RAPPORT DE LABORATOIRE

PHY 1521

LABORATOIRE 3 :

Conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement

Tchiba Jennifer Soura
300100931

Date : 23 Novembre 2020

1) **<u>Boules en chute libre</u>**

Calcul 2a

Valeur moyenne du temps pris pour toucher l'eau :

- Pour la boule de Pétanque
  - A m = 3,0

$$\mathrm{T}moy = \frac{0{,}77 + 0{,}78 + 0{,}76}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 0{,}77 \text{ s}}$

  - A m = 5,0

$$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}00 + 1{,}02 + \ + 0{,}98}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}00 \text{ s}}$

  - A m = 7,5

$$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}22 + 1{,}26 + 1{,}22}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}23 \text{ s}}$

  - A m = 10,0

$$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}39 + 1{,}40 + 1{,}43}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}41 \text{ s}}$

- Pour la boule de Plomb
  - A m = 3,0

$$\mathrm{T}moy = \frac{0{,}78 + 0{,}78 + 0{,}77}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 0{,}78 \text{ s}}$

  - A m = 5,0

$$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}01 + 1{,}00 + 0{,}99}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}00 \text{ s}}$

  - A m = 7,5

$$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}24 + 1{,}26 + 1{,}22}{3}$$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}24 \text{ s}}$

  - A m = 10,0

$\mathrm{T}moy = \frac{1{,}44 + 1{,}43 + 1{,}43}{3}$

$\underline{\mathrm{T}moy = 1{,}43 \text{ s}}$

Calcul 1b

Vitesse maximale moyenne

h = $\frac{vt}{2}$ donc $\mathrm{V}moy = \frac{2h}{Tmoy}$

- Pour la boule de Pétanque

  -A m = 3,0

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 3{,}0}{0{,}77}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 7{,}79 \text{ m/s}}$

- A m = 5,0

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 5{,}0}{1}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 10{,}00 \text{ m/s}}$

- A m = 7,5

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 7{,}5}{1{,}23}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 12{,}20 \text{ m/s}}$

- A m = 10,0

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 10{,}0}{1{,}41}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 14{,}\ 18 \text{ m/s}}$

- Pour la boule de Plomb
  - A m = 3,0

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 3{,}0}{0{,}78}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 7{,}69 \text{ m/s}}$

