

# TABLE DES MATIÈRES

## PRÉLIMINAIRES

### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET DÉFINITIONS

Matière.....	1	Principe de l'inertie.....	3
Corps. Leur constitution physique.	1	Forces.....	5
Point matériel.....	2	Effet des forces.....	6
Constitution des corps solides considérés en mécanique.....	2	Principe de la réaction égale et contraire à l'action.....	7
Mouvement et repos absolus.		Définition et division de la mé- canique.....	8
Mouvement et repos relatifs..	3		

## LIVRE PREMIER

### STATIQUE

#### CHAPITRE PREMIER

##### Considérations. — Principes. — Com- position des forces de même direc- tion.

##### § 1. — CONSIDÉRATIONS SUR LES FORCES.

Forces égales. Forces multiples.	11
De la mesure des forces. Leur comparaison aux poids.....	11
Dynamomètres.....	12
Peson à ressort.....	12
Dynamomètre Régnier.....	14
Représentation graphique des forces.....	15

##### § 2. — PRINCIPES ET LEURS CONSÉ- QUENCES.

Principes généraux.....	16
Conséquences de ces principes.	16
Division des forces.....	17
Composition et décomposition des forces.....	17

Résultante et composantes....	17
Lorsque plusieurs forces se font équilibre sur un corps solide, l'une quelconque d'entre elles est égale et directement oppo- sée à la résultante de toutes les autres.....	18
Lorsque plusieurs forces sont appliquées à un même point matériel, elles admettent tou- jours une résultante unique..	18
Quand un système de forces appliquées sur un corps solide admet une résultante, il ne peut en avoir qu'une.....	18

##### § 3. — COMPOSITION DES FORCES DE MÊME DIRECTION.

Cas de deux forces de même sens.....	19
Cas de deux forces de sens con- traire.....	20
Cas de plusieurs forces dirigées suivant la même droite.....	20

<b>CHAPITRE II</b>	
<b>Composition, décomposition et équilibre des forces concourantes.</b>	
§ 1. — COMPOSITION ET ÉQUILIBRE.	
Direction de la résultante de deux forces.....	21
Théorème fondamental. Parallélogramme des forces.....	22
La résultante de deux forces angulaires divise en deux parties égales la droite qui joint les extrémités des composantes, et son intensité est représentée par deux fois la droite qui joint le point d'intersection au point d'application...	24
Relations entre la résultante et les composantes.....	25
La résultante de deux forces angulaires est représentée par la somme des projections de ces forces faites sur sa direction propre.....	26
Composition d'un nombre quelconque de forces angulaires..	27
Équilibre des forces angulaires. Cas particulier.....	28
Équilibre de trois forces angulaires.....	29
Application de la composition des forces angulaires.....	31
§ 2. — DÉCOMPOSITION ET ÉQUILIBRE DES FORCES ANGULAIRES.	
Décomposition d'une force en deux autres appliquées au même point.....	31
Décomposition d'une force en plus de deux autres situées dans un même plan.....	33
Décomposition d'une force en trois autres non situées dans un même plan.....	34
Décomposition d'une force en plus de trois autres non situées dans un même plan....	35
Équilibre d'un nombre quelconque de forces appliquées à un même point matériel.....	36
La projection sur un axe de la résultante d'un système de	
forces appliquées à un point matériel est égale à la somme algébrique des projections des composantes sur ce même axe.	37
§ 3. — MOMENTS DES FORCES ANGULAIRES.	
Moment par rapport à un point.	39
Théorème de Varignon.....	40
Moment par rapport à un axe..	44
Théorème de Varignon.....	44
Cas de l'équilibre d'un système quelconque de forces concourantes.....	46
<b>CHAPITRE III</b>	
<b>Composition, décomposition et équilibre des forces parallèles.</b>	
§ 1. — COMPOSITION ET ÉQUILIBRE DES FORCES PARALLÈLES.	
Composition de deux forces parallèles et de même sens ...	47
Démonstration tirée du cas de deux forces concourantes....	49
Démonstration expérimentale..	50
Équilibre de trois forces parallèles.....	53
Composition de deux forces parallèles et de sens contraire..	54
Composition de deux forces parallèles égales et de sens contraire.....	56
Équilibre d'un couple.....	57
Composition d'un nombre quelconque de forces parallèles..	59
Centre des forces parallèles....	60
§ 2. — DÉCOMPOSITION DES FORCES PARALLÈLES.	
Décomposition d'une force en deux autres forces parallèles.	61
Décomposition d'une force en trois autres forces parallèles situées dans le même plan....	63
Décomposition d'une force donnée en trois autres forces parallèles non situées dans le même plan.....	64
Décomposition d'une force en plus de trois autres composantes parallèles.....	66
Application.....	66

