

SOMMAIRE

1. Composition du jury
2. Avant-propos du président
3. Informations statistiques et réglementation
4. Distributions des notes aux épreuves écrites et orales
 - Épreuves écrites : distribution des notes de l'ensemble des candidats
 - Épreuves écrites : distribution des notes des candidats admissibles
 - Épreuves orales : distribution des notes des candidats admissibles
5. Enoncé de la composition de physique
6. Rapport relatif à la composition de physique
7. Enoncé de la composition de chimie
8. Rapport relatif à la composition de chimie
9. Enoncé du problème de physique
10. Rapport relatif au problème de physique
11. Déroulement des épreuves orales
12. Enoncé des sujets des épreuves orales de la session 2005
13. Rapport sur la leçon de physique
14. Rapport sur la leçon de chimie
15. Rapport sur le montage de physique
16. Enoncé des sujets des épreuves orales de la session 2006

1. COMPOSITION DU JURY

PIETRYK Gilbert	<i>Inspecteur Général de l'Education Nationale Président du Jury</i>
GULDNER Yves	<i>Professeur à l'Université Paris VI Vice-Président du Jury</i>
LE BOURHIS Jean-François	<i>Inspecteur Pédagogique Régional de l'académie de Caen Vice-Président du Jury , Secrétaire général</i>
BARBET-MASSIN Rémi	<i>Professeur au Lycée Henri IV à Paris</i>
BAUMBERGER Tristan	<i>Professeur à l'Université Paris VII</i>
BERROIR Jean-Marc	<i>Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de Paris</i>
BESSY Geneviève	<i>Professeur au Lycée Montaigne à Bordeaux</i>
BILANGE Céline	<i>Professeur au Lycée Marcelin Berthelot à Saint Maur</i>
BRASSELET Pascal	<i>Professeur au Lycée Hoche à Versailles</i>
CAMELIO Béatrice	<i>Professeur au Lycée Clémenceau à Nantes</i>
DELEPORTE Emmanuelle	<i>Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de Cachan</i>
DESBIOLLES Pierre	<i>Maître de conférences à l'Université Paris VI</i>
HOLDSWORTH Peter	<i>Professeur à l' Ecole Normale Supérieure de Lyon</i>
HOUSSIN Marie	<i>Maître de conférences à l'Université de Provence</i>
JOACHIM Olivier	<i>Professeur au Lycée Buffon à Paris</i>
JULIEN Lucile	<i>Professeur à l'Université ParisVI</i>
LAFOND Alain	<i>Maître de conférences à l'Université de Nantes</i>
LAIGROZ Paulette	<i>Professeur au Lycée du Parc à Lyon</i>
MANASSES CAVELIER Josiane	<i>Professeur au Lycée Chateaubriand à Rennes</i>
MANGILI Daniel	<i>Professeur au Lycée Saint Louis à Paris</i>
PARISI Jean-Marie	<i>Professeur au Lycée Loritz à Nancy</i>
ROBERT Vincent	<i>Maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure de Lyon</i>
SZYMCZAK Anne	<i>Professeur au Lycée Wallon à Valenciennes</i>
TRAIN Cyrille	<i>Maître de conférences à l'Université Paris VI</i>

2. AVANT-PROPOS

La session 2005 de l'agrégation externe de sciences physiques option physique est caractérisée par une double augmentation : d'une part celle du nombre de postes ouverts au concours (180 à comparer aux 162 postes de la session 2004) et d'autre part celle du nombre de candidats ayant terminé les trois épreuves (+20%). Ces deux facteurs conjugués ont permis au jury de pourvoir tous les postes, avec une barre d'admission voisine de celle de l'an dernier (8,3/20 en 2005 à comparer à 8,7/20 en 2004), signe du bon niveau de recrutement du concours. Comme par le passé, les candidats admissibles sont en majorité jeunes (entre 23 et 25 ans), ce qui traduit bien le dynamisme de notre discipline. Par ailleurs, l'attractivité du concours connaît depuis 2 ans une forte croissance puisqu'en deux sessions, le nombre d'inscrits a augmenté de 43%, et celui des candidats terminant les 3 épreuves de 27%.

Comme à l'accoutumée, ce rapport commente les épreuves écrites et orales du concours, et cherche à donner des conseils utiles tant aux candidats qu'aux centres de préparation. Mais avant tout, il convient d'attirer l'attention des candidats sur le fait qu'en se présentant à un concours, ils se trouvent en compétition les uns avec les autres, et qu'il en résulte obligatoirement une comparaison de leurs prestations individuelles. Toute auto-évaluation à la fin d'une épreuve (ou toute évaluation formulée par un observateur extérieur au jury) est ainsi vaine, car non fondée sur une vue globale des prestations de l'ensemble des candidats. Cette remarque doit en particulier inciter ceux d'entre eux qui sont persuadés d'avoir échoué à une épreuve, à ne pas baisser les bras et à terminer le concours.

Le jury insiste à nouveau sur les compétences attendues d'un enseignant de haut niveau, compétences qu'il s'attache à évaluer : maîtrise des connaissances disciplinaires, pratique expérimentale rigoureuse et aisée, clarté et logique des exposés, qualités de présence et de conviction devant l'auditoire. Ces attendus sont déclinés de manière spécifique dans chacun des rapports concernant les trois épreuves orales (rubriques 13, 14 et 15).

Concernant plus particulièrement les leçons (de physique et de chimie), le jury insiste sur la nécessité de donner du **sens** à l'exposé, c'est-à-dire de situer la leçon dans son contexte et d'en préciser l'intérêt et les objectifs dès l'introduction, condition nécessaire pour déterminer le fil conducteur qui servira de guide à toute l'argumentation. Même si l'on ne peut pas attendre d'un candidat le professionnalisme d'un enseignant chevronné, la pédagogie doit être présente lors des présentations de leçons ; comment pourrait-il en être autrement dans le cadre d'un concours de recrutement de futurs enseignants ? De même, chaque fois que cela est possible, les exposés doivent être illustrés par des expériences bien choisies et bien réussies. Celles-ci font partie intégrante de l'argumentation scientifique et sont toujours très appréciées du jury.

Les leçons de physique de la session 2006 (cf document 16a) ne font plus référence individuellement à un programme précis de classe ou à niveau spécifique. Prises dans leur ensemble, ces leçons seront à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique ; dans ce dernier cas, il conviendra de se placer dans la mesure du possible aux niveaux des deux premières années de licence (niveaux L1 et L2). Cette disposition est la conséquence de l'organisation des études universitaires selon le schéma LMD ; elle répond par ailleurs à la volonté du jury de laisser davantage de liberté au candidat, qui n'est donc plus astreint à suivre le programme d'une classe donnée pour construire le contenu de sa leçon de physique. Cette liberté pédagogique accrue devra être prise en compte dans la préparation au concours.

Comme en 2004, les candidats ont eu à leur disposition une banque de 3000 documents numérisés (enrichie par rapport à la celle de l'an dernier), à l'intérieur de laquelle ils ont pu sélectionner tout ce qui leur permettait d'illustrer au mieux leurs leçons. Toutes les salles de présentation d'épreuves, y compris celles de montages, ont été équipées d'un vidéo-projecteur, permettant de projeter les documents numérisés extraits de la banque de données, ou ceux préparés par le candidat (graphe ou tableau de mesures en montage).

Réussir aux concours nécessite une préparation active, durant toute l'année scolaire.

Le jury invite les candidats à travailler à la fois en vue des épreuves écrites et des épreuves orales ; la diffusion en début d'année scolaire des listes de montages et de leçons devrait être de nature à inciter les candidats à travailler dans ce sens. En effet, il est illusoire de penser que l'on peut réussir à l'oral en s'y préparant à la « veille » des épreuves. Rappelons par ailleurs que l'année de préparation au concours est l'une des rares occasions permettant au cours de la formation universitaire de faire la synthèse des connaissances acquises année après année dans les différents domaines de la physique et de la chimie. Elle permet également d'acquérir une véritable autonomie tant en matière de recherche bibliographique que de pratique expérimentale, autonomie nécessaire au futur professeur dans la construction de son enseignement aux niveaux pré- et post-baccalauréat.

Les perspectives de recrutement, conséquences des départs massifs d'enseignants en retraite dans les années à venir, doivent inciter les futurs candidats, et notamment ceux qui n'ont pas été reçus au concours cette année, à affronter celui-ci avec sérénité. Au bout de leurs efforts se dessine en effet une large possibilité de réussite. A la notion d'échec se substitue ainsi celle de réussite différée pour celles et ceux qui sauront montrer avec détermination leur engagement à embrasser le métier de professeur.

Le Président du jury

3. INFORMATIONS STATISTIQUES

180 places ont été mises au concours.

Le tableau ci-dessous donne des informations générales relatives à la sélection progressive des candidats au cours des épreuves, les valeurs de 2003 et 2004 étant éventuellement rappelées à titre de comparaison.

	2005	2004	2003
Inscrits	1666	1378	1162
Présents aux trois épreuves	875	732	690
Admissibles	326	323	324
Barre d'admissibilité	45,2/20	43/120	42/120
Moyenne générale du candidat classé premier	18,88/20	18,54/20	17,43/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	8,30/20	8,69/20	7,82/20
ADMIS	180	162	175

EPREUVES ECRITES

Les épreuves écrites se sont déroulées les 12, 13 et 14 avril 2005.

Moyenne des candidats aux épreuves écrites :

Nature de l'épreuve	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	7,21	12,23
Composition de chimie	7,46	10,53
Problème de physique	5,61	9,52

Les distributions des notes aux 3 épreuves écrites des candidats ayant composé et des candidats admissibles figurent en document annexe.

EPREUVES ORALES

Les épreuves orales se sont déroulées du 18 juin au 21 juillet 2005.

Moyenne des candidats aux épreuves orales :

Nature de l'épreuve	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Ecart-type
Leçon de physique	8,25/20	4,05
Leçon de chimie	8,44/20	4,18
Montage de physique	8,12/20	4,48

Les distributions des notes des candidats présents aux 3 épreuves orales figurent en document annexe.

Répartition par date de naissance des candidats

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1983	12	10
1982	61	43
1981	69	52
1980	36	23
1979	30	15
1978	22	11
1977	11	2
1976	18	8
1975	12	4
1974	8	2
1973	13	4
1972	7	0
1968 à 1971	14	3
antérieure à 1967	13	3

Répartition par titres et diplômes

Titre ou diplôme	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Doctorat	29	11
DEA	33	15
Ingénieur	28	14
Maîtrise ou équivalent	196	128
CAPES, PLP	32	9
Autres	8	3

Répartition par profession

Profession	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Etudiant	149	99
Elèves d'une ENS	47	42
Elève IUFM 1 ^{ère} année	26	11
Certifiés et PLP stagiaires	24	5
Enseignant MEN	54	14
Autres ministères	2	1
Hors fonct publique/sans emploi	15	7
Autres	9	1

Répartition par sexe

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Homme	252	139
Femme	74	41

REGLEMENTATION

Programme :

Le programme des épreuves écrites et orales de la session 2005 est décrit dans le BO spécial n°7 du 1^{er} juillet 2004.

Le programme de la session 2006 est publié au BO spécial n°5 (volume I page 70) du 19 mai 2005.

