

24 JOURS

pour préparer l'oral du concours

BANQUE PT PHYSIQUE-CHIMIE

2^e ÉDITION
ACTUALISÉE



Florence **DEPAQUIT-DEBIEUVRE**
Cécile **LANGENBACH**

Filière

PT

- Un **planning optimisé** pour réviser l'ensemble du programme
- Une **sélection d'exercices** les plus représentatifs du concours
- Les **sujets décryptés** afin d'évaluer les points critiques
- Des **corrigés détaillés** avec des extraits des rapports du jury
- Les **méthodes et formules** à retenir



BANQUE PT
PHYSIQUE-CHIMIE
Filière **PT**

2^e ÉDITION ACTUALISÉE

24 JOURS

pour préparer l'oral du concours

collection dirigée par Karine Beurpère

BANQUE PT
PHYSIQUE-CHIMIE
Filière **PT**

2^e ÉDITION ACTUALISÉE

Florence DEPAQUIT-DEBIEUVRE

Professeure de Chaire Supérieure en PC
au lycée Roosevelt de Reims*

Cécile LANGENBACH

*Ancienne professeure de Chaire Supérieure en PT
au lycée Roosevelt de Reims*



Dans la collection **24 jours pour préparer l'oral**

dirigée par Karine Beurpère

Retrouvez tous les titres de la collection et des extraits
sur www.editions-ellipses.fr



ISBN 9782340052031

©Ellipses Édition Marketing S.A., 2018

32, rue Bargue 75740 Paris cedex 15



Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5.2° et 3°a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.editions-ellipses.fr

Présentation de la collection

Réussir ses oraux aux concours des Grandes Écoles nécessite une bonne organisation. Mais il existe une période pendant laquelle les étudiants sont parfois un peu désorientés : le mois généralement accordé entre le passage des écrits et celui des oraux.

En effet, durant cette période, les étudiants doivent souvent faire face aux deux grandes interrogations suivantes :

- quels exercices travailler pour être sûr d'avoir revu l'intégralité du programme ?
- quelle méthode efficace utiliser pour bien travailler ces différents exercices ?

Il est à noter que la première question relève d'une double problématique, à la fois qualitative mais aussi quantitative.

J'ai donc conçu cette collection pour répondre à ces deux questions en construisant bien évidemment chaque ouvrage autour d'une matière donnée pour un concours bien précis d'une certaine filière.

Tout d'abord, chaque ouvrage de la collection donne naissance à l'étude de 24 sujets, et **24 sujets seulement**, qui correspondent tous à des épreuves orales posées ces dernières années. Les auteurs de la collection, tous professionnels de la préparation aux concours, ont **méticuleusement sélectionné** ces 24 sujets afin de **garantir des révisions efficaces de l'ensemble d'un programme donné**. De plus, pour optimiser encore davantage la qualité des révisions, les auteurs ont agencé ces 24 sujets de façon très réfléchie, de sorte qu'un même thème soit revu plusieurs fois à des moments bien différents.

Ensuite, chaque ouvrage propose la même **approche très méthodique**. On se base sur 24 séances de travail réparties sur 4 semaines de 6 jours. Durant chaque séance, le candidat doit chercher, comme au concours, un sujet complet puis il consacre la fin de cette séance à une analyse minutieuse de tout l'ensemble du corrigé.

Les **24 sujets** sont toujours organisés de la façon suivante :

- une première **présentation du sujet** sous une forme identique à celle du concours ;
- une deuxième présentation de chaque exercice avec une **analyse stratégique de l'énoncé** ;
- un **corrigé très détaillé**, de telle sorte que la solution soit comprise de tous les étudiants ;
- des **techniques à mémoriser** ;
- un **formulaire** lié à l'exercice ;
- des **extraits pertinents des rapports de jurys**.

Travailler méthodiquement avec les ouvrages de cette collection, à la fois avant les oraux mais aussi plus régulièrement tout au long de l'année (en utilisant notamment les nombreux tableaux récapitulatifs des exercices), est donc l'assurance de se préparer efficacement aux oraux.

Alors, bon vent vers la réussite !

Karine Beurpère

Sommaire

Présentation du manuel	9
Conseils	15
Tableaux récapitulatifs des exercices	19
Jour n°1	25
Énoncé de l'exercice 1.1	27
Énoncé de l'exercice 1.2	36
Jour n°2	49
Énoncé de l'exercice 2.1	50
Énoncé de l'exercice 2.2	55
Jour n°3	63
Énoncé de l'exercice 3.1	64
Énoncé de l'exercice 3.2	71
Jour n°4	79
Énoncé de l'exercice 4.1	81
Énoncé de l'exercice 4.2	90
Jour n°5	99
Énoncé de l'exercice 5.1	101
Énoncé de l'exercice 5.2	108
Jour n°6	115
Énoncé de l'exercice 6.1	117
Énoncé de l'exercice 6.2	124
Jour n°7	131
Énoncé de l'exercice 7.1	133
Énoncé de l'exercice 7.2	141
Jour n°8	149
Énoncé de l'exercice 8.1	151
Énoncé de l'exercice 8.2	159

