

HADJRI MEBARKI Soria

**II**

# DYNAMIQUE DU POINT MATÉRIEL

Rappels de cours et exercices corrigés

**PHYSIQUE GÉNÉRALE**

LMD

ÉCOLES  
PRÉPARATOIRES



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

## TABLE DES MATIERES LIVRE I

### Chapitre 1 : Notions générales

1.1. Introduction	09
1.2. Fonctions trigonométriques	10
1.2.1. Symétries principales	11
1.2.2. Relations trigonométriques usuelles	11
1.2.3. Fonction sinus hyperbolique et cosinus hyperbolique	12
1.3. Equations paramétriques usuelles	12
1.3.1. Equation cartésienne d'une droite	12
1.3.2. Equation cartésienne d'un cercle	13
1.3.3. Equation cartésienne d'une ellipse	14
1.3.4. Equation d'une « Cardioïde »	14
1.4. Fonctions à une variable	15
1.4.1. Dérivée d'une fonction	15
a. Notations	15
b. Définition	16
c. Quelques dérivées	17
d. Dérivée d'une fonction composée	18
1.4.2. Primitive	19
a. Définition	19
b. Quelques primitives	19
1.4.3. Différentielle d'une fonction	20
a. Notations	20
b. Définitions	20
c. Dérivée partielle d'une fonction	20
d. Différentielle totale d'une fonction	20

1.4.4. Intégrale d'une fonction	21
a. Notations	22
b. Définition	22
c. Propriétés	22
d. Valeur moyenne d'une fonction	22
e. Propriétés immédiates	22
f. Lien entre intégrale et aire	23
1.5. Equations différentielles	
1.5.1. Définition	24
1.5.2. Résolution d'équations différentielles	25
1.5.3. Equations différentielles linéaires d'ordre 1 à coefficients constants ( $n = 1$ )	25
a. Equations différentielles linéaires sans second membre	26
b. Equations différentielles linéaires avec second membre	27
1.5.4. Equations différentielles linéaires d'ordre 2 à coefficients constants	27
a. Equation différentielle d'ordre 2 (1 <sup>ier</sup> cas)	29
b. Equation différentielle d'ordre 2 (2 <sup>ieme</sup> cas)	31
1.6. Dimensions et unités	
1.6.1. Dimensions	31
a. Introduction	34
b. Equation aux dimensions	35
c. Homogénéité	35
d. Analyse dimensionnelle	36
1.6.2. Unités	36
a. Introduction	36
b. Mesures fondamentales	39
c. Passage d'un système d'unités à un autre système d'unités	40
1.7. Présentation du résultat d'une mesure	40
1.7.1. Introduction	40

1.7.2. Erreur absolue, incertitude absolue, incertitude relative	41
a. Erreur absolue	41
b. Incertitude absolue	42
c. Incertitude relative	43
1.7.3. Evaluation d'incertitudes	44
a. Mesure directe	44
b. Mesure indirecte	44
c. Technique des calculs d'incertitudes	45
1.7.4. Nombre de chiffres significatifs	47
a. Introduction	47
b. Comment arrondir les valeurs numériques	47
1.8. Compte rendu de travaux pratiques	48
1.8.1. Présentation graphique	48
1.8.2. Comment traiter une expérience en travaux pratiques	50
a. Titre	50
b. Introduction	50
c. Description de la manipulation	50
d. Expérience	51
e. Tracé des courbes	51

## Chapitre 2 : Calcul vectoriel

2.1. Introduction	55
2.2. Repères et Référentiels	55
2.2.1. Repères d'espace	55
a. Repère héliocentrique ou de Copernic $R_C$	56
b. Repère géocentrique $R_G$	56
c. Repère terrestre $R$	57
d. Repère galiléen	57
2.2.2. Repère de temps	57