Epreuves :

Les épreuves écrites comportent :

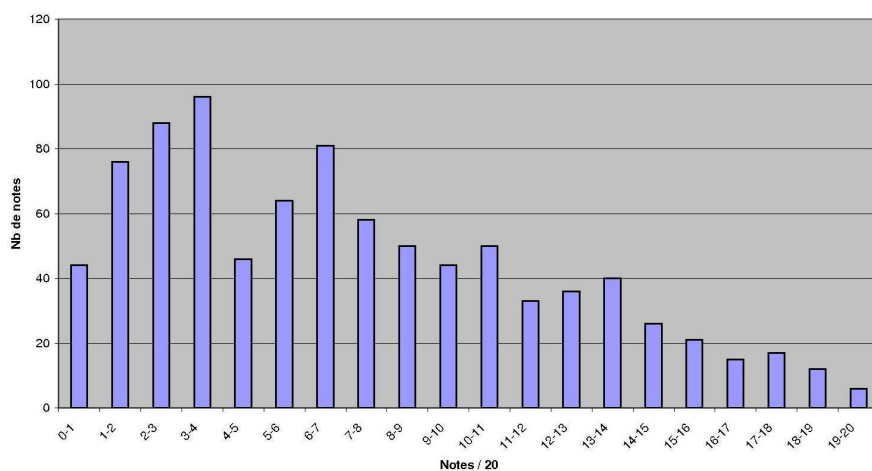
- Une composition de physique de durée 5 h (coefficient 2)
- Une composition de chimie de durée 5 h (coefficient 2)
- Un problème de physique de durée 6 h (coefficient 2)

Les épreuves orales comportent :

- Une leçon de physique (coefficient 4)
- Une leçon de chimie (coefficient 3)
- Un montage de physique (coefficient 3)

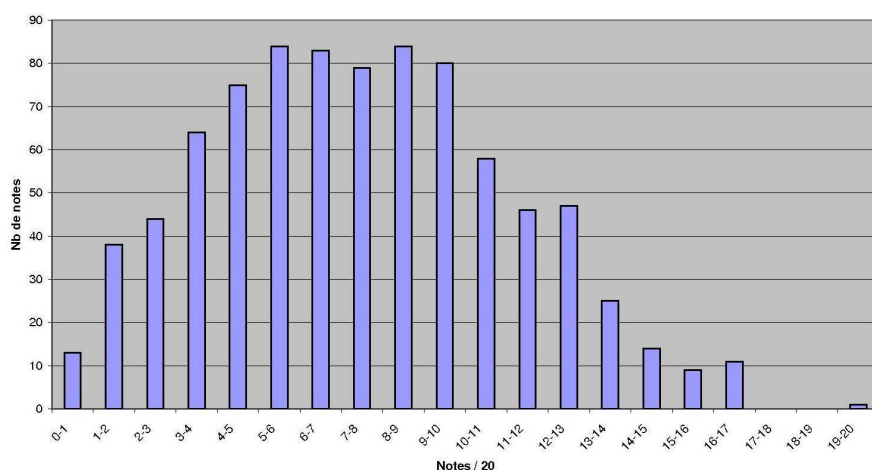
4-1 Distribution des notes pour l'ensemble des candidats

Composition de physique



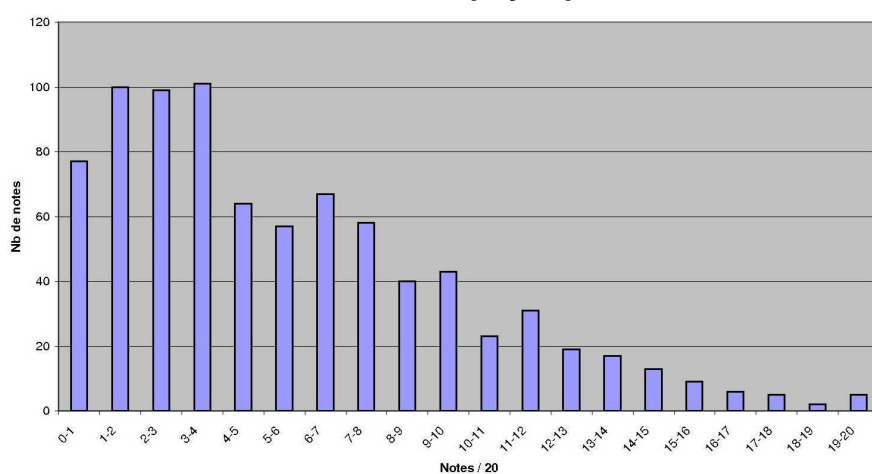
Moyenne :	7,21
Ecart-type :	4,79

Composition de chimie



Moyenne :	7,46
Ecart-type :	3,63

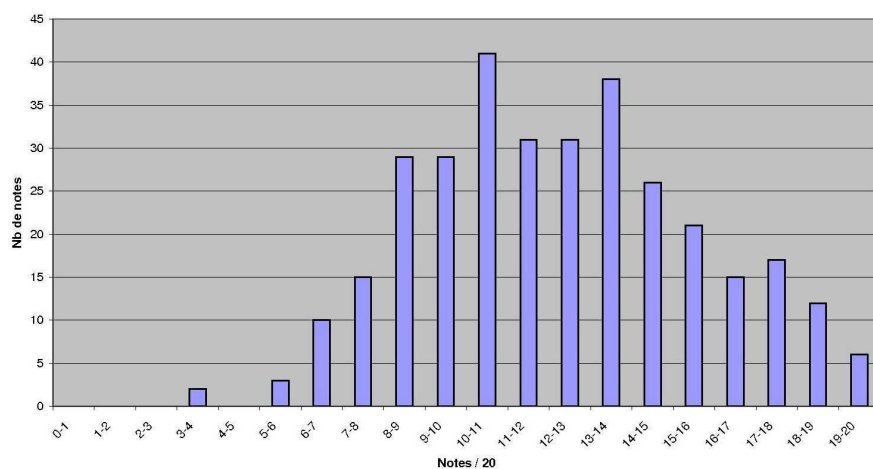
Problème de physique



Moyenne :	5,61
Ecart-type :	4,18

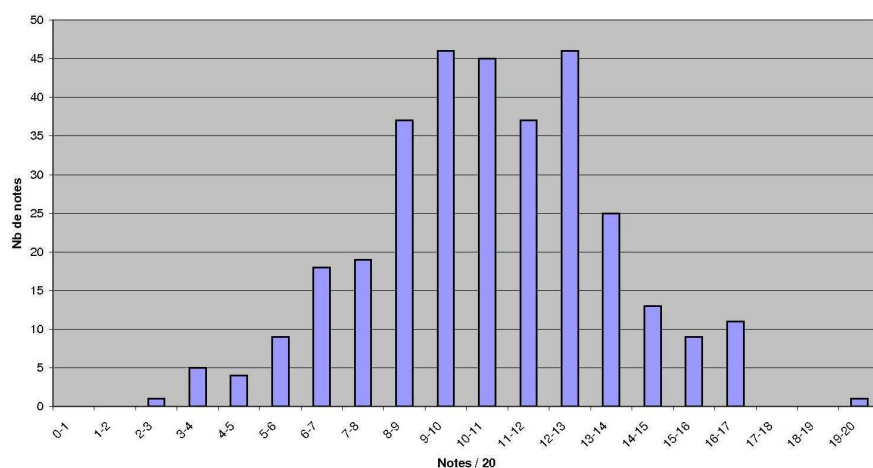
4-2 Distribution des notes pour les candidats admissibles

Composition de physique



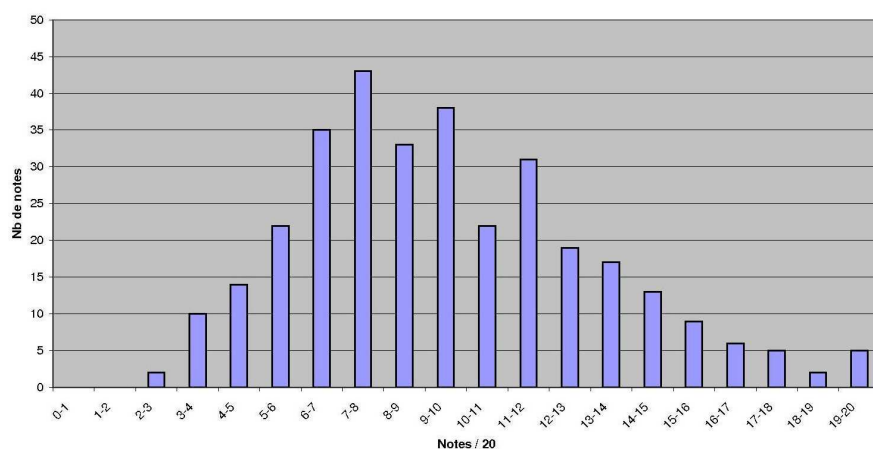
Moyenne :	12,33
Ecart-type :	3,34

Composition de chimie



Moyenne :	10,53
Ecart-type :	2,88

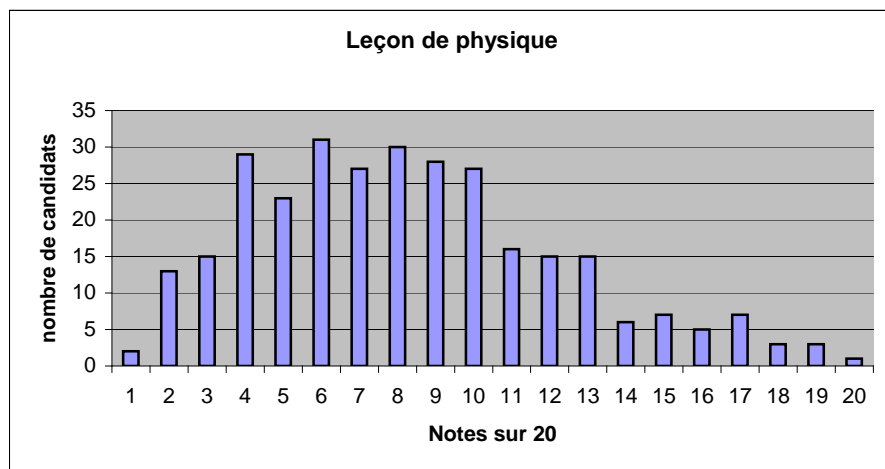
Problème de physique



Moyenne :	9,52
Ecart-type :	3,60

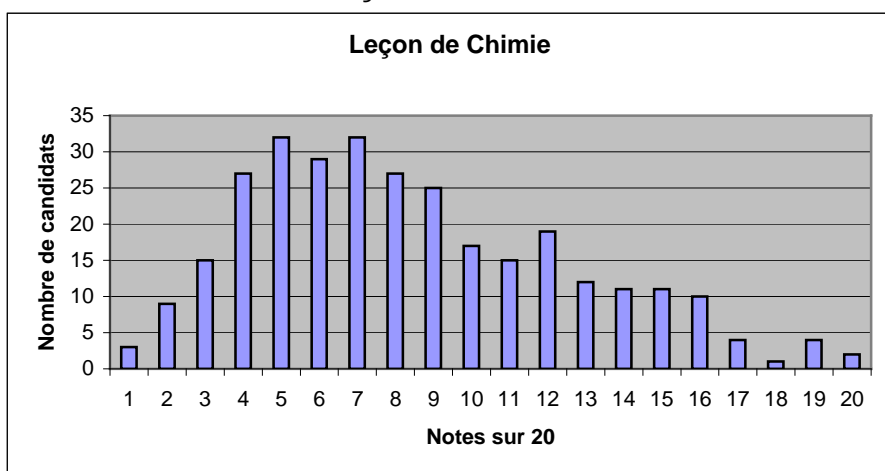
4-3 Distribution des notes aux épreuves orales

Leçon de physique



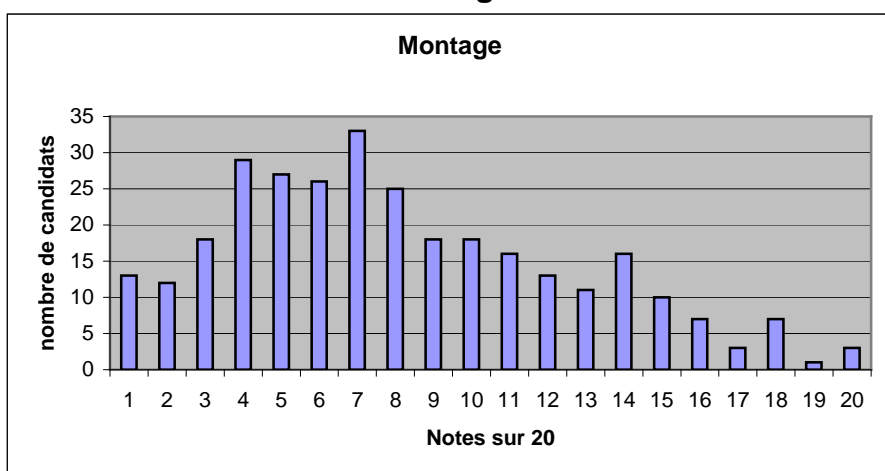
Moyenne :	8,19
Ecart-type :	3,99

Leçon de chimie



Moyenne :	8,77
Ecart-type :	4,53

Montage



Moyenne :	8,28
Ecart-type :	4,56

6. Rapport relatif à la composition de physique

Généralités et commentaires portant sur l'ensemble du sujet

La composition de physique, « Ondes en mécanique classique et quantique : cohérence, paquets d'onde et confinement » porte sur deux aspects de la physique ondulatoire : la notion de cohérence joue un rôle clef dans l'interprétation des phénomènes observés.

