中法工程师学历教育系列教材

COURS DE FRANÇAIS DES SCIENCES PHYSIQUES

科技物理法语（法文版）

Yves Dulac　张巍　著

科学出版社

中法工程师学历教育系列教材

科技物理法语

COURS DE FRANÇAIS DES SCIENCES PHYSIQUES

(法文版)

Yves Dulac 张 巍 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书分为五章。第一章介绍物理学的历史及其不同的传统分支学科。第二章介绍物理学的科学语言，物理量的基本概念、量纲和齐次性。第三章介绍一些常用的函数，由此引出有限差分、无限小差分、微分和导数的基本概念及常用坐标系、笛卡儿坐标系、极坐标系、柱坐标系和球坐标系下的时空定位。最后两章讨论黎曼积分及单重、双重和三重积分，并介绍在一个长方体上的富比尼积分和其他几个应用分离法，计算更加复杂的例题。

本书主要针对参与中法联合培养的高等院校学生。通过本书，学生可以更好地了解法国工程师大学校预科班的老师是如何用法语表达他们在基础物理上的科学思想。

图书在版编目(CIP)数据

科技物理法语：法文/(法)杜拉克(Dulac, Y.), 张巍著. —北京：科学出版社, 2013

中法工程师学历教育系列教材

ISBN 978-7-03-037686-2

Ⅰ. ①科… Ⅱ. ①杜…②张… Ⅲ. ①物理学-法语-教材 ②科学技术-法语-教材 Ⅳ. ①H32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 118467 号

丛书策划：匡 敏 余 江

责任编辑：余 江 张丽花 / 责任校对：宣 慧

责任印制：闫 磊 / 封面设计：迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

骏走印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 5 月第 一 版 开本：720×1000 B5

2013 年 5 月第一次印刷 印张：11 1/4

字数：180 000

定价：26.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

北京航空航天大学中法工程师学院
工程师教材融合编委会

主　任　熊　璋

副主任　于黎明　　徐　平

编　委（按拼音排序）

艾迪列娜·米内　　马克·波利

麦尔勒·贵龙姆　　萨日娜

王　梅　　伊夫·杜拉克

殷传涛　　张　巍

张心婷

编　辑（按拼音排序）

卞文佳	陈　辉	陈　威	陈晓径
崔　敏	段　斐	方　乐	林立婷
马纪明	牛　薇	宋　萌	唐宏哲
田　原	王乐梅	王　敏	王　峥
王竹雅	于　雷	于　珊	张　莉
张　澎	张晓雯		

丛 书 序

我国《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010–2020 年）》明确提出，要“适应国家经济社会对外开放的要求，培养大批具有国际视野、通晓国际规则、能够参与国际事务和国际竞争的国际化人才”，为此教育部于 2010 年启动了“卓越工程师教育培养计划”，并把培养国际化工程人才作为我国高等工程教育改革发展的战略重点之一。通过与国际高水平大学开展人才培养合作，借鉴国外先进经验，引入国外优质教育资源并结合自身优势，面向国家发展战略需求，建立植根于本土的工程师学历教育体系，是培养具有国际竞争力工程师人才的重要途径，也是贯彻落实“人才强国”战略、提升我国国际竞争力的重要举措。

采用精英培养模式的法国工程师学历教育对法国乃至世界经济、社会发展起到了重要的推进作用，许多工程师院校在世界范围内享有盛誉。为此，近年来我国许多大学对这种培养模式进行了深入研究，并成立了多家中法合作的工程师培养机构。这些具有国际化教育目标与理念的办学机构与项目，已经成为我国高等工程教育的重要组成部分，取得的成功经验深刻影响着我国高等工程教育改革与创新进程。

作为我国教育部批准的第一家中法教育合作培养通用工程师人才的教育机构，北京航空航天大学中法工程师学院于 2005 年由北京航空航天大学与法国中央理工大学集团合作建立，在创立和实施我国的国际通用工程师学历教育过程中，通过借鉴法国工程师培养理念，引进国外优质教育资源，结合北京航空航天大学自身优势，建立了卓越工程师培养本–硕统筹课程体系，赢得了国内外教育界、工业界的广泛认同与赞誉，并通过了法国工程师职衔委员会（CTI）和欧洲工程教育 EUR-ACE 体系的认证，成为迄今为止国内唯一一家具有在本土颁发法国和欧洲工程师文凭资质的办学机构，培养出来的毕业生得到了用人单位的普遍欢迎和高度评价。