  - A m = 5,0

$\mathrm{V}moy = \frac{2\ x\ 5{,}0}{1}$

$\underline{\mathrm{V}moy = 10{,}00 \text{ m/s}}$

- A m = 7,5

$$Vmoy = \frac{2 \ x \ 7,5}{1,24}$$

$\underline{Vmoy = \ 12,10 \ m/s}$

- A m = 10,0

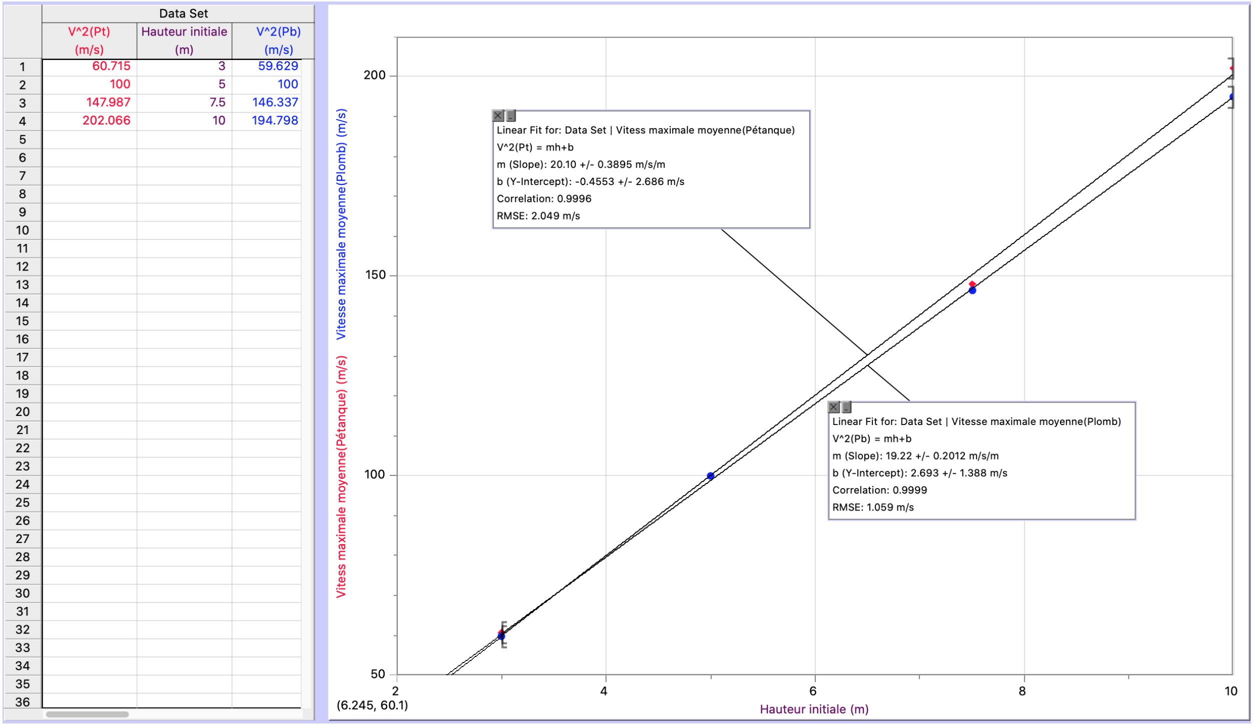
$$Vmoy = \frac{2 \ x \ 10,0}{1,43}$$

$\underline{Vmoy = \ 14,00 \ m/s}$

Tableau 1

Type de boule	Masse de la boule kg	Hauteur initiale (±0,1 m)	Temps moyen pris (secondes)	Vitesse moyenne maximale (secondes)
Boule de Petanque	(0,95 ± 0,05)	3,0	0,770	7,792
		5,0	1,000	10,000
		7,5	1,233	12,165
		10,0	1,407	14,215
Boule de Plomb	(5,40 ± 0,10)	3,0	0,777	7,722
		5,0	1,000	10,000
		7,5	1,240	12,097
		10,0	1,433	13,957

Graphique 1



<u>Vitesse maximale moyenne (v^2) en fonction de la hauteur initiale (h) pour chacune des boules</u>

Calcul 1c

Valeur expérimentale de l'accélération gravitationnelle g_{exp} (et son incertitude) pour chaque type de boule :

- Pour la boule de Pétanque

D'après le graphique 1 on a, $v^2 = mh + b$. Or, on sait que $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ alors on a $v^2 = 2gh$. Par identification on obtient que $2g = m$ d'ou $g = \frac{1}{2}m$

avec $m = 20{,}10 \pm 0{,}39$ m/s^2

$g = \frac{1}{2}20{,}10$

<u>$g = 10{,}05$ m/s^2</u>

$\Delta g = \sqrt{\frac{1}{4}\Delta m^2}$

$\Delta g = \sqrt{\frac{1}{4}0,39}^{\,2}$

$\Delta g =$ 0,195 m/s^2

Donc on a g= (10,05 ±0,20) m/s^2

- Pour la boule de Plomb

D'après le graphique 1 on a, v^2 = mh + b. Or, on sait que mgh = $\frac{1}{2}$mv^2 alors on a v^2 = 2gh. Par identification on obtient que 2g = m d'ou g = $\frac{1}{2}$m

avec m = 19,22 ±0,20

g = $\frac{1}{2}$19,22

g = 9,61 m/s^2

$\Delta g = \sqrt{\frac{1}{4}\Delta m}^{\,2}$

$\Delta g = \sqrt{\frac{1}{4}0{,}20}^{\,2}$

$\Delta g =$ 0,1 m/s^2

Donc on a g= (9,61 ±0,10) N.s/m^2

Question 1a

Comparons g_{exp} avec la valeur théorique g = 9,8 m/s^2

- Pour la boule de Pétanque

%erreur = $\left|\frac{theorique - experimentale}{theorique}\right|$x 100

%erreur = $\left|\frac{9{,}8 - 10{,}05}{9{,}8}\right|$x 100

%erreur = 2,55 %

L'erreur entre les deux valeurs est assez faible. Donc , notre valeur expérimentale est en accord avec notre valeur théorique.

- Pour la boule de Plomb

%erreur = $\left|\frac{theorique - experimentale}{theorique}\right|$x 100

%erreur = $\left|\frac{9,8 - 9,61}{9,8}\right|$x 100

<u>%erreur = 1,94 %</u>

L'erreur entre les deux valeurs est assez faible. Donc , notre valeur expérimentale est en accord avec notre valeur théorique.

