|  |  |
| --- | --- |
| **C** Mouvements et interactions | Chapitre 12: mouvement dans un champ uniforme |

## I) Mouvement d'un système dans un champ de pesanteur uniforme

### I-1 Observation du mouvement d'un objet dans un champ de pesanteur uniforme [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=f7rcfdVNdP0&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

**Un champ de pesanteur est uniforme** si en chaque point de l'espace le **vecteur champ de pesanteur est constant**. C'est le cas dans un cube d'environ 1 km d'arrête au voisinage de la Terre. Utiliser l'[animation: [mouvement parabolique](http://www.walter-fendt.de/html5/phfr/projectile_fr.htm) (Walter Fendt)](http://www.walter-fendt.de/ph14f/projectile_f.htm),

On lance un projectile dans l'air avec une vitesse initiale vo faisant un angle quelconque avec l'horizontale.

Dans quel plan s’effectue le mouvement du centre d’inertie G du projectile ? Quel est le nom de sa trajectoire ? D**Le mouvement** du point G. centre d'inertie du solide s'effectue dans **le plan vertical**. Sa trajectoire est **parabolique**. éfinir le mouvement suivant l’axe horizontal puis vertical.

On observe

 -sur la verticale un mouvement uniformément accéléré tel que ay = -g.

 - sur l'axe horizontal le mouvement est **rectiligne uniforme**. Son accélération **ax = 0**.

### I-2 Etude mécanique [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Wjk-deAzik0&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

**Remarque :** La poussée d'Archimède peut être négligée car le poids du volume d'air déplacé est négligeable devant le poids de l'objet. De plus pour de faibles distances parcourues et des vitesses de déplacement faibles, on pourra négliger les forces de frottement de l'air sur le projectile.

Pour étudier le mouvement d'un objet il faut effectuer **son étude mécanique**. Elle se fait en 5 étapes:

1) Définir **le système** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_le solide de masse 'm'

2) Définir **le référentiel** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la Terre supposée référentiel galiléen.

3) Définir **le repère** (cartésien orthonormé dans ce cas) lié au référentiel : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4) Somme des forces extérieures agissant sur le projectile de masse m en chute libre (sans frottement)

 :

[: vecteur poids de l'objet](http://www.youtube.com/watch?v=uoYEEcK0qXg)

5) Démontrer, à l’aide de la seconde loi de Newton, que le vecteur accélération est égal au vecteur champ de gravitation terrestre . Comment qualifier le mouvement du centre d’inertie ?

Dans le référentiel galiléen la seconde loi de Newton ou principe fondamental de la dynamique s'écrit:

Le vecteur accélération est constant, le mouvement est uniformément accéléré.

###

### I-3 Détermination des équations horaires du mouvement

est l'angle que fait le vecteur vitesse initial avec l'axe horizontal.

A l'aide de l'étude mécanique et des conditions initiales, on peut déterminer les équations horaires du mouvement: ax(t), ay(t), vx(t), vy(t), x(t) et y(t).

1) Déterminer les conditions initiales, à t = 0, c’est-à-dire les coordonnées du vecteur position initial et du vecteur vitesse initiale

Les vecteurs positions et vitesses ont pour coordonnées:

2) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur accélération. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=LO0BsO9OicI&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)



Remarque : On retrouve l'accélération nulle sur l'axe des x et une accélération constante sur l'axe des y.

3) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur vitesse.[(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=qWRbFAV9lfI&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)



ax est la dérivée de vx par rapport au temps, vx est la primitive de ax par rapport au temps. ay est la dérivée de vy par rapport au temps, vy est la primitive de ay par rapport au temps.



les constantes C1 et C2 sont déterminées avec les conditions initiales:



Les coordonnées du vecteur vitesse sont:



4) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur position. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=KRBBavsF93Y&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

vx est la dérivée de x par rapport au temps. xest la primitive de vx par rapport au temps. Idem pour vy et y.



les constantes C3 et C4 sont déterminées avec les conditions initiales:

Les coordonnées du vecteur position sont:



### I-4 trajectoire du point [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=ZQIprcMy3M4&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

#### **L'équation de la trajectoire** est la relation qui lie l'ordonnée à l'abscisse du point M: **y = f(x**). Pour la déterminer on utilise les équations horaires de la trajectoire, x(t) et y(t). On exprime l'instant t en fonction de x dans la première équation et on réinjecte sa valeur dans la seconde.

