B dans la première phase, c'est-à-dire avant le choc, est rectiligne uniforme car les points créés sont alignés et à égale distance les uns des autres.

De même la nature du mouvement des mobiles A et B lors de la deuxième phase, c'est-à-dire après le choc, est rectiligne uniforme.

On peut ainsi en déduire le principe d'inertie, soit la première loi de Newton :

Dans le cas d'un mouvement rectiligne uniforme

$\sum_{\overrightarrow{Fext}} = \vec{0}$

2)Déterminer le vecteur quantité de mouvement dans la première phase et la deuxième phase des mobiles A et B

	Avant Le Choc
Mobile A	$Va = \frac{A0A3}{3\tau} = 0,193\ m/s$ $Pa = mA.Va = 0.290\ Kgm/s$
Mobile B	$Vb = \frac{B0B3}{3\tau} = 0,211\ m/s$ $Pb = mbVb = 0.211\ Kgm/s$

	Après Le Choc
Mobile A	$Va = \frac{A4A8}{4\tau} = 0,158\ m/s$ $Pa = mA.Va = 0.290\ Kgm/s$
Mobile B	$Vb = \frac{B0B3}{3\tau} = 0,211\ m/s$ $Pb = mbVb = 0.211\ Kgm/s$

3) Déterminer la variation du vecteur quantité de mouvement de chaque mobile A et B

$\overrightarrow{\Delta pa}=\overrightarrow{pa'}-\overrightarrow{pa}$

$\overrightarrow{\Delta b}=\overrightarrow{pb'}-\overrightarrow{pb}$

Par lecture graphique :

Δp_a =15,51.10^{-2} kg.m.s^{-1} Δp_B=15,75.10^{-2} kg.m.s^{-1}

4) Représenter les forces d'interaction agissant sur A d'une part et sur B d'autre part pendant le choc

On a :

$\vec{F}_{A/b}$ =m_A*$\vec{a}_A$ =$\frac{d\overrightarrow{pa}}{dt} \approx \frac{\overrightarrow{\Delta Pa}}{\Delta t}$

$\vec{F}_{A/B} \approx \frac{\overrightarrow{\Delta Pb}}{\Delta t}$

Or $\overrightarrow{\mathrm{FB/A}}$ + $\overrightarrow{\mathrm{FA/B}}$ =$\vec{0}$

D'où $\overrightarrow{\Delta \mathrm{pA}}$ +$\overrightarrow{\Delta \mathrm{pB}}$=$\vec{0}$

Ainsi

$F_{A/b}$ =$\frac{\Delta \mathrm{pA}}{\Delta t}$=$\frac{15{,}5.10^{-2}}{0.1}$ =1.55 N

$F_{B/A}$ = $\frac{\Delta \mathrm{pB}}{\Delta t}$ =$\frac{15.75.10^{-2}}{0.1}$ = 1.57 N

5) Conclusion

On a ici $F_{B/A} \approx F_{A/B}$
Cela confirme donc la 3eme loi de Newton.

6. Déterminer et représenter le vecteur accélération de chaque mobile :

a_A= $\frac{\mathrm{FA/B}}{\mathrm{mA}}$ = $\frac{1.57}{1.5}$ =1.04m.s

$a_B = \frac{FA/B}{mB} = \frac{1.5}{1} = 1.5\ m.s^{-2}$

7.Conclusion :

L'accélération n'est pas égale en fonction du mobile. De plus, le mobile le plus léger est le mobile B donc, est le plus accéléré. En effet, cette différence d'accélération provient de la différence de masse entre les deux mobiles.

2EME PARTIE: CONSERVATION DE LA QUANTITE DE MOUVEMENT

1. Déterminer le vecteur quantité de mouvement total des mobiles A et b avant le choc et le représenter :

$$\overrightarrow{ptotal} = \overrightarrow{pa} + \overrightarrow{pb}$$

.