- Les pourcentages d'erreur et de différence de la boule de plomb sont plus petits que ceux de la boule de Petanque donc la boule de Plomb donne une valeur plus exacte

Calcul 1d

- Incertitude de la vitesse maximale moyenne

h = 7,5 ±0,1 m et T_{moy} = 1,24±0,01 s et V_{moy} = 12,097 m/s

Vmoy = $\frac{2h}{Tmoy}$

ΔVmoy = $\sqrt{(\frac{2}{T_{moy}})^2 \Delta_h^{\ 2} + (\frac{-2h}{T_{moy}}) \Delta T_{moy}^{\ 2}}$

ΔVmoy = $\sqrt{(\frac{2}{1,24})^2 0,1^2 + (\frac{-2\ x\ 7,5}{1,24}) 0,01^2}$

ΔVmoy = 0,187 m/s^2

Donc on a Vmoy <u>= (12,1 ±0,2) m/s</u>^{2}

- Calculez l'énergie cinétique maximale moyenne (and son incertitude) pour la boule de plomb lorsqu'elle est lâchée d'une hauteur de 7,5 m m = 5,40$\pm$0,10 kg et Vmoy = 12,1$\pm$0,2 m/s

$K_{Plomb} = \frac{1}{2} mv^2$

$K_{Plomb} = \frac{1}{2} 5,40 \times 12,097^2$

$\underline{K_{Plomb} = 395,11 \text{ J}}$

$\Delta K_{Plomb} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} v^2\right)^2 \Delta m^2 + (mv)^2 \Delta v^2}$

$\Delta K_{Plomb} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} 12,1^2\right)^2 0,1^2 + (5,4 \, x \, 12,1)^2 0,2^2}$

$\Delta \underline{K_{Plomb} = 15,04 \text{ J}}$

Donc on a $\Delta \underline{K_{Plomb} = (395,11 \pm 15,04) \text{ J}}$

Calcul 1e

Énergie potentielle initiale (et son incertitude) pour la boule de plomb lorsqu'elle est lâchée d'une hauteur de 7,5 m

m = 5,40$\pm$0,10 kg et h = 7,5$\pm$0,1 m

U_{Plomb} = mgh =5,4 x 9,8 x 7,5

$\underline{U_{Plomb} = 396,9 \text{ J}}$

$\Delta U_{Plomb} = \sqrt{(gh)^2 \Delta m^2 + (gm)^2 \Delta h^2}$

$\Delta U_{Plomb} = \sqrt{(9,8 \, x \, 7,5)^2 0,1^2 + (9,8 \, x \, 5,4)^2 0,1^2}$

$\Delta \underline{U_{Plomb} = 9,06 \text{ J}}$

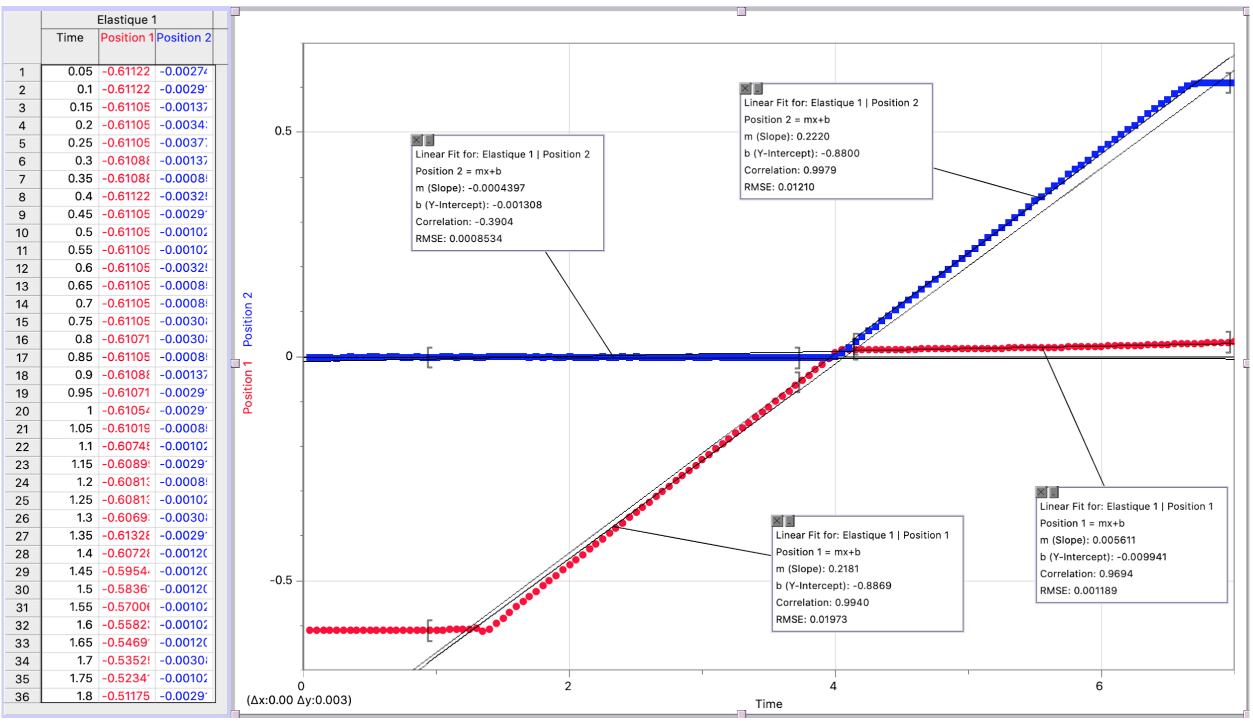
Donc on a $\Delta \underline{U_{Plomb} = (396,9 \pm 9,1) \text{ J}}$