Dans la première partie, la cohérence temporelle et la cohérence spatiale d'une source électromagnétique sont étudiées en prenant appui sur l'analyse d'expériences d'interférences. Une application des paquets d'ondes mécaniques à l'interprétation du sillage d'un bateau est également proposée.

Dans la seconde partie, quelques aspects de la mécanique quantique sont discutés : dualité onde corpuscule pour la lumière et les particules élémentaires, confinement d'une particule dans un puits de potentiel, d'abord infini, puis fini et asymétrique et finalement dans un double puits.

Cette épreuve a été construite de telle sorte que les deux parties, classique et quantique, soient indépendantes. Néanmoins l'esprit de l'épreuve est de montrer comment la mécanique quantique s'intègre dans l'ensemble des sujets qui sont au programme de l'agrégation de physique.

Une première notion unificatrice est la cohérence temporelle d'un paquet d'ondes. Celle-ci donne lieu à la fois à la relation entre largeur spectrale et durée de vie d'un train d'ondes et, au travers de la relation de dispersion, à celle entre l'extension spatiale et la largeur spectrale en vecteur d'onde de ce paquet. En utilisant la relation de de Broglie, ces expressions conduisent directement aux relations de Heisenberg. Pour une particule confinée dans un puits de potentiel, la conséquence est un spectre discret des niveaux d'énergie : une particule confinée sur un domaine a , aura une quantité de mouvement minimale, $\geq \sim \frac{h}{a}$. Cet effet, purement quantique, se retrouve pour toute forme de confinement (harmonique, coulombien....) et est à l'origine, notamment, du caractère discret des spectres de raies des atomes et molécules.

Cette relation étroite entre confinement et spectre d'énergie est illustrée de façon plus précise en remplaçant le puits infini par un puits de profondeur finie : la fonction d'onde d'une particule possède une amplitude non nulle à l'extérieur du puits, dans la partie interdite à une particule classique du point de vue de l'énergie. La particule est donc moins confinée et en conséquence l'énergie du premier niveau est réduite. Le puits semi-infini, étudié en section 2B est donc très riche en phénomènes physiques, à la fois généraux et spécifiques à la modélisation du noyau de deutérium.

Dans la dernière partie, le puits semi-infini est remplacé par un puits double qui sert à illustrer plusieurs phénomènes de la physique quantique. La particule peut passer d'un puits à l'autre par effet tunnel et cette « délocalisation » permet, une fois de plus, la réduction de l'énergie du niveau fondamental par rapport au cas du puits infini. Cette « oscillation de Rabi » est à l'origine du fonctionnement du maser à ammoniac dont on obtient ainsi un modèle simple. Cette récupération d'énergie par délocalisation donne lieu à une force d'attraction entre les deux puits. Dans ces conditions, si on permet à la distance D entre les puits de varier, on obtient un modèle phénoménologique de la cohésion moléculaire. On montre ainsi l'existence d'une énergie de cohésion purement quantique qui vient de la délocalisation de la particule entre les deux puits. Ce modèle s'applique, par exemple, à la molécule H_2 dans l'approximation de Born-Oppenheimer.

Globalement, la physique classique (partie 1) et la physique quantique (partie 2) ont sensiblement rapporté le même nombre de points aux candidats. De plus, les deux parties sont abordées dans un grand nombre de copies.

En ce qui concerne la partie 1, le début 1.A.1 fait souvent l'objet de bonnes réponses. Mais celles obtenues à propos du rôle de la polarisation et des résultats de l'expérience d'Arago sont trop souvent décevantes.

La section B met davantage de candidats en difficulté. S'il est vrai que la description du paquet d'ondes spectralement étroit est correctement étudiée dans un certain nombre de bonnes copies, la stationnarité de la phase et le problème de Kelvin sont rarement abordés.

La situation est un peu la même pour la partie 2. Le début (section A et section B jusqu'à B.2.4) est convenablement traité mais la résolution graphique arrête souvent les candidats. La section C n'est malheureusement abordée que dans quelques rares copies.

Commentaires spécifiques

Partie 1

A1.1 Le théorème de Malus et le phénomène de stigmatisme sont souvent évoqués, mais la nature des ondes à la sortie du laser ou au niveau des sources secondaires est rarement précisé. Cela conduit les candidats, en A1.1d à ne s'intéresser que trop rarement à la dépendance en $1/r$ de l'amplitude des ondes sphériques. Par ailleurs, la lame semi-réfléchissante divise l'énergie par 2 sur chaque voie sur laquelle l'amplitude n'est donc divisée que par un facteur $\sqrt{2}$.

A1.2 et A1.3 Beaucoup de candidats n'ont pas une représentation simple du fonctionnement des polariseurs ou de la loi de Malus associée. Il en résulte des réponses confuses. En outre, même parmi ceux qui connaissent ce fonctionnement, peu donnent des résultats corrects pour l'expérience d'Arago, même s'ils obtiennent une expression correcte de l'éclairement en sortie, après P1, P2 et P3. La notion même de trains d'onde semble être mal connue ou mal maîtrisée.

A2.1 On attend des réponses précises afin de parvenir à la notion de localisation à l'infini des interférences en lame d'air en évitant tout calcul fastidieux. Peu de candidats savent répondre à cette exigence de rigueur et de précision, d'où, dans une très large mesure, l'impossibilité de conclure. La description du réglage de l'interféromètre de Michelson est très rarement menée avec méthode et précision. Cet appareil est pourtant d'usage courant, en particulier à l'épreuve de montage. Et ce flou dans la démarche ne peut que desservir les candidats lors d'une utilisation concrète de cet appareil.

A2.2 Cette question est rarement abordée dans l'ensemble. Seuls les profils de raies sont bien connus.

B1.1 La décomposition du paquet d'ondes en porteuse et modulante est souvent mal comprise, ce qui montre qu'il en est de même de la notion de vitesse de groupe. Il est toutefois à noter que quelques excellentes copies révèlent une compréhension profonde du lien qui existe entre largeur temporelle et largeur spectrale.

Partie 2

A1c L'expérience qui vient à l'esprit le plus fréquemment est l'effet photo-électrique. Mais on ne doit pas ignorer la physique du corps noir pour lequel l'hypothèse quantique de la lumière résout le problème de la divergence de la densité d'énergie à haute fréquence quelle que soit la température.

A2c Trop souvent, les candidats font maladroitement intervenir la vitesse de la lumière dans le calcul de la quantité de mouvement.

A3c Il est essentiel de procéder à une interprétation probabiliste. L'addition des amplitudes des fonctions d'onde permet de justifier l'obtention d'interférences et l'allure de la densité de probabilité. On associe ainsi la nature corpusculaire pour les impacts individuels et la nature ondulatoire pour expliquer l'obtention de ces figures.

A6 et A7c Les parties 6 et 7 sont convenablement faites. Mais la relation de Heisenberg énergie temps met souvent les candidats en difficulté : peu d'entre eux identifient Δt comme le temps de passage d'une particule à un endroit donné. Cette notion est étudiée avec davantage de précision dans la partie A8. Rappelons une interprétation classique de Δt : c'est le temps de passage d'un paquet d'ondes.

B1.1 Historiquement, l'expérience de Frank et Hertz est la preuve définitive de la nature discrète des niveaux d'énergie électronique des atomes. Mais les expériences de spectroscopie montrant des raies d'émission et d'absorption discrètes sont également très convaincantes.

B1.3 Avec le confinement de la particule, un état $p=0$ est exclu. En posant $\Delta x=a$, on obtient le bon ordre de grandeur pour le niveau fondamental. On voit donc que l'incertitude de Heisenberg et le spectre discret sont intimement liés. Le fait qu'une particule dont les caractéristiques sont celles de l'électron, piégée dans un puits dont la taille a un ordre de grandeur atomique, ait un premier niveau d'énergie de quelques électrons-volts n'est pas dû au hasard.

B2.1c L'effet de peau qui est dû à la dissipation d'énergie dans un conducteur réel n'est pas un bon exemple, même s'il est effectivement choisi dans un autre domaine de la physique. Or, nous avons à faire à un effet de pénétration virtuelle. Il faut envisager la réflexion frustrée d'une onde électromagnétique et la pénétration « virtuelle » d'une onde évanescente.

B2.3 L'existence d'un seuil existe s'explique ainsi : pour une valeur faible de V_0 , le prix à payer en énergie cinétique pour localiser la particule dans le puits est trop forte. Ce n'est que pour $V_0 > W$ qu'un état lié peut apparaître. Pour cette valeur W de V_0 , la longueur de « localisation » x_0 diverge.

B2.5 L'énergie de liaison, $V_0 - E_1$ est mal identifiée.

B2.6c On trouve systématiquement $E_1 < E_1^0$ pour V_0 fini car x_0 est fini. Ceci est, une fois de plus, un effet purement quantique.

8. Rapport relatif à la composition de chimie

Le sujet traite d'un grand nombre de questions classiques de chimie portant sur l'élément titane, notamment la préparation du métal et quelques applications de cet élément en chimie minérale et en chimie organique. Il est constitué de trois parties totalement indépendantes.

Après des questions d'atomistique, la partie A aborde quelques équilibres chimiques mis en œuvre dans la métallurgie du titane. L'étude des réactions qui permettent d'obtenir le métal à partir de l'oxyde est l'occasion d'utiliser un diagramme d'Ellingham alors que le traitement de l'ilménite aborde la chimie en solution aqueuse. Cette partie se termine par l'étude cristallographique de l'oxyde de titane sous sa forme rutile.

La partie B envisage deux utilisations, d'une part, celle du titane en métallurgie et tout particulièrement de ses alliages avec le fer et, d'autre part, celle du dioxyde de titane comme photocatalyseur dans la destruction de molécules organiques dissoutes dans l'eau. Une étude cinétique, suivie par spectrophotométrie, est proposée et comparée à une détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) par un dosage d'oxydoréduction. Cette partie est largement inspirée de l'article de H. Lachheb et coll., Applied Catalysis B : Environmental 39 (2002) 75-90.

La partie chimie organique est basée sur une synthèse d'hexoses due à S. Masamune et K.B. Sharpless (1983).

Le sujet, assez vaste, comportait de nombreuses questions faciles qui n'ont pas toujours obtenu le succès escompté mais qui ont contribué à classer les candidats les uns par rapport aux autres.

Remarques générales sur le sujet :

Beaucoup de candidats n'abordent qu'une petite partie du sujet en ne traitant, souvent incorrectement *qui plus est*, que les questions les plus faciles. Ils montrent ainsi clairement qu'ils ne maîtrisent pas les bases de la chimie et obtiennent une note très médiocre, contrairement à ceux qui s'appliquent à résoudre complètement au moins une partie. Ces derniers prennent en effet le temps de lire et de comprendre l'ensemble des questions. Logiquement, ils y répondent de manière plus satisfaisante.

N.B. - Dans ce qui suit, on appelle « score » d'un candidat dans une partie de l'épreuve le rapport en % du nombre de points obtenus au nombre maximal de points possibles (score d'un candidat, score moyen ou score de l'ensemble des candidats).

Les questions les plus réussies sont celles de la première moitié de la partie A avec un score moyen de près de 50%. La situation est très différente pour les parties B et C qui ont obtenu un score de moins de 25% mais avec une différence essentielle : la partie B a manifestement constitué un obstacle car les questions sont souvent traitées, mais incorrectement, alors que la chimie organique n'a été abordée que par un faible nombre de candidats qui ont souvent obtenu un bon score.

