

ANDRÉ AUGER

PHYSIQUE ' MÉCANIQUE



les éditions
Le Griffon d'argile

530-65-1

2-530-65-1



PHYSIQUE MÉCANIQUE

ANDRÉ AUGER
professeur
Collège de Sainte-Foy

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 – quan- tité de mouvement et impulsion	233
<i>Principe de conservation de la quantité de mouvement</i> <i>linéaire</i>	
<i>Application du principe de conservation de la quantité de</i> <i>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 Equilibre 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 Etude 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