Question 1b

En comparant les deux calculs d'énergie cinétique et d'énergie potentielle, on constate que les deux énergies n’ont pas les mêmes valeurs. Donc l'énergie n’est pas conservée.

2) Collision en une dimension

Graphique 2a



	Elastique 1		
	Time	Position 1	Position 2
1	0.05	-0.61122	-0.00274
2	0.1	-0.61122	-0.0029
3	0.15	-0.61105	-0.00137
4	0.2	-0.61105	-0.0034
5	0.25	-0.61105	-0.0037
6	0.3	-0.6108	-0.00137
7	0.35	-0.6108	-0.0008
8	0.4	-0.61122	-0.0032
9	0.45	-0.61105	-0.0029
10	0.5	-0.61105	-0.0010
11	0.55	-0.61105	-0.0010
12	0.6	-0.61105	-0.0032
13	0.65	-0.61105	-0.0008
14	0.7	-0.61105	-0.0008
15	0.75	-0.61105	-0.0030
16	0.8	-0.61071	-0.0030
17	0.85	-0.61105	-0.0008
18	0.9	-0.6108	-0.00137
19	0.95	-0.61071	-0.0029
20	1	-0.6105	-0.0029
21	1.05	-0.6101	-0.0008
22	1.1	-0.6074	-0.0010
23	1.15	-0.6089	-0.0029
24	1.2	-0.6081	-0.0008
25	1.25	-0.6081	-0.0010
26	1.3	-0.6069	-0.0030
27	1.35	-0.6132	-0.0029
28	1.4	-0.6072	-0.0012
29	1.45	-0.5954	-0.0012
30	1.5	-0.5836	-0.0012
31	1.55	-0.5700	-0.0010
32	1.6	-0.5582	-0.0010
33	1.65	-0.5469	-0.0012
34	1.7	-0.5352	-0.0030
35	1.75	-0.5234	-0.0010
36	1.8	-0.51175	-0.0029

Position du planeur 1 et du planeur 2 avant et après collision en fonction du temps(collision élastique)

Calcul 2a

- Quantité de mouvement totale des planeurs avant collision

$m_1 =$ 0,1914 kg et $v_{1i} = m =$ 0,2181 m/s avec m la pente

$m_2 =$ 0,1919 kg et $v_{2i} = 0$ m/s

$P_i = p_{1i} + p_{2i} = m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i}$

$P_i = 0,1914 \times 0,2181 + 0,1919 \times 0$

$\underline{P_i = 0,0417}$

- Quantité de mouvement après la collision élastique

$m_1 = 0,1914$ kg et $v_{1f} = m = 0,0056$ m/s

$m_2 = 0,1919$ kg et $v_{2f} = 0,2220$ m/s

$P_f = p_{1f} + p_{2f} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$

$P_f = 0,1914 \times 0,0056 + 0,1919 \times 0,2220$

$\underline{P_f = 0,0437}$

- Comparaison entre P_f et P_i

$$\%change = \left|\frac{P_i - P_f}{P_i}\right| \times 100$$

$$\%change = \left|\frac{0,0417 - 0,0437}{0,0417}\right| \times 100$$

$\%change = 4,80\ \%$

En se basant sur la conservation de la quantité de mouvement, nous attendons à ce que pour une collision élastique la quantité de mouvement soit conservée. Le pourcentage de changement nous donne une valeur faible mais non nulle donc la quantité de mouvement n’est pas entièrement conservée mais plutôt partiellement.