§ 3. — MOMENTS DES FORCES PARALLÈLES.		Centre de gravité d'une ligne polygonale régulière.....	90
Moment par rapport à un point.	67	Centre de gravité d'un arc de cercle.....	91
Moment d'un couple.....	70	<b>B. Centre de gravité des surfaces.</b>	
Moment par rapport à un plan.	70	Centre de gravité de l'aire d'un triangle.....	92
Application du théorème des moments à la recherche du centre des forces parallèles..	73	Centre de gravité d'un trapèze.	93
Cas particulier.....	75	Centre de gravité d'un quadrilatère quelconque.....	95
<b>CHAPITRE IV</b>			
<b>Centre de gravité.</b>			
§ 1. — CONSIDÉRATIONS ET MÉTHODE GÉNÉRALE.			
Pesanteur.....	76	Centre de gravité d'un polygone quelconque.....	96
Centre de gravité.....	77	Centre de gravité d'un secteur circulaire.....	96
Analogie entre le centre de gravité et le centre des forces parallèles.....	77	Centre de gravité d'une demi-couronne circulaire.....	97
Conséquence de la position invariable du centre de gravité.	77	Centre de gravité d'un segment de cercle.....	98
Détermination expérimentale du centre de gravité des corps..	78	Centre de gravité d'une surface conique.....	99
Corps homogènes.....	79	Centre de gravité de la surface latérale d'un tronc de cône...	99
Extension de la recherche du centre de gravité aux surfaces et aux lignes.....	79	<b>C. Centre de gravité des volumes.</b>	
Recherche des centres de gravité. Méthode générale.....	80	Centre de gravité d'un prisme triangulaire.....	100
§ 2. — CENTRE DE GRAVITÉ DES LIGNES, SURFACES ET VOLUMES NON DÉFINIS GÉOMÉTRIQUEMENT.			
Centre de gravité d'une ligne courbe.....	83	Centre de gravité d'un prisme quelconque.....	101
Centre de gravité d'une surface plane quelconque.....	84	Centre de gravité d'une pyramide triangulaire.....	101
Centre de gravité d'un corps quelconque.....	86	Centre de gravité d'une pyramide quelconque.....	104
§ 3. — CENTRE DE GRAVITÉ DES LIGNES, SURFACES ET VOLUMES DÉFINIS GÉOMÉTRIQUEMENT.			
Principes relatifs à la position du centre de gravité.....	87	Centre de gravité d'un tronc de pyramide triangulaire à bases parallèles.....	104
<b>A. Centre de gravité des lignes.</b>			
Centre de gravité du périmètre d'un triangle.....	89	Centre de gravité d'un tronc de pyramide quelconque à bases parallèles.....	106
1° Géométriquement.....	89	§ 4. — THÉORÈME DE GULDIN ET SES APPLICATIONS.	
2° Par le théorème des moments.	89	Proposition I.....	107
		Proposition II.....	108
		<i>Application à la détermination des surfaces et des volumes.</i>	
		Surface et volume du cône droit.	109
		Surface et volume de la sphère.	109
		Surface et volume engendrés par la rotation d'un hexagone régulier tournant autour d'un de ses côtés.....	110