a. Mesure du temps	57
b. Mesure d'une durée	57
2.2.3. Référentiel	58
2.3. Opérations sur les vecteurs	58
2.3.1. Définition d'un vecteur	58
2.3.2. Addition de deux vecteurs	59
a. Vecteurs de même direction et de même sens	59
b. Vecteurs de direction et de sens différents	59
c. Vecteurs de directions différentes et formant un angle $\theta$ entre eux	60
2.3.3. Addition de trois vecteurs	61
2.3.4. Base de projection	62
a. Définition	62
b. Composantes d'un vecteur	63
1.5. Représentation dans un plan	66
2.5.1. Coordonnées cartésiennes $(x, y)$ d'un point M	66
2.5.2. Coordonnées polaires $(r, \theta)$ d'un point M	67
2.5.3. Base de « Frenet »	70
1.6. Représentation dans l'espace	71
1.6.1. Coordonnées cartésiennes $(x, y, z)$	71
1.6.2. Coordonnées cylindriques $(\rho, \varphi, z)$	72
1.6.3. Coordonnées sphériques $(r, \Phi, \theta)$	74
1.7. Opérations sur les vecteurs à l'aide des composantes de vecteurs	75
2.6.1. Addition de deux vecteurs	75
2.6.2. Soustraction de deux vecteurs	75
2.6.3. Produit de vecteurs	75
a. Produit scalaire de deux vecteurs	75
b. Produit vectoriel de deux vecteurs : Calcul du moment d'un vecteur	78

c. Produit mixte de vecteurs	81
2.7. Dérivée d'un vecteur par rapport à une variable scalaire.	83
2.7.1. Définition	83
2.7.2. Règle de dérivation	83
2.7.3. Dérivées temporelles des vecteurs unitaires	84
2.7.4. Généralisation et dérivation	85
2.7.5. Dérivée d'un vecteur dans un référentiel donné	86
2.8. Opérateurs	88
2.8.1. Définition de l'opérateur nabla	88
2.8.2. Gradient d'une fonction scalaire	88
2.8.3. Divergence d'un vecteur	89
2.8.4. Rotationnel d'un vecteur	89
<b>Chapitre 3 : Cinématique du point matériel</b>	
3.1. Introduction	95
3.2. Point matériel, mouvement et repères	95
3.2.1. Notion de point matériel	95
3.2.2. Mouvement d'un point	95
3.2.3. Repères	96
a. Repère spatial $\mathcal{R}$	96
b. Repère temporel	96
3.2.4. Etude du mouvement	97
a. Trajectoire	97
b. Equation horaire du mouvement	97
3.3. Mouvement unidimensionnel	98
3.3.1. Etude du mouvement rectiligne	98
a. Loi horaire	98
b. Vecteur vitesse	99

c. Vecteur accélération	102
d. Quelques mouvements particuliers	107
3.3.2. Mouvement curviligne	116
a. Définition	116
b. Abscisse curviligne	116
c. Vecteur position	118
d. Vecteur vitesse	118
e. Vecteur accélération	120
3.4. Mouvement dans le plan	124
3.4.1. Vecteurs position, vitesse et accélération en coordonnées cartésiennes	124
3.4.2. Vecteurs position, vitesse et accélération en coordonnées polaires	137
3.4.3. Cas de mouvements particuliers	141
a. Définition	144
b. Mouvement circulaire uniforme	144
c. Mouvement circulaire uniformément varié	145
3.4.4. Hodographe par rapport à un point fixe O1	148
3.5. Mouvement dans l'espace	152
3.5.1. Vecteurs Position, Vitesse et Accélération en coordonnées cartésiennes $(x, y, z)$	152
3.5.2. Vecteurs Position, Vitesse et Accélération en coordonnées cylindriques $(\rho, \varphi, z)$	155
3.5.3. Vecteurs Position, Vitesse et Accélération en coordonnées sphériques $(r, \varphi, \theta)$ .	159

## Chapitre 4. Changement de référentiel

4.1. Introduction	163
4.2. Relativité du mouvement	163
4.2.1. Introduction	163

	191
4.2.2. Définition	164
a. Mouvement d'entraînement	165
b. Mouvement absolu	165
c. Mouvement relatif	165
4.2.3. Vitesse relative	166
4.2.4. Mouvement du repère relatif par rapport au repère absolu	168
a. Mouvement de translation	168
b. Mouvement de rotation	168
4.3. Position du problème	169
4.3.1 Définition	169
4.3.2. Vecteur position	170
4.3.3. Loi de composition des vitesses	171
4.3.4. Loi de composition des accélérations	172
4.4. Exercices d'application	174
Bibliographie	205