Jour n°9	165
Énoncé de l'exercice 9.1	167
Énoncé de l'exercice 9.2	174
Jour n°10	181
Énoncé de l'exercice 10.1	182
Énoncé de l'exercice 10.2	186
Jour n°11	197
Énoncé de l'exercice 11.1	198
Énoncé de l'exercice 11.2	207
Jour n°12	213
Énoncé de l'exercice 12.1	215
Énoncé de l'exercice 12.2	220
Jour n°13	229
Énoncé de l'exercice 13.1	231
Énoncé de l'exercice 13.2	236
Jour n°14	243
Énoncé de l'exercice 14.1	245
Énoncé de l'exercice 14.2	255
Jour n°15	259
Énoncé de l'exercice 15.1	261
Énoncé de l'exercice 15.2	267
Jour n°16	277
Énoncé de l'exercice 16.1	279
Énoncé de l'exercice 16.2	287
Jour n°17	295
Énoncé de l'exercice 17.1	298
Énoncé de l'exercice 17.2	307
Jour n°18	315
Énoncé de l'exercice 18.1	317
Énoncé de l'exercice 18.2	323

Jour n°19	331
Énoncé de l'exercice 19.1	333
Énoncé de l'exercice 19.2	340
Jour n°20	347
Énoncé de l'exercice 20.1	349
Énoncé de l'exercice 20.2	357
Jour n°21	363
Énoncé de l'exercice 21.1	365
Énoncé de l'exercice 21.2	374
Jour n°22	383
Énoncé de l'exercice 22.1	385
Énoncé de l'exercice 22.2	395
Jour n°23	401
Énoncé de l'exercice 23.1	403
Énoncé de l'exercice 23.2	409
Jour n°24	417
Énoncé de l'exercice 24.1	419
Énoncé de l'exercice 24.2	428
Formulaire à compléter et derniers extraits de rapports	435

Présentation du manuel

Ce manuel a pour but de vous préparer efficacement aux oraux de physique-chimie du concours Arts et Métiers.

Pour commencer, rappelons le déroulement des oraux de physique-chimie au concours de la Banque PT, comme le stipule le règlement de la filière PT 2017 (<http://www.banquept.fr>) et le rapport des épreuves orales 2016.

Objectifs de cette épreuve

L'objectif de cette épreuve est en premier lieu d'évaluer la maîtrise des capacités exigibles et la connaissance des champs disciplinaires. En second lieu l'oral doit permettre de s'assurer de la compréhension physique des phénomènes et de l'autonomie du candidat face à une situation physique. Enfin c'est l'occasion de juger de la capacité à s'exprimer et à expliquer des questions scientifiques.

Règlement filière PT 2017

Une équipe d'interrogateurs/rédacteurs de sujets, avec à leur tête un coordonnateur (qui pourra faire partie de l'équipe) est constituée. Elle est composée d'enseignants de sciences physiques d'écoles, d'universités et de CPGE (les enseignants de CPGE faisant partie des équipes ne peuvent pas enseigner dans la filière PT/PT). Chaque interrogateur propose ses sujets, en adéquation avec les programmes de première et de deuxième années de classes préparatoires.

Les candidats préparent le sujet qui leur est donné pendant une demi-heure dans un lieu séparé de la salle d'examen. L'utilisation de leur calculatrice personnelle est interdite, y compris pendant le passage devant l'examineur, mais il leur est fourni une calculatrice type collège qui permet d'effectuer toutes les opérations mathématiques usuelles. À l'issue de cette préparation le candidat est conduit dans la salle où se déroule l'interrogation d'une durée d'une demi-heure.

Contenu de l'épreuve

Le sujet comporte deux exercices qui portent sur des sujets distincts. L'un d'eux porte sur le programme de physique de deuxième année, l'autre exercice pouvant porter sur le programme de chimie ou de physique de première ou seconde année. Les questions peuvent naturellement aussi porter sur des considérations expérimentales. Dans cet esprit l'analyse d'un document trouve toute sa place dans cette épreuve.

Les sujets sont progressifs mais sont moins directifs que ceux des écrits. Les candidats sont donc amenés à faire preuve d'esprit d'analyse et d'initiative. Il est aussi possible de donner un « problème » au sens où l'entend le programme. L'épreuve est orale, il est donc attendu que le candidat s'exprime, qu'il explique et justifie sa démarche. À cette occasion

un dialogue peut s'ouvrir avec l'examineur.

Rapport de jury 2011

Le jury tient à rappeler un certain nombre de règles qui entrent en compte dans l'évaluation des candidats. Ceux-ci doivent exposer le problème qui leur est proposé, procéder à une analyse qualitative, discerner les phénomènes physiques mis en jeu et procéder aux mises en équation afin d'accéder aux résultats demandés. Les candidats doivent être bien convaincus que la qualité scientifique des explications orales est davantage déterminante que la prouesse calculatoire au tableau. Le jury insiste à nouveau sur la nécessité de maîtriser un langage scientifique par le choix des termes précis et concis. Enfin il faut éviter l'utilisation de sigles qui rend l'exposé incoutable.

Conseils du jury 2016

Nous conseillons aux candidats de bien travailler l'essentiel du cours en s'attachant à bien comprendre ce qui est fait. Il faut également s'entraîner à prendre du recul sur les exercices, et s'attacher à bien identifier les phénomènes mis en jeu et leur lien de causalité. La maîtrise des différentes compétences doit assurer une bonne réussite à cette épreuve orale.

Ce manuel, aboutissement d'une longue expérience auprès de nos étudiants de PT du lycée Roosevelt de Reims, repose sur une méthode originale qui a fait ses preuves.

L'originalité de ce manuel provient de la préparation méthodique à réaliser durant le mois généralement accordé entre les écrits et les oraux du concours PT.

