

Partie 1: Etude d'une trajectoire parabolique

Le fichier *data_parabolique.csv* contient les données de la trajectoire d'un projectile ponctuel dans le champ de pesanteur (la résistance de l'air est négligée).

Dans cette expérience, on a enregistré la trajectoire d'une boule de pétanque de **750 grammes**, lancée avec une vitesse initiale de **6 m/s** et un angle de 60° vers le haut (mesuré par rapport à la surface horizontale du sol).

Le mouvement est repéré dans le référentiel terrestre. Ce référentiel est muni d'un repère orthonormé (O,x,y,z).

Les unités seront prises dans le système international:

- t en s
- x et z en m
- vx et vz en m/s
- Ec, Ep, et Em en J

1. Executer la cellule suivante pour charger les données:

In [1]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
data = pd.read_csv("data_parabolique.csv", sep=";")
data
```

Out[1]:

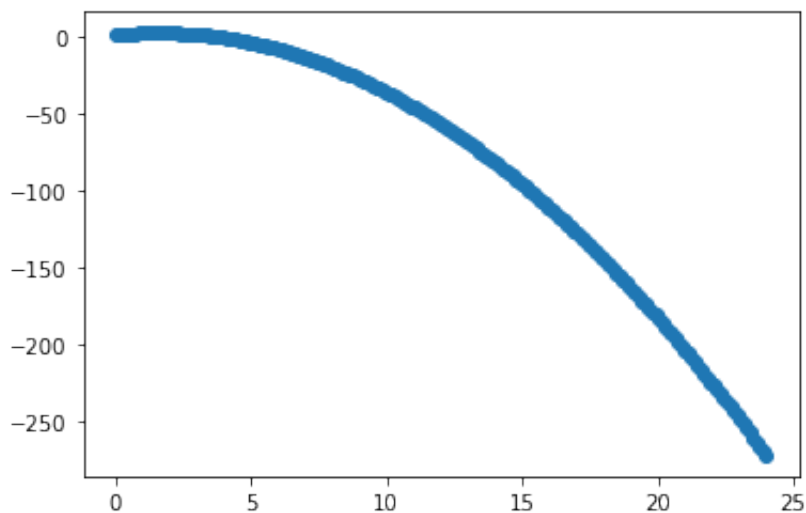
	t	x	z	vx	vz
0	0.00	0.00	1.00	3	5.20
1	0.04	0.12	1.20	3	4.80
2	0.08	0.24	1.38	3	4.41
3	0.12	0.36	1.55	3	4.02
4	0.16	0.48	1.71	3	3.63
...
196	7.84	23.52	-259.75	3	-71.71
197	7.88	23.64	-262.63	3	-72.11
198	7.92	23.76	-265.52	3	-72.50
199	7.96	23.88	-268.43	3	-72.89
200	8.00	24.00	-271.35	3	-73.28

201 rows × 5 columns

1. Rechercher la valeur de la hauteur initiale de la boule. Noter cette valeur sur le cahier.

1. Executer ensuite la cellule suivante, pour afficher le graphique de la trajectoire.

```
In [2]: plt.scatter(data.x,data.z)  
plt.show()
```



1. Rechercher la hauteur maximale atteinte par la boule.

Aide: la valeur maximale d'une colonne s'obtient grace à la fonction `max` :

Exemple: dans une cellule python

```
max(data.t)  
# affiche 8.0
```

```
In [3]: max(data.z)
```

Out[3]: 2.38

1. Rechercher la portée du lancé (endroit où la boule touche le sol)

```
In [4]: max(data.x)
```

Out[4]: 24.0

1. Faire alors un schéma paramétré de l'expérience sur votre cahier.

Partie 2: Conservation de l'Energie Mécanique

Energie cinétique

Pour un objet de masse m et de vitesse v :

$$Ec = 0.5 * m * v^2$$

Energie potentielle

Pour un objet de masse m situé à une hauteur z dans le champ de pesanteur d'intensité g :

$$Ep = m * g * h + Constante$$

Souvent, cette constante sera prise comme égale à zéro.

1. Ajouter aux données du dataframe les colonnes:

- $v2$: somme des carrés des vitesses v_x et v_z , $v2 = vx^2 + vz^2$
- Ec
- Ep

Aide: L'exposant s'écrit en python avec 2 étoiles `**` :

