

FLASH



TRAVAUX DIRIGÉS DE THERMODYNAMIQUE DEUG Sciences

Résumés de cours
100 exercices corrigés

José-Philippe Pérez / Patrick Laffont

MASSON 

La collection Flash est destinée aux étudiants des classes préparatoires, des DEUG Sciences, des DUT et BTS scientifiques. Elle propose des ouvrages clairs, progressifs, conçus pour permettre un travail personnel tout au long de l'année et pour assurer une bonne préparation aux examens et aux concours.

Chaque volume de la collection comprend :

- des résumés de cours clairs et précis ;
- prolongeant ces résumés, de nombreux exercices d'application classés, avec conseils de méthodes et solutions ;
- des problèmes à solutions commentées.

DEUG SCIENCES

- MATHÉMATIQUES DU BAC S AUX DEUG SCIENCES
- INITIATION AU RAISONNEMENT MATHÉMATIQUE
- ALGORITHMIQUE GÉNÉRALE ET NUMÉRIQUE

ALGÈBRE (1^{re} et 2^e années)

- Tome 1 : Algèbre générale
- Tome 2 : Algèbre linéaire

■ ANALYSE MATHÉMATIQUE, tome 1 - tome 2

■ STATISTIQUE ET PROBABILITÉS

■ PROBABILITÉS ET STATISTIQUE DEUG SV / ST

MÉCANIQUE (1^{re} et 2^e années)

- Tome 1 : Cinématique du point et du solide rigide
- Tome 2 : Dynamique du point et du solide rigide
Énergétique Mécanique des fluides

■ OPTIQUE (1^{re} et 2^e années)

ÉLECTROMAGNÉTISME

- Tome 1 : Électrostatique
- Tome 2 : Électrocinétique - Magnétostatique
- Tome 3 : Régimes variables

■ ÉLECTRONIQUE

■ THERMODYNAMIQUE

■ ÉQUILIBRES EN SOLUTION AQUEUSE

■ CHIMIE ORGANIQUE

MATH SUP MP-PC-PSI / SPÉ

- ANALYSE MATHÉMATIQUE, SUP ; tome 1 - tome 2
- ALGÈBRE, SUP
- GÉOMÉTRIE, SUP
- ANALYSE MATHÉMATIQUE / SPÉ ; tome 1

MATH BTS - DUT

- Tome 1 : Analyse mathématique
- Tome 2 : Algèbre - Géométrie - Statistique

Table des matières

Avant-propos	5
Constantes physiques, notations et symboles	11
0 L'outil mathématique	
Rappels de cours	13
Énoncés des exercices	19
<i>Dérivées partielles d'une fonction</i>	19
<i>Différentielle d'une fonction</i>	19
<i>Formes différentielles</i>	19
<i>Longueur d'onde de Compton relative à l'électron</i>	20
<i>Fluxon</i>	20
<i>Longueur, masse, durée et température de Planck</i>	20
Solutions des exercices	20
1 De la dynamique à la thermodynamique	
Rappels de cours	23
Énoncés des exercices	30
<i>Travail de traction sur un ressort</i>	30
<i>Énergie gravitationnelle du système Soleil-Terre</i>	30
<i>Énergie électrostatique et énergie gravitationnelle</i>	30
<i>Théorème du viriel</i>	30
<i>Transformations comparées d'un solide, d'un liquide et d'un gaz</i>	31
<i>Détermination de l'équation d'état d'un gaz réel</i>	31
<i>Coefficients thermoélastiques d'un gaz de Van der Waals</i>	32
<i>Thermomètre à thermocouple platine-platine rhodié 10 %</i>	32
Solutions des exercices	33
2 Théorie cinétique des gaz	
Rappels de cours	41
Énoncés des exercices	45
<i>Énergie et vitesse dans un tube contenant du néon et de l'hélium</i>	45
<i>Vitesse quadratique moyenne dans le néon</i>	45
<i>Température et pression dans une lampe à vapeur d'hélium</i>	45
<i>Effusion par un trou</i>	46
<i>Durée de vie d'un état excité</i>	46

<i>Ionisation de l'hydrogène dans un plasma</i>	47
<i>Vérification expérimentale de la distribution de Maxwell</i>	47
Solutions des exercices	48

3 Facteur de Boltzmann

Rappels de cours	55
Énoncés des exercices	59
<i>Capacité thermique du dihydrogène</i>	59
<i>Atmosphère isotherme</i>	59
<i>Laser à trois raies spectrales</i>	59
<i>Capacité thermique molaire du dioxygène</i>	60
<i>Capacité thermique de l'étain</i>	60
<i>Capacité thermique des solides à basse température</i>	60
<i>Système à deux états</i>	61
Solutions des exercices	61

