

BELFEDAL Abdelkader

KARA-ZAITRI Kamel

PHYSIQUE MÉCANIQUE

Rappels de cours et exercices résolus

1^{ère} Année LMD

ST - SM - MI

OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES 

Avant propos

Cet ouvrage, conforme au programme officiel de Physique (Mécanique du point) de la première année LMD (Licence-Master-Doctorat), s'adresse essentiellement aux étudiants des domaines de LMD: ST (Sciences et Techniques de l'Ingénieur), SM (Sciences de la Matière) et MI (Mathématique et Informatique).

Le but de ce livre est de faciliter aux étudiants le difficile passage du cours théorique de physique aux problèmes d'application, et donc d'assurer l'assimilation du cours. Ils pourront se familiariser facilement avec l'ensemble des concepts de la mécanique newtonienne, grâce aux méthodes simples et pédagogiques proposées.

Chacun des quatre chapitres de ce livre commence par un rappel de cours qui regroupe des définitions de base, des théorèmes, des principes fondamentaux, de nombreuses démonstrations, et des exemples d'application accompagnés d'illustrations. Ce rappel est suivi d'une série d'exercices, classés par niveau de difficulté. Les solutions détaillées des exercices résolus, sont enrichies d'astuces, de conseils et de rappels mathématiques et physiques.

Le chapitre I est partagé en trois grandes parties : L'analyse dimensionnelle, le calcul tensoriel et le calcul vectoriel. La première partie du chapitre II est réservée à la cinématique du point dans le repère fixe, la deuxième partie traite le mouvement relatif. Le chapitre III est dédié à la dynamique du point matériel. Le chapitre IV est consacré à l'étude du travail et énergie. Dans la fin de ce livre, sont exposés, des rappels mathématiques sur les dérivées et intégrales d'une fonction, sur les formules trigonométriques, ainsi que l'alphabet Grec.

Les utilisateurs de ce livre, disposeront d'un outil de travail adapté au rythme soutenu de ces tronc communs LMD. Nous espérons qu'il les aidera à accéder avec confiance en deuxième année.

Nous tenons à remercier Monsieur MERAD Abdelkrim Maître de conférences à l'Université de Tlemcen et Monsieur SAHNOUN Mohamed Maître de conférences à l'Université de Mascara, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'expertiser ce modeste travail.

Nous répondrons volontiers à toute suggestion, remarque ou critique constructive par e-mail aux adresses suivantes: abelfedal.univ@yahoo.fr et karazkamel.univ@yahoo.fr

Les auteurs

Table des Matières

Avant propos	5
Table des matières.....	9
Terminologie (Français/Arabe) des termes techniques physiques.....	13
Chapitre I	
Partie «A»: Analyse dimensionnelle.....	17
A-1- Système fondamental.....	17
A-2- Notions de dimension.....	17
A-3- Homogénéité d'une fonction	18
Exercices	20
Corrigé des exercices	25
Partie «B»: Calcul d incertitudes.....	39
B-1- Calcul d'erreur absolue.....	39
B-2- Calcul d'erreur relative ou précision du calcul	40
B-3- Approximation et calculs approchés.....	40
a- Série de Taylor.....	40
b- Série de Mac-Laurin.....	41
c- Série de Binôme	41
Exercices	42
Corrigé des exercices	46
Partie «C»: Calcul vectoriel.....	67
C-1- Scalaires et vecteurs.....	67
C-2- Algèbre vectorielle.....	67
C-3- Composantes d'un vecteur.....	67
C-4- Produit scalaire.....	68
C-5- Produit vectoriel.....	69
C-6- Dérivées de vecteurs.....	71
a- Définition.....	71
b- Quelques caractéristiques des dérivées de vecteurs.....	71
c- Opérateurs physiques.....	72
C-7- Moment d'un vecteur.....	74
C-8- Intégrales curvilignes.....	75
Exercices	76
Corrigé des exercices	79
Chapitre II	
Partie «A»: La cinématique du point matériel dans un repère fixe	93
A- Mouvement rectiligne	93
A-1- Position et déplacement	93
A-2- Vitesse moyenne.....	94
A-3- Vitesse instantanée.....	95