为把探索实践过程中取得的成功经验和优质课程资源与国内外高校分享，我们在北京市教委和科学出版社的支持下，组织出版了这套《中法工程师学历教育系列教材》，其中包括由法国著名预科教师和法国工程师学院一线教师领衔编写的法文版、英文版和中文版的预科数学、物理、工业科学教材，以及适合工程师培养阶段的专业教材。本套教材可作为中法合作办学单位的预科和专业教材，也

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

可作为其他相关专业的参考教材。

希望本套教材能为我国卓越工程师的教育培养作出贡献！

熊瑛

北京航空航天大学中法工程师学院院长

2013 年 5 月

Structure et mode d'emploi de l'ouvrage

Le manuel présenté ici est de facture traditionnelle. Il est divisé en cinq « chapitres » qui exposent le cours. Ce qu'on appelle traditionnellement mais conventionnellement « cours » est l'ensemble des concepts, des méthodes et résultats généraux que les enseignants estiment nécessaires à la poursuite de l'étude des thèmes proposés.

La table des matières initiale permet d'avoir une vision rapide et globale des thèmes abordés. On y reconnaîtra l'introduction progressive de ce qu'on appelle internationalement le « calculus », à savoir l'ensemble des méthodes et des outils nécessaires à la formulation mathématique de la physique, au niveau « undergraduate ».

Les auteurs se sont principalement attachés à faire comprendre aux étudiants les processus de calcul des différences, des différentielles, des dérivées, des dérivées partielles, des sommes simples ou multiples, discrètes finies ou intégrales infinies.

Chaque chapitre est précédé d'une introduction qui situe les enjeux, donnant les « mots-clés » à connaître.

La décomposition en paragraphes et sous paragraphes vise à renforcer la lisibilité du texte et à accélérer son accessibilité. Le plan de l'ouvrage est rigoureux et la construction de l'ensemble est progressive. Les concepts sont construits pas à pas, la complexité allant naturellement en augmentant au fur et à mesure de l'avancée des chapitres.

Les démonstrations mathématiques sont traitées en typographie MathType, bien adaptée au symbolisme mathématique.

De nombreux graphiques, dessins et autres images illustrent abondamment le propos. On en expliquera la raison dans l'avant-propos.

La composition de l'ensemble se veut tout de même aérée pour une bonne intelligibilité.

Des exercices d'application directe du cours assurent une compréhension améliorée des concepts étudiés. Ils font appel à des dispositifs courants dans différents domaines de la physique.

À la fin de l'ouvrage, douze problèmes de longueur conséquente, testés auprès d'étudiants chinois de cycle bachelor, font appel à l'ensemble des connaissances présentées dans cet ouvrage.

Ces problèmes transversaux résument nombre des méthodes exposées.

Avant-propos

L'origine de ce manuel est originale et fait suite à la décision des autorités chinoises de créer à l'Université BeiHang de Pékin, un Institut Sino-Français d'Ingénierie, le 北航中法工程师学院 connu en France sous le nom d'École Centrale de Pékin. Il s'agissait de former en langue française de jeunes étudiants chinois issus du 高考 pour les amener au niveau international du Master en Ingénierie et au niveau français du diplôme d'ingénieur reconnu par la Commission des Titres d'Ingénieur (la CTI).

Engagé en septembre 2005, ce processus a vu son premier aboutissement lors de la première cérémonie de remise des diplômes franco-chinois (Master et diplôme d'Ingénieur CTI) dans le prestigieux Palais du Peuple de Pékin (le 人民大会堂), le 07 janvier 2012.

Cette entreprise audacieuse a nécessité des solutions innovantes, fondées sur un apprentissage accéléré de la langue française, apprentissage nécessaire à l'étude des sciences mathématiques et physiques exposées en français.

L'équipe franco-chinoise des auteurs de ce manuel est constituée d'un professeur français chevronné, Yves Dulac ancien professeur au prestigieux Lycée Louis le Grand de Paris, et d'un jeune Maître de Conférences chinois, Zhang Wei (张巍), docteur des Universités française et chinoise, fin connaisseur des mentalités et des méthodes françaises pour avoir étudié pendant neuf années dans le système universitaire français, de la première année jusqu'au Doctorat, en passant par le Bachelor et le Master.

Cette équipe franco-chinoise doit remercier tout particulièrement le Directeur chinois de l'Institut, Xiong Zhang dont l'impulsion a été décisive pour l'écriture de ce manuel. Sans lui, cet ouvrage n'aurait pas pu voir le jour. Nous devons remercier aussi les deux Directeurs-adjoints chinois Yu Li Ming (于黎

明), et Xu Ping (徐平) qui nous ont constamment encouragés.

