

Table des matières

1	Cinématique du point	1
1.1	Relativité du mouvement : nécessité d'un référentiel	1
	a) Introduction	1
	b) Notion de référentiel	2
	c) Exemples de référentiel à connaître	3
1.2	Repères	4
	a) Repère d'espace	4
	b) Repère de temps	5
	c) Le système de coordonnées cartésiennes	5
	d) Le système de coordonnées polaires	6
	e) Liens entre les systèmes de coordonnées polaires et cartésiennes	9
	f) Le système de coordonnées cylindriques	10
	g) Base fixe et base mobile dans le référentiel d'étude	11
	h) Choix du système de coordonnées	12
1.3	Vecteur vitesse d'un point	13
	a) Vitesse moyenne	13
	b) Vecteur vitesse instantanée	14
	c) Expression en coordonnées cartésiennes	15
	d) Expression en coordonnées polaires	16
	e) Expression en coordonnées cylindriques	20
	f) Vecteur vitesse angulaire	21
	g) Vecteur déplacement élémentaire	22
1.4	Vecteur accélération d'un point	24
	a) Définition	24
	b) Expression en coordonnées cartésiennes	24
	c) Expression en coordonnées polaires	25
	d) Expression en coordonnées cylindriques	26
1.5	Exemples de mouvement	28
	a) Définitions	28
	b) Mouvements rectilignes	28

c) Mouvements circulaires	32
d) Autre type de mouvement : le mouvement parabolique	39
Points clefs	42
Exercices	43
Solutions	46

2 Lois de Newton et Forces **57**

2.1 Principe d'inertie (1re loi de Newton)	57
a) Définitions	57
b) Principe d'inertie : 1re loi de Newton	61
c) Référentiels galiléens	62
2.2 Principe fondamental de la dynamique (2^e loi de Newton)	64
a) Notion de force	64
b) Principe fondamental de la dynamique	64
2.3 Actions réciproques (3^e loi de Newton)	67
2.4 Les forces	68
a) Le poids d'un corps : force d'interaction à distance	69
b) Les forces de contact	72
Points clefs	79
Exercices	83
Solutions	88

3 Travail, puissance et énergie **105**

3.1 Travail d'une force	105
a) Définition	105
b) Exemples de calcul du travail d'une force sur un trajet AB	108
c) Puissance d'une force	112
3.2 L'énergie en mécanique	113
a) L'énergie cinétique : une énergie liée au mouvement	113
b) L'énergie potentielle : une énergie liée à la position	115
c) L'énergie potentielle de pesanteur	119
d) L'énergie potentielle élastique	120
e) Force conservative et énergie potentielle	122
f) L'énergie mécanique	123
g) Exemple d'utilisation de l'énergie pour la résolution d'un problème	125

3.3 États liés et stabilité d'un système mécaniquement isolé	128
a) Les états liés	128
b) Stabilité d'un système soumis à une force conservative	129
c) Exemple d'une bille sur un sol en forme de cuvette	129
3.4 Chocs entre particules	131
a) Définition	131
b) Propriétés des chocs	132
c) Détermination des vitesses après le choc	134
Points clefs	140
Exercices	142
Solutions	146
4 Oscillateurs mécaniques libres	157
4.1 Oscillateur harmonique	157
a) Définitions	157
b) Exemples d'oscillateurs harmoniques	160
c) Étude énergétique de l'oscillateur harmonique	168
4.2 Oscillateur amorti par frottement visqueux	171
a) Équation différentielle et solutions	171
b) Oscillateur à frottement faible	173
c) Oscillateur à frottement fort	179
d) Cas limite de l'amortissement critique	182
e) Étude énergétique de l'oscillateur amorti	184
Points clefs	187
Exercices	188
Solutions	191
5 Oscillateurs mécaniques forcés	197
5.1 Oscillations forcées	197
a) Introduction	197
b) Équation différentielle du mouvement	198
5.2 Étude de l'élongation	201
a) Expression de l'amplitude complexe	201
5.3 Étude de la vitesse	209
a) Expression de la vitesse complexe	209
b) Résonance de vitesse	209

5.4 Aspect énergétique	213
a) Transfert de puissance	213
b) Facteur de qualité et bande passante	215
Points clefs	218
Exercices	219
Solutions	221
6 Solide mobile autour d'un axe fixe	225
6.1 Éléments cinétiques d'un solide	225
a) Définition du solide	225
b) Éléments cinétiques pour un solide	227
6.2 Mouvement d'un solide	228
a) Mouvement d'ensemble, mouvement propre	228
b) Solide mobile autour d'un axe fixe	229
c) Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe	232
6.3 Théorème du moment cinétique	237
a) Cas d'une masse ponctuelle	237
b) Cas d'un solide	237
c) Théorème du moment cinétique pour un solide mobile autour d'un axe fixe.	238
d) Moment d'une force par rapport à un axe	239
6.4 Exemples d'application	242
a) Introduction	242
b) Équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe	243
c) Conservation du moment cinétique	243
d) Mouvement d'un pendule de torsion	244
Points clefs	246
Exercices	247
Solutions	248
Annexe : Utilisation de la représentation complexe	253
Index	259