Globalement, on constate que la conduite des calculs prend trop de temps. L'écriture d'un grand nombre d'étapes et le report des valeurs numériques de l'énoncé sont devenus inutiles depuis que les calculatrices permettent facilement le contrôle des erreurs de saisie. Trop souvent, les réponses non numériques sont très succinctes et imprécises. Les candidats n'ont pas compris l'importance d'une utilisation rigoureuse du vocabulaire scientifique. En outre, l'orthographe et la présentation des copies sont, dans un nombre non négligeable de cas, insuffisantes pour de futurs enseignants. Tout cela est évidemment pris en compte dans la valeur de la note attribuée.

D'un autre côté, le jury a pu apprécier, dans quelques copies, une très grande maîtrise de tous les aspects de la chimie abordés dans ce sujet.

La répartition des notes traduit l'ensemble de ces remarques et permet un bon classement des candidats. Les notes se répartissent de 0 à 20 avec une moyenne de 7,5.

Remarques particulières concernant certaines questions :

Partie A

I-1 Il est plus clair et élégant de définir le terme isotope en comparant la composition de deux noyaux plutôt qu'en commençant maladroitement une phrase par "*Un isotope c'est quand ...*".

II-2 Le jury comprend bien que tous les candidats ne connaissent pas le détail des forces intermoléculaires. Mais il note avec inquiétude les nombreuses tentatives d'interprétation des variations des températures de changement d'état physique par des considérations de "force" des liaisons intramoléculaires. On imagine combien il serait difficile à ces candidats de faire comprendre à des élèves de collège que les molécules ne se "cassent" pas lors d'un changement d'état.

III-1 Souvent, le principe de la construction du diagramme est expliqué avec beaucoup de détails alors que l'équation de la réaction étudiée n'est pas écrite. Pour la réaction entre l'oxyde de fer et l'aluminium, le jury attend une démonstration simple (écriture de l'enthalpie libre standard de réaction) permettant de conclure quant au sens d'évolution favorisé. Or, trop souvent, il y a confusion entre grandeur de réaction et variation de la fonction d'état associée. Enfin beaucoup de candidats effectuent une démonstration pour déterminer les domaines d'existence du métal et de l'oxyde d'un même couple par rapport à la droite d'Ellingham. Cela traduit une mauvaise lecture de l'énoncé.

III-5a Certains candidats oublient de tenir compte de l'état physique de chaque constituant et écrivent la constante d'équilibre en faisant apparaître une pression pour TiO_2 solide.

III-5b La réaction est totale dans le sens (2) car il y a rupture d'équilibre par manque de réactif. Il faut le montrer en utilisant la constante d'équilibre et non en remarquant que le dichlore est en excès.

IV-1 Le diagramme de prédominance facilite l'analyse des espèces présentes dans les solutions d'acide sulfurique étudiées ici. Malheureusement il n'est presque jamais utilisé. Le calcul du pH est abordé par presque tous les candidats. Le taux de réussite très faible (score inférieur à 20%) est dû à l'absence quasi-systématique d'analyse correcte du problème chimique. Les réactions qui interviennent ne sont pas écrites et aucun bilan de matière n'est fait. Toutes ces erreurs de méthode conduisent les candidats à considérer l'acide sulfurique aussi bien comme un monoacide fort, un diacide fort ou un acide faible. Le cas des solutions concentrées trouble certains candidats qui affirment que les formules précédentes ne sont plus applicables car on trouverait alors un pH négatif, valeur qui leur semble irréaliste.

IV-2a La réponse attendue concerne le caractère endothermique de la réaction. La relation avec le (bon) signe de $\Delta_r H^\circ$ est souvent l'occasion d'erreur.

IV-3c Le manque de méthode indiqué ci-dessus pour aborder un problème de chimie en solution se retrouve dans le calcul de la concentration pour le seuil de détection de Fe^{3+} . La grande majorité des candidats "oublie" d'écrire l'équation de la formation du complexe et utilise la concentration introduite en ions à la place de la concentration à l'équilibre. Le résultat est éloquent : seulement 10% des candidats ayant abordé cette question trouvent la bonne réponse.

V-1-2 L'empilement des atomes fait l'objet d'un schéma qu'il faut compléter, ceci afin de faciliter le dessin des différentes couches. Manifestement, certains candidats sont déstabilisés par cette question posée sous une forme un peu inhabituelle. La plupart du temps, la figure obtenue est peu claire et

incomplète : atomes dessinés non tangents, alternance des couches (A-B-A) non indiquée, position des sites octaédriques et tétraédriques indiquée très vaguement et souvent fausse.

V-3-4 La confusion entre maille hexagonale et maille de la structure hexagonale compacte est très fréquente. Il en est de même entre nœuds et atomes.

V-6 La condition de stabilité d'un édifice ionique est $r(\text{cation}) > r(\text{site})$ où $r(\text{site})$ est la taille du site de la structure compacte d'anions et non le contraire.

V-8-9 Les calculs qui ne présentent pas de difficultés particulières sont souvent conduits laborieusement.

Partie B

I-1a Une caractéristique importante du titane est sa faible masse volumique. Trop souvent les candidats utilisent le terme "léger" au lieu de "peu dense".

I-2b La nature des différentes phases solides est demandée (solution solide α et/ou TiFe_2).

II-1 L'effet de la surface active en catalyse hétérogène est peu connu.

II-3a L'ajustement des nombres stœchiométriques de la réaction de minéralisation du bleu de méthylène pose des problèmes à un grand nombre de candidats et donne souvent lieu à des écritures fantaisistes (TiO_2 comme réactif, présence d'électrons ..)

II-4a La technique du tracé de la tangente à la courbe $c = f(t)$ pour déterminer la vitesse de disparition du rouge de Congo n'est pas connue de tous les candidats (loin s'en faut) alors qu'elle figure explicitement au programme de terminale S.

II-4b La propriété essentielle de la fonction $\exp(-kt)$ est que la variation relative pour un intervalle de temps donné est indépendante du point où l'on se place. La justification : "on voit bien que la courbe est une exponentielle décroissante" manque quelque peu de rigueur.

III Les calculs correspondant au dosage d'oxydoréduction pour la détermination de la DCO rencontrent peu de succès. Encore une fois, on note que l'absence d'une analyse rigoureuse de la situation et de l'écriture des équations chimiques empêchent la réussite à ce type de questions. La démarche est pourtant fortement suggérée par une suite de questions progressives. C'est le cas notamment pour la question III-2 où la simple écriture des demi-équations rédox pour O_2 et $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ permet d'obtenir le résultat qui est ensuite utilisé dans les questions III-5c et e.

Partie C

Cette partie est peu abordée alors que les connaissances de base permettent d'obtenir facilement des points (formation et hydrolyse des époxydes, protection d'un groupement fonctionnel...). La principale difficulté concerne la représentation spatiale des molécules qui déconcerte bon nombre de candidats. Ceux-ci ont du mal à passer d'une conformation à l'autre en respectant les configurations. Les mécanismes réactionnels sont souvent mal représentés et les schémas peu soignés. Il est rappelé que les flèches symbolisant les transferts des doublets d'électrons doivent partir d'un doublet (de liaison ou libre).

II-2 La configuration R ou S des carbones asymétriques est trop rarement justifiée même succinctement.

IV-2b L'analyse thermodynamique (basée sur un raisonnement faisant intervenir l'entropie) n'est pratiquement jamais faite.

V-3a La représentation de Fischer n'est pas maîtrisée par un grand nombre de candidats.

10 Rapport relatif au problème de physique

L'épreuve du problème est l'occasion de tester la capacité des candidats à mobiliser leurs connaissances en physique générale sur un sujet de recherche actuel. Cette année le problème portait sur différents aspects théoriques et expérimentaux des interactions d'origine dipolaire auxquels contribuèrent quelques uns des grands noms de la physique moderne (Debye, London, Casimir, ...). Ponctué de repères "historiques", l'énoncé abordé dans l'ordre devait permettre de saisir la logique du développement d'une idée scientifique sur près d'un siècle, de la thèse de doctorat de Van der Waals (1873) jusqu'à celle d'Israelachvili (1971). La structure du problème ménageait néanmoins des entrées de secours permettant en particulier d'aborder la partie III, plus originale et tournée vers l'expérience, de façon largement indépendante des deux premières, plus classiques et "proches du cours".

Le large spectre des connaissances (légitimement) requises dans ce problème – en mécanique, thermodynamique classique et statistique, électromagnétisme et optique – associé au nombre restreint de difficultés techniques ont permis de classer efficacement l'ensemble des candidats. Il est à noter que plusieurs copies ayant obtenu la note maximale sont d'une qualité exceptionnelle.

Aucune partie du problème n'a été plus particulièrement mal traitée qu'une autre, à l'exception de l'analyse des données expérimentales (III.3 et III.4).

Un certain nombre de remarques générales seront sans doute utiles aux futurs candidats et à leurs enseignants préparateurs.

– Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et, autant que faire se peut, l'ordre des questions lorsque celui-ci suggère une logique de démonstration ; un certain nombre de points sont nécessairement affectés aux étapes intermédiaires et ne peuvent être reportés sur le résultat final, serait-il exact, si celles-là font défaut.

– Dans les réponses à des questions qualitatives les correcteurs attendent des candidats qu'il fassent preuve de *bon sens physique*, condition nécessaire et souvent suffisante à l'obtention des points.

– Les applications numériques sont valorisées. Pour être acceptables elles doivent comporter une *unité* ainsi qu'un nombre raisonnable de *chiffres significatifs*, compatible avec la précision des données numériques de l'énoncé.

– Lorsque, comme ici, l'énoncé propose l'analyse de graphes expérimentaux comme aboutissement naturel d'un développement "théorique", une telle démarche, intellectuellement gratifiante mais demandant une certaine concentration, est créditée en conséquence. Malheureusement, de nombreux candidats ayant pourtant en main tous les outils nécessaires à cette analyse, préfèrent passer à d'autres questions. Il n'est pas évident qu'il s'agisse d'un bon calcul.

Quelques remarques particulières :

II.2. Il y eut souvent confusion entre la force exercée de façon quasi-statique par un opérateur et la force d'interaction : elles sont opposées mais en thermodynamique tout n'est-il pas dans le signe ? Il était essentiel que celui-ci fût correct.

II.3.a. Le facteur 1/2 dans l'énergie potentielle, pourtant familier dans des systèmes où la grandeur extensive dépend linéairement de la grandeur intensive associée (*cf.* le ressort hookéen), n'a que rarement été identifié comme provenant de l'induction du dipôle par le champ électrique.

II.4.a,b. Le signe de μ_j était généralement faux ; celui de $f_{e|}$ également. Au résultat la relation $f_{e|} = - \kappa \cdot d$ était exacte par compensation de deux erreurs ! Correctement identifiée comme une relation de rappel élastique, elle a été créditée malgré tout.

II.6. Il s'agissait peut-être là du passage le plus original du problème. Le calcul et la mesure des forces de Casimir à relativement longue portée entre des corps séparés par du vide est un sujet actif de la recherche contemporaine. La théorie est malheureusement hors de portée des candidats à l'agrégation. L'énoncé proposait néanmoins au II.6.d. une approche du type "loi d'échelle" de la formule asymptotique de Casimir & Polder. Malgré sa simplicité, cette approche puissante a sans doute dérouté les candidats qui l'on boudée à une écrasante majorité. Elle mériterait plus d'attention lors d'une seconde lecture.

III.1. Cette partie essentiellement calculatoire – mais utile pour la suite – n'a cependant été ni négligée, ni maltraitée, ce qui est une bonne surprise.

III.2. Cette partie de mécanique d'un système à un degré de liberté a joué un rôle discriminant. Trop de candidats à l'agrégation ne savent pas écrire correctement l'équation de la dynamique d'un tel système ; ils se sont ainsi privés de nombreux points.

III.5.e. L'allure des franges en sortie de spectroscopie n'a été décrite correctement que de façon marginale ; en revanche de nombreux candidats ont à juste titre fait le rapprochement avec un spectre cannelé, ce qui leur a été compté.