A-4- Accélération.....	98
A-5- Equation de mouvement.....	98
A-5-1- Le mouvement rectiligne uniforme (M. R. U.).....	98
A-5-2- Le mouvement rectiligne uniformément accéléré (M. R. U. A.).....	99
B- Mouvement circulaire.....	101
B-1- Vitesse angulaire ou vitesse de rotation.....	101
B-1-1- Vitesse angulaire moyenne.....	101
B-1-2- Vitesse angulaire instantanée.....	101
B-2- Mouvement circulaire uniforme.....	101
B-3- Mouvement uniformément accéléré.....	101
B-4- Accélération normale et tangentielle.....	102
C- Systèmes de coordonnées.....	103
C-1- Coordonnées cartésiennes.....	103
C-2- Coordonnées polaires.....	104
C-2-1- Vecteur position.....	104
C-2-2- Expression de la vitesse et de l'accélération en coordonnées polaires.....	107
C-3- Coordonnées cylindriques.....	108
C-3-1- Vecteur position.....	108
C-3-2- Expression de la vitesse et de l'accélération dans la base cylindrique.....	109
C-4- Coordonnées sphériques.....	110
C-4-1- Vecteur position.....	111
C-4-2- Détermination des vect. unitaires $\vec{u}_r, \vec{u}_\theta$ et \vec{u}_ϕ en fonctions de \vec{i}, \vec{j} et \vec{k}	112
C-4-3- Expression de la vitesse et de l'accélération dans la base cylindrique.....	114
a- Vitesse.....	114
b- Accélération.....	116
Exercices.....	119
Corrigé des exercices.....	127
Partie «B»: Mouvement relatif.....	153
1- Mouvement absolu.....	153
2- Mouvement relatif.....	153
3- Vecteur position.....	153
4- Vecteurs vitesses.....	154
4-1- Vitesse absolue.....	155
4-2- Vitesse relative.....	155
4-3- Vitesse d'entraînement.....	155
5- Vecteurs accélérations.....	156
5-1- Accélération absolue.....	156
5-2- Accélération relative.....	156
5-3- Accélération d'entraînement.....	156
5-4- Accélération de Coriolis.....	157
5-5- Relation entre les accélérations.....	157
Exercices.....	160
Corrigé des exercices.....	164

Chapitre III : Dynamique du point matériel dans un repère fixe	205
III-1- Dynamique.....	205
III-1-1- Les forces	205
III-1-2- Premier loi de Newton « Principe d'inertie»	205
III-1-3- Deuxième loi de Newton « Principe fondamental de la dynamique».....	205
III-2- Quantité de mouvement	206
III-3- Accélération de pesanteur.....	207
III-4- Repère non galiléen.....	207
III-5- Troisième loi de Newton «Principe de l'action et de la réaction».....	207
III-6- Force de réaction	208
III-7- Frottement.....	208
III-7-1- Propriétés du frottement	209
a- Première propriété.....	209
b- Deuxième propriété.....	209
c- Troisième propriété.....	210
III-7-2- Relation entre μ_c et μ_s	210
III-8- Moment cinétique.....	213
Exercices	215
Corrigé des exercices	222
Chapitre IV : Travail et énergie	257
IV-1- Travail	257
IV-1-1- Travail élémentaire.....	257
IV-1-2- Travail d'une force.....	257
IV-1-3- Travail d'une force élastique.....	259
IV-2- Énergie.....	260
IV-2-1- Énergie cinétique.....	260
IV-2-2- Énergie potentielle.....	261
IV-2-3-Énergie mécanique.....	263
IV-3- Force non conservative.....	263
Exercices	264
Corrigé des exercices	270
Annexes.....	295
Références bibliographiques.....	305