Le principe est le suivant.

On se base sur 4 semaines de révision, à raison de 6 jours de travail par semaine et d'une heure par jour de travail, en plus bien évidemment du travail à réaliser au lycée pendant cette période. Durant cette heure vous devrez chercher comme au concours, un sujet composé de 2 exercices, pendant une durée de 30 minutes puis vous consacrerez 30 minutes à une analyse minutieuse de tout l'ensemble du « corrigé ».

Concrètement, cela signifie que vous devrez suivre, jour après jour, le planning qui vous est proposé ici. Le premier jour de révision, vous vous attaquerez au « Jour n°1 », etc... jusqu'au « Jour n°24 ». Vous aurez alors traité 24 sujets tombés aux oraux du concours PT entre les années 2006 et 2017.

Nous tenons à souligner que la sélection des sujets proposés ici résulte d'un travail réfléchi vous permettant d'optimiser votre préparation aux oraux. En effet ces sujets ont été choisis de telle sorte que vos révisions vous permettent d'aborder tous les thèmes du programme ainsi que les situations les plus classiques auxquelles vous pouvez être confronté à l'oral.

Nous tenons aussi à souligner que l'ordre choisi pour ces 24 sujets est

mûrement réfléchi. Il vous permet de revoir en permanence les thèmes majeurs du programme. Le but est ici d'éviter de travailler ces thèmes les uns après les autres. Cette dernière approche, pour l'avoir déjà testée auprès de mes étudiants, s'avère en général négative puisqu'à la fin des 4 semaines de révision, les premiers thèmes étudiés sont déjà bien loin !

Chaque jour de révision est construit de la façon suivante.

Une première page comporte les deux sujets à travailler : dans sa forme, cette page est similaire à celle que vous aurez le jour de l'oral.

Les pages suivantes vont permettre d'entrer dans le détail de chacun des deux exercices.

Nous tenons de suite à insister sur le fait qu'un corrigé seul est finalement assez inutile. Il est effectivement inutile à l'étudiant qui sait faire l'exercice mais il est tout aussi inutile à l'étudiant qui ne sait pas le faire puisque c'est l'analyse du problème qui est avant tout essentielle. C'est ce qui explique les différentes parties qui vont être exposées ci-après.

Voici donc le schéma adopté pour chacun des deux exercices.

On commence par donner l'année à laquelle l'exercice est tombé ainsi que le niveau de l'exercice. Le codage du niveau est le suivant :

- ♣ exercice facile qu'il faut savoir traiter sans trop de difficulté ;
- ♣ ♣ exercice de niveau moyen pouvant comporter des questions un peu délicates ;
- ♣ ♣ ♣ exercice comportant des questions particulièrement difficiles.

La suite se découpe selon les cinq parties suivantes.

Énoncé

L'énoncé de l'exercice est redonné afin de faciliter la compréhension de l'analyse à venir. Cela évite en effet de revenir en arrière pour relire l'énoncé.

Analyse stratégique de l'énoncé

Cette partie commence par présenter l'objet de l'exercice.

Puis l'analyse de l'énoncé se fait question par question. Il s'agit alors de comprendre la question posée et de voir comment démarrer efficacement sur cette question.

On pourra trouver ici des extraits de rapports de jurys des filières PT, MP et TSI. Ces trois filières offrent de nombreuses analogies de programmes et ont permis de donner pour chaque exercice de nombreuses remarques pertinentes. Ces extraits sont extrêmement importants car ils mettent en avant, d'une part ce qui est véritablement attendu au concours, d'autre part les erreurs fréquemment commises par les étudiants.

Il est bon de commencer par lire cette partie avant de lire le corrigé « technique » qui va suivre afin de bien analyser les processus conduisant à la solution à venir.

↪ Une conclusion vient ensuite mettre en avant l'essentiel de cette question.

Corrigé

Cette partie correspond bien évidemment au corrigé de l'exercice. Ce corrigé est volontairement très détaillé afin de permettre une compréhension rapide. Dans certaines questions, plusieurs méthodes de résolution vous sont proposées. Parmi ces méthodes, il y en a souvent une qui est mieux adaptée, plus rapide mais qui demande un peu de métier. Vous n'y avez pas pensé ... Peu importe la longueur du chemin, si le but est atteint !

Attention ! Le corrigé donné ici n'est pas une planche optimisée. En effet, toutes les preuves sont volontairement très (trop) détaillées afin qu'il n'y ait pas de point laissé dans l'obscurité mais à l'oral, prenez l'initiative d'aller plus vite sur certaines questions. Au pire, l'examineur vous demandera des précisions qu'il vous sera alors toujours possible de donner à ce moment-là.

Techniques à mémoriser

Puisque ce qu'il faut retenir d'un exercice, ce sont avant tout les techniques qui ont été utilisées au cours de ces exercices, une partie complète liste l'ensemble des techniques à mémoriser issues de l'exercice étudié.

C'est pourquoi cette partie est construite avec une succession de phrases commençant par :

♡ Il faut se souvenir...

Formulaire

Une dernière partie consiste à lister les formules majeures utilisées dans l'exercice.

Si vous suivez ce planning, vous aurez revu efficacement l'intégralité des thèmes du programme en ayant travaillé sur des sujets récents. C'est donc l'assurance d'une préparation aux oraux réussie.

