Niveau : **1ère C**	**OG 2** : APPLIQUER LE PRINCIPE DE LA CONSERVATION DE L'ENERGIE MECANIQUE.

TITRE : **ENERGIE POTENTIELLE – ENERGIE MECANIQUE**

Durée : **8 H**

Objectifs spécifiques :

OS 1 : Déterminer la variation de l'énergie potentielle d'un solide.

OS 2 : Déterminer l'énergie mécanique totale d'un solide.

OS 3 : Utiliser la conservation de l'énergie mécanique pour résoudre un problème.

Moyens :

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Vocabulaire spécifique :

Documentation : Livres de Physique AREX Première C et D, Eurin-gié Première S et E. Guide pédagogique et Programme.

Amorce :

Plan du cours :

I) Energie potentielle de pesanteur
- 1° Champ de pesanteur
- 2° Définition de l'énergie potentielle de pesanteur
- 3° Expression de l'énergie potentielle de pesanteur
- 4° Notion de référence
- 5° Variation de l'énergie potentielle de pesanteur

II) Energie potentielle élastique
- 1° Définition
- 2° Variation de l'énergie potentielle élastique

III) Energie mécanique
- 1° Etude énergétique de la chute libre d'un solide
  - 1.1° Expérience et résultats
  - 1.2° Conclusion
- 2° Définition de l'énergie mécanique
- 3° Conservation de l'énergie mécanique
  - 3.1° Cas d'un solide en chute libre
  - 3.2° Cas d'un solide sur plan incliné
  - 3.3° Conditions de conservation de l'énergie mécanique
- 4° Non conservation de l'énergie mécanique

Activités questions	Activités réponses		Observations

ENERGIE POTENTIELLE
ENERGIE MECANIQUE

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

I) Energie potentielle de pesanteur

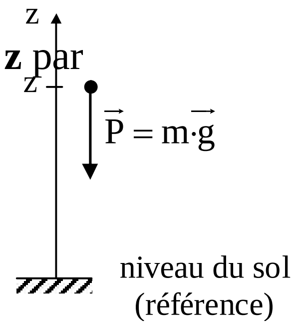
1° Champ de pesanteur

La terre crée dans l'espace qui l'entoure un champ appelé champ de pesanteur noté $\vec{g}$.

2° Définition de l'énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie que possède ce solide du fait de sa position dans le champ de pesanteur.

3° Expression de l'énergie potentielle de pesanteur



L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide situé à une **altitude z** par rapport au niveau du sol (pris comme **référence**) est :

$$\boxed{E_P = m\cdot g\cdot z}$$

E_P : **Joule** (**J**) ; m : kg ; g : N/kg ; z : m

4° Notion de référence

L'énergie potentielle n'est pas définie de manière absolue. Elle dépend d'une **position de référence** (ou **état de référence**) que l'on **choisit**.

On écrit alors :

$E_P = m\cdot g\cdot z + Cte$, avec $Cte = E_{P_0} = m\cdot g\cdot z_0$: énergie potentielle de pesanteur à la position de référence z_0.

Remarque : E_{P_0} est une constante arbitraire. On la considère généralement nulle ($E_{P_0} = 0$), soit $z_0 = 0$ (position initiale).

Exercice d'application

Une pierre de masse m = 70 g est lancée vers le haut et atteint en un point M l'altitude de 20 m par rapport au sol. On donne g = 10 $m.s^{-2}$.

Calculer l'énergie potentielle de la pierre en M dans le champ de pesanteur :

1. par rapport au niveau du sol ;
2. par rapport au niveau du fond d'un puits de profondeur 10 m.

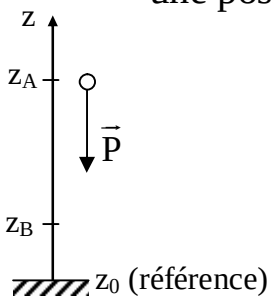
Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Résolution

1. $E_{P_M} = 14$ J
2. $E_{P_M} = 21$ J

5° Variation de l'énergie potentielle de pesanteur

Considérons un solide dont le centre d'inertie passe d'une position $A(z_A)$ à une position $B(z_B)$.



La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est :

$$\Delta E_P = E_{P_B} - E_{P_A} = mgz_B - mgz_A$$
$$= mg(z_B - z_A)$$
$$= -mg(z_A - z_B)$$

$$\boxed{\Delta E_P = -W_{AB}(\vec{P})}$$

La variation de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est égale à l'opposé du travail de son poids.