5) Déterminer l’équation générale de la trajectoire.



L'équation de la trajectoire est:



L'équation de la trajectoire est un polynôme de degré 2 (a.x2 + b.x + c). La trajectoire est une parabole qui confirme les observations faites au 1)

## II) mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme

**Rappel :** le champ électrique [(vidéo)](https://youtu.be/sR7My8RZZfY?list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs&t=35)

Entre 2 plaques chargées règne un vecteur champ électrique orienté de la plaque positive vers la plaque négative. La valeur du champ électrostatique entre 2 plaques P (plus)   et N (négative) est égale à la tension UPN divisée par la distance d entre les plaques: E =

#### Unités : UPN(V) > 0, d(m), E (V.m-1) > 0 (c'est une norme!).



**Exercice :** représenter, sur la figure ci-dessus, la force électrique s’exerçant sur une charge q = e puis la force électrique s’exerçant sur une charge q ‘ = -2.e

### II-1 Observation du mouvement

Une particule de masse m, supposée ponctuelle, de charge électrique q et de masse m, est placée dans un champ électrostatique uniforme. En Terminale tous les mouvements seront plans et étudiés dans le plan de la trajectoire. Cliquer sur [**l'animation** représentant la trajectoire d'une particule chargée dans un champ électrostatique (université de Nantes),](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Meca/Charges/general.html) régler les paramètres figurant sur la figure ci-dessus et observer la trajectoire. Dans quel plan particulier s’effectue le mouvement ?

#### [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=NNRWDIF1Lhk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE*) Lorsque **le champ électrique** est dans le **même plan P** que le **vecteur vitesse initiale**, la trajectoire de la particule chargée est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**parabolique.** Elle se situe **dans le plan \_\_\_\_\_\_P**.

### II-2 étude mécanique

1) **Le système** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la particule de masse m et de charge q

2) **Le référentiel** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la Terre supposée référentiel galiléen.

3) **Le repère** (cartésien orthonormé dans ce cas) lié au référentiel: 

4) La somme des forces extérieures agissant sur la particule:

Comparer la valeur de la force électrostatique F et du poids P de la particule sachant que les ordres de grandeur des grandeurs physiques sont :

m = 10-31 kg

g = 10 N/kg

E = 104 V/m

q = 10-19C

Conclusion.

F/P = qE/mg = 10-15 N/10-30 N = 1015

Le poids est négligeable devant la force électrique.

5) A l’aide de la seconde loi de Newton, ou principe fondamental de la dynamique déterminer l’expression du vecteur accélération de la particule. De quel type de mouvement s’agit-il ?

Le vecteur accélération est constant, le mouvement est uniformément accéléré.



### II-3 Détermination des équations horaires du mouvement

est l'angle que fait le vecteur vitesse initial avec l'axe horizontal. Généralement



1)Effectuer l’étude mécanique. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=TFkf-AEsnYQ&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

2) Conditions initiales avec ?A t = 0 les vecteurs positions et vitesses ont pour coordonnées:

3) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur accélération. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=A3KMq8OiZKA)

Remarque:

 - la cordonnée de l'accélération sur l'axe des y, ay est positive si q > 0 et négative si q < 0.

 - le mouvement sur l'axe des x est rectiligne uniforme, sur l'axe des y il est uniformément accéléré.