Application à la recherche des centres de gravité.....	111
Centre de gravité d'un arc de cercle.....	111
Centre de gravité d'un trapèze.....	111

## CHAPITRE V

## Composition des forces quelconques. Équilibre des solides.

## § 1. — COMPOSITION ET RÉDUCTION AU MOINDRE NOMBRE D'UN SYSTÈME QUELCONQUE DE FORCES APPLIQUÉES A UN CORPS SOLIDE.

Forces situées dans un même plan.....	113
Conditions d'équilibre.....	114
Forces dirigées arbitrairement dans l'espace. Leur réduction à trois.....	115
Réduction d'un système quelconque de forces appliquées à un corps solide, à deux forces dont l'une passe par un point pris arbitrairement.....	117
Réduction d'un système quelconque de forces à une force et à un couple.....	118
Condition pour qu'un système quelconque de forces admette une résultante unique.....	120

## § 2. — ÉQUILIBRE DES CORPS SOLIDES.

Équilibre d'un corps solide libre. Cas particuliers.....	121
Équilibre d'un corps solide mobile autour d'un point fixe.....	123
Pression sur le point fixe.....	123
Cas où le corps est sollicité par son poids seul.....	123
Équilibre d'un corps mobile autour de deux points fixes.....	124
Pression sur les points fixes.....	124
Cas où le corps est sollicité par son poids seul.....	124
Différentes sortes d'équilibre.....	125
Équilibre stable.....	125
Équilibre instable.....	125
Équilibre indifférent.....	126
Considérations sur l'équilibre instable et sur l'équilibre indifférent.....	126
Équilibre d'un corps assujéti à	

s'appuyer sur un plan fixe.....	127
Corps s'appuyant par un seul point.....	127
Cas où le corps est sollicité par son poids seul.....	128
Pression sur le point d'appui.....	128
Corps s'appuyant par deux points.....	129
Pressions sur les points d'appui.....	130
Corps s'appuyant sur trois points non en ligne droite.....	130
Pressions sur les points d'appui.....	130
Corps s'appuyant par un nombre quelconque de points.....	131
Pressions sur les points d'appui.....	132
Stabilité des corps pesants s'appuyant sur un plan horizontal.....	133
Application aux chargements des voitures.....	135

## CHAPITRE VI

## Hydrostatique.

## § 1. — ÉQUILIBRE DES LIQUIDES.

Hypothèses sur la constitution des liquides.....	136
Principe de Pascal.....	136
Presse hydraulique.....	137
Pression moyenne par unité de surface.....	141
Équilibre des liquides, soumis à la seule action de la pesanteur.....	141
Pression sur le fond d'un vase.....	145
Pression sur les parois latérales.....	146
Centre de pression.....	147
Recherche du centre de pression qui est toujours plus bas que le centre de gravité.....	147

## § 2. — ÉQUILIBRE DES CORPS PLONGÉS ET DES CORPS FLOTTANTS DANS LES LIQUIDES.

Principe d'Archimède.....	149
Centre de poussée.....	150
Équilibre des corps plongés.....	151
Stabilité des corps plongés.....	151
Équilibre des corps flottants.....	152
Stabilité des corps flottants.....	152
Corps non homogènes.....	153
Cas d'un corps quelconque.....	154
Application aux navires.....	155
Analogie entre la stabilité des	

corps flottants sur l'eau et leur stabilité sur un plan horizontal.....	156
---	-----