II) Energie potentielle élastique

1° Définition

L'**énergie potentielle élastique** d'un ressort de raideur **k** est l'énergie que possède ce ressort du fait de son **allongement x**. Elle vaut :

Joule (J) ← $E_{P_e} = \frac{1}{2} k x^2$ → m

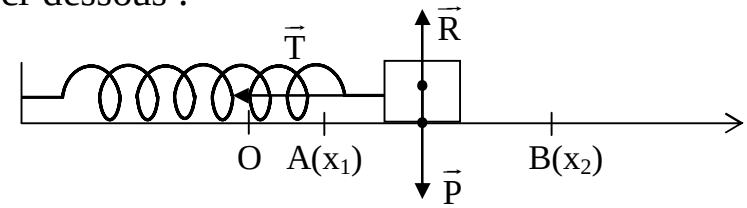
$N.m^{-1}$

Remarque : L'état de référence correspond à la position à vide du ressort ($x_0 = 0$).

2° Variation de l'énergie potentielle élastique

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Soit le système ci-dessous :



Soit les points A d'abscisse x_1 et B d'abscisse x_2, deux positions occupées par le ressort ; O étant la position à vide du ressort.

Les énergies potentielles élastiques du ressort en A et en B sont respectivement :

$$E_{Pe_A} = \frac{1}{2} k x_1^2 \quad \text{et} \quad E_{Pe_B} = \frac{1}{2} k x_2^2$$

Entre les positions A et B, la variation d'énergie potentielle élastique s'écrit :

$$\Delta E_{Pe} = E_{Pe_B} - E_{Pe_A} = \frac{1}{2} k x_2^2 - \frac{1}{2} k x_1^2$$

$$= \frac{1}{2} k (x_2^2 - x_1^2)$$

$$= -\frac{1}{2} k (x_1^2 - x_2^2)$$

$$\Delta E_{Pe} = - W_{AB}(\vec{T})$$

La variation de l'énergie potentielle élastique d'un ressort est égale à l'opposé du travail de la tension du ressort.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

III) Energie mécanique

1° Etude énergétique de la chute libre d'un solide

1.1° Expérience et résultats

On enregistre, à intervalles de temps égaux (τ = 20 ms), les positions successives d'un solide, de masse m = 1 kg, en chute libre sans vitesse initiale. On détermine, pour chaque position, les énergies cinétique et potentielle de pesanteur (la position A_9 étant prise comme position de référence) puis on calcule leur somme (g = 9,8 N/kg).

Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

A_i	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
d_i (10^{-2} m)	0	0,20	0,79	1,77	3,15	4,90	7,06	9,60	12,55	15,88
v_i ($m.s^{-1}$)	0	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	
v_i^2 ($m^2.s^{-2}$)	0	0,04	0,15	0,35	0,61	0,96	1,38	1,88	2,46	
E_C (J)	**0,00**	**0,02**	**0,08**	**0,17**	**0,31**	**0,48**	**0,69**	**0,94**	**1,23**	
h_i (10^{-2} m)	**15,88**	**15,68**	**15,09**	**14,11**	**12,73**	**10,94**	**8,82**	**6,28**	**3.33**	**0**
E_P (J)	**1,56**	**1,54**	**1,48**	**1,38**	**1,25**	**1,08**	**0,86**	**0,62**	**0,33**	**0,00**
$E_C + E_P$ (J)	**1,56**	**1,56**	**1,56**	**1,56**	**1,55**	**1,55**	**1,55**	**1,56**	**1,56**	

On a : $E_C + E_P \approx 1{,}56$ J = Cte

1.2° Conclusion

Au cours d'une chute libre, la somme des énergies cinétique et potentielle de pesanteur d'un solide **demeure constante**.

2° Définition de l'énergie mécanique

L'énergie mécanique d'un système est égale à **la somme** de son énergie cinétique et de son énergie potentielle :

$$E_M = E_C + E_P$$

Joule (J)

Conséquences :

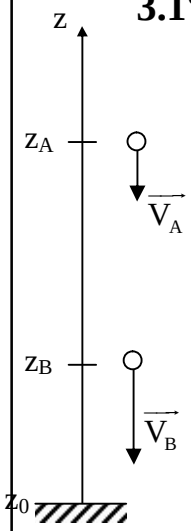
* Pour un solide, de masse m en translation avec une vitesse V, situé à une altitude z dans le champ de pesanteur, on a : $E_M = \frac{1}{2}mV^2 + mgz$

* Pour un solide, de masse m en translation avec une vitesse V, accroché à un ressort horizontal d'allongement x, on a : $E_M = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2$

* Pour un solide, de masse m en translation avec une vitesse V, accroché à un ressort vertical d'allongement x et situé à une altitude z dans le champ de pesanteur, on a : $E_M = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2 + mgz$

3° Conservation de l'énergie mécanique

3.1° Cas d'un solide en chute libre



Soit un solide (S) de masse m tombant en chute libre. Le niveau du sol est pris comme position de référence.

