

# TABLE DES SUJETS

## INTRODUCTION

1.1	Objet d'étude de la physique.....	1
1.2	Grandeurs fondamentales – système d'unité.....	2
1.3	Analyse dimensionnelle – cohérence des unités.....	5
1.4	Incertitude – chiffres significatifs.....	7
	<i>Incertitude</i> .....	7
	<i>Chiffres significatifs</i> .....	9
1.5	Symboles et notations mathématiques.....	11

## CHAPITRE 1 – VECTEURS EN PHYSIQUE

1.1	Nature des quantités en physique.....	13
1.1.1	Définition.....	14
	<i>Quantité scalaire</i>	
	<i>Vecteur</i>	
1.1.2	Notation et représentation d'un vecteur.....	15
1.2	Propriétés des quantités scalaires et des vecteurs.....	16
	<i>Vecteurs égaux</i>	
	<i>Vecteur inverse</i>	
	<i>Addition</i>	
	<i>Soustraction</i>	
	<i>Multiplication</i>	
	<i>Lois de l'algèbre vectorielle</i>	
1.3	Repère et observateur.....	19
	<i>Définition de repère</i>	
	<i>Observateur</i>	
1.4	Modes de représentation vectorielle: coordonnées cartésiennes et coordonnées polaires.....	22
1.4.1	Représentation en coordonnées cartésiennes.....	22
	<i>Espace à une dimension: système d'axes</i>	
	<i>Espace à deux dimensions: système d'axes</i>	
	<i>Espace à trois dimensions: système d'axes</i>	
	<i>Vecteurs unitaires</i>	
	<i>Composantes d'un vecteur et notation</i>	
	<i>Module du vecteur</i>	

1.4.2	Représentation vectorielle en coordonnées polaires (en 2-D) . . . . .	29
	<i>Notation d'un vecteur</i>	
	<i>Angle entre deux vecteurs</i>	
	<i>Inversion d'un vecteur</i>	
	<i>Points cardinaux et coordonnées polaires</i>	
1.5	Transformation des coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes (2-D) . . . . .	32
1.6	Transformation des coordonnées cartésiennes en coordonnées polaires (2-D) . . . . .	34
1.7	Addition et soustraction vectorielle. . . . .	37
1.7.1	Méthode graphique . . . . .	37
	<i>Procédure d'addition graphique</i>	
1.7.2	Méthode analytique. . . . .	39
1.8	Exercices. . . . .	42
1.9	Réponses aux exercices. . . . .	46

**CHAPITRE 2 – CINÉMATIQUE DE TRANSLATION:  
mouvement linéaire**

2.0	Phénomène du mouvement . . . . .	49
2.1	Notions préliminaires . . . . .	50
2.2	Définitions des variables de la cinématique . . . . .	52
2.2.1	Temps . . . . .	52
2.2.2	Vecteur position . . . . .	52
2.2.3	Vecteur déplacement. . . . .	52
2.2.4	Vecteur vitesse moyenne. . . . .	53
2.2.5	Vecteur vitesse instantanée et définition de la dérivée. . .	56
	<i>Définition de vitesse instantanée</i>	
	<i>Notion de dérivée</i>	
	<i>Dérivée d'une fonction</i>	
	<i>Interprétation géométrique de la dérivée</i>	
	<i>Dérivée de fonctions usuelles</i>	
2.2.6	Vecteur accélération moyenne et instantanée . . . . .	66
2.3	Équations du mouvement linéaire . . . . .	69
2.3.1	Équations du MRU. . . . .	70
2.3.2	Équations du MRUA . . . . .	71
2.4	Mouvement d'un corps en chute libre . . . . .	77
2.5	Mouvement linéaire quelconque . . . . .	82
2.6	Comment résoudre un problème . . . . .	86
2.7	Exercices. . . . .	89
2.8	Réponses aux exercices . . . . .	95

### CHAPITRE 3 – CINÉMATIQUE DE TRANSLATION: mouvement dans le plan

3.0 Introduction .....	97
3.1 Mouvement en deux dimensions: définitions .....	97
<i>Vecteur position</i>	
<i>Vecteur déplacement</i>	
<i>Vitesse moyenne</i>	
<i>Vitesse instantanée</i>	
<i>Accélération moyenne</i>	
<i>Accélération instantanée</i>	
<i>Equation paramétrique et équation de la trajectoire</i>	
3.2 Mouvements paraboliques .....	104
3.3 Généralisation de la cinématique vectorielle .....	115
3.4 Exercices .....	115
3.5 Réponses aux exercices .....	120

### CHAPITRE 4 – CINÉMATIQUE DE ROTATION

4.1 Notions préliminaires .....	123
4.2 Mouvement circulaire .....	124
4.2.1 Notion de variable angulaire .....	124
4.2.2 Définition des variables de la cinématique de rotation... 126	
<i>Position angulaire</i>	
<i>Déplacement angulaire</i>	
<i>Vitesse angulaire moyenne</i>	
<i>Vitesse angulaire instantanée</i>	
<i>Accélération angulaire moyenne</i>	
<i>Accélération angulaire instantanée</i>	
4.3 Mouvements circulaires caractéristiques .....	131
4.3.1 Mouvement circulaire uniforme et accélération centripète .....	131
<i>Description et analyse du MCU</i>	
<i>Accélération centripète: notation vectorielle</i>	
<i>Equations du MCU</i>	
<i>Accélération centripète: preuve analytique</i>	
4.3.2 Mouvement circulaire uniformément accéléré (MCUA) .. 140	
<i>Description et analyse du MCUA</i>	
<i>Accélération totale: notation vectorielle</i>	
<i>Equations du MCUA</i>	
4.4 Mouvement curviligne .....	151
4.5 Exercices .....	154
4.6 Réponses aux exercices .....	160