## CHAPITRE VII

## Application des principes de la statique aux machines.

## § 1. — SYSTÈME LEVIER.

Levier.....	158
Conditions d'équilibre.....	158
Pression supportée par le point d'appui.....	160
Différents genres de levier.....	160
Leviers multiples.....	162
Usages du levier.....	163
Balances.....	164
Balance ordinaire.....	164
Conditions auxquelles doit satisfaire une bonne balance.....	165
Justesse.....	165
Sensibilité.....	168
Méthode des doubles pesées.....	170
Autre méthode.....	171
Romaine.....	171
Graduation.....	172
Balance-Bascule.....	174
Conditions d'équilibre.....	177
Ponts à bascule.....	177
Bascule-romaine de M. Béranger.....	179
Balance de Roberval.....	180
Balance de Roberval modifiée.....	182
Poulie.....	185
Poulie fixe.....	185
Conditions d'équilibre.....	185
Pression supportée par l'axe de la poulie.....	186
Poulie mobile.....	187

Conditions d'équilibre.....	187
Équilibre d'un système de poids mobiles.....	188
Moufle.....	190
Palan.....	190
Conditions d'équilibre.....	191
Palan différentiel.....	192
Conditions d'équilibre.....	192

## § 2. — SYSTÈME TOUR.

Treuil.....	193
Conditions d'équilibre.....	194
Pressions sur les tourillons.....	195
Treuil des carriers.....	197
Cabestan.....	199
Treuil différentiel.....	200
Conditions d'équilibre.....	200
Roues d'engrenage.....	202
Conditions d'équilibre.....	202
Treuil à simple engrenage.....	204
Cric.....	204
Conditions d'équilibre.....	205
Chèvre.....	206
Conditions d'équilibre.....	207
Tension du câble.....	207
Grues.....	208
Conditions d'équilibre.....	211

## § 3. — SYSTÈME PLAN.

Plan incliné.....	213
Conditions d'équilibre.....	213
Pression supportée par le plan incliné.....	216
Usages du plan incliné.....	217
Plans inclinés automoteurs.....	218
Application.....	220
Coins et vis.....	221

## LIVRE II

## CINÉMATIQUE

CHAPITRE PREMIER	
Mouvement uniforme. — Mouvement varié.	
§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET DÉFINITIONS.	
Du temps et de sa mesure.....	223

Diverses sortes de mouvement.....	224
Trajectoire.....	225
Mobile.....	225
Représentation graphique du mouvement d'un mobile. Loi de mouvement.....	225
Abscisses. Ordonnées. Coordonnées.....	227

Différence entre la loi de mouvement et la trajectoire.....	227
§ 2. — MOUVEMENT UNIFORME.	
Définition.....	228
Vitesse.....	228
Loi du mouvement uniforme...	229
Loi des vitesses.....	230
§ 3. — MOUVEMENT VARIÉ.	
Définition.....	230
Loi d'un mouvement varié quelconque.....	230
Vitesse moyenne. Vitesse à un instant donné.....	231
Loi des vitesses.....	233
Choix de l'unité de vitesse...	233
Mouvement uniformément varié.	233

## CHAPITRE II

## Mouvement uniformément varié.

## § 1. — MOUVEMENT UNIFORMÉMENT ACCÉLÉRÉ.

Définition.....	234
Vitesse. Accélération.....	234
Représentation graphique de la relation des vitesses aux temps.	234
Détermination de l'espace parcouru.....	235
Loi des espaces.....	237
Loi des accélérations.....	240

## § 2. — MOUVEMENT UNIFORMÉMENT RETARDÉ.

Définition.....	240
Loi des vitesses.....	240
Détermination de l'espace parcouru.....	241
Loi des espaces.....	242
Loi des accélérations.....	242

## § 3. — LOIS DE LA CHUTE DES CORPS.

Démonstration expérimentale des lois de la chute des corps...	243
Machine d'Atwood. Son principe.	243
Appareil à indications continues de Morin.....	245
Principe de l'appareil.....	245
Description.....	245
Expériences.....	247
Expression analytique des lois de la chute des corps.....	248
Application.....	249