Ce manuel est destiné à faciliter l'acquisition du vocabulaire et des éléments de syntaxe nécessaires à l'apprentissage de la physique en français. Cet ouvrage est donc un complément utile aux manuels de FLE (Français Langue Étrangère) destinés à l'étude du français général. Il a été testé depuis plus de six ans maintenant et constitue donc une base solide pour la poursuite de ce cursus international d'études scientifiques.

Une illustration abondante en tableaux, dessins, graphiques, images permet de faire appel à la mémoire visuelle, laquelle est particulièrement aigüe chez les étudiants chinois. Le rôle de l'équipe franco-chinoise est crucial à ce niveau-là : l'auteur français apportant sa spécificité, celle réclamée par les décideurs chinois du projet initial et l'auteur chinois apportant sa connaissance du système chinois, du vécu scolaire des étudiants chinois, des sensibilités chinoises, évitant ainsi des erreurs culturelles majeures. La coopération interculturelle n'est pas toujours évidente et mérite un double contrôle : c'est ce que nous avons essayé de faire.

Notre expérience commune de plus de six ans dans ce domaine nous a apporté de précieuses lumières.

Nous espérons donc que ce manuel sera de grande utilité aux étudiants chinois engagés dans un processus de coopération universitaire sino-française.

Table des matières

丛书序

Structure et mode d'emploi de l'ouvrage

Avant-propos

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA PHYSIQUE ····· 1

1.1 DÉFINITION, HISTOIRE, CLASSIFICATION DES SCIENCES PHYSIQUES ····· 2

1.2 LE LANGAGE DES SCIENCES PHYSIQUES ····· 6

1.3 GRANDEURS PHYSIQUES, MESURE, UNITÉS, HOMOGÉNÉITÉ ····· 14

Exercices d'application du chapitre 1 ····· 22

2 FONCTIONS USUELLES, DÉRIVÉES, DIFFÉRENTIELLES, DÉRIVÉES PARTIELLES, DIFFÉRENTIELLES TOTALES ····· 29

2.1 FONCTION RÉELLE D'UNE VARIABLE RÉELLE ····· 30

2.2 DIFFÉRENCES, ACCROISSEMENTS ····· 33

2.3 DIFFÉRENTIELLE D'UNE FONCTION D'UNE VARIABLE ····· 38

2.4 FONCTION RÉELLE DE PLUSIEURS VARIABLES RÉELLES ····· 42

2.5 DIFFÉRENTIELLE TOTALE D'UNE FONCTION DE PLUSIEURS VARIABLES ····· 45

Exercices d'application du chapitre 2 ····· 47

3 REPÉRAGE DANS L'ESPACE 1D, 2D, 3D COORDONNÉES CARTÉSIENNES COORDONNÉES POLAIRES PLANES COORDONNÉES CYLINDRO-POLAIRES COORDONNÉES SPHÉRIQUES ····· 63

3.1 ESPACE PHYSIQUE DE GALILÉE : MODÈLE D'EUCLIDE ····· 64

3.2 AUTRES REPÉRAGES DE L'ESPACE ····· 68

3.3 CHAMP DE SCALAIRES, CHAMP DE VECTEURS EN 3D ····· 78

Exercices d'application du chapitre 3 ····· 79

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

4 SOMMES SIMPLES DISCRÈTES ET CONTINUES INTÉGRALES ET INTÉGRATION CALCULS D'AIRES ET DE LONGUEURS 85

4.1 SOMME DISCRÈTE SIMPLE À NOMBRE FINI DE TERMES 86

4.2 CALCUL DE LONGUEURS D'ARCS DE COURBE, INTÉGRATION CURVILIGNE 93

Exercices d'application du chapitre 4 97

5 SOMMES DOUBLES, TRIPLES, DISCRÈTES ET CONTINUES CALCULS D'AIRES ET DE VOLUMES 105

5.1 SOMME DOUBLE ET TRIPLE, DISCRÈTE, À NOMBRE FINI DE TERMES 106

5.2 SOMME INTÉGRALE DOUBLE 116

5.3 CALCULS D'AIRES PLANES EN COORDONNÉES CARTÉSIENNES, POLAIRES 120

5.4 SOMME INTÉGRALE TRIPLE 124

5.5 CALCULS DE VOLUMES UTILISANT LES CC, LES CCP OU LES CS 129

Exercices d'application du chapitre 5 135

PROBLÈMES DE RÉVISION 140

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA PHYSIQUE

Dans ce premier chapitre, nous allons donner une première définition de la physique, science « naturelle » selon l'étymologie grecque du mot « physique ». Nous donnerons alors un bref aperçu de l'histoire de la physique : cela nous permettra de dresser une première liste des domaines de la physique, ce qui conduira à une classification sommaire.