Bien évidemment, l'oral ne se prépare pas qu'en fin d'année. C'est pourquoi vous pouvez travailler vos oraux tout au long de l'année en vous reportant aux tableaux récapitulatifs des exercices donnés en début d'ouvrage. Vous y trouverez alors les 48 exercices, classés par thèmes, que vous pouvez travailler tout au long de l'année. Les numéros des exercices sont fabriqués comme suit : le premier numéro renvoie au jour de préparation où se trouve l'exercice et le deuxième numéro renvoie à la place de cet exercice dans le couplage considéré. Par exemple tout ce qui concerne l'exercice 3.2 se trouve en deuxième partie du « Jour n°3 ».

Vous trouverez aussi en fin d'ouvrage un formulaire pré-rempli, qu'il faudra compléter au fur et à mesure de votre travail. Ce formulaire est volontairement à remplir afin que vous le fassiez vivre. Un formulaire déjà complètement rédigé est souvent inutile car il est lu passivement sans réelle implication de la part de celui qui le lit, ce qui n'est pas le cas de celui qui rédige son propre formulaire.

Nous tenons aussi à préciser que le formulaire final ne correspond pas à la réunion des 48 formulaires issus des exercices car le formulaire final se veut complet et exhaustif.

Enfin, le formulaire est agrémenté de quelques extraits de rapports de jury afin que la rédaction de ce formulaire puisse se faire en ayant bien en tête les attentes du jury.

Conseils

Quelques conseils pour bien utiliser ce livre

L'idéal est de faire 2 études de ce livre.

La première étude est une étude de fond, qui commence dès le début de votre année scolaire. Dès qu'un chapitre se termine, travaillez minutieusement les exercices liés au chapitre en question : vous trouverez facilement les exercices correspondants à partir des tableaux récapitulatifs. N'hésitez pas à faire vivre le livre en l'annotant. Toutefois, évitez d'annoter les pages de couplage où figurent les deux énoncés d'exercices d'un jour donné afin de pouvoir les retravailler pendant la préparation aux oraux.

La deuxième étude est une étude plus intensive, puisqu'il s'agit, pendant vos 24 jours de révision avant les oraux, de travailler attentivement les deux exercices du jour.

Le fait de travailler deux fois un même exercice n'est pas gênant car le travail fourni la première fois se consolide la seconde fois.

Par ailleurs, il s'avère que pour la plupart d'entre vous, plusieurs passages sur une même notion sont effectivement nécessaires avant son assimilation complète. C'est pourquoi ce livre comporte plusieurs fois les mêmes commentaires de jurys, les mêmes techniques à retenir, les mêmes formules... Plus on pratique, plus on est à l'aise face à toutes les situations.

Quelques conseils pour bien réussir son oral

Rappelez-vous qu'un oral est un échange avec l'examineur à l'issue duquel ce dernier va vous attribuer une note.

Rapport du jury 2011 PT

Le jury tient à rappeler un certain nombre de règles qui entrent en compte dans l'évaluation des candidats. Ceux-ci doivent exposer le problème qui leur est proposé, procéder à une analyse qualitative, discerner les phénomènes physiques mis en jeu et procéder aux mises en équation afin d'accéder aux résultats demandés. Les candidats doivent être bien convaincus que la qualité scientifique des explications orales est davantage déterminante que la prouesse calculatoire au tableau. Le jury insiste à nouveau sur la nécessité de maîtriser un langage scientifique par le choix des termes précis et concis. Enfin il faut éviter l'utilisation de sigles qui rend l'exposé inécoutable.

Rapport du jury 2011 TSI

L'épreuve orale de sciences physiques ne se résume pas à une suite de calculs ou de formules apprises par cœur et « plaquées » au tableau. Une analyse physique qualitative des phénomènes rencontrés est nécessaire. Le candidat doit toujours avoir un regard critique sur les résultats obtenus : ordres de grandeurs et homogénéité des formules. Sont aussi évaluées la façon d'exposer, la clarté et la rigueur du raisonnement, enfin la capacité à réagir aux indications de l'examinateur. Nous espérons que la lecture de ce rapport aidera les futurs candidats dans la préparation de leurs concours.

Plusieurs éléments entrent en ligne de compte dans l'appréciation de l'examinateur.

Non seulement celui-ci évalue vos compétences en physique et en chimie mais il va apprécier d'autres qualités, et ce, dès le début de la planche. Voici les points essentiels, indépendants des sciences physiques, que l'examinateur va pouvoir apprécier :

- votre apparence extérieure (apporter un soin particulier à votre tenue vestimentaire, pas de bermudas même s'il fait chaud, pas de minijupes non plus !)
- votre expression orale (faites attention à votre vocabulaire, soyez clair, ne tournez pas le dos systématiquement à votre examinateur, n'ayez pas peur de son regard, il ne brûle pas !)

Rapport du jury 2016

Lorsque l'on demande une définition le jury attend une égalité qui définit la grandeur (par exemple un flux) et il a pour réponse une vague caractérisation avec des mots.

- votre capacité d'organisation (organisation du tableau, gestion du temps pendant la préparation et pendant la planche) ;
- votre capacité à prendre des initiatives ;

Rapport du jury 2016

Lors de sujets plus ouverts, il faut que les candidats s'habituent à introduire des grandeurs et des notations qui ne figurent pas dans le texte. Si le texte mentionne des valeurs numériques cela n'affranchit pas d'introduire des notations qui donneront lieu ensuite à des évaluations numériques.