### CHAPITRE 5 – DYNAMIQUE DE TRANSLATION

5.0 Introduction .....	163
5.1 Force et masse: définitions opérationnelles .....	163
5.1.1 Notion primitive de force .....	163

5.1.2	Inertie de translation: masse d'inertie . . . . .	163
5.1.3	Définition opérationnelle de la force . . . . .	167
5.2	Lois de la dynamique . . . . .	170
	<i>Première loi de NEWTON</i>	
	<i>Deuxième loi de NEWTON</i>	
5.3	Interactions fondamentales . . . . .	176
5.3.1	Interaction gravitationnelle . . . . .	176
	<i>Gravitation universelle</i>	
	<i>Poids d'un corps</i>	
5.3.2	Interaction électromagnétique . . . . .	183
5.4	Troisième loi de NEWTON . . . . .	184
5.5	Applications des lois de NEWTON – Méthode d'isolation . . . . .	188
	<i>Applications des lois: vue d'ensemble</i>	
	<i>Méthode d'isolation</i>	
5.6	Lois de forces usuelles . . . . .	200
5.6.1	Forces élastiques dans un ressort – loi de HOOKE . . . . .	200
+ 5.6.2	Forces de frottement . . . . .	202
	<i>Frottement sec</i>	
	<i>Frottement visqueux</i>	
5.6.3	Poussée d'ARCHIMÈDE . . . . .	215
5.7	Dynamique du mouvement circulaire – force centripète . . . . .	219
5.8	Dynamique d'un système de particules . . . . .	225
5.8.1	Centre de masse . . . . .	225
	<i>Position du CM d'un corps rigide</i>	
	<i>Position du CG d'un corps de forme plane</i>	
5.8.2	Conservation de la quantité de mouvement linéaire – quantité de mouvement et impulsion . . . . .	233
	<i>Principe de conservation de la quantité de mouvement linéaire</i>	
	<i>Application du principe de conservation de la quantité de mouvement linéaire</i>	
5.9	Pression . . . . .	239
	<i>Pression dans un liquide</i>	
	<i>Pression dans un gaz</i>	
5.10	Exercices . . . . .	247
5.11	Réponses aux exercices . . . . .	267

## CHAPITRE 6 – REPÈRES

6.0	Introduction . . . . .	273
6.1	Repère inertiel . . . . .	274
6.2	Repère non inertiel . . . . .	281
6.3	Exercices . . . . .	289
6.4	Réponses aux exercices . . . . .	293

## CHAPITRE 7 – DYNAMIQUE DE ROTATION

7.1 Notions préliminaires . . . . .	295
7.2 Produits scalaires et vectoriels . . . . .	298
<i>Définition du produit scalaire</i>	
<i>Définition du produit vectoriel</i>	
7.3 Définition de moment de force . . . . .	303
7.4 Inertie de rotation: moment d'inertie . . . . .	308
7.4.1 Moment d'inertie d'une particule . . . . .	308
7.4.2 Moment d'inertie des corps rigides . . . . .	310
7.4.3 Théorème des axes parallèles . . . . .	314
<i>Démonstration du théorème des axes parallèles</i>	
7.5 Équilibre de rotation et de translation . . . . .	319
7.6 Mouvement général dans le plan: Translation et rotation . . . . .	331
<i>Translation et rotation avec ou sans glissement</i>	
<i>Mouvement d'un corps déformable</i>	
7.7 Étude du mouvement d'une roue homogène: cas général . . . . .	341
7.8 Moment cinétique ou quantité de mouvement angulaire . . . . .	352
7.8.1 Définition de la quantité de mouvement angulaire . . . . .	352
7.8.2 Lien entre quantité de mouvement angulaire et moment de force . . . . .	358
7.8.3 Conservation de la quantité de mouvement angulaire . . . . .	359
7.9 Gyroscope – Mouvement de précession . . . . .	364
7.10 Exercices . . . . .	372
7.11 Réponses aux exercices . . . . .	387

## CHAPITRE 8 – TRAVAIL – ÉNERGIE – PUISSANCE

8.0 Introduction . . . . .	391
8.1 Travail fait par une force constante . . . . .	393
8.2 Notion de calcul intégral . . . . .	398
8.3 Travail fait par une force variable . . . . .	406
<i>Situation à une dimension</i>	
<i>Travail fait par un ressort</i>	
8.4 Énergie cinétique – théorème reliant l'énergie au travail . . . . .	414
8.5 Énergie cinétique d'un système de particules . . . . .	419
8.6 Puissance moyenne – Puissance instantanée . . . . .	421
8.7 Travail – énergie – puissance en rotation . . . . .	424
8.7.1 Énergie cinétique de rotation . . . . .	424
8.7.2 Travail en rotation . . . . .	426
8.7.3 Puissance en rotation . . . . .	427
8.8 Énergie potentielle – conservation de l'énergie mécanique . . . . .	430
8.8.1 Forces conservatives et non conservatives . . . . .	430
8.8.2 Conservation de l'énergie mécanique . . . . .	433
8.8.3 Définition opérationnelle de l'énergie potentielle . . . . .	434

8.9 Formes d'énergie potentielle .....	435
8.9.1 Énergie potentielle gravitationnelle dans un champ constant .....	435
8.9.2 Énergie potentielle gravitationnelle: cas général. ....	437
8.9.3 Énergie potentielle élastique .....	439
8.10 Principe de conservation de l'énergie – système isolé .....	445
8.11 Collisions. ....	448
8.12 Exercices. ....	452
8.13 Réponses aux exercices .....	464
APPENDICE – Mouvement planétaire .....	467
ANNEXES .....	469
INDEX .....	485