III.6. La relation inversée entre ε_r et n telle qu'elle était écrite dans l'énoncé n'a pas gêné les candidats. Certains ont même relevé cette inversion dans leur copie.

11 DÉROULEMENT DES ÉPREUVES ORALES

SESSION 2005

Conditions matérielles et généralités

Les épreuves définitives (pratiques et orales) se sont déroulées au Lycée Marcelin Berthelot de Saint Maur du 18 juin au 21 juillet 2005

Le jury a délibéré immédiatement après la fin des épreuves. Les résultats ont été proclamés le 22 juillet, et le jury a reçu aussitôt les candidats qui le désiraient, afin de commenter leurs épreuves.

Les candidats admissibles à l'agrégation de physique reçoivent une convocation pour une série d'oral, comportant trois épreuves.

La série commence par un tirage au sort le premier jour. Chaque candidat tire un numéro, auquel correspondent trois enveloppes contenant les sujets :

- leçon de physique (coefficient 4)
- leçon de chimie (coefficient 3)
- montage de physique (coefficient 3)

Ces enveloppes sont ouvertes par le candidat au début de chacune des épreuves qui commencent dès le lendemain du tirage au sort. A la session 2005, les horaires ont été les suivants :

Ouverture du sujet	5h10	6h30	7h50	11h20	12h40	14h00
Début de l'épreuve	9h20	10h40	12h00	15h30	16h50	18h10

Il convient de remarquer que les transports en commun ne fonctionnent qu'à partir de 5h30.

Une épreuve se déroule de la façon suivante :

- ouverture du sujet tiré au sort : un sujet obligatoire pour les leçons, et un sujet à choisir parmi deux proposés pour le montage ;
- 4 h de préparation à l'épreuve (10 minutes supplémentaires étant allouées pour permettre les déplacements entre étages) ;
- 1 h 20 d'épreuve, dont 50 min pour l'exposé d'une leçon ou 40 min pour la présentation du montage, le reste du temps pouvant être utilisé par le jury pour les questions.

L'usage des calculatrices personnelles n'est pas autorisé.

Les épreuves sont publiques.

Il est demandé aux candidats de se munir d'une pièce d'identité en cours de validité, de transparents vierges et de marqueurs pour rétroprojection, ainsi que d'une blouse pour la leçon de chimie.

A la fin du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les bibliothèques et la collection de matériel de physique et de chimie.

Les bibliothèques restent ouvertes aux candidats tous les soirs à partir de 18 h 15.

Le matériel ainsi que les livres et documents, doivent être envoyés ou déposés (éventuellement par les candidats eux-mêmes), au plus tard avant le début de la première épreuve de la première série. Pour le matériel il est nécessaire de fournir un inventaire et une notice de fonctionnement. Ils sont récupérés le jour de la proclamation des résultats.

Les équipes techniques

A chacune des trois épreuves orales, le candidat est accueilli par une équipe technique constituée de techniciens et de professeurs préparateurs.

L'équipe technique offre aide ou assistance. Elle n'intervient ni dans le choix des expériences qui est de la seule responsabilité du candidat ni dans l'interprétation des résultats obtenus par celui-ci.

➤ **Les techniciens** restent à la disposition du candidat tout au long de l'épreuve pour lui fournir les livres et les appareils dont il a besoin. Ils apportent les indications nécessaires au bon fonctionnement du matériel (sécurité notamment) et participent à la mise en œuvre de celui-ci en effectuant les branchements nécessaires.

Les appareils sont accompagnés d'une notice que le candidat peut consulter.

Les techniciens assistent celui-ci dans la prise en main du matériel, en particulier, dans celle des appareils dont la diffusion est récente (spectromètres dits « de poche » ou « USB », flexcam, webcam, vidéo-projecteurs, ...) et dans celle des outils informatiques ou numériques. Il est vrai qu'une connaissance minimale de ces derniers est indispensable au candidat. Tous ces outils, qui sont une aide très appréciable pour les expériences, sont en effet d'une utilisation aisée. Néanmoins, il est possible qu'un candidat soit dérouté par un matériel précis auquel il est peu habitué et les techniciens le font alors bénéficier de leur savoir-faire.

Pour les leçons de physique ou de chimie, les techniciens fournissent au candidat une aide sur sa demande et en respectant ses indications. Ils aident à la réalisation des expériences de cours que les candidats ont prévues pour illustrer leur propos.

La situation est différente au montage où il s'agit d'une assistance. En effet, le candidat, qui est évalué notamment sur son habileté expérimentale et ses capacités à effectuer des mesures, doit réaliser lui-même les expériences. Les techniciens l'assistent dans la mise en œuvre des protocoles expérimentaux en particulier lorsqu'il s'agit d'effectuer des mesures répétitives.

➤ **Les professeurs préparateurs** ont pour mission de coordonner les travaux de l'équipe technique dans la préparation de chacune des trois épreuves. Leur rôle est également de veiller au bon fonctionnement des appareils durant la préparation. Ils peuvent proposer du matériel spécifique et, plus généralement, des solutions aux problèmes que les candidats peuvent rencontrer.

➤ **Les équipes techniques** (techniciens et professeurs préparateurs) n'ont pas de contact avec le jury. Celui-ci ignore les conditions dans lesquelles se sont déroulées les quatre heures de préparation.

LEÇONS DE PHYSIQUE 2005

1. Utilisation des intégrales premières du mouvement en mécanique. Exemples et applications. (1^{er} CU)
2. Contact entre deux solides. Frottement de glissement. Applications au glissement et au roulement. (PC ou 1^{er} CU)
3. Caractère non galiléen du référentiel terrestre. Conséquences. (PCSI ou 1^{er} CU)
4. Mouvement d'un solide autour d'un axe fixe. Equilibrage statique et dynamique. Exemples. (1^{er} CU)
5. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique. (1^{er} CU)
6. Utilisation des lois de conservation dans le problème à deux corps. Applications. (MPSI, PCSI ou 1^{er} CU)
7. Principes de la cinématique relativiste. Durée propre. Longueur propre. (1^{er} CU)
8. Collisions en relativité restreinte : application à l'étude des particules élémentaires. (1^{er} CU)
9. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique indépendant du temps. Applications. (1^{er} CU)
10. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications. (PC)
11. Notion de viscosité d'un fluide. Ecoulements visqueux, nombre de Reynolds. Exemples simples. (PC)
12. Equations de bilan en mécanique des fluides : exemples et applications. (PC)
13. Modèle du gaz parfait. (MPSI ou PCSI)
14. Echanges énergétiques ; bilans d'énergie et d'enthalpie. (PCSI ou 1^{er} CU)
15. Exemples de phénomènes irréversibles ; bilans d'entropie. (1^{er} CU)
16. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques. (MPSI, PCSI ou 1^{er} CU)
17. Evolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé : potentiels thermodynamiques. (PC)
18. Etude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples. (PCSI, PC ou 1^{er} CU)
19. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples. (1^{er} CU)
20. Facteur de Boltzmann. Applications. (1^{er} CU)
21. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Applications. (MP ou 1^{er} CU)
22. Etude d'un phénomène de transport : conduction thermique ou diffusion de particules. Applications. (1^{er} CU)
23. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications. (PSI ou 1^{er} CU)
24. Induction électromagnétique. Aspects énergétiques. Applications. (PC ou 1^{er} CU)
25. Systèmes bouclés. Applications. (PSI ou 1^{er} CU)
26. Traitement d'un signal électrique : filtrage linéaire. Etude spectrale. Exemples et applications. (PSI ou 1^{er} CU)
27. Utilisation des propriétés de symétrie dans l'étude des champs électromagnétiques. Exemples. (PC ou 1^{er} CU)

28. Exemples simples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques. (PCSI, PC ou 1^{er} CU)
29. Ondes sonores dans les fluides (PC).
30. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe ; paquets d'ondes planes et évolution. Exemples. (PC ou 1^{er} CU)
31. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisations microscopiques. (PC)
32. Réflexion et réfraction d'une onde électromagnétique monochromatique plane à la surface de séparation entre deux milieux diélectriques linéaires homogènes isotropes. (1^{er} CU)
33. Réflexion des ondes électromagnétiques planes à la surface d'un milieu conducteur. Effet de peau. (1^{er} CU)
34. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique. (MP, PC)
35. Notion de rayon lumineux. Principe de Fermat. Conséquences. (1^{er} CU)
36. Application des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix (lunette astronomique, télescope, appareil photographique, microscope...). (1^{er} CU)
37. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence. (PC ou 1^{er} CU)
38. Interféromètres à division d'amplitude. Applications. (1^{er} CU)
39. Diffraction de Fraunhofer. Applications. (1^{er} CU)
40. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines spectraux. (1^{er} CU)
41. Le photon : la particule et ses interactions avec la matière. (1^{er} CU)
42. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement : coefficients d'Einstein. Applications. (1^{er} CU)
43. Dualité onde-corpuscule : Relation de Louis de Broglie ; inégalités d'Heisenberg. Applications. (1^{er} CU)
44. Puits de potentiel : exemples et applications en physique quantique. (1^{er} CU)
45. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie dans les atomes. (1^{er} CU)
46. Effet tunnel. Applications. (1^{er} CU)
47. Le noyau : stabilité, énergie. (1^{er} CU)
48. Comportement dynamique des systèmes couplés : oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique, systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences. (1^{er} CU)
49. Cohésion de la molécule et des solides ; aspects énergétiques. (1^{er} CU)
50. Chaîne linéaire infinie d'oscillateurs harmoniques. Modes propres. Approximation des milieux continus. Aspects énergétiques. (1^{er} CU)
51. Capacités thermiques : description , interprétations microscopiques. (1^{er} CU)
52. Paramagnétisme, ferromagnétisme (approximation du champ moyen). (1^{er} CU)
53. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques ; applications. (PSI ou 1^{er} CU)
54. Mécanismes de la conduction électrique. Loi d'Ohm. Effet Hall. Applications. (1^{er} CU)
55. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique. (1^{er} CU)
56. Exemples d'effets de non linéarité sur le comportement d'un oscillateur. (1^{er} C)

LEÇONS DE CHIMIE 2005

1. Transformation chimique : équation de la réaction, avancement, bilan de matière. (1^{ère} scientifique)
2. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (1^{ère} scientifique)
3. La conductimétrie : conductivité d'une solution ionique et application à la détermination de concentrations (dosage volumétrique exclu). (1^{ère} scientifique)
4. Dosages directs par réactions acido-basiques et d'oxydoréduction. (1^{ère} scientifique)
5. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structures - propriétés physiques, modification du squelette carboné. (nomenclature exclue). (1^{ère} scientifique)
6. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (1^{ère} scientifique)
7. Etude de l'eau de Javel : obtention, propriétés, dosage. (Terminale Sciences Médico-Sociales)
8. Les acides α -aminés. Synthèse peptidique. (Terminale Sciences Médico-Sociales)
9. Principe et applications de la spectrophotométrie. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
10. Réactions acido-basiques en solution aqueuse ; constante d'acidité. (Terminale scientifique)
11. Titrages acido-basiques suivis par pHmétrie. (Terminale scientifique)
12. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (Terminale scientifique)
13. Etude d'une cinétique de réaction (catalyse exclue). (Terminale scientifique)
14. Catalyse et catalyseurs ; applications. (Terminale scientifique)
15. Estérification et hydrolyse des esters. (Terminale scientifique)
16. Saponification des esters. Les savons : mode d'action et préparation à partir des triglycérides. (Terminale scientifique)
17. L'aspirine : synthèse, dosage, formulations. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
18. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (Terminale scientifique)
19. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (Terminale scientifique)
20. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires. (Terminale scientifique – Spécialité)
21. Contrôle de qualité de l'eau. (Terminale scientifique – Spécialité)
22. Contrôle de qualité du vin. (Terminale scientifique – Spécialité)
23. Colorants : extraction, synthèse, identification. (Terminale scientifique – Spécialité)
24. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (Terminale scientifique – Spécialité)