## CHAPITRE III

## Mouvement périodique. — Mouvement quelconque. — Mouvement de rotation.

## § 1. — MOUVEMENT PÉRIODIQUE.

Définition.....	251
Application. Graphique des trains	251

## § 2. — MOUVEMENT QUELCONQUE.

Cas général.....	254
------------------	-----

## § 3. — MOUVEMENT UNIFORME DE ROTATION.

Définition.....	256
Vitesse linéaire.....	257
Vitesse angulaire.....	257

## CHAPITRE IV

## Mouvements simultanés. — Composition des mouvements.

Mouvements simultanés d'un point matériel.....	259
Principe de l'indépendance des mouvements simultanés.....	260
Détermination de la trajectoire absolue.....	260
Composition des mouvements..	261
Composition de deux mouvements rectilignes et uniformes.	261
Compositions des vitesses....	262
Parallélogramme des vitesses..	262
Polygone des vitesses.....	263
Cas particulier. Parallélogramme des vitesses.....	263
Décomposition des vitesses....	263
Décomposition d'une vitesse en deux autres vitesses simultanées.....	263
Décomposition d'une vitesse en trois autres vitesses simultanées.....	264
Composition de deux mouvements rectilignes uniformément accélérés sans vitesse initiale.....	264
Composition de deux mouvements rectilignes dont l'un est uniforme et l'autre uniformément accéléré.....	266
Application de la composition	

des mouvements. Méthode de Roberval pour mener des tangentes aux courbes.....	267	Théorème. La vitesse de la projection d'un mobile est égale à la projection de la vitesse de ce mobile.....	268
Tangente à l'ellipse.....	267		

## LIVRE III

## CINÉMATIQUE APPLIQUÉE

## CHAPITRE PREMIER

## Des transformations de mouvement.

## § 1. — ORGANES DE TRANSFORMATION DE MOUVEMENT.

Tableau des transformations de mouvement.....	272
---	-----

## § 2. — PLAN INCLINÉ. COIN. VIS. ROULEAUX.

Plan incliné.....	272
Coin.....	273
Coin à une face.....	274
Coin à deux faces.....	274
Usages du coin.....	275
Vis et écrou : 1° Vis.....	275
Hélice.....	275
Génération de la vis.....	276
2° Écrou.....	277
Rapport des chemins parcourus.	277
Usages de la vis.....	278
Vis différentielle de Prony....	279
Vis à pas contraires.....	279
Rouleaux.....	280
Rapport des chemins parcourus.	280

## § 3. — TRANSMISSION PAR POULIES ET COURROIES.

Position des axes.....	280
Axes parallèles situés à grande distance.....	281
Les axes tournent dans le même sens.....	281
Détermination de la longueur de la courroie.....	282
Les axes tournent en sens contraire.....	283
Détermination de la longueur de la courroie.....	283
Tendeur.....	284
Forme des poulies.....	285
Poulie folle.....	286
Poulie étagée.....	287

Transmission à de grandes distances.....	288
Emploi et avantages des courroies.....	289
Axes non situés dans un même plan.....	290
Cas particulier où les deux axes sont situés dans des plans perpendiculaires.....	292

## § 4. — THÉORIE ET TRACÉ DES ENGRENAGES.

Axes parallèles situés à petite distance. Cylindres de friction.	292
Engrenages plans.....	293
Définitions.....	294
Problème général des engrenages.....	295
Pas et jeu d'un engrenage.....	296
Détermination de l'épaisseur et de la largeur des dents.....	298
Calcul du nombre de dents....	299
Application.....	300
Courbes des profils des dents..	301
Cycloïde.....	301
Épicycloïde.....	303
Développante de cercle.....	304
Tracés des engrenages plans..	305
Engrenage à lanterne.....	305
Engrenage à flancs.....	307
Tracé des engrenages à flancs.	308
Échanfrinage des dents.....	309
Limite des dents.....	309
Inconvénients des engrenages à flancs.....	310
Engrenages épicycloïdaux.....	311
Engrenage à développantes....	312
Inclinaison de la tangente....	314
Tracé des engrenages à développantes.....	314
Limite des dents.....	315
Inconvénients.....	315