2. Déterminer le vecteur quantité de mouvement total des mobiles A et b après le choc et le représenter :

$$\overrightarrow{ptotal'} = \overrightarrow{pa'} + \overrightarrow{pb'}$$

3. Déterminer leurs normes. Précisez votre méthode et justifiez. Conclusion:

$p_{total} = m_A.V_A + m_B.V_B$
$= 50,1.10^{-2} kg.m.s^{-1}$

$p_{total}' = m_A.V_A' + m_B.V_B'$
$= 46,9.10^{-2} kg.m.s^{-1}$

De façon graphique, on a $p_{total} \approx p_{total}'$.
$p_{total} = 44,5.10^{-2} kg.m.s^{-1}$
$p_{total}' = 45.10^{-2} kg.m.s^{-1}$

4. Que peut-on dire des directions et sens des deux vecteurs :

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

5.Conclusion:

On a donc une conservation de la quantité de mouvement, c'est donc un choc élastique.

3EME PARTIE: CONSERVATION DE L'ENERGIE CINETIQUE TOTALE

1.Déterminer l'énergie cinétique totale des deux mobiles avant et après le choc. Faire un tableau:

	Mobile A	Mobile B	Mobile A'	Mobile B'
Energie cinétique	$E_{CA} = \frac{1}{2}.m_A.V_A^2$ $E_{CA} = 27{,}9.10^{-2}$ J	$E_{CB} = \frac{1}{2}.m_B.V_B^2$ $E_{CB} = 22{,}2.10^{-2}$ J	$E_{CA}' = \frac{1}{2}.m_A.V_A'^2$ $E_{CA}' = 18{,}7.10^{-3}$ J	$E_{CB}' = \frac{1}{2}.m_A.V_B'^2$ $E_{CB}' = 26{,}9.10^{-3}$ J
Energie cinétique totale	$E_C = 50{,}1.10^{-3}$ J		$E_C' = 45{,}6.10^{-3}$ J	

2 .Quelle est la nature du choc. Justifiez:

On constate une erreur relative d'entre 9% et 10%, provenant d'erreurs de mesure ou d'approximation. On peut donc considérer ce choc comme parfaitement élastique car on a une conservation de l'énergie cinétique.

4EME PARTIE: LE REFERENTIEL BARYCENTRIQUE

1.Déterminer le centre d'inertie du système formé par les masses m_A et m_B à t = t0 jusqu'à t = 8. On appellera les barycentres G0, G1,..G8:

Pour t=0, $\overrightarrow{OG0} = \frac{\sum mi*Fi}{\sum mi} = \frac{ma.\overrightarrow{AoAo}+mb.\overrightarrow{AoBo}}{ma+mb} = \frac{mb}{ma+mb}.\overrightarrow{AoBo} = 0.4.\overrightarrow{AoBo}$

Ainsi :

$\overrightarrow{OG_1} = 0,4.\overrightarrow{A_1B_1}$
$\overrightarrow{OG_2} = 0,4.\overrightarrow{A_2B_2}$
$\overrightarrow{OG_4} = 0,4.\overrightarrow{A_4B_4}$
$\overrightarrow{OG_5} = 0,4.\overrightarrow{A_5B_5}$
$\overrightarrow{OG_6} = 0,4.\overrightarrow{A_6B_6}$
$\overrightarrow{OG_7} = 0,4.\overrightarrow{A_7B_7}$
$\overrightarrow{OG_8} = 0,4.\overrightarrow{A_8B_8}$

2.Déterminer la vitesse du centre d'inertie VG du système AB avant et après le choc:

Graphiquement :

$V_G = \frac{G0G1}{3\tau} = \frac{6.4.10^{-2}}{3.0,1} = 21.10^{-2} m.s^{-1}$

$V_{G'} = \frac{G4G8}{4\tau} = \frac{7,6.10*}{4.0,1} = 19.10\text{-}2\ m.s^{-1}$

3 Conclusion. Précisez ce qu'est un référentiel barycentrique :

On constate $V_G \approx V_G$', donc G a un mouvement rectiligne uniforme donc c'est l'origine d'un référentiel barycentrique. Un référentiel barycentrique estun référentiel d'origine un centre de masse G en translation par rapport à un référentiel galiléen.