```
3**2  
# affiche 9
```

```
In [6]: data["v2"] = data.vx**2 + data.vz**2  
data["Ec"] = 0.5 * 0.750 * data.v2  
data["Ep"] = 0.750 * 9.81 * data.z  
data
```

Out[6]:

	t	x	z	vx	vz	v2	Ec	Ep
0	0.00	0.00	1.00	3	5.20	36.0400	13.515000	7.357500
1	0.04	0.12	1.20	3	4.80	32.0400	12.015000	8.829000
2	0.08	0.24	1.38	3	4.41	28.4481	10.668038	10.153350
3	0.12	0.36	1.55	3	4.02	25.1604	9.435150	11.404125
4	0.16	0.48	1.71	3	3.63	22.1769	8.316337	12.581325
...
196	7.84	23.52	-259.75	3	-71.71	5151.3241	1931.746537	-1911.110625
197	7.88	23.64	-262.63	3	-72.11	5208.8521	1953.319538	-1932.300225
198	7.92	23.76	-265.52	3	-72.50	5265.2500	1974.468750	-1953.563400
199	7.96	23.88	-268.43	3	-72.89	5321.9521	1995.732038	-1974.973725
200	8.00	24.00	-271.35	3	-73.28	5378.9584	2017.109400	-1996.457625

201 rows x 8 columns

1. Afficher alors les graphiques Ec en fonction de l'axe x, puis Ep en fonction de l'axe x.

In []:

```
plt.scatter( # à compléter
plt.show()
```

1. Ajouter une nouvelle colonne "Em", énergie mécanique.

$$Em = Ec + Ep$$

In [7]:

```
data["Em"] = data.Ec + data.Ep
data
```

Out[7]:

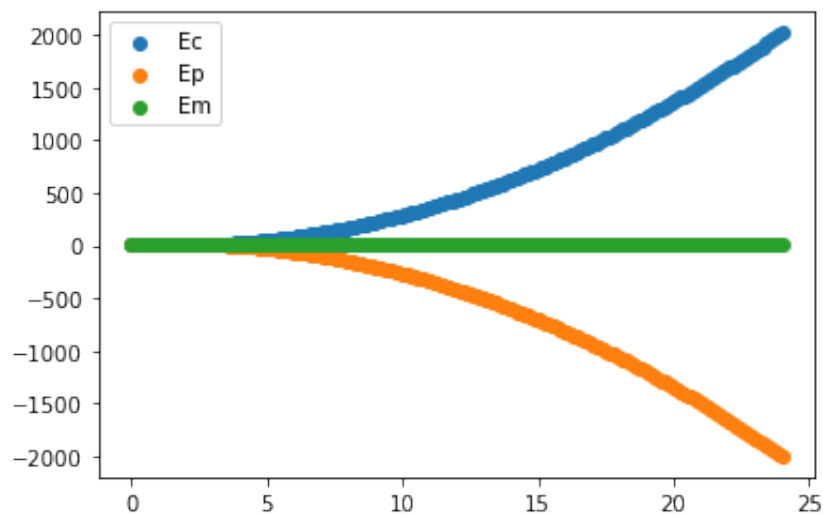
	t	x	z	vx	vz	v2	Ec	Ep	Em
0	0.00	0.00	1.00	3	5.20	36.0400	13.515000	7.357500	20.872500
1	0.04	0.12	1.20	3	4.80	32.0400	12.015000	8.829000	20.844000
2	0.08	0.24	1.38	3	4.41	28.4481	10.668038	10.153350	20.821388
3	0.12	0.36	1.55	3	4.02	25.1604	9.435150	11.404125	20.839275
4	0.16	0.48	1.71	3	3.63	22.1769	8.316337	12.581325	20.897662
...
196	7.84	23.52	-259.75	3	-71.71	5151.3241	1931.746537	-1911.110625	20.635912
197	7.88	23.64	-262.63	3	-72.11	5208.8521	1953.319538	-1932.300225	21.019313
198	7.92	23.76	-265.52	3	-72.50	5265.2500	1974.468750	-1953.563400	20.905350
199	7.96	23.88	-268.43	3	-72.89	5321.9521	1995.732038	-1974.973725	20.758313
200	8.00	24.00	-271.35	3	-73.28	5378.9584	2017.109400	-1996.457625	20.651775

201 rows x 9 columns

1. Tracer Em en fonction de x. Faire un schéma approximatif sur le cahier représentant Ec, Ep, Em en fonction de x. Que remarquez vous?

In [11]:

```
plt.scatter(data.x,data.Ec,label="Ec")
plt.scatter(data.x,data.Ep,label="Ep")
plt.scatter(data.x,data.Em,label="Em")
plt.legend()
plt.show()
```



In []: