

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 : INTRODUCTION	13
1. La mécanique est une branche de la physique	13
2. Espace et temps	14
2.1 Le temps - 2.2 L'espace - 2.3 L'espace-temps	
3. La matière	16
4. Systèmes d'unités	17
4.1 Unités fondamentales - 4.2 Equations aux dimensions	
Chapitre 2 : RAPPELS ET COMPLEMENTS MATHEMATIQUES	19
1. Dérivation. Différentiation. Intégration	19
1.1 Dérivée d'une fonction - 1.2 Différentielle - 1.3 Dérivée d'une fonction composée	
1.4 Intégrale indéfinie	
2. Vecteurs	21
2.1 Définitions - 2.2 Propriétés - 2.3 Produit scalaire - 2.4 Produit vectoriel -	
2.5 Dérivées des fonctions vectorielles - 2.6 Composantes d'un vecteur -	
2.7 Intégration des fonctions vectorielles	
3. Systèmes de coordonnées usuels	25
3.1 Coordonnées cartésiennes - 3.2 Coordonnées cylindriques - 3.3 Coordonnées	
sphériques	
4. Intégrales définies simples et multiples	30
4.1 Intégrale simple - 4.2 Intégrale double - 4.3 Intégrale triple	
5. Champs scalaires et vectoriels	36
5.1 Gradient d'un champ scalaire - 5.2 Divergence d'un champ vectoriel -	
5.3 Rotationnel d'un champ vectoriel - 5.4 Relation du second ordre -	
5.5 Circulation d'un champ vectoriel	
6. Equations différentielles	41
6.1 Définition - 6.2 Equations différentielles du premier ordre - 6.3 Equations	
différentielles du second ordre	
7. Coniques	47
7.1 Définition par foyer et directrice - 7.2 Autres définitions	
Exercices	51
Chapitre 3 : CINEMATIQUE DU POINT	69
1. Notion de mouvement	69
2. Mouvement rectiligne	70
2.1 Définition - 2.2 Position - 2.3 Déplacement - 2.4 Vitesse - 2.5 Accélération -	
2.6 Mouvements rectilignes particuliers	
3. Mouvement curviligne	72
3.1 Vecteur position - 3.2 Vecteur déplacement - 3.3 Abscisse curviligne - 3.4 Vecteur	
vitesse - 3.5 Vecteur accélération - 3.6 Accélérations tangentielle et normale -	
3.7 Vecteur vitesse de rotation - 3.8 Mouvement accéléré et retardé	

4. Composition des mouvements	80
4.1 Définition du problème - 4.2 Relation entre les positions - 4.3 Relation entre les vitesses - 4.4 Relation entre les accélérations - 4.5 Cas d'une translation	
Exercices	85
Chapitre 4 : DYNAMIQUE DU POINT	107
1. Sur la notion de force	107
1.1 La force dans la vie quotidienne - 1.2 La force en science physique - 1.3 Origine de quelques forces mécaniques	
2. Les lois de Newton	109
2.1 La première loi : le principe d'inertie - 2.2 La deuxième loi : le principe fondamental de la dynamique - 2.3 La troisième loi : le principe de l'action et de la réaction	
3. Les forces de frottements	112
3.1 Frottement entre deux corps solides - 3.2 Contact avec les fluides	
4. Les forces d'inertie	116
4.1 Définitions - 4.2 Effets des mouvements de rotations de la Terre	
Exercices	125
Chapitre 5 : TRAVAIL ET ENERGIE DANS LE CADRE DU POINT MATERIEL	137
1. Quelques expériences pour illustrer le concept d'énergie	137
1.1 Introduction - 1.2 Energie mécanique - 1.3 Energie potentielle - 1.4 Energie cinétique et travail	
2. Travail et puissance	141
2.1 Travail - 2.2 Exemple de calcul du travail - 2.3 Puissance	
3. Energies cinétique, potentielle et mécanique	143
3.1 Energie cinétique - 3.2 Energie potentielle - 3.3 Energie mécanique - 3.4 Forces non conservatives - 3.5 Variation de l'énergie mécanique	
4. Equilibre et stabilité	149
5. Intérêt d'utilisation de la notion d'énergie	151
Exercices	153
Chapitre 6 : QUANTITE DE MOUVEMENT ET MOMENT CINETIQUE. NOTION DE SYMETRIE	165
1. Quantité de mouvement	165
1.1 Pourquoi et comment définir la quantité de mouvement - 1.2 Le principe fondamental de la dynamique : autre formulation - 1.3 Quantité de mouvement pour un système isolé	
2. Moment cinétique	169
2.1 Pourquoi et comment définir le moment cinétique - 2.2 Théorème du moment cinétique - 2.3 Moment cinétique pour un système isolé - 2.4 Cas des forces centrales	

3. Notion de symétrie en physique	178
3.1 Qu'est ce qu'une symétrie - 3.2 La symétrie dans l'espace et le temps -	
3.3 Importance de la symétrie en physique	
Exercices	181
Chapitre 7 : SYSTEME DE PARTICULES	189
1. Centre de masse	189
1.1 Définition du centre de masse - 1.2 Référentiel du centre de masse	
2. Quantité de mouvement	191
2.1 Relation cinématique - 2.2 Relation dynamique - 2.3 Propriété importante du	
référentiel du centre de masse	
3. Moment cinétique	192
3.1 Relation cinématique - 3.2 Relations dynamiques	
4. Energie	194
4.1 Energie cinétique : relation cinématique - 4.2 Théorème de l'énergie cinétique -	
4.3 Energie potentielle - 4.4 Energie mécanique - 4.5 Energie potentielle	
gravitationnelle au voisinage immédiat de la surface de la Terre	
5. Système isolé à deux particules	197
5.1 Positions, vitesses et accélérations - 5.2 Masse réduite - 5.3 Quantité de	
mouvement - 5.4 Moment cinétique - 5.5 Energie cinétique - 5.6 Conclusion	
6. Choc de deux particules	200
6.1 Introduction - 6.2 Conservation de la quantité de mouvement - 6.3 Choc élastique-	
6.4 Choc inélastique	
Exercices	205
Chapitre 8 : L'INTERACTION GRAVITATIONNELLE	211
1. La loi de la gravitation	211
1.1 Lois de Kepler - 1.2 Loi gravitationnelle de Newton - 1.3 Explication par voie	
analytique des lois de Kepler - 1.4 Une expérience pour mesurer la masse de la Terre	
2. Energie potentielle gravitationnelle	215
2.1 Expression de l'énergie potentielle - 2.2 Energie mécanique - 2.3 Vitesse de	
libération	
3. Champ et potentiel gravitationnels	218
3.1 Définitions - 3.2 Angle solide - 3.3 Théorème de Gauss - 3.4 Exemple	
d'utilisation du théorème de Gauss	
4. Masse d'inertie et masse de gravitation	226
Exercices	229
Chapitre 9 : INTRODUCTION A LA DYNAMIQUE DU SOLIDE	239
1. Géométrie des masses	239
1.1 Centre de masse - 1.2 Moment d'inertie	
2. Rotation d'un solide autour d'un axe fixe	247
2.1 Moment cinétique par rapport à un axe - 2.2 Moment d'une force par rapport à un	
axe - 2.3 Théorème du moment cinétique - 2.4 Conservation du moment cinétique -	
2.5 Energie cinétique de rotation - 2.6 Exemple d'application : le pendule pesant	

3. Mouvement composé	251
3.1 Mouvement du centre de masse - 3.2 Mouvement par rapport au centre de masse -	
3.3 Conservation de l'énergie mécanique - 3.4 Exemple d'application	
4. Equilibre d'un solide	251
4.1 Cas général - 4.2 Cas des forces concourantes - 4.3 Cas des forces coplanaires -	
4.4 Exemple d'application	
Exercices	
Chapitre 10 : MOUVEMENT OSCILLATOIRE	259
1. Oscillations libres	271
1.1 L'oscillateur harmonique - 1.2 Application à une masse attachée à un ressort	
2. Oscillations amorties	271
2.1 Equation de mouvement - 2.2 Régime pseudo-périodique - 2.3 Régime	
apériodique - 2.4 Régime critique	
3. Oscillations forcées	280
3.1 Equation de mouvement - 3.2 Recherche de la solution - 3.3 Résonance -	
3.4 Bande passante	
4. Système à deux degrés de libertés	284
4.1 Définition - 4.2 Exemple d'oscillations libres sans frottements	
Exercices	289
Chapitre 11 : INTRODUCTION A LA THEORIE DE LA	
RELATIVITE RESTREINTE	297
1. La physique avant la théorie de la relativité	297
1.1 Relativité de Galilée - 1.2 Equations de Maxwell - 1.3 Les équations de Maxwell	
et la relativité de Galilée - 1.4 Quelques expériences avant la relativité -	
1.5 Interprétations	
2. Postulats de la relativité	304
2.1 Premier postulat : le postulat de la relativité - 2.2 Second postulat : l'invariance de	
la vitesse de la lumière	
3. Simultanéité	305
3.1 Evénement - 3.2 Simultanéité dans un même lieu - 3.3 Synchronisation de deux	
horloges - 3.4 Simultanéité en deux lieux différents	
4. Transformations des longueurs et des durées	307
4.1 L'invariance des longueurs perpendiculaires au mouvement relatif - 4.2 Dilatation	
du temps - 4.3 Contraction des longueurs parallèles au mouvement relatif	
Exercices	315
Chapitre 12 : CINEMATIQUE ET DYNAMIQUE RELATIVISTE	323
1. Transformation des coordonnées et des vitesses	323
1.1 Transformation des coordonnées - 1.2 Transformation des vitesses	
2. Quadrivecteur et invariant relativiste	327
2.1 Quadrivecteur position - 2.2 Intervalle entre deux événements - 2.3 Temps propre -	
2.4 Notion de quadrivecteur - 2.5 Quadrivecteurs vitesse et accélération	
3. Quantité de mouvement et énergie	332
3.1 Comment définir la quantité de mouvement - 3.2 Travail et énergie en relativité -	
3.3 Equivalence masse et énergie - 3.4 Quadrivecteur énergie-impulsion - 3.5 Cas du	
photon - 3.6 Quadrivecteur force	

4. Collisions entre particules.....	338
4.1 Lois de conservation - 4.2 Référentiel du centre de masse - 4.3 Collision élastique- 4.4 Collision inélastique	
Exercices	343
INDEX ALPHABETIQUE	355

LA MECANIQUE EST UNE BRANCHE DE LA PHYSIQUE

L'étude de la physique est l'étude des propriétés de la matière et l'application des lois qui régissent ses différents comportements.

De l'antiquité grecque à l'industrialisation, la physique s'est développée parallèlement à la découverte des premières lois fondamentales, jusqu'à l'établissement de la mécanique classique et à la naissance d'une physique moderne, qui a permis de comprendre les phénomènes naturels à l'échelle atomique, moléculaire et nucléaire.

On trouve les branches de la physique, parmi lesquelles on peut citer : la mécanique, l'acoustique, la thermodynamique, l'électromagnétisme, la mécanique quantique, la physique nucléaire, la physique des particules, la physique des plasmas, la physique des matériaux, la physique des fluides, la physique des solides, la physique des hautes pressions, la physique des basses pressions, la physique des hautes températures, la physique des basses températures, la physique des hautes énergies, la physique des basses énergies, la physique des hautes densités, la physique des basses densités, la physique des hautes vitesses, la physique des basses vitesses, la physique des hautes fréquences, la physique des basses fréquences, la physique des hautes longueurs d'onde, la physique des basses longueurs d'onde, la physique des hautes énergies, la physique des basses énergies, la physique des hautes températures, la physique des basses températures, la physique des hautes pressions, la physique des basses pressions, la physique des hautes densités, la physique des basses densités, la physique des hautes vitesses, la physique des basses vitesses, la physique des hautes fréquences, la physique des basses fréquences, la physique des hautes longueurs d'onde, la physique des basses longueurs d'onde.

La mécanique étudie les mouvements des corps indépendamment des causes qui les produisent, par d'autres moyens que ceux de la géométrie, c'est-à-dire sans avoir recours aux notions de forces et de masses.

La cinématique étudie le mouvement d'un corps sans en chercher les causes qui lui sont appliquées. Elle permet ainsi de prédire les lois de mouvement et la trajectoire des corps lorsque les forces appliquées sont connues. Elle permet aussi de déterminer les lois de conservation dans le cas où il n'y a pas de forces appliquées.

La dynamique étudie les conditions d'équilibre des corps.

Dans une étude cinématique, les aspects de la mécanique sont positifs. Elle décrit avec une grande précision la plupart des mouvements des objets du système solaire. Ces systèmes en astronomie sont très remarquables. Cependant, le domaine de validité de ces lois n'est pas illimité. Elle est applicable aux deux univers suivants :

- Dans le cas où les corps étudiés sont soumis à des forces faibles, comparables à celle de la pesanteur, et où la vitesse est faible, c'est-à-dire inférieure à la vitesse de la lumière. Dans ce cas, la mécanique classique est applicable. Elle permet de prédire les mouvements des corps avec une grande précision.

- À l'échelle microscopique, c'est la mécanique quantique qui s'applique. Elle permet de prédire les mouvements des corps à l'échelle atomique, moléculaire et nucléaire, c'est-à-dire à l'échelle des particules. Elle permet de prédire les mouvements des corps à l'échelle des particules.

Dans les deux cas, on peut dire que la mécanique est une science qui permet de prédire les mouvements des corps avec une grande précision. Elle permet de prédire les mouvements des corps à l'échelle atomique, moléculaire et nucléaire, c'est-à-dire à l'échelle des particules. Elle permet de prédire les mouvements des corps à l'échelle des particules.