25. Dosages indirects. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
26. Évolution des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique ; étude expérimentale. (MPSI-PTSI)
27. Structure électronique et géométrie des molécules ; illustrations des relations structure - propriétés. (MPSI-PTSI)
28. Structure et propriétés des cristaux métalliques illustrées sur l'exemple du fer. (MPSI-PTSI)
29. Enthalpie de réaction : mesure et applications. (MPSI-PTSI)
30. Illustrations et applications des réactions de complexation. (MPSI-PTSI)
31. Principe et illustrations des dosages par précipitation. (MPSI-PTSI)
32. Principe et illustrations des dosages redox par potentiométrie. (MPSI-PTSI)
33. Cinétique homogène : étude expérimentale et mécanismes réactionnels. (MPSI-PTSI)
34. Illustrations et applications des lois de déplacement des équilibres. (MP-PSI-PT)
35. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (MP)
36. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham : application à la pyrométallurgie. (MP-PSI)
37. Application des diagrammes potentiel-pH à l'hydrométallurgie du zinc (construction de diagramme exclue). (PSI)
38. Applications des courbes intensité-potentiel. (PSI)
39. Corrosion humide du fer. Protection du fer par le zinc. (PSI)
40. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (PSI)

MONTAGES 2005

1. Dynamique newtonnienne.
2. Tension superficielle.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Phénomènes de transport.
7. Phénomènes dissipatifs.
8. Formation des images en optique.
9. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
10. Diffraction des ondes lumineuses.
11. Spectrométrie optique.
12. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
13. Production et analyse d'une lumière polarisée.
14. Emission et absorption dans le domaine optique.
15. Lasers.
16. Photorécepteurs.
17. Production et mesure de champs magnétiques.
18. Milieux magnétiques.
19. Métaux .
20. Matériaux semi-conducteurs.
21. Condensateurs ; effets capacitifs.
22. Induction, auto-induction.
23. Conversion de puissance électrique-électrique.
24. Conversion de puissance électro-mécanique.
25. Capteurs et transducteurs.
26. Mesure des tensions et des courants.
27. Amplification de signaux.
28. Télécommunication : mise en forme, transport et détection de l'information.
29. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
30. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
31. Mesure de longueurs.
32. Asservissement d'une grandeur physique ; applications.
33. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
34. Ondes et impédances.
35. Ondes acoustiques.
36. Résonance.
37. Oscillateurs.
38. Couplage des oscillateurs.
39. Filtrage.
40. Constantes physiques fondamentales ; unités.

13 Rapport relatif à la leçon de physique

La leçon est une épreuve exigeante du concours de l'agrégation de physique. Elle intervient dans la note finale avec un coefficient 4, ce qui en fait une épreuve très importante.

La lecture attentive du présent rapport et de ceux des années précédentes est une aide précieuse. Le jury a le regret d'avoir assisté à les leçons présentées par des candidats qui auraient dû suivre ce conseil mais aussi le grand plaisir d'avoir suivi des leçons présentées par d'autres qui, manifestement, en ont tenu compte.

Durant les mois qui précèdent le concours, le candidat doit réfléchir à toutes les leçons. Il ne doit pas espérer que les seules quatre heures de préparation seront suffisantes pour espérer faire une bonne prestation sur un sujet qui n'aura pas été travaillé.

Déroulement de l'épreuve

Considérations générales (préparation, questions, ...)

Le candidat doit présenter au jury une leçon tirée au sort dans une liste qui est publiée dans le rapport de la précédente session. Lors de son exposé, il s'agit pour lui de montrer des qualités essentielles pour un professeur : maîtrise des connaissances, aptitude à la communication du savoir, capacité à se faire comprendre par un auditoire, rigueur dans le vocabulaire utilisé, prise de conscience du niveau de l'exposé, savoir-faire expérimental, capacité à utiliser les outils modernes de communication (vidéo-projecteur, ...) pour animer sa présentation.

Le candidat dispose d'une bibliothèque contenant un très grand nombre d'ouvrages, de niveaux très variés. La sélection des livres utilisés doit être faite pendant l'année de préparation. Il n'est pas conseillé de se plonger dans un grand nombre d'ouvrages pendant les quatre heures qui précèdent l'exposé.

La décision, annoncée en 2004, de retirer les documents imprimés sur transparents pour rétroprojecteur, a été appliquée en 2005. En revanche, le candidat a accès à une banque de documents numérisés qu'il peut présenter au jury grâce à un ordinateur associé à un vidéoprojecteur. S'il le juge nécessaire, pendant les quatre heures de préparation, il peut réaliser des documents manuscrits sur transparents pour rétroprojecteur et monter des expériences avec l'aide d'un technicien qualifié. Ce dernier est absent lors de l'exposé et les expériences présentées le sont sous la seule responsabilité du candidat.

Celui-ci expose la leçon au jury pendant 50 minutes, au maximum, aucun dépassement n'étant autorisé. Une vingtaine de minutes est ensuite consacrée à une discussion avec le jury qui pose des questions relatives à la leçon présentée.

L'objet de ces questions est de préciser certains points de l'exposé et d'en développer d'autres. On attend que le candidat prenne une part importante à la discussion au cours de laquelle il peut fort bien redresser une situation créée par des propos inexacts au cours de l'exposé.

Mais il ne doit pas se sentir déstabilisé par une question à laquelle il ne peut répondre : l'évaluation de sa leçon fait intervenir un grand nombre de paramètres et pas seulement une bonne ou mauvaise réponse.

Remarques concernant l'exposé de la leçon.

Le sujet proposé au candidat comporte un titre et un niveau de référence. Sur ce dernier point, il s'agit soit d'un niveau de Classe Préparatoire aux Grandes Ecoles, soit d'un niveau de premier Cycle Universitaire, soit encore un choix entre les deux (dans ce dernier cas, il est souhaité que le candidat indique l'option prise).

Une lecture attentive et une analyse du **libellé exact du titre** de la leçon sont évidemment primordiales.

L'élaboration du **plan** est également un acte fondateur de la leçon. Ce plan peut apparaître au fur et à mesure du déroulement de l'exposé, ou bien avoir été écrit au tableau durant la préparation ou bien encore être présenté sur un transparent. Dans ces deux derniers cas, il est souhaité que la correspondance entre le discours et le plan soit précisée.

L'introduction doit être brève, et s'attacher d'une part à placer la leçon dans le contexte du cursus du public d'étudiants auxquels elle s'adresse et d'autre part à montrer l'intérêt et l'objectif de l'étude qui sera conduite.

La conclusion ne doit pas se limiter à une nouvelle lecture du plan mais mettre en lumière les notions physiques mises en évidence dans la leçon et ouvrir d'autres problématiques.

Au cours de l'exposé, le candidat doit s'exprimer **clairement** et de manière audible, conserver une maîtrise de soi et éviter la précipitation. Il doit également s'efforcer d'utiliser les mots justes et de définir toutes les grandeurs qu'il introduit, surtout si celles-ci apparaissent sur un transparent ou un document vidéo et vérifier la compatibilité des notations. Le candidat peut effacer le tableau à sa guise mais il doit y écrire lisiblement. Les schémas doivent être clairs et assez grands, les logiciels utilisés lors de la projection permettent un agrandissement suffisant des images (fonction « zoom »). Le fait d'être obscur, de faire des figures peu lisibles ou d'écrire avec nonchalance des mots, phrases, relations ou formules incompréhensibles n'est pas la marque d'un grand professeur de physique.

Les références historiques bien choisies, présentées pendant un temps raisonnable sont une plus value d'une leçon.

Les calculs peuvent être nécessaires mais ne doivent pas envahir l'exposé, l'utilisation des transparents permettant de dynamiser la leçon. Il ne faut pas non plus tomber dans l'excès inverse, c'est-à-dire dans la pratique d'un escamotage pur et simple. En tout état de cause, le jury est particulièrement sensible au fait que la physique des phénomènes étudiés est primordiale.

Les **documents vidéo** (et les transparents) sont intéressants lorsqu'il s'agit de présenter des schémas, des valeurs numériques ou des ordres de grandeur. Leur utilisation doit être envisagée avec mesure et raison : une leçon ne peut pas se limiter à un long défilé de transparents lus par le candidat.

De même, le jury n'accepte pas que celui-ci se contente de lire ses notes (ou pire encore des livres) au tableau.

La **présentation d'expériences** (dites « de cours »), chaque fois que le sujet s'y prête, est très appréciée. Ces expériences doivent être judicieusement choisies de manière à enrichir l'exposé ; cependant, elles ne doivent pas y occuper une place trop importante. Il faut donc éviter les mesures

déliçates qui prennent trop de temps et qui sont plus spécifiquement évaluées lors de l'épreuve de montage.

Remarques particulières sur quelques leçons

▪ Leçons 1 à 9 : Mécanique.

Leçon 1 : La notion d'intégrale première doit être définie et utilisée. Les méthodes dégagées dans cette leçon peuvent conduire à des discussions graphiques dont la pertinence vaut souvent mieux que la résolution analytique de problèmes triviaux. On peut trouver des intégrales premières en mécanique du solide et des fluides.

Leçon 2 : Il serait pertinent d'étudier les aspects énergétiques et de décrire l'exemple d'un mouvement où intervient du roulement avec glissement et sans glissement.

Leçon 5 : La réalisation d'expériences est toujours appréciée dans cette leçon, surtout si elles sont mises clairement en relation avec les résultats théoriques. Comme dans toute leçon de mécanique, les référentiels doivent être correctement définis. La notion de référentiel barycentrique, quand elle est introduite, est souvent confuse. Le temps imparti au domaine microscopique est trop court.

Leçon 6 : Les lois de conservation doivent être bien dégagées et bien utilisées. L'intérêt du référentiel barycentrique et de la particule fictive doit être souligné.

Leçon 7 : La notion d'évènement est cruciale. Les mesures des durées et longueurs « impropres » restent souvent mystérieuses.

Leçon 8 : L'intérêt du référentiel barycentrique dans l'évaluation du seuil de réaction n'apparaît pas toujours clairement. Des exemples contemporains sont appréciés.

Leçon 9 : Le champ magnétique n'est pas forcément uniforme. Dans ce cas, il faut préciser l'origine, la nature et l'intérêt de la non-uniformité de ce champ. On peut envisager des applications dans le domaine quantique.

▪ Leçons 10 à 12 : Mécanique des fluides.

Leçon 10 : La différence entre écoulement incompressible et fluide incompressible est souvent ignorée, de même qu'entre écoulement parfait et fluide parfait.

Leçon 11 : La relation entre la valeur du nombre de Reynolds et la nature de l'écoulement sont mal dégagées. Il y a souvent confusion entre tourbillon et turbulence. Les conditions d'application de l'équation de Navier-Stokes sont ignorées.

Leçon 12 : Il s'agit d'appliquer les lois de la mécanique et de la thermodynamique à des systèmes fluides en écoulement permanent.

▪ **Leçons 13 à 22 : Thermodynamique.**

Les notions de système, d'état d'équilibre et de fonction d'état doivent être parfaitement maîtrisées.

Leçon 13 : Les notions de température cinétique et de température thermodynamique doivent être clairement dégagées.

Leçon 14 : L'objet de cette leçon n'est pas de rappeler les fondements de la thermodynamique ni de les justifier mais de les appliquer à des exemples intéressants qui ne sauraient se limiter aux détenteurs de gaz parfaits. L'utilisation de l'enthalpie ne doit pas se limiter aux transformations isobares. Il n'est pas exclu de faire appel à bon escient au deuxième principe.

Leçon 15 : On note des confusions sur l'écriture même du deuxième principe. Les bilans ne doivent pas se limiter aux irréversibilités liées aux diffusions thermique ou de particules. Les critères d'irréversibilité doivent être dégagés. Il n'est pas nécessaire de calculer systématiquement l'entropie créée pour déterminer si une transformation est ou n'est pas réversible.

Leçon 18 : Cette leçon est parfois confondue avec une étude descriptive des changements d'état.

Leçon 20 : Curieusement, la valeur numérique de la constante de Boltzmann n'est pas connue. D'une manière générale, les leçons présentées pèchent par manque d'ordres de grandeur des énergies mises en jeu.