- votre bon sens (signaler tout résultat aberrant sans attendre que l'examinateur vous le fasse remarquer : par exemple si vous avez une perte d'homogénéité dans un résultat, une application numérique loufoque... mentionnez que vous

avez fait une erreur quelque part et n'attendez pas que l'examineur vous le demande) ;

- votre réactivité (devant un résultat aberrant réagissez de suite, s'il s'agit d'une perte d'homogénéité, remontez vos résultats jusqu'à la trouver) ;

- votre capacité de dialogue avec l'examineur, notamment votre capacité à utiliser les indications fournies par l'examineur. Surtout ne vous fermez pas !

Vous devez sortir de votre planche en vous disant que vous avez fait le maximum et sans avoir de regrets. Au risque de nous répéter, sachez que c'est votre oral et qu'il sera ce que vous en ferez !

Pour conclure, nous vous invitons à lire les introductions des différents rapports de jurys que l'on trouve sur le site du concours (<http://www.banquept.fr>). Ils sont très instructifs et vous aideront dans votre préparation à l'oral.

Nous remercions Madame Karine Beurpère pour la confiance qu'elle nous a accordée et la disponibilité dont elle a toujours fait preuve.

Nous ne pouvons terminer cet ouvrage sans une pensée pour chacun de nos enfants et petits-enfants et bien sûr pour ceux qui partagent notre vie, nos rêves et nos espoirs.

Enfin un grand remerciement à tous nos étudiants qui ont testé nombre des exercices présentés dans ce livre et nous ont fait part de leurs remarques.

Bon courage !

Tableaux récapitulatifs des exercices

Tableau récapitulatif des exercices de chimie

	Architecture de la matière	Solutions aqueuses	Cinétique chimique	Thermo-chimie	Réactions d'oxydo-réduction
Exercice 2.1	•				
Exercice 3.1	•				
Exercice 13.1	•				
Exercice 11.2		•			•
Exercice 19.1		•			
Exercice 17.2			•		
Exercice 8.2				•	
Exercice 22.1					•
Exercice 24.1					•

Tableau récapitulatif des exercices d'électrocinétique

	Régime transitoire	Régime sinusoïdal forcé	ALI	Filtres	Intégrateur dérivateur
Exercice 1.1	•	•			
Exercice 16.2	•				
Exercice 4.1		•	•	•	
Exercice 7.1		•		•	
Exercice 14.1		•		•	•
Exercice 9.1			•		

Tableau récapitulatif des exercices de mécanique

	Champ gravitationnel	Cinématique Dynamique	Positions d'équilibre et stabilité	Oscillateur	Mécanique des fluides
Exercice 5.2	•				
Exercice 12.1		•			
Exercice 18.1		•			
Exercice 15.2		•	•	•	
Exercice 21.2		•			
Exercice 23.2			•		
Exercice 5.1		•			
Exercice 10.1					•
Exercice 23.1					•

Tableau récapitulatif des exercices d'optique

	Optique géométrique	Interférences	Interféromètre de Michelson	Diffraction
Exercice 20.1	•			
Exercice 1.2		•	•	
Exercice 19.2			•	
Exercice 9.2		•		
Exercice 11.1		•		
Exercice 21.1		•		•

Tableau récapitulatif des exercices de thermodynamique

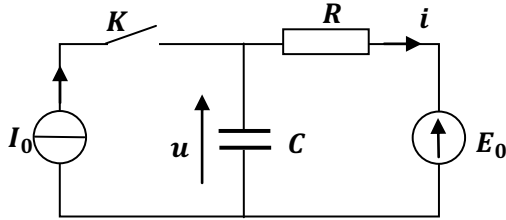
	Transfert thermique	Machine thermique	Gaz parfait	Changement d'état	Systèmes ouverts
Exercice 7.2	•				
Exercice 14.2	•				
Exercice 16.1	•				
Exercice 22.2	•				
Exercice 3.2		•			
Exercice 6.1		•	•		
Exercice 15.1		•	•		
Exercice 17.1			•		•
Exercice 24.2			•	•	

Tableau récapitulatif des exercices d'électromagnétisme

	Électro- statique	Magnéto- statique	Induction	Équations de Maxwell	Énergie Electro magnétique
Exercice 21.2	•				
Exercice 18.1	•				
Exercice 23.2		•	•		
Exercice 2.2			•		
Exercice 5.1			•		•
Exercice 8.1		•	•		
Exercice 12.2			•		•
Exercice 20.2			•		
Exercice 4.2				•	
Exercice 10.2				•	
Exercice 13.2				•	
Exercice 18.2				•	•
Exercice 5.2	•				

Jour n°1

Exercice 1.1



Soit le circuit ci-dessus, faisant intervenir deux générateurs. L'interrupteur K est ouvert depuis longtemps ($t < 0$) et il est fermé à l'instant $t = 0$ choisi comme origine des temps.

- 1) Calculer en les justifiant soigneusement : $u(t = 0^+)$; $i(t = 0^+)$.
- 2) Calculer u et i , lorsque le régime permanent est établi.
- 3) Calculer $u(t)$ et $i(t)$ pour tout $t > 0$. Commenter.
- 4) On remplace le générateur de tension continue par un générateur de tension de force électromotrice $e = E_0 \cos(\omega t)$ et le générateur de courant par un générateur de courant de courant électromoteur $i = I_0 \sin(\omega t)$. Calculer $i(t)$ en régime sinusoïdal forcé.

Exercice 1.2

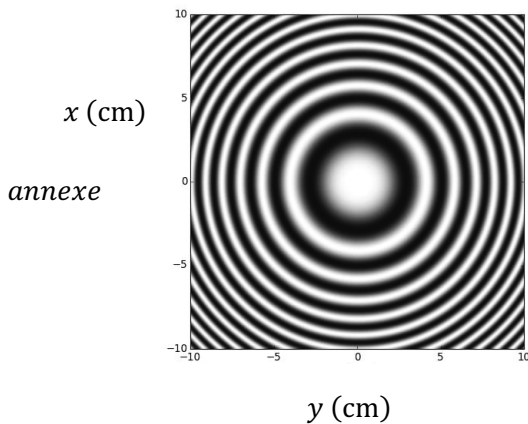
Un interféromètre de Michelson donne la figure fournie en annexe sur un écran à l'aide d'une lentille convergente de 1 m de distance focale.

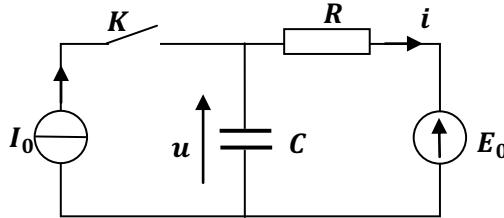
- 1) Faire un schéma explicite du dispositif. Dans quelle configuration sont les miroirs de l'interféromètre de Michelson ? Pourquoi faut-il que la source lumineuse soit étendue ? Où se trouve la lentille d'observation ? À quoi sert-elle ?
- 2) Donner la différence de marche.
- 3) Sachant que la longueur d'onde de la source est de 530 nm, déterminer la

distance e entre les deux miroirs.

4) On éclaire maintenant avec deux raies de même intensité et de longueur d'onde $\lambda_1 = 541 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 577 \text{ nm}$. Donner les expressions des ordres d'interférences p_1 et p_2 . Expliquer pourquoi il est possible d'observer un brouillage. À quelles conditions obtient-on un brouillage ?

5) Soit e la distance entre les 2 miroirs pour un brouillage total. Donner la différence d'épaisseur $\Delta(e)$ entre la première et la deuxième positions des miroirs entre deux brouillages successifs. On voit défiler, au centre de la figure d'interférences, N anneaux entre deux anti-coïncidences successives. Calculer N . En déduire Δe . Si l'erreur sur N est de un anneau, quelle est l'incertitude sur la mesure de Δe ?



Énoncé

Soit le circuit ci-dessus, faisant intervenir deux générateurs. L'interrupteur K est ouvert depuis longtemps ($t < 0$) et il est fermé à l'instant $t = 0$ choisi comme origine des temps.

- 1) Calculer en les justifiant soigneusement : $u(t = 0^+)$; $i(t = 0^+)$.
- 2) Calculer u et i , lorsque le régime permanent est établi.
- 3) Calculer $u(t)$ et $i(t)$ pour tout $t > 0$. Commenter.
- 4) On remplace le générateur de tension continue par un générateur de tension de force électromotrice $e = E_0 \cos(\omega t)$ et le générateur de courant par un générateur de courant de courant électromoteur $i = I_0 \sin(\omega t)$. Calculer $i(t)$ en régime sinusoïdal forcé.

Analyse stratégique de l'énoncé

L'exercice porte sur le programme d'électrocinétique de première année.

1) Cette question est souvent mal explicitée par les étudiants. Sa résolution nécessite de bien connaître les relations de continuité des différentes grandeurs électriques.

↪ Charge d'un condensateur et courant traversant une bobine sont les seules grandeurs électriques toujours continues.

2) La forme du régime permanent dépend de la nature des générateurs et de la présence d'éléments résistifs dissipateurs d'énergie.

↪ En présence d'éléments résistifs, le régime permanent est imposé par la nature des générateurs.

3) Loi des nœuds, loi des mailles permettent d'écrire puis de résoudre les équations différentielles vérifiées par $u(t)$ et $i(t)$.

↪ Pensez à utiliser la question 1) dans la détermination des constantes

d'intégration et à vérifier les résultats établis en 2) lorsque l'on fait tendre t vers l'infini. C'est toujours réconfortant de sentir qu'on est sur la bonne voie !

4) On passe dans cette question au régime sinusoïdal forcé. Il faut penser à utiliser la notation complexe associée à toute grandeur sinusoïdale et travailler avec les impédances complexes. Il faut ensuite écrire une loi des mailles et une loi des nœuds.

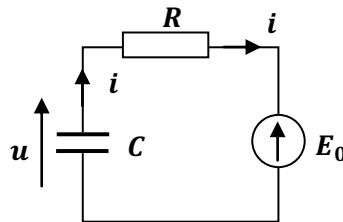
↪ Dans cette question ne vous laissez pas déstabiliser par l'écriture en $\sin(\omega t)$ du générateur de courant, il suffit de le transformer en $\cos(\omega t - \pi/2)$.

Corrigé

1) À $t = 0^-$, l'interrupteur K est ouvert depuis longtemps, le condensateur a eu le temps de se charger complètement. Un premier régime permanent constant imposé par le générateur E_0 est atteint, la charge $q(0^-)$ est alors constante, notons q_0 cette constante. Or i et q sont reliés par la relation suivante :

$$i(t) = - \frac{dq}{dt}.$$

Attention au signe négatif qui est dû ici au choix d'une convention générateur.