Tracé pratique des engrenages . . . . .	316	Rapport des vitesses . . . . .	348
Tracé des dents par deux arcs de cercle . . . . .	317	Représentation graphique de la loi des espaces et de la loi des vitesses . . . . .	349
Limite des dents . . . . .	318		
Remarque importante . . . . .	319	§ 7. — EXCENTRIQUES.	
Roues à alluchons . . . . .	320	Excentrique circulaire à collier . . . . .	350
Engrenages intérieurs . . . . .	320	Excentrique circulaire à cadre . . . . .	351
Engrenage intérieur à profils mixtes . . . . .	321	Excentrique triangulaire . . . . .	352
Mouche de Lahire . . . . .	322	Loi du mouvement de la tige . . . . .	353
Cas particulier . . . . .	323		
Roues parasites . . . . .	323	§ 8. — CAMES.	
Trains d'engrenages . . . . .	324	Tracé général des cames . . . . .	354
Cas particulier des engrenages plans . . . . .	324	Came en cœur . . . . .	357
Crémaillère à flancs . . . . .	325	Came Morin . . . . .	358
Crémaillère à flancs courbes . . . . .	326	Cas où la direction de la tige ne passe pas par l'axe de rotation . . . . .	360
Crémaillère à dents obliques . . . . .	326	Cas où la direction de la tige est parallèle à l'axe de rotation . . . . .	362
Glissement dans les engrenages . . . . .	327		
Arc-boutement . . . . .	327	§ 9. — PARALLÉLOGRAMMES ARTICULÉS.	
Coinçage . . . . .	328	Parallélogramme de Watt . . . . .	364
Axes concourants. Cônes de friction . . . . .	328	Principe du parallélogramme de Watt . . . . .	364
Engrenages coniques . . . . .	329	Disposition du parallélogramme de Watt . . . . .	366
Tracé pratique des engrenages coniques . . . . .	330	Proportions données par Watt . . . . .	369
Axes dirigés d'une manière quelconque . . . . .	332	Établissement du parallélogramme de Watt . . . . .	369
Cas particulier. Vis sans fin . . . . .	333	Parallélogramme pour machines de bateaux . . . . .	370
Principe . . . . .	333	Losange de Peaucellier . . . . .	371
Tracé pratique . . . . .	335	Principe du losange de Peaucellier . . . . .	372
Vis tangente . . . . .	336	Premier cas . . . . .	373
Engrenage hélicoïdal sans glissement . . . . .	337	Tracé graphique . . . . .	373
Roues à chevron . . . . .	338	Deuxième cas . . . . .	374
		Tracé graphique . . . . .	375
§ 5. — JOINTS.		§ 10. — ENCLIQUETAGES ET EMBRAYAGES.	
Joint de Oldham . . . . .	339	Encliquetages . . . . .	378
Rapport des vitesses angulaires . . . . .	339	Encliquetages à dents. — Encliquetage à simple effet . . . . .	379
Joint universel . . . . .	340	Encliquetage à double effet . . . . .	379
Double joint de Hooke . . . . .	342	Encliquetages à arc-boutement . . . . .	380
§ 6. — BIELLE ET MANIVELLE. — MANIVELLE ET TIGE GUIDÉE.		Encliquetage Dobo . . . . .	380
Bielle et manivelle . . . . .	342	Embrayages . . . . .	381
Rapport des vitesses . . . . .	343	Embrayages fixes . . . . .	381
Représentation graphique de la loi des espaces et de la loi des vitesses . . . . .	345	Manchon ordinaire . . . . .	382
Manivelles doubles, triples . . . . .	346	Manchon Sellers . . . . .	382
Roues couplées . . . . .	347	Embrayages mobiles . . . . .	383
Manivelle et tige guidée à coulisse . . . . .	348	Forme à donner aux dents ou saillies des manchons . . . . .	384