▪ **Leçons 23 à 26 : Electricité dans l'ARQS et électronique.**

Leçon 23 : Il ne faut pas confondre force de Lorentz sur un porteur de charge et force de Laplace sur un conducteur. Toutes les grandeurs introduites doivent être algébriques ou vectorielles, ce qui nécessite de préciser les orientations et les bases de projection. Il ne faut pas limiter les applications au seul haut-parleur.

Leçon 24 : Il faut orienter les circuits filiformes et ne pas s'y limiter : les applications mettant en jeu des courants volumiques induits sont particulièrement appréciées.

Leçon 25 : Cette leçon doit être préparée avec soin avant le concours. L'intérêt du bouclage ne doit pas apparaître uniquement comme une fonction d'asservissement assurant la stabilité d'un système. Notamment, un oscillateur auto-entretenu constitue un exemple de système électronique bouclé.

Leçon 26 : Cette leçon ne saurait se limiter à l'étude des filtres du premier ordre. Le jury attend la définition d'un filtre et de ses caractéristiques ainsi que l'exploitation pratique de ces dernières.

- **Leçons 27 à 34 : Electromagnétisme et ondes.**

Leçon 27 : Cette leçon ne doit pas être traitée dans le cadre strict de la statique.

Leçon 28 : Une onde stationnaire n'est pas forcément résonante.

Leçon 32 : Il faut éviter les calculs longs et fastidieux et faire émerger la physique des phénomènes comme pour la réflexion totale et l'onde évanescente qui apparaît dans ce cas.

- **Leçons 35 à 40 : Optique.**

Leçon 35 : La notion de rayon lumineux reste imprécise. L'expression mathématique du principe de Fermat mettant en avant l'expression de l'infiniment petit du premier ordre mis en jeu est souvent ignorée. Par ailleurs, l'interprétation du stigmatisme est une application intéressante du principe de Fermat.

Leçon 37 : Dans cette leçon doivent apparaître les problèmes liés au détecteurs (moyennes quadratiques) et aux sources (processus d'émission et nature des ondes émises), conduisant à la nécessité d'utiliser des montages interférométriques pour obtenir un terme de corrélation. Les phénomènes de localisation sont souvent mal formulés ou ignorés.

Leçon 38 : Le Michelson n'est souvent utilisé qu'en lame d'air. Les problèmes de localisation et les détails expérimentaux sont rarement présents, tout comme les applications. On peut, pour cette leçon, admettre que les dispositifs par division du front d'onde ont déjà été étudiés auparavant, ce qui permet au candidat d'entrer tout de suite dans le vif du sujet de la division d'amplitude et de son intérêt.

Leçon 39 : Rappelons que la diffraction de Fraunhofer accompagne l'image géométrique d'une source initiale et que l'écriture du principe de Huygens-Fresnel dans le cas de l'approximation de Fraunhofer doit être rigoureuse. Les applications ne doivent pas se limiter au trou circulaire et à la fente fine. Dans ce dernier cas, il faut justifier le calcul qui est mené.

Leçon 40 : On peut admettre que l'expression mathématique du principe de Huygens-Fresnel est acquise, ainsi que son application au cas d'une ouverture unique, plus particulièrement d'une fente fine.

- **Leçons 41 à 56 : Physique de la matière.**

En ce qui concerne les leçons 30, 43, 44, 45, 46, 48 et 49, la lecture attentive de la composition de physique 2005 et de son corrigé est vivement conseillée.

Leçon 41 : Le photon possède aussi un moment cinétique. Cette leçon ne doit pas se limiter à l'effet Compton.

Leçons 44 et 45 : Les notions de confinement et de discrétisation de l'énergie qui en découle doivent être dégagées.

Leçon 45 : Le jury n'attend pas un exposé purement historique.

Leçon 48 : La notion de mode propre doit être parfaitement maîtrisée.

Leçon 53 : Les dispositifs expérimentaux utilisés au cours de cette leçon doivent être parfaitement maîtrisés. Il existe bien d'autres applications que le transformateur idéal.

Leçon 55 : L'aspect énergétique de la résonance est ignoré la plupart du temps. Trop souvent, la notion même de résonance n'est liée qu'à l'existence d'un maximum d'amplitude. Les applications dans le domaine microscopique sont rarement abordées.

Session 2006

L'attention des candidats est attirée sur un changement important.

Les leçons de physique de la session 2006 (cf document 16a) ne font plus référence individuellement à un programme précis de classe ou à niveau spécifique. Elles seront à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique ; dans ce dernier cas, il conviendra de se placer dans la mesure du possible aux niveaux des deux premières années de licence (L1 et L2).

Cette disposition est la conséquence de l'organisation des études universitaires selon le schéma LMD.

Elle répond par ailleurs à la volonté de laisser davantage de liberté aux candidats. Le jury préfère en effet juger ceux-ci sur leur compréhension des phénomènes physiques plutôt que sur la stricte conformité de leur exposé à un programme. Cette évolution est importante : cette liberté pédagogique accrue devra être prise en compte dans la préparation au concours : plus que jamais, l'improvisation est à proscrire.

14 Rapport relatif à la leçon de chimie

L'épreuve de Chimie à l'oral de l'agrégation de Sciences Physiques option Physique comporte une partie de préparation (4 heures) et un exposé (50 minutes). Au bout de 45 minutes, le candidat est averti de la nécessité de conclure dans les 5 minutes dont il dispose pleinement. Cependant, le jury veille à respecter strictement cette répartition horaire et un candidat sera interrompu dans sa présentation si le temps imparti est atteint. L'entretien se poursuit alors par des questions d'une durée de l'ordre de 15 à 20 minutes, visant à éclaircir et à développer certains points de la leçon.

Les titres des leçons proposées et portées à la connaissance des candidats sont extraits des programmes de chimie des classes de premières et terminales scientifiques et SMS ainsi que des classes préparatoires MPSI, PTSI, MP, PSI et PT. Les futurs candidats sont vivement invités à consulter les précédents rapports disponibles sur le site de l'agrégation externe de physique :

<http://agregation.physique.free.fr>

Déroulement de l'épreuve

La préparation (4 heures) : pour construire leur leçon, les candidats disposent d'une bibliothèque où sont disponibles les programmes officiels, des livres et des bases de données informatiques. Ils sont assistés d'une équipe technique dans la mise en œuvre des expériences visant à illustrer le sujet abordé.

La présentation (50 minutes) s'appuie nécessairement sur le titre de la leçon. Le candidat doit prévoir un plan clair et détaillé. Son propos est illustré par des expériences judicieusement choisies et exploitées. Une attention particulière est accordée à la précision et à la rigueur du langage, ainsi qu'au souci d'interprétation des expériences présentées. L'aisance orale et l'utilisation minimale des notes manuscrites constituent des qualités appréciées chez de futurs enseignants. En particulier, la présentation d'un protocole expérimental, l'écriture et l'ajustement des nombres stœchiométriques d'une réaction chimique sont des moments où il faut faire preuve d'assurance et de dynamisme. Or, il s'avère que de nombreux candidats n'ont pas la maîtrise des tableaux d'avancement dans les équilibres chimiques.

Une utilisation avertie de l'outil informatique (vidéo-projection de documents mis à disposition, traitement mathématique des données expérimentales) doit conduire à une illustration soignée et à une interprétation correcte des résultats expérimentaux. Cette pratique passe nécessairement par une maîtrise de ces outils et de leur mise en œuvre. Les documents projetés doivent être clairs et impérativement commentés.

L'illustration expérimentale compte pour une part importante dans l'évaluation des leçons. Rappelons que le jury attend du candidat la réalisation de certaines expériences préparées. Le protocole expérimental doit être soigneusement rappelé en indiquant les proportions et les instruments de mesure utilisés. Certaines étapes (dosages, chromatographie, mesures spectrophotométriques) doivent être reproduites pendant la leçon, ce qui permet au jury de s'assurer alors du soin et de l'habileté expérimentale du candidat et de vérifier que les précautions d'usage sont prises. Enfin, une manipulation n'a de valeur que si elle est effectivement interprétée et exploitée. Une évaluation de la précision d'une mesure est vivement souhaitée. La confrontation à des données éventuellement tabulées doit permettre au candidat d'évaluer la pertinence de ses manipulations. Signalons à ce titre qu'une valeur tabulée est rarement une valeur théorique.

Durant l'exposé, les membres du jury curieux peuvent être amenés à se déplacer pour consulter les ouvrages utilisés pendant la préparation ou observer de près une manipulation réalisée par le candidat. Ceci ne doit en aucun cas perturber l'avancement de la leçon.

Les questions : durant cette dernière phase, le jury intervient en posant des questions visant à préciser certains points de la présentation et à en développer d'autres. Le cadre strict de l'intitulé de la leçon ainsi que le niveau imposé sont souvent abandonnés afin d'apprécier le recul et les connaissances du candidat. L'occasion lui est donnée de montrer sa capacité à réagir sur un problème particulier et à y répondre avec concision et clarté.

Conseils généraux

Exposé oral : le candidat doit veiller à construire sa leçon après avoir consulté différents ouvrages, évitant ainsi de reproduire le plan d'une référence unique dont il n'aura pas nécessairement une parfaite compréhension. Rappelons d'autre part que les chapitres de ces mêmes ouvrages reposent sur les textes des programmes officiels. Cependant, les intitulés des leçons proposées au concours de l'agrégation n'imposent en aucun cas le suivi scrupuleux d'un chapitre précis. En particulier, certaines leçons reposent davantage sur l'illustration d'un concept que sur l'introduction et la mathématisation de celui-ci qui seraient indispensables devant une classe. Le jury invite vivement les candidats à analyser précisément le titre de la leçon avant de se lancer dans la construction d'un plan, afin d'éviter une présentation déséquilibrée et/ou partiellement hors-sujet. Une leçon d'un niveau classe préparatoire ne doit pas nécessairement se limiter à une présentation théorique, de même qu'une présentation naïve d'une leçon de terminale peut être sanctionnée.

Une introduction brève permet de situer le propos dans le contexte du programme en signalant en particulier les pré-requis, les objectifs et l'intérêt de la leçon étudiée. Tout exposé s'accompagne d'une conclusion claire et concise dans laquelle les points essentiels présentés pourront être rappelés mais dont l'objectif est également d'élargir la problématique.

Les présentations expérimentales doivent être soigneusement préparées. Certains candidats perdent un temps précieux à reprendre des étapes ne présentant aucun intérêt (remplissage d'une burette par exemple). Le jury apprécie davantage le souci d'exploitation des expériences, la caractérisation des produits (mesure d'une température de fusion, chromatographie sur couche mince) ou le calcul du rendement d'une synthèse. D'autre part, les candidats doivent être attentifs à la précision de leurs mesures. En particulier, une estimation, même grossière, de l'erreur dans un dosage sera vivement appréciée. Signalons que certaines techniques expérimentales mises en oeuvre (distillation, hydrodistillation, conductimétrie) ne semblent pas toujours maîtrisées alors qu'elles constituent des illustrations presque indispensables de certaines leçons. Enfin, les protocoles strictement académiques (exemple : titrage de 10 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol.L⁻¹ par une solution d'acide chlorhydrique à 0,1 mol.L⁻¹) sont moins intéressants et moins appréciés que les expériences utilisant des composés de la vie courante qui sont néanmoins souvent complexes et qui demandent une rigueur accrue dans l'interprétation des résultats obtenus.

Questions : les réponses apportées par le candidat contribuent naturellement à son évaluation. La période de préparation doit lui permettre d'appréhender cet exercice en consultant, par exemple, des ouvrages spécialisés. Signalons que les questions posées ne visent en aucun cas à sanctionner une présentation mais plutôt à en corriger et/ou en approfondir le contenu. Par conséquent, un candidat ne doit pas être déstabilisé par une question pour laquelle il ne dispose

visiblement pas de réponse. Le jury préférera assurément passer à une autre question plutôt que d'écouter un long développement hasardeux et peu convaincant.