4 ) Déterminer des équations horaires des coordonnées du vecteur vitesse.([vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=_XS714C6Qvk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

#### ax est la dérivée de vx par rapport au temps, vx est la primitive de ax par rapport au temps. Idem pour ay et vy.



les constantes C1 et C2 sont déterminées avec les conditions initiales:

Les coordonnées du vecteur vitesse sont:

5) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur position. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=_XS714C6Qvk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

#### vx est la dérivée de x par rapport au temps, xest la primitive de vx par rapport au temps. Idem pour vy et y.



les constantes C3 et C4 sont déterminées avec les conditions initiales:



Les coordonnées du vecteur position sont:

### II-4 Equation de la trajectoire

Déterminer l’équation générale de la trajectoire y = f(x) (vidéo)

L'équation de la trajectoire est:

L'équation de la trajectoire est un polynôme de degré 2 (a.x2 + b.x + c). La trajectoire est une parabole qui confirme les observations faites au 1)

[Exercice](https://physique-chimie.discip.ac-caen.fr/spip.php?article910) : **Découverte de l’électron et détermination du rapport e/m de l’électron.**

## III) Travail d'une force constante

### III-1 Définition [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=oaQd574yrvo&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs)

#### Soit une force constante appliquée entre les points A et B. **Le travail de cette force** entre le point A et B, notée WAB  est égal au **produit scalaire** du vecteur **déplacement** par le vecteur **force**:

####  =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_F.AB.cos()

#### WAB () en joule (J), F en Newton(N), AB en mètre (m).

###

### Travail moteur, travail résistant [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Kf7x1REHkZA&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs)

Lorsque le système reçoit du travail d'une force extérieure, alors ce travail est positif, il s'agit d'un travail moteur. Lorsque le système fournit du travail au milieu extérieur alors le travail est négatif, il s'agit d'un travail résistant.

#### W > 0 : travail \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_moteur

#### W < 0 : travail \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_résistant

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | valeur du travail  | travail moteur ou résistant ?? |
|  =0 |  | travail moteur |
|  |  | travail moteur |
|  |  | travail nul |
|  |  | travail résistant |

### III-2 Travail du poids, force conservative [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Rj8LrWCI0ks&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs)

Soit un objet de masse m se déplaçant d'un point A à un point B dans un référentiel galiléen. Le champ de pesanteur a pour intensité g. Le vecteur déplacement à pour expression dans le repère cartésien orthonormé:



Calculer le travail du poids (force constante) le long du chemin AB. Les coordonnées du vecteur poids sont:

#### Soit un objet de masse m se déplaçant d'un point A d'altitude yA à un point B d'altitude yB dans un référentiel galiléen. **Le travail du poids est égal à:**

#### Unité: WAB () en joule (J), m (kg), g (N.kg-1), zA et zB en mètre (m)

**Le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi** (voir figure ci dessus) mais uniquement de l'altitude initiale et de l'altitude finale: on dit que le poids est **une force conservative.**

### III-3 Travail d'une force électrostatique conservative [(vidéo)](https://youtu.be/sR7My8RZZfY?list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs&t=35)

Rappel :

#### La tension UAB est égale à la différence de potentiel électrique entre les points A et B:

#### UAB =VA-VB

#### avec VA et VB respectivement potentiel électrique au point A et B. Unité: potentiel et tension en volt (V).

#### Le produit scalaire du vecteur champ par le vecteur déplacement entre A et B vaut:

avec UAB =VA-VB tension entre le point A et le point B



**Travail de la force électrique conservative**

####  Une particule chargée, de charge q, placée dans un champ électrique uniforme est soumise à une force électrostatique . Le travail de cette force le long du chemin AB vaut:

#### La force électrostatique et une force conservative car le travail de cette force ne dépend pas du chemin suivi (même travail pour le chemin 1 ou 2, voir figure ci dessous).

#### Unité : en joule (J); q en coulomb(C); UAB en volt (V)

A démontrer :

Une particule de masse M, supposée ponctuelle, de charge électrique q et de masse m, est placée dans un champ électrostatique uniforme. Elle est soumise à une force électrostatique . Elle se déplace d'un point A à un point B. Le travail de la force électrostatique le long de n'importe quel chemin AB est:

. D'après l'expression

on peut en déduire que

 Sur le schéma ci dessus UAB > 0 .

 - si q > 0 , > 0 travail moteur, la force est dans le sens du mouvement

 - si q < 0, < 0, travail résistant, la force est opposée au mouvement.