Calcul 2b

- Énergie cinétique avant collision

$m_1 = 0,1914$ kg et $v_{1i} = m = 0,2181$ m/s avec m la pente

$m_2 = 0,1919$ kg et $v_{2i} = 0$ m/s

$K_i = \frac{1}{2}(m_1 v_{1i}^2 + m_2 v_{2i}^2)$

$K_i = \frac{1}{2}(0,1914 \times 0,2181^2 + 0,1919 \times 0)$

$\underline{K_i = 0,0046 \text{ m/s}}$

- Énergie cinétique après collision

$m_1 = 0{,}1914$ kg et $v_{1f} = 0{,}0056$ m/s

$m_2 = 0{,}1919$ kg et $v_{2f} = 0{,}2220$ m/s

$K_f = \frac{1}{2}(m_1 v_{1f}^2 + m_2 v_{2f}^2)$

$K_f = \frac{1}{2}(0{,}1914 \text{ x } 0{,}0056^2 + 0{,}1919 \text{ x } 0{,}2220^2)$

$\underline{K_f = 0{,}0047 \text{ m/s}}$

- Comparaison de K_i et K_f

$\%change = \left|\frac{K_i - K_f}{K_i}\right| \text{x } 100$

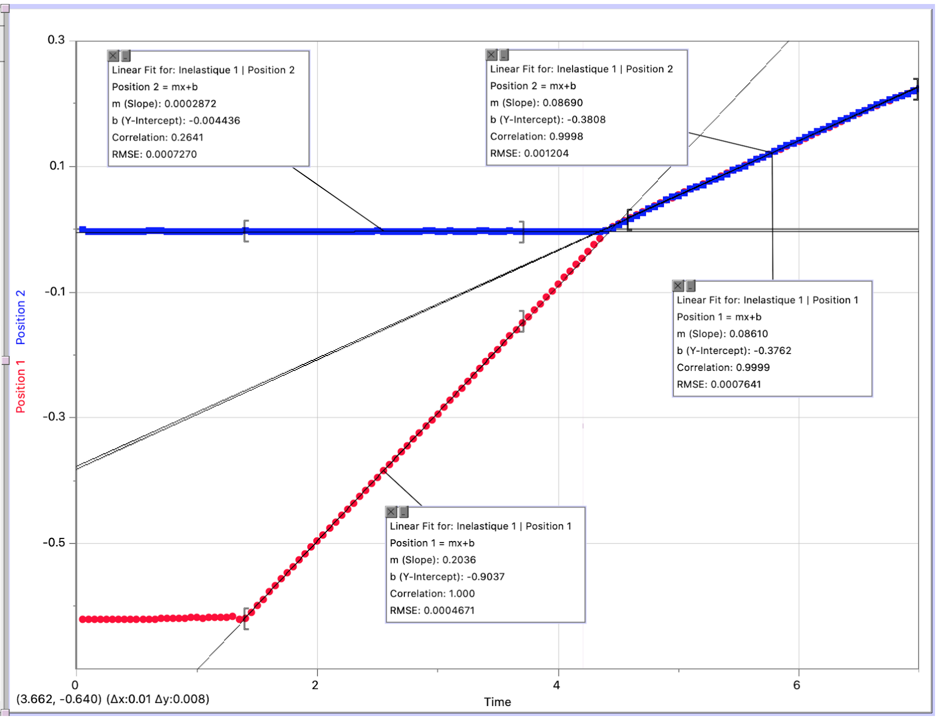
$\%change = \left|\frac{0{,}0046 - 0{,}0047}{0{,}0046}\right| \text{x } 100$

%change = 2 %

En se basant sur la conservation de l'énergie cinétique, nous attendons à ce que pour une collision élastique l'énergie cinétique soit conservée. Le pourcentage de changement nous donne une valeur faible mais non nulle donc la quantité de mouvement n'est pas entièrement conservée mais plutôt partiellement.