Mais pour comprendre la physique, il faut aussi la modéliser, utiliser les outils mathématiques et leurs langages. Un rappel des symboles, des alphabets, des signes utilisés s'avère donc nécessaire.

L'accent est mis tout particulièrement sur les alphabets grecs et latins utilisés en occident. Ceci est d'autant plus important que l'immense majorité des vocables spécifiques de la physique a été empruntée au fond gréco-latin de la langue française : n'oublions pas que ce cours est un cours de « français de la physique ». Mais ce fond vaut aussi pour la plupart des autres langues européennes (anglais, allemand, espagnol, italien, portugais, roumain, danois). Il est essentiel d'interroger un peu ces racines gréco-latines. Ces dernières permettent une meilleure compréhension des phénomènes : le choix des mots n'est jamais innocent !

Le premier travail de l'étudiant est donc d'apprendre à lire l'alphabet grec, à le prononcer correctement et à savoir le transcrire en français. C'est d'ailleurs d'une grande aide pour une bonne orthographe française.

La notion de mesure des grandeurs physiques est ensuite abordée, par le biais de la comparaison à des grandeurs de référence. Mesurer c'est comparer. Les « étalons » du système international d'unités (le S.I.) sont présentés sous forme de tableau, avec leurs définitions précises.

Un long développement sur la dimension des grandeurs physiques et sur

l'homogénéité nécessaire des formules de la physique clôt ce chapitre.

La vérification d'homogénéité est rarement abordée en pratique par le biais d'un retour aux étalons fondamentaux : cette méthode, longue, lourde aboutit rarement avec les étudiants. Il vaut mieux utiliser des « vérifications croisées » en scrutant une formule inconnue avec l'outil d'une autre formule de référence, « sûre et reconnue » par tous comme homogène.

Une longue expérience de l'enseignement montre la supériorité de la deuxième méthode sur la première.

En fin de chapitre, huit exercices typiques permettent de tester la compréhension du cours.

1.1 DÉFINITION, HISTOIRE, CLASSIFICATION DES SCIENCES PHYSIQUES

1.1.1 Définition simplifiée de la physique

La physique est une science qui cherche à décrire, à comprendre, à prévoir les phénomènes naturels (le mot français « physique » a une racine grecque « φυσις » qui signifie « nature »).

En occident, il y a quelques siècles, la physique s'appelait la « philosophie naturelle ». Un des livres les plus célèbres de la physique a pour titre « Principia mathematica philosophiae naturalis ». L'auteur de ce chef d'œuvre absolu est Isaac Newton que beaucoup considèrent comme le plus grand physicien de tous les temps.

La physique essaie de répondre aux questions que l'homme se pose sur la nature des phénomènes et des objets inanimés.

L'homme a alors construit des instruments de mesure, des appareils, des machines, pour mieux répondre à ces questions naturelles. La physique s'intéresse aussi à ses outils techniques, à leur invention, à leur construction, à leur amélioration. C'est l'aspect technologique de la physique.

1.1.2 Histoire simplifiée de la physique

On illustre par des exemples dans l'ordre chronologique l'histoire simplifiée de la physique.

Au début, l'homme a voulu comprendre le mouvement du soleil, de la lune, des planètes, des étoiles. Il a voulu compter les heures, mesurer le temps. La ***mécanique*** était née !

La lune peut être pleine ou en forme de croissant. A midi, il y peu d'ombre pour échapper au feu du soleil. La lumière se réfléchit sur une plaque métallique polie. Une règle droite, plongée à moitié dans l'eau paraît brisée. L'arc en ciel, coloré, nécessite pluie et soleil. Pourquoi, comment ? ***L'optique*** essaie de répondre à ces questions.

Une règle de plastique, frottée sur un tissu, peut attirer des petits papiers, des cheveux. Volta nous a appris qu'un empilage de matériaux bien choisis est un réservoir énergétique. ***L'électricité*** expliquera cela.

Le cheval-vapeur a remplacé le cheval comme instrument de traction parce que l'homme a amélioré la ***thermodynamique***.

Les vagues se propagent en mer et viennent déferler sur la plage : c'est la houle ou pire le tsunami. Un violon dont les cordes sont frottées émet un son parfois mélodieux. Nous nous servons tous les jours de nos téléphones portables. Remercions la ***physique des ondes*** !