D'où :

$$i(0^-) = - \frac{dq_0}{dt} = 0.$$

Loi des mailles :

$$u(t) = Ri + E_0.$$

Conditions initiales :

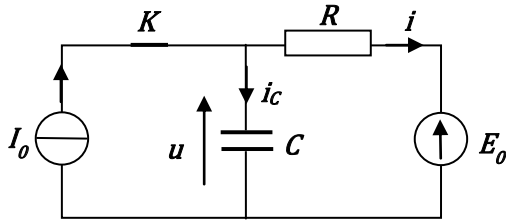
$$u(0^-) = Ri(0^-) + E_0 = E_0$$

$$q(0^-) = Cu(0^-) = CE_0.$$

À $t = 0^+$, l'interrupteur K est fermé or la charge du condensateur ainsi que la tension à ses bornes sont deux grandeurs continues donc :

$$q(0^-) = q(0^+) = CE_0$$

$$u(0^+) = \frac{q(0^+)}{C} = E_0.$$



La loi des mailles impose alors :

$$u(0^+) = Ri(0^+) + E_0 \quad \text{or} \quad u(0^+) = E_0.$$

D'où finalement :

$$i(0^+) = 0 = i(0^-).$$

Le courant qui traverse la résistance est continu mais c'est tout à fait fortuit !

La loi des nœuds impose :

$$I_0 = i_C(0^-) + i(0^-) = i_C(0^+).$$

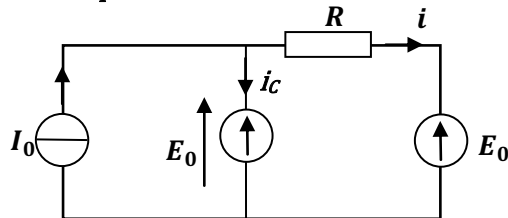
Le courant I_0 traverse en totalité le condensateur, d'où la relation suivante :

$$I_0 = i_C(0^+) = \left. \frac{dq}{dt} \right|_{0^+} = C \left. \frac{du}{dt} \right|_{0^+}.$$

• **Remarques** : ces différentes relations, valables uniquement à l'instant $t = 0^+$ qui suit la fermeture du circuit, nous serviront de conditions initiales à la question 3).

• Il est aussi possible de travailler avec le schéma équivalent du condensateur à $t = 0^+$.

Schéma équivalent à $t = 0^+$



• Il est immédiat que le courant $i(0^+) = 0$ et que $i_C(0^+) = I_0$.

2) Le régime permanent, théoriquement obtenu au bout d'un temps t infini, sera de même nature que les générateurs d'attaque, c'est à dire ici constant. Les grandeurs électriques seront donc toutes constantes et parmi ces grandeurs, celles qui s'expriment par une dérivée temporelle comme le courant traversant un condensateur ou la tension aux bornes d'une bobine d'inductance pure,

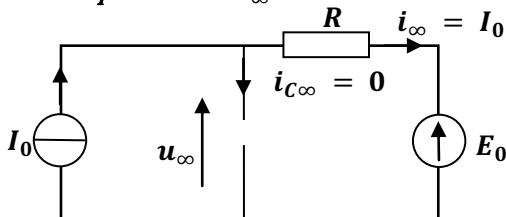
seront donc nulles :

$$i_C(\infty) = \frac{dq_\infty}{dt} = 0$$

$$u_L(\infty) = L \frac{di_\infty}{dt} = 0.$$

Le condensateur peut alors être remplacé par un interrupteur ouvert ($i_C = 0, \forall$ la charge).

Schéma équivalent à t_∞



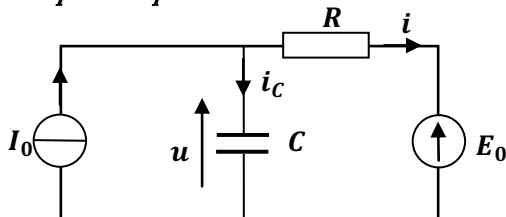
Loi des mailles et loi des nœuds aboutissent aux relations suivantes :

$$\boxed{i_\infty = I_0}$$

$$\boxed{u_\infty = E_0 + RI_0}$$

3) Étude du régime transitoire :

à $t = \text{quelconque}$



Loi des nœuds, loi des mailles et relation tension intensité donnent les équations :

$$I_0 = i + i_C \quad (1)$$

$$u = Ri + E_0 \quad (2)$$

$$i_C = C \frac{du}{dt} \quad (3)$$

En combinant ces trois équations de base, il vient :

$$I_0 = i + C \frac{d(Ri + E_0)}{dt} = i + RC \frac{di}{dt} \quad (4)$$

On reconnaît en (4) une équation différentielle portant sur la variable i à coefficients constants du premier ordre avec second membre constant. Sa résolution ne pose pas de problèmes et la solution est :

$$i(t) = I_0 + A \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (4')$$

En réinjectant dans (2) il vient :