###

**Remarque :** [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=HgGYwj8NBG0&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) Le travail d'une force de frottement dépend du chemin suivi: la force de frottement est une force non conservative.

## IV) Aspects énergétiques

### IV-1 Rappel : théorème de l'énergie cinétique

#### **Théorème de l'énergie cinétique**[**(vidéo):**](https://www.youtube.com/watch?v=859Z8YwlTnE&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) la variation de l'énergie cinétique d'un système de masse m entre un point A et un point B est égale à la somme du travail des forces non conservatives (Fnc) et du travail des forces conservatives (Fc):

### IV-2 Cas d’un mouvement sans frottement dans un champ de pesanteur uniforme

Rappel :

#### L’énergie cinétique Ec d’un système de masse m et de vitesse v vaut : Ec = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_½.m.v2

#### La variation d’énergie cinétique entre un point A (vitesse vA) et un point B (vitesse vB ) vaut :

#### Considérons une altitude de référence zo = 0 m. Un solide de masse 'm' placé dans le champ de pesanteur terrestre 'g' à une altitude 'z' possède une énergie potentielle de pesanteur:

#### (si zo = 0 )

#### Unités: Epp(\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J), m (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_kg), z(\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m).

#### La variation d'énergie potentielle de pesanteur d'un objet de masse m se déplaçant d'un point A d'altitude zA à un point B d'altitude zB est:

On a vu que le travail du poids d’un objet de masse m se déplaçant d'un point A d'altitude zA à un point B d'altitude zB dans un référentiel galiléen était:

#### [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=cqVnhbJi-oY&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) Le travail du poids, force conservative, est égale à \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_l'opposé de la variation d'énergie potentielle:



#### [( vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=HeA5kkwKhFo&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) Dans le cas d’un mouvement sans frottement dans un champ de pesanteur, l’Energie mécanique Em se conserve, sa variation

A démontrer en utilisant le théorème de l’énergie cinétique.

 =

**Exercice :** on lance une balle m = 500 g, verticalement et vers le haut à une altitude initiale zA = 1,0 m. Elle s’élève à une altitude de zB = 6,0 m. A quelle vitesse vA l’a-t-on lancé ? Le mouvement est sans frottement.

or

donc

L’énergie mécanique se conserve.

### IV-3 Principe de fonctionnement d’un accélérateur de particule

Cette partie du cours sera traitée à l’aide d’une annale de bac [(labolycée)](https://labolycee.org/un-accelerateur-au-service-de-lart).



Dans l’accélérateur une tension électrique *U* = 2 MV est appliquée entre deux armatures A et B séparées par une distance *d* = 4 m. Cette tension génère un champ électrique uniforme de valeur
E = .

Lorsque des protons pénètrent (à vitesse pratiquement nulle) dans ce champ, ils sont soumis à la force électrique et sont accélérés. mP = 1,67x10-27 kg ; qP = e = 1,6x10-19 C

**1.1.** Donner l’expression de la force électrique s’exerçant sur un proton dans l’accélérateur et calculer sa valeur.

**1.2.** Peut-on négliger le poids du proton devant la force électrique qu’il subit dans l’accélérateur ? Justifier par un calcul.

**1.3.** La variation de l’énergie cinétique d’un proton est égale au travail de la force électrique qui s’exerce sur lui durant son parcours dans l’accélérateur.

Montrer qu’une tension électrique de 2 MV permet à chaque proton d’atteindre une énergie cinétique Ec =3×10–13 J

**1.4.** Calculer la valeur de la vitesse atteinte par le proton à la sortie de l’accélérateur.

Réponse :

**1. L’accélérateur de particules**

**1.1.** Pour un proton de charge électrique *e*, l’expression de la force électrique est : .

Valeur : *F* = *e*.*E* et

donc 

 = **8×10–14 N**

**1.2.** *P* = *m*.*g*

*P* = 1,67×10–27×9,8 = 1,6×10–26 N

 =  = 5×1012 ou *F* = 5×1012.*P*

Le poids du proton est bien négligeable devant la force électrique qu’il subit.