4 Phénomènes de transport

Rappels de cours	67
Énoncés des exercices	70
<i>Libre parcours moyen dans une lampe au néon</i>	70
<i>Libre parcours moyen dans un nuage du milieu interstellaire</i>	70
<i>Volume accessible à une molécule dans une installation à vide</i>	70
<i>Collision des atomes d'un jet avec les molécules d'air</i>	71
<i>Libre parcours moyen dans un mélange d'hélium et de diazote</i>	71
<i>Viscosité du dihydrogène</i>	72
Solutions des exercices	72

5 Diffusion de particules

Rappels de cours	77
Énoncés des exercices	80
<i>Diffusion de la vapeur d'eau au-dessus d'un lac</i>	80
<i>Diffusion de macromolécules à travers une membrane</i>	80
<i>Coefficient d'autodiffusion du krypton</i>	80
<i>Diffusion dans une barre métallique</i>	81
<i>Diffusion de l'urée à travers la membrane d'un rein artificiel</i>	81
<i>Diffusion dans un réacteur nucléaire</i>	81
<i>Relation d'Einstein entre courants de diffusion et de sédimentation</i>	82
<i>Ultracentrifugation</i>	82
Solutions des exercices	83

6 Premier principe de la thermodynamique : l'énergie

Rappels de cours	91
Énoncés des exercices	95
<i>Mesure de la capacité thermique de l'argent</i>	95
<i>Conservation de l'énergie</i>	95
<i>Évolution cyclique du néon</i>	95
<i>Mélange de dihydrogène et d'hélium</i>	96
<i>Détente de Joule et Gay-Lussac du dioxyde de carbone</i>	96
<i>Transformation d'une masse d'air en mouvement</i>	96
<i>Transformation polytropique de l'air</i>	97
<i>Chauffage du diazote</i>	97
<i>Bilan énergétique dans un conducteur ohmique</i>	97
<i>Dilatation d'un gaz par apport d'énergie électrique</i>	98
Solutions des exercices	98

7 Deuxième principe de la thermodynamique : l'entropie

Rappels de cours	105
Énoncés des exercices	109
<i>Détente de dioxygène gazeux</i>	109
<i>Expérience de Rüchardt</i>	109
<i>Expérience de Clément et Desormes</i>	110
<i>Mise en contact de deux solides à des températures différentes</i>	110
<i>Bilan entropique en électrocinétique</i>	111
<i>Variation de l'entropie d'une mole d'argon</i>	111
<i>Oscillations d'un piston</i>	111
<i>Équilibre adiabatique d'un gaz soumis à la pesanteur</i>	112
<i>Chauffage d'une masse d'eau</i>	112
<i>Variation d'entropie au cours d'une détente de Joule Gay-Lussac</i>	112
<i>Mélange de dioxygène et de diazote</i>	113
<i>Augmentation lente de la température d'un morceau de cuivre</i>	113
<i>Bilan énergétique, bilan entropique</i>	113
Solutions des exercices	114

8 Les fonctions thermodynamiques

Rappels de cours	127
Énoncés des exercices	132
<i>Expression des coefficients calorimétriques d'un fluide</i>	132
<i>Gaz suivant les deux lois de Joule</i>	132
<i>Variation des fonctions U, H, F et G</i>	132
<i>Fil de caoutchouc</i>	132
<i>Remplissage d'hélium d'un flacon initialement vide</i>	133

Capacité thermique de l'ammoniac	133
Capacité thermique au cours d'une transformation polytropique	133
Comparaison de pentes de courbes dans différents diagrammes	134
Évolution cyclique du néon	134
Variation des fonctions thermodynamiques d'une mole de gaz réel	135
Variation des fonctions thermodynamiques du dioxygène	135
Torsion d'une tige d'acier	135
Coefficients thermodynamiques d'un gaz réel	135
Étude thermodynamique d'un diélectrique dans un condensateur	136
Pile à gaz	136
Solutions des exercices	137

9 Gaz réels. Application aux détente

Rappels de cours	151
Énoncés des exercices	156
Entropie d'un mélange liquide-vapeur	156
Mesure de la capacité thermique de l'air	156
Détente de Joule et Thomson du dihydrogène	157
Variation d'entropie au cours d'une détente de Joule et Thomson	157
Détente de Joule et Thomson avec variation de vitesse	157
Détente de Joule et Gay-Lussac d'un gaz réel	158
Volumes caractéristiques du dioxygène	158
Équation réduite de Berthelot	159
Bilan entropique lors de la vaporisation de l'eau	159
Capacité thermique massique le long de la courbe de rosée	159
Solutions des exercices	160

10 Machines thermiques

Rappels de cours	169
Énoncés des exercices	173
Chauffage d'un local	173
Étude d'une machine à l'aide d'un diagramme de Raveau	173
Moteur à explosion	173
Cycle mixte d'un moteur Diesel	174
Cycle moteur de Lenoir	174
Cycle de Ericsson	175
Compresseurs mono- et bi-étages d'une pompe à chaleur	175
Moteur ditherme avec sources de températures variables	176
Machine frigorifique à fluide liquéfiable (R12)	177
Pompe à eau	178
Solutions des exercices	178