Nous pouvons un jour être gravement malades et avoir besoin d'examens ou de soins médicaux (IRM, scanner, radiothérapie) qui utilisent les connaissances développées au 20 ème siècle en ***physique des particules***.

1.1.3 Classification simplifiée de la physique

On pourrait multiplier les exemples historiques où sont apparus de nouveaux domaines d'étude appartenant à la physique.

On peut tenter alors une classification arborescente de la physique, comme une classification arborescente généalogique ou informatique.

Grossièrement les branches primaires sont la mécanique, l'optique, la thermodynamique, l'électricité, la physique des ondes, la physique des matériaux, la physique des particules.

Nous allons examiner plus précisément la branche mécanique de la physique.

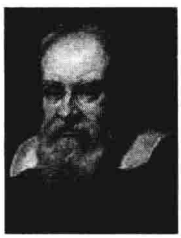
1.1.4 La branche « mécanique » de la physique

Historiquement, l'homme s'est d'abord intéressé à la ***mécanique***. C'est la

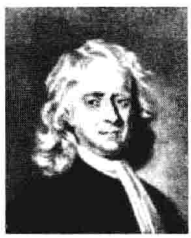
science du ***mouvement***.

Il s'agit de décrire le mouvement, de connaître ses ***causes*** et de prévoir les ***effets*** de ses causes.

Galileo GALILÉE fut le premier à mettre en œuvre les principes de la mécanique « classique ».



Galileo GALILÉE 1564-1642



Isaac NEWTON 1643-1727

Une partie de la mécanique s'intéresse au mouvement des ***points***. On l'appelle la ***mécanique du point***.

Isaac NEWTON est l'immense savant qui, le premier, a décrit avec précision les lois physiques qui gouvernent cette partie de la mécanique.

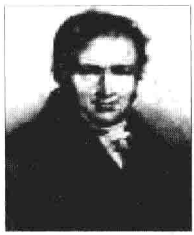
Une autre partie s'intéresse au mouvement de corps qui ont un ***volume*** non ***négligeable*** et qui ne se ***déforment*** pas. C'est la ***mécanique du solide indéformable***.

Siméon POISSON a écrit un « Traité de mécanique » dans lequel il étudie le mouvement d'un solide indéformable en rotation autour d'un point. Il a beaucoup fait avancer la compréhension des gyroscopes.

Dans l'histoire, la mécanique du solide indéformable s'est beaucoup intéressé au mouvement des ***astres***, des ***planètes***, des ***étoiles*** dans le ***ciel***.

Cette partie-là de la mécanique constitue la ***mécanique céleste*** qu'on appelle aussi ***astronomie***. Galileo GALILÉE a créé la première lunette astronomique qui a amélioré la vision des objets célestes. Edwin HUBBLE a donné son nom au télescope spatial Américain.

Une autre partie s'intéresse au mouvement de corps qui ont un ***volume*** non négligeable et qui se déforment sous ***contrainte***, tout en restant ***compacts***. C'est la ***mécanique du solide indéformable***. Un synonyme est l'***étude de la résistance des matériaux***.



Siméon POISSON 1781-1840

Edwin HUBBLE 1889-1953

Léon BRILLOUIN est le créateur des ***tenseurs***, l'objet mathématique adapté à l'étude des ***tensions*** à l'intérieur des ***matériaux***.

Une autre partie s'intéresse au mouvement des corps très déformables et qui peuvent couler, c'est-à-dire les ***liquides*** et les ***gaz***.

C'est la ***mécanique des fluides***. Leonhard EULER a posé les principes d'une étude systématique du mouvement de ces fluides.

Leonhard EULER 1707-1783

Léon BRILLOUIN 1889-1969

L'étude mécanique d'un très grand nombre de points matériels exige parfois un ***traitement statistique***. La partie correspondante s'appelle la ***mécanique statistique***.

Le fondateur de cette discipline est incontestablement Ludwig BOLTZMANN.

Au début du 20^{è} siècle sont apparues deux nouvelles branches de la mécanique.

La première pour décrire, comprendre, prévoir le mouvement des particules qui vont très vite à des vitesses de l'ordre de 100 00 km/s. C'est la ***mécanique relativiste***.

L'immense physicien Albert **EINSTEIN** en a publié les principes en 1905.

Cette autre « annus mirabilis » a révolutionné la pensée humaine.

La deuxième pour décrire, comprendre, prévoir les comportements surprenants de ***l'atome***. C'est la ***mécanique quantique***. Le père en est le

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com