Graphique 2b

	Inelastique 1		
	Time	Position 1	Position 2
58	2.9	-0.313502	-0.002058
59	2.95	-0.3037265	-0.002058
60	3	-0.2934365	-0.0042875
61	3.05	-0.2831465	-0.0042875
62	3.1	-0.2728565	-0.0018865
63	3.15	-0.2625665	-0.004116
64	3.2	-0.2526195	-0.0039445
65	3.25	-0.2423295	-0.004116
66	3.3	-0.231868	-0.0039445
67	3.35	-0.221578	-0.002058
68	3.4	-0.2111165	-0.0022295
69	3.45	-0.2011695	-0.003773
70	3.5	-0.1908795	-0.0039445
71	3.55	-0.180418	-0.003773
72	3.6	-0.170128	-0.002058
73	3.65	-0.1600095	-0.0039445
74	3.7	-0.1497195	-0.004116
75	3.75	-0.139258	-0.0042875
76	3.8	-0.128968	-0.0039445
77	3.85	-0.1185065	-0.003773
78	3.9	-0.1085595	-0.0042875
79	3.95	-0.098098	-0.004116
80	4	-0.0876365	-0.004116
81	4.05	-0.077175	-0.0039445
82	4.1	-0.0667135	-0.0039445
83	4.15	-0.056595	-0.003773
84	4.2	-0.0461335	-0.003773
85	4.25	-0.035672	-0.003773
86	4.3	-0.0252105	-0.003773
87	4.35	-0.015092	-0.003773
88	4.4	-0.0025725	-0.002401
89	4.45	0.0036015	0.0025725
90	4.5	0.0087465	0.007889
91	4.55	0.01372	0.0125195
92	4.6	0.018179	0.0169785
93	4.65	0.022981	0.0217805



<u>Position du planeur 1 et du planeur 2 avant et après collision en fonction du temps(collision inélastique)</u>

Calcul 2c

- Étude la quantité de mouvement
  - Quantité de mouvement totale des planeurs avant collision

$m_1 =$ 0,1914 kg et $v_{1i} = m =$ 0,2036 m/s avec m la pente

$m_2 =$ 0,1919 kg et $v_{2i} = 0$ m/s

$P_i = p_{1i} + p_{2i} = m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i}$

$P_i = 0{,}1914 \times 0{,}2036 + 0{,}1919 \times 0$

<u>$P_i = 0{,}0390$</u>

  - Quantité de mouvement après la collision élastique

$m_1 =$ 0,1914 kg et $v_{1f} = v_{2f} = m = 0{,}0861$ m/s

$m_2 =$ 0,1919 kg

$P_f = p_{1f} + p_{2f} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$

$P_f = 0,1914 \text{ x } 0,0861 + 0,1919 \text{ x } 0,0861$

$\underline{P_f = 0,0330}$

- Comparaison entre P_f et P_i

$\%change = \left|\frac{P_i - P_f}{P_i}\right| \text{x } 100$

$\%change = \left|\frac{0,0390-0,0330}{0,0390}\right| \text{x } 100$

$\%change = 15,38\ \%$

En se basant sur la conservation de l'énergie cinétique, nous attendons à ce que pour une collision élastique l'énergie cinétique soit conservée. Le pourcentage de changement nous donne une valeur très élevée donc la quantité de mouvement n'est pas conservée .

- Etude de l'énergie cinétique
  - Énergie cinétique avant collision

$m_1 = 0,1914$ kg et $v_{1i} = m = 0,2036$ m/s avec m la pente

$m_2 = 0,1919$ kg et $v_{2i} = 0$ m/s

$K_i = \frac{1}{2}(m_1 v_{1i}^2 + m_2 v_{2i}^2)$

$K_i = \frac{1}{2}(0,1914 \text{ x } 0,2036^2 + 0,1919 \text{ x } 0)$

$\underline{K_i = 0,0040 \text{ m/s}}$

- Énergie cinétique après collision

$m_1 = 0,1914$ kg et $v_{1f} = = v_{2f} = m = 0,0861$ m/s

$m_2 = 0,1919$ kg

$K_f = \frac{1}{2}(m_1 v_{1f}^2 + m_2 v_{2f}^2)$

$K_f = \frac{1}{2}(0,1914 \text{ x} 0,0861^2 + 0,1919 \text{ x} 0,0861^2)$

$\underline{K_f = 0{,}0014 \text{ m/s}}$

- Comparaison de K_i et K_f

$$\%change = \left| \frac{K_i - K_f}{K_i} \right| x\ 100$$

$$\%change = \left| \frac{0{,}0040 - 0{,}0014}{0{,}0040} \right| x\ 100$$

%change = 65 %

En se basant sur la conservation de l'énergie cinétique, nous attendons à ce que pour une collision élastique l'énergie cinétique soit conservée. Le pourcentage de changement nous donne une valeur très élevée donc la quantité de mouvement n’est pas conservée .