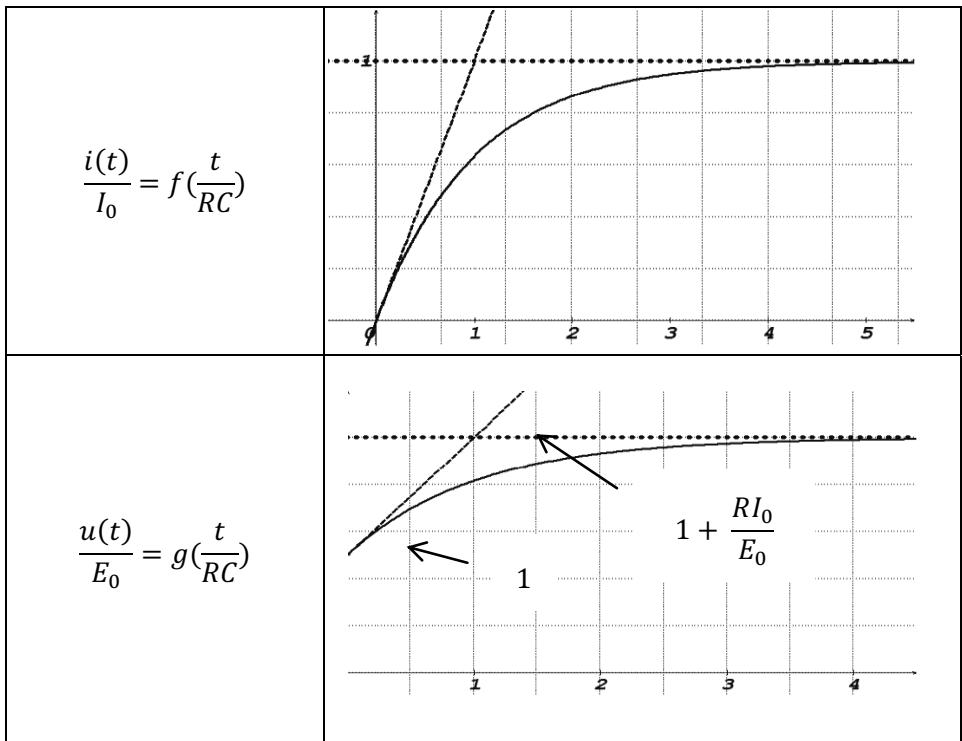
$$u(t) = R \left(I_0 + A \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right) + \frac{RI_0}{E_0}$$

La détermination de la constante A se fait à partir des conditions initiales établies en 1) :

$$i(0^+) = 0 \text{ et } u(0^+) = E_0 \text{ d'où } A = -I_0.$$

$$i(t) = I_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right) \quad (4'')$$

$$u(t) = R I_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right) + E_0 \quad (5'')$$



Remarque 1 : on vérifie le bien fondé des résultats établis en 2) à savoir :

$$i_\infty = I_0 \text{ et } u_\infty = E_0 + RI_0.$$

Remarque 2 : le produit RC est homogène à un temps, sa durée

est caractéristique du temps d'établissement du régime permanent. On le note généralement τ et on considère que lorsque $t > 5\tau$, le régime permanent est atteint. Pour des valeurs classiques de $R(k\Omega)$ et $C(\mu F)$, $\tau \sim ms$, ce qui explique qu'en pratique il est difficile de l'observer, et que c'est le régime permanent qui apparaît.

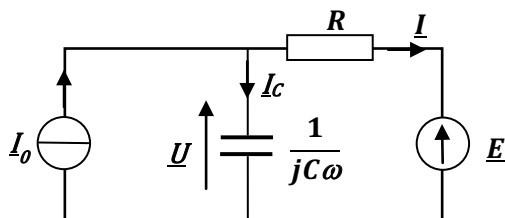
Remarque 3 : il est bon à ce niveau de l'exercice de faire preuve d'autonomie et de penser à représenter les courbes $i(t)$ et $u(t)$ en les interprétant habilement !

4) Les deux générateurs d'attaque oscillant à la même fréquence, il est possible de traiter le problème en les conservant tous les deux dans le circuit.

Dans le cas contraire, il faudrait les étudier séparément et faire appel au théorème de superposition.

La résistance R dans le circuit assure la disparition du régime transitoire pourvu que l'on attende suffisamment longtemps (en pratique : $t > 5\tau$).

On utilise alors la notation complexe.



Le courant délivré par le générateur de courant est :

$$\underline{I}_0 = I_0 \exp\left(-j\frac{\pi}{2}\right) = -jI_0.$$

La tension aux bornes du générateur de tension est :

$$\underline{E} = E_0.$$

L'impédance du condensateur est :

$$\underline{Z}_C = \frac{1}{jC\omega}.$$

La loi des nœuds donne :

$$\underline{I}_0 = \underline{I} + \underline{I}_C$$

La loi des mailles donne :

$$R\underline{I} + \underline{E} = \frac{1}{jC\omega}\underline{I}_C.$$

Nous trouvons, à partir de la loi des nœuds :

$$\underline{I}_C = \underline{I}_0 - \underline{I}.$$

La collection « 24 jours pour préparer l'oral » vous assurera des révisions solides entre les écrits et les oraux grâce au planning de travail fourni par les auteurs expérimentés, enseignants de classes préparatoires. Ce planning est fondé sur 24 séances de travail réparties sur 4 semaines de 6 jours. Durant chaque séance, vous pourrez vous exercer sur un sujet de type concours puis vous consacrer à une analyse minutieuse de tout l'ensemble du corrigé (analyse de l'énoncé, corrigé détaillé, techniques à mémoriser, formulaire et nombreux extraits des rapports de jurys).

Ces ouvrages vous permettront aussi, dès le début de la deuxième année de Prépas, de consolider les pratiques vues en classe.

Pour une préparation efficace aux concours d'entrée dans les Grandes Écoles