4) Déterminer les vecteurs vitesse VAG et VBG dans le référentiel barycentrique des mobiles A et B avant le choc :

Graphiquement :

$V_{AG} = \frac{G0A0 - G3A3}{3*\tau} = \frac{2.26.10-2}{3*0.1} = 7.5*10^{-2}\ m.s^{-1}$

$V_{BG} = \frac{G0B0 - G3B3}{3\tau} = \frac{7.6*10-2}{4.0,1} = 19.10^{-2}\ m.s^{-1}$

5). Déterminer les vecteurs vitesse VAG’ et VBG’ dans le référentiel barycentrique des mobiles A et B après le choc :

Graphiquement :

$V_{AG'}= \frac{G4A-G8A8}{4\tau} = \frac{2.693.10^{-2}}{4.0,1} = 6.73.10^{-2}\ 3.s^{-1}$

$V_{BG'}= \frac{G4B4-G8B8}{4\tau} = \frac{2.46.10^{-2}}{4.0,1} = 6.16.10^{-2}\ m.s^{-1}$

6). Déterminer les vecteurs quantité de mouvement pAG et pBG des masses A et B avant le choc dans le référentiel barycentrique et les représenter :

$P_{AG} = m_A.V_{AG}$ = 1,5.7,5. 10−2 = 11,25. 10−2 kg.m.s-1

$P_{BG} = m_B.V_{BG}$ = 1,0.6. 10−2 = 6. 10−2 kg.m.s-1

7. Déterminer les vecteurs quantité de mouvement des masses A et B après le choc dans le référentiel barycentrique et les représenter :

$P_{AG'} = m_A.V_{AG'}$ = 1,5.6, 73. 10−2 = 10 ,95. 10−2 kg.m.s-1

$P_{BG'} = m_B.V_{BG'}$ = 1,0.6, 16. 10−2 = 6,12. 10−2 kg.m.s-1

8. Que peut-on dire du vecteur quantité de mouvement total avant et après le choc dans le référentiel barycentrique :

$p_{total} = p_{AG} + p_{BG} = 17,35.\ 10^{-2}$ kg.m.s-1

$p_{total'} = p_{AG'} + p_{BG'} = 17,11.\ 10^{-2}$ kg.m.s-1

On constate $p_{total} \approx p_{total'}$ Donc le vecteur quantité de mouvement total est constant durant le choc dans le référentiel barycentrique.

9. Le démontrer :

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

Donc si l’énergie cinétique se conserve, alors les vitesses se conservent également (ici les masses restent inchangés). D’où les quantités de mouvement seront donc constantes. Ainsi, dans le référentiel barycentrique, on a la quantité de mouvement totale constante.

5EME PARTIE : CHOC ENTRE UN MOBILE ET UN FIL

1. Déterminer la variation du vecteur quantité de mouvement D mobile

On calcule VA, VA’, pA et pA’ puis on trouve Δp_A graphiquement.

On trouve VA = $\frac{16,210^{-2}}{700,1}$= 23,14.10-2 m.s-1

On trouve V_A’ = $\frac{14.10^{-2}}{7.0,1}$= 20.10-2 m.s-1

$P_A = m_A.V_A$ = 34,71.10-2 kg.m.s-1

$P_{A'} = m_A.V_{A'}$ = 30.10-2 kg.m.s-1

$\Delta\overrightarrow{Pa}$=$\overrightarrow{Pa'}$-$\overrightarrow{Pa}$

On a donc Δ_{pA}= 54.10^{-2} $kg.m.s^{-1}$

2.Représenter les forces d’interaction agissant sur le mobile d’une part et sur le fil d’autre part pendant le choc :

$F_{A/fil} = \frac{\Delta Pa}{\Delta} = \frac{54,1.10^{-2}}{0,1} = 5.41$ N

$F_{fil/A} = -F_{A/fil} = 5.41$ N

On confirme ici la troisième loi de Newton