**1.3.**

Δ*EC* = WA→B() = Δ*EC* =*F*.*d*

Δ*EC* = 8×10–14 × 4 = 3×10–13 J

**1.4.** En A la vitesse est nulle et en la vitesse en B est *v*.

Δ*EC* = WA→B() = *F*.*d*

Δ*EC* = ½ *m*.*v*2 – ½ *m*.*vA*2 = ½ *m*.*v*2

½ *m*.*v*2 = *F*.*d*

*v =* 

*v =*  = 2×107 m.s-1

###

## Résumé : chapitre 12 :mouvement dans un champ uniforme

## I) Mouvement d'un système dans un champ de pesanteur uniforme

### Etude mécanique [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Wjk-deAzik0&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

1) Définir **le système** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_le solide de masse 'm'

2) Définir **le référentiel** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la Terre supposée référentiel galiléen.

3) Définir **le repère** (cartésien orthonormé dans ce cas) lié au référentiel : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4) Somme des forces extérieures agissant sur le projectile de masse m en chute libre (sans frottement)

 :

[: vecteur poids de l'objet](http://www.youtube.com/watch?v=uoYEEcK0qXg)

5) Expression du vecteur accélération

### Détermination des équations horaires du mouvement

1) Déterminer les conditions initiales, à t = 0, c’est-à-dire les coordonnées du vecteur position initial et du vecteur vitesse initiale

Les vecteurs positions et vitesses ont pour coordonnées:

2) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur accélération. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=LO0BsO9OicI&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)



Remarque : On retrouve l'accélération nulle sur l'axe des x et une accélération constante sur l'axe des y.

3) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur vitesse.[(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=qWRbFAV9lfI&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

ax est la dérivée de vx par rapport au temps, vx est la primitive de ax par rapport au temps. ay est la dérivée de vy par rapport au temps, vy est la primitive de ay par rapport au temps.



les constantes C1 et C2 sont déterminées avec les conditions initiales:



Les coordonnées du vecteur vitesse sont:



4) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur position. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=KRBBavsF93Y&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

vx est la dérivée de x par rapport au temps. xest la primitive de vx par rapport au temps. Idem pour vy et y.



les constantes C3 et C4 sont déterminées avec les conditions initiales:

Les coordonnées du vecteur position sont:



### Trajectoire du point [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=ZQIprcMy3M4&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

5) Déterminer l’équation générale de la trajectoire y = f(x).



L'équation de la trajectoire est:



L'équation de la trajectoire est un polynôme de degré 2 (a.x2 + b.x + c). La trajectoire est une parabole qui confirme les observations faites au 1)

## II) mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme

#### Entre 2 plaques chargées règne un vecteur champ électrique orienté de la plaque positive vers la plaque négative. La valeur du champ électrostatique entre 2 plaques P (plus)   et N (négative) est égale à la tension UPN divisée par la distance d entre les plaques: E =

#### Unités : UPN(V) > 0, d(m), E (V.m-1) > 0 (c'est une norme!).



#### [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=NNRWDIF1Lhk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE*) Lorsque **le champ électrique** est dans le **même plan P** que le **vecteur vitesse initiale**, la trajectoire de la particule chargée est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**parabolique.** Elle se situe **dans le plan \_\_\_\_\_\_P**.

### Eude mécanique

1) **Le système** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la particule de masse m et de charge q

2) **Le référentiel** : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_la Terre supposée référentiel galiléen.

3) **Le repère** (cartésien orthonormé dans ce cas) lié au référentiel: 

4) La somme des forces extérieures agissant sur la particule(poids P négligeable devant la force électrique):

F/P = qE/mg = 10-15 N/10-30 N = 1015

Le poids est négligeable devant la force électrique.

5) A l’aide de la seconde loi de Newton, ou principe fondamental de la dynamique déterminer l’expression du vecteur accélération de la particule. De quel type de mouvement s’agit-il ?

Le vecteur accélération est constant, le mouvement est uniformément accéléré.