Embrayage à plateau . . . . .	384	6° Aiguilles de changement de voies . . . . .	390
Embrayage à cônes de friction . . . . .	385	Voies de raccordement . . . . .	392
		7° Chariot des mull-jenny . . . . .	393
		8° Parallélogrammes articulés . . . . .	394
		§ 2. — GUIDES DU MOUVEMENT CIRCULAIRE.	
		1° Arbres . . . . .	394
		2° Palier . . . . .	395
		Palier ordinaire . . . . .	396
		Palier avec coussinet formant réservoir d'huile . . . . .	397
		Palier de butée . . . . .	397
		3° Chaises . . . . .	398
		4° Crapaudine . . . . .	399
		5° Collier avec boîtes à étoupes . . . . .	399
		6° Collier à galets . . . . .	400
		7° Plaques tournantes . . . . .	400

## LIVRE IV

## DYNAMIQUE

		Proportionnalité des forces aux accélérations qu'elles produisent . . . . .	412
		Proportionnalité des forces aux vitesses . . . . .	413
		Masse des corps . . . . .	414
		Unité de masse . . . . .	415
		Relations entre les forces, les masses et les accélérations . . . . .	415
		§ 2. — THÉORÈMES RELATIFS AUX QUANTITÉS DE MOUVEMENT.	
		Impulsion d'une force. — Définition . . . . .	416
		Théorème. La variation de la quantité de mouvement est égale à l'impulsion de la force dans le même temps . . . . .	416
		Extension du théorème précédent au cas d'une force variable . . . . .	417
		Projection du mouvement d'un point matériel sur un axe . . . . .	418
		Théorème. Lorsqu'un point matériel se meut d'une manière quelconque dans l'espace, la variation de sa quantité de	

## CHAPITRE PREMIER

## § 1. — PRINCIPES GÉNÉRAUX ET LEURS CONSÉQUENCES.

Premier principe . . . . .	403
Deuxième principe . . . . .	403
Troisième principe . . . . .	403
Mouvement d'un point matériel soumis à l'action d'une force constante en intensité et en direction . . . . .	404
La pesanteur est une force constante . . . . .	405
Mouvements des corps pesants lancés obliquement dans le vide . . . . .	406
Détermination de la position du mobile à un instant quelconque . . . . .	407
Vitesse en un point quelconque . . . . .	408
Hauteur du jet . . . . .	408
Amplitude du jet . . . . .	409
Cas particulier où le corps est lancé horizontalement . . . . .	410
Application au mouvement des projectiles . . . . .	410
Quatrième principe . . . . .	411

mouvement, projetée sur un axe quelconque, est égale à l'impulsion de la force projetée sur le même axe..... 420

**Théorème.** La variation de la quantité de mouvement, projetée sur un axe, de toute la masse d'un système mobile concentrée à son centre de gravité, est égale à la somme des variations des quantités de mouvement de toutes les petites masses élémentaires projetées sur le même axe..... 420

**Théorème.** La variation de la somme des quantités de mouvement de tous les points matériels qui composent un corps solide, projetée sur un axe quelconque, est égale à la somme des impulsions des forces projetées sur le même axe..... 421

Mouvement du centre de gravité..... 422

Conséquences..... 423

CHAPITRE II

§ 1. — TRAVAIL DES FORCES.

Définition du travail mécanique..... 424

Unité de travail mécanique.... 424

Expression du travail d'une force constante..... 424

Notation adoptée..... 424

Travail d'une force oblique au chemin parcouru..... 425

Travail élémentaire d'une force variable..... 425

Travail moteur. — Travail résistant..... 426

Travail total d'une force variable..... 426

Représentation graphique..... 426

Travail de plusieurs forces simultanées..... 427

§ 2. — PRINCIPE DE L'EFFET DU TRAVAIL.