Entre les positions A et B on a :

$$\Delta E_C = E_{C_B} - E_{C_A} = W_{AB}(\vec{P})$$

$$\frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = mg(z_A - z_B)$$

$$\frac{1}{2}mV_B^2 + mgz_B = \frac{1}{2}mV_A^2 + mgz_A$$

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

$$E_{C_B} + E_{P_B} = E_{C_A} + E_{P_A}$$

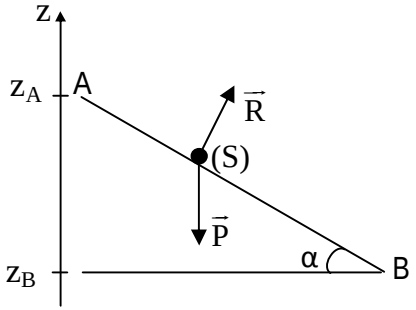
$$E_{M_B} = E_{M_A}$$

Soit : $E_{M_B} - E_{M_A} = \Delta E_M = 0$

Au cours de la chute libre, l'énergie mécanique du solide (S) **reste constante** : on dit qu'elle **se conserve**.

3.2° <u>Cas d'un solide sur plan incliné</u>

Un solide (S), de masse m, glisse sans frottements le long de la ligne de plus grande pente d'une piste AB inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Déterminons la variation de l'énergie mécanique.



Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Système : le solide (S)

Bilan des forces : Poids $\vec{P}$; réaction $\vec{R}$.

Les positions initiale et finale sont respectivement A et B.

Appliquons le théorème de l'E_C : $\Delta E_C = \sum W_{F_{ext}}$

$$\Delta E_C = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R})$$

$$\Delta E_C - W_{AB}(\vec{P}) = 0 \quad \text{car } W_{AB}(\vec{R}) = 0,\ \vec{R} \perp \overrightarrow{AB}$$

$$\Delta E_C + \Delta E_P = 0 \quad \text{car } \Delta E_P = -W_{AB}(\vec{P})$$

$$\Delta E_M = 0$$

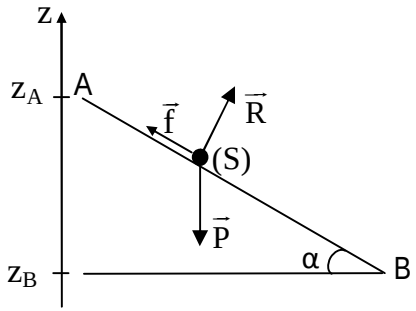
3.3° Conditions de conservation de l'énergie mécanique

En l'absence de frottements, l'énergie mécanique d'un système se conserve ($\Delta E_M = 0$). Le système est dit **conservatif** (ou à **forces conservatives**).

4° Non conservation de l'énergie mécanique

Le solide (S), de masse m, est maintenant soumis, sur le parcours AB, à l'action de forces de frottements assimilés à une force unique $\vec{f}$ opposée au mouvement. Déterminons la variation de l'énergie mécanique.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main



Système : le solide (S)

Bilan des forces : Poids $\vec{P}$; réaction $\vec{R}$; force de frottements $\vec{f}$.

Appliquons le théorème de l'E_C entre A et B.

On a :

$$\Delta E_C = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{f})$$

$$\Delta E_C - W_{AB}(\vec{P}) = W_{AB}(\vec{f})$$

$$\Delta E_C + \Delta E_P = W_{AB}(\vec{f})$$

$$\Delta E_M = W_{AB}(\vec{f})$$

Lorsqu'il **existe des frottements**, la variation d'énergie mécanique est **non nulle** : on parle de **non conservation** de l'énergie mécanique.

Remarque : Les frottements étant opposés au mouvement, le travail de la force $\vec{f}$ est **résistant** ; on a donc $\Delta E_M = W_{AB}(\vec{f}) < 0$: le système **perd** de l'énergie (diminution de l'énergie mécanique) : on dit qu'il est **dissipatif** (ou à **forces dissipatives** ou à **forces non conservatives**).

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main