### Détermination des équations horaires du mouvement

1)Effectuer l’étude mécanique. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=TFkf-AEsnYQ&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)

2) Conditions initiales avec ?A t = 0 les vecteurs positions et vitesses ont pour coordonnées:

3) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur accélération. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=A3KMq8OiZKA)

Remarque:

 - la cordonnée de l'accélération sur l'axe des y, ay est positive si q > 0 et négative si q < 0.

 - le mouvement sur l'axe des x est rectiligne uniforme, sur l'axe des y il est uniformément accéléré.

4 ) Déterminer des équations horaires des coordonnées du vecteur vitesse.([vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=_XS714C6Qvk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)



les constantes C1 et C2 sont déterminées avec les conditions initiales:

Les coordonnées du vecteur vitesse sont:

5) Déterminer les équations horaires des coordonnées du vecteur position. [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=_XS714C6Qvk&list=PLTKhbnWk-S4fYDxg7vo6j03ASbxhh_yGE)



les constantes C3 et C4 sont déterminées avec les conditions initiales:



Les coordonnées du vecteur position sont:

### Equation de la trajectoire

Déterminer l’équation générale de la trajectoire y = f(x) (vidéo)

## III) Travail d'une force constante

#### Soit une force constante appliquée entre les points A et B. **Le travail de cette force** entre le point A et B, notée WAB  est égal au **produit scalaire** du vecteur **déplacement** par le vecteur **force**:

####  =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_F.AB.cos()

#### WAB () en joule (J), F en Newton(N), AB en mètre (m).

###

### Travail moteur, travail résistant [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Kf7x1REHkZA&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs)

Lorsque le système reçoit du travail d'une force extérieure, alors ce travail est positif, il s'agit d'un travail moteur. Lorsque le système fournit du travail au milieu extérieur alors le travail est négatif, il s'agit d'un travail résistant.

#### W > 0 : travail \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_moteur

#### W < 0 : travail \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_résistant

### Travail du poids, force conservative [(vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=Rj8LrWCI0ks&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs)

#### Soit un objet de masse m se déplaçant d'un point A d'altitude yA à un point B d'altitude yB dans un référentiel galiléen. **Le travail du poids est égal à:**

#### Unité: WAB () en joule (J), m (kg), g (N.kg-1), zA et zB en mètre (m)

**Le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi** (voir figure ci dessus) mais uniquement de l'altitude initiale et de l'altitude finale: on dit que le poids est **une force conservative.**

### Travail d'une force électrostatique conservative [(vidéo)](https://youtu.be/sR7My8RZZfY?list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs&t=35)

####  Une particule chargée, de charge q, placée dans un champ électrique uniforme est soumise à une force électrostatique . Le travail de cette force le long du chemin AB vaut:

#### La force électrostatique et une force conservative car le travail de cette force ne dépend pas du chemin suivi (même travail pour le chemin 1 ou 2, voir figure ci dessous).

#### Unité : en joule (J); q en coulomb(C); UAB en volt (V)

## IV) Aspects énergétiques

### Théorème de l'énergie cinétique

#### **Théorème de l'énergie cinétique**[**(vidéo):**](https://www.youtube.com/watch?v=859Z8YwlTnE&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) la variation de l'énergie cinétique d'un système de masse m entre un point A et un point B est égale à la somme du travail des forces non conservatives (Fnc) et du travail des forces conservatives (Fc):

### Cas d’un mouvement sans frottement dans un champ de pesanteur uniforme

#### la variation de l'énergie cinétique d'un système de masse m entre un point A et un point B est égale au travail du poids :

#### [( vidéo)](https://www.youtube.com/watch?v=HeA5kkwKhFo&list=PLTKhbnWk-S4e6Bz1y0Ibv9J5XXmAD5cUs) Dans le cas d’un mouvement sans frottement dans un champ de pesanteur, l’Energie mécanique Em se conserve, sa variation

### IV-3 Cas d’un mouvement dans un champ électrique

#### La variation de l’énergie cinétique d’une charge électrique q entre un point A et un point B dans une région ou règne une champ électrique E vaut : la variation de l'énergie cinétique d'un système de masse m entre un point A et un point B est égale au travail de la force électrique :