Force vive. — Définition..... 428

Puissance vive..... 428

Énoncé du principe de l'effet du travail..... 428

1° Cas d'une force constante agissant sur un point matériel qui part du repos..... 428

2° Cas d'une force constante agissant sur un mobile en mouvement..... 429

3° Cas d'une force variable.... 430

4° Cas de plusieurs forces simultanées..... 431

Cas général du principe de l'effet du travail..... 431

§ 3. — PRINCIPE DE LA TRANSMISSION DU TRAVAIL DANS LES MACHINES.

Des machines..... 432

Application du principe de l'effet du travail aux machines.. 433

Transmission du travail dans les machines..... 433

1° Machines à l'état de mouvement uniforme..... 433

2° Machines à l'état de mouvement périodique..... 433

3° Machines à l'état de mouvement quelconque..... 434

Équation du travail..... 435

Rendement d'une machine.... 436

Impossibilité du mouvement perpétuel..... 436

CHAPITRE III

Résistances passives.

§ 1. — RÉSISTANCES DES CORPS RIGIDES.

Frottement de glissement..... 437

Énoncé et démonstration expérimentale des lois du frottement..... 437

Frottement au départ..... 438

Frottement pendant le mouvement..... 438

Angle du frottement. — Coefficient de frottement..... 439

Frottement des tourillons..... 442

Tableaux..... 443

Tableau I. — Frottement des surfaces planes après quelque temps de contact..... 444

Tableau II. — Frottement des surfaces planes pendant le mouvement..... 446

Tableau III. — Frottement des axes sur leurs coussinets... 448

Travail du frottement dans les crapaudines..... 504

Travail du frottement dans les engrenages. — Formule de Poncelet..... 451

Frottement de roulement..... 453

Lois du frottement de roulement..... 454

Tableaux..... 455

§ 2. — RÉSISTANCES DES CORDES ET DES COURROIES.

Frottement des cordes et courroies..... 456

Tableau..... 458

Roideur des cordes..... 458

Tableau..... 459

§ 3. — RÉSISTANCE DES MILIEUX.

Résistance des milieux..... 460

§ 4. — CHOC DES CORPS.

Choc des corps mous..... 461

Détermination de la vitesse commune  $u$ ..... 461

Choc des corps élastiques..... 462

Détermination de la vitesse des corps après le choc..... 463

Vérification expérimentale.... 465

Perte de travail dans le choc des corps. — Cas des corps mous. 468

Théorème de Carnot..... 469

Cas des corps élastiques..... 470

Conséquences..... 470

§ 5. — APPLICATIONS UTILES DES RÉSISTANCES PASSIVES.

Freins et autres applications... 471

CHAPITRE IV

Application du principe de la transmission du travail dans les machines.

1° Levier..... 474

Levier en tenant compte du frottement..... 475

2° Poulie fixe..... 476

Poulie fixe en tenant compte du frottement et de la roideur de la corde..... 476

3° Poulie mobile..... 477

Poulie mobile en tenant compte du frottement et de la roideur de la corde..... 478

4° Treuil..... 479

Treuil avec frottement et roideur de la corde..... 480

5° Plan incliné..... 480

Premier cas..... 481

Deuxième cas..... 482

6° Vis..... 483

Vis avec frottement..... 484

COMPLÉMENT

§ 1. — FORCE CENTRIFUGE.

Définition de la force centrifuge. 487

Expression de la force centrifuge..... 488

Applications industrielles de la force centrifuge..... 491

§ 2. — THEORIE ÉLÉMENTAIRE ET LOIS DU PENDULE SIMPLE.

Définition..... 492

Pendule simple..... 492

Détermination de la durée d'une oscillation..... 493

Lois du pendule..... 495

Détermination du nombre  $g$ ... 496

Détermination de la longueur du pendule qui bat la seconde.. 496

Applications du pendule..... 497