Conclusion

La réussite à cette épreuve passe d'abord par une analyse critique du titre de la leçon. Pour le candidat, il s'agit de dégager les notions essentielles du sujet suivant une logique articulée autour d'un plan et d'un ensemble d'expériences soigneusement présentées et interprétées. La disparité des niveaux des leçons proposées requiert une capacité d'adaptation nécessaire pour transmettre un message avec rigueur, enthousiasme et pédagogie.

Remarques particulières sur quelques leçons

Les commentaires qui suivent visent à attirer l'attention des futurs candidats sur les difficultés rencontrées et les attentes particulières du jury. La numérotation des leçons correspond à celle de la session 2005.

Leçon 2 : La justification du découpage "ionisation-solvatation-dispersion" des effets de l'eau est mal justifiée.

Leçon 3 : La relation entre conductance et conductivité n'est pas toujours démontrée expérimentalement.

Leçon 8 : Le caractère acido-basique des amino-acides n'est pas toujours mis en évidence. Polyamides et polypeptides conduisent à une certaine confusion.

Leçon 9 : L'illustration expérimentale de la loi de Beer-Lambert doit mettre en évidence une relation linéaire et non affine entre l'absorbance et la concentration. Le point (0,0) fait partie de la courbe.

Leçon 10 : L'analyse de l'intitulé de la leçon invite à montrer expérimentalement le caractère constant du pKa d'un couple acido-basique.

Leçon 12 : L'apparent désaccord entre la zone de virage définie par $[pK_a - 1, pK_a + 1]$ et les données tabulées est rarement analysé. Ce commentaire est bien évidemment valable pour d'autres leçons.

Leçon 13 : L'étude qualitative des facteurs cinétiques fait partie des pré-requis.

Leçon 16 : Le rôle de la base dans le déplacement d'équilibre doit impérativement être dégagé. D'autre part, la saponification d'un ester benzoïque n'a de valeur que si elle s'accompagne d'un calcul de rendement.

Leçons 18 et 19 : Pour être convaincantes et démonstratives, les expériences proposées doivent mettre en évidence le sens de circulation du courant.

Leçon 26 : L'intitulé suggère une démonstration expérimentale de l'évolution des propriétés.

Leçon 28 : L'intitulé suggère une présentation des *propriétés* des métaux.

Leçon 29 : Comme indiqué dans le titre, cette leçon doit effectivement s'articuler autour de la *mesure* et des *applications*.

Leçon 30 : La leçon ne porte pas sur la traduction mathématique des équilibres de complexation.

Leçons 36, 37 et 38 : Les diagrammes d'Ellingham et potentiel-pH, les courbes $i=f(E)$ sont supposées connus.

Leçon 39 : Un lien existe entre les conditions de tracé des courbes $i=f(E)$ et l'utilisation que l'on en fait dans l'application étudiée.

15 Rapport relatif au montage de physique

Les candidats pourront consulter avec profit les rapports rédigés les années antérieures.

Remarques générales sur l'épreuve de montage

Un des buts de cette épreuve est l'évaluation des compétences expérimentales des futurs professeurs. Mais un montage n'est pas une suite de manipulations plus ou moins disparates. L'ensemble doit former un tout cohérent qui illustre de façon quantitative les phénomènes essentiels du sujet traité.

La présentation devant le jury, d'une durée de 40 minutes, est précédée d'une préparation des expériences qui dure 4 heures et qui est faite avec l'assistance de techniciens et de professeurs préparateurs. Suite à cette présentation, le jury interroge le candidat qui doit préciser ses choix expérimentaux et montrer sa compréhension des phénomènes.

Le candidat doit donc réaliser des expériences, mais aussi effectuer des mesures et les interpréter. Le langage doit être précis et les mots utilisés pour décrire un phénomène doivent être choisis avec soin et justes. Si un ensemble de mesures est nécessaire, afin de valider un modèle par exemple, l'essentiel du travail peut être effectué en préparation, un des points étant relevé devant le jury. Celui-ci doit en effet pouvoir évaluer le protocole expérimental mis en place.

Bien entendu, le candidat doit également montrer son habileté expérimentale. S'il n'est pas utile que tout ce qui a été préparé soit repris devant le jury (car cela est fastidieux et prend trop de temps), il est impératif que, pour chaque expérience présentée, au moins une mesure soit faite pendant la présentation.

Le montage n'est pas un exposé théorique et l'introduction, qui peut être nécessaire, doit être brève. Les expressions et les relations mathématiques utilisées pour exploiter une expérience n'ont pas à être démontrées. Le candidat peut toutefois rappeler oralement et brièvement leur provenance. Le montage n'est pas non plus une « *leçon de chose* » qualitative. Si certaines expériences pertinentes peuvent être présentées rapidement sans mesure, l'essentiel du travail doit porter sur le traitement quantitatif. Il convient donc de maîtriser l'utilisation des appareils de mesure, de connaître leur principe de fonctionnement et leurs limites.

Les sujets proposés sont suffisamment vastes pour que le candidat ne puisse prétendre à l'exhaustivité dans leur traitement. Aussi, aucune manipulation n'est *a priori* attendue par le jury. Le choix des expériences doit permettre une bonne couverture du sujet. Toutefois, il est toujours préférable de se concentrer sur un nombre limité d'expériences simples dont l'interprétation, maîtrisée, est portée à terme. Trop souvent, les candidats « survolent » un nombre excessif d'expériences mal maîtrisées. Rappelons que les montages dits « *catalogues* » et les expériences « *presse-bouton* », où le candidat n'a aucune décision à prendre, n'apportent que peu de points.

Quand cela est possible, il est préférable de rendre la manipulation visible par l'auditoire en tournant vers la salle les écrans d'optique et les façades des appareils de mesure, ou en utilisant un vidéo-projecteur. Toutefois, le jury n'hésite pas à se déplacer durant l'exposé pour observer de plus près un phénomène ou le réglage d'un appareil. Le jury apprécie les belles images, les alignements soignés, les oscillogrammes stables, les courbes légendées, ...

L'utilisation d'un tableur pour la réalisation de graphes est préférée à celle d'une feuille de papier millimétré.

Les candidats sont également jugés sur la pertinence et la compréhension de leurs mesures, l'exploitation des résultats obtenus ainsi que l'attitude critique vis à vis de ceux-ci. Le choix des instruments, des valeurs des composants, des fréquences, des masses, des amplitudes, ... doit être justifié. Un futur professeur ne peut pas se contenter de recopier les valeurs d'un livre (aussi bon et connu soit-il !) sans esprit critique.

L'exploitation des résultats consiste en un commentaire critique permettant de tirer une information utilisable. Il peut s'agir de valider ou d'infirmer un modèle théorique, de mesurer une constante physique, une caractéristique d'un appareil, ... Cette démarche nécessite en premier lieu la connaissance du nombre de chiffres significatifs du résultat de la mesure en soulignant le point limitant. L'évaluation de l'incertitude sur une mesure nécessite beaucoup de bon sens ; la résolution des appareils n'est pas seule en cause et il faut souvent prendre en compte le protocole de mesure.

Les handbooks sont trop peu utilisés. On trouve la plupart des caractéristiques physiques des matériaux ainsi que les conditions dans lesquelles elles ont été mesurées ; ceci peut apporter de précieux renseignements pour commenter pertinemment une mesure.

Lorsque la loi recherchée est *a priori* linéaire, il convient de se demander si l'origine (0, 0) est un point expérimental donc une valeur pertinente ; si tel est le cas, sa prise en compte permet en général l'obtention d'une meilleure valeur de la pente. Si la régression linéaire conduit à une mesure, via la pente ou l'ordonnée à l'origine, le résultat devrait logiquement être plus précis que celui qui serait obtenu avec un seul point. Dans tous les cas, la validation d'une loi (linéaire ou autre) ne peut pas se faire en l'absence de barres d'erreur sur les valeurs des grandeurs.

Il n'est ni rare, ni choquant, qu'une grandeur mesurée ne soit pas en accord avec la valeur attendue. Il peut exister des erreurs systématiques. Si une cause d'erreur est proposée, à défaut de pouvoir l'évaluer, il faut au moins préciser si son influence joue dans le bon sens.

Remarques particulières sur quelques montages :

(les numéros indiqués sont ceux de la liste de montage 2005)

- Montage n°2 : Dans la détermination de tensions superficielles par arrachement, une meilleure maîtrise du protocole de mesure permettrait une discussion des incertitudes.
- Montage n°3 : Il serait bon que les candidats recherchent dans un handbook la valeur de la viscosité du corps étudié et sa dépendance en fonction de la température.
- Montage n°5 : La mesure d'une chaleur latente de changement d'état (enthalpie de changement d'état) est trop rarement effectuée.
- Montage n°8 : Ce montage ne doit pas se résumer à l'étude des défauts !
- Montage n°10 : Il est souhaitable de ne pas se limiter aux sources lasers.

- Montage n°11 : La notion de résolution est importante et doit être abordée. Il en est de même de l'influence de la largeur de la fente d'entrée. L'usage des spectromètres informatisés à fibre ne doit pas être exclusif.
- Montage n°16 : Le temps de réponse d'un photorécepteur peut dépendre du circuit dans lequel ce composant est inséré.
- Montage n°17 : L'ordre de grandeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre doit être connu. Il en est de même de l'existence d'un décalage systématique du zéro d'une sonde à effet Hall également.
- Montages n°23 et 24 : Les hacheurs (même sous la forme série, la plus simple) ne sont pas utilisés pour alimenter les moteurs à courant continu.
- Montage n°28 : Trop souvent, la modulation se limite à la seule modulation d'amplitude.
- Montage n°30 : La résolution de la mesure de fréquence par FFT peut être abordée.
- Montage n°31 : Les appareils de mesure traditionnels (palmer, mètre-ruban) permettent de vérifier les valeurs obtenues par des méthodes dont on cherche à illustrer le principe.
- Montage n°34 : Les notions d'onde et d'impédance ne doivent pas être totalement disjointes.
- Montage n°36 : La résonance n'est pas une amplification. L'influence de l'amortissement est souvent négligée.
- Montage n°37 : Le cœur du sujet devrait être les oscillateurs auto-entretenus, quasi-sinusoïdaux ou non.
- Montage n°38 : Les systèmes propagatifs à constantes réparties n'ont leur place dans ce montage qu'à condition de faire référence explicitement au couplage lors de la manipulation présentée.
- Montage n°39 : Ce montage ne doit pas se limiter aux filtres passifs. D'autres domaines que l'électronique peuvent également être abordés.

LEÇONS DE PHYSIQUE 2006

Les leçons sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique. Dans ce dernier cas, il convient de se placer dans la mesure du possible aux niveaux des deux premières années de licence (niveaux L_1 et L_2).

1. Contact entre deux solides. Frottement de glissement. Applications au glissement et au roulement.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre. Conséquences.
3. Mouvement d'un solide autour d'un axe fixe. Equilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Utilisation des lois de conservation dans le problème à deux corps. Applications.
6. Principes de la cinématique relativiste. Durée propre. Longueur propre.
7. Collisions en relativité restreinte : application à l'étude des particules élémentaires.
8. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique indépendant du temps. Applications.
9. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
10. Notion de viscosité d'un fluide. Ecoulements visqueux, nombre de Reynolds. Exemples simples.
11. Equations de bilan en mécanique des fluides : exemples et applications.
12. Modèle du gaz parfait.
13. Etat d'équilibre thermodynamique. Fonctions d'état. Identité thermodynamique. Applications.
14. Evolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé ; potentiels thermodynamiques.
15. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
16. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
17. Etude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
18. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
19. Facteur de Boltzmann. Applications.
20. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Applications.
21. Etude d'un phénomène de transport : conduction thermique ou diffusion de particules. Applications.
22. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
23. Induction électromagnétique. Aspects énergétiques. Applications.
24. Systèmes bouclés. Applications.
25. Traitement d'un signal électrique : filtrage linéaire. Etude spectrale. Exemples et applications.
26. Utilisation des propriétés de symétrie dans l'étude des champs électromagnétiques. Exemples.

27. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
28. Ondes sonores dans les fluides.
29. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe ; paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
30. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisations microscopiques.
31. Réflexion et réfraction d'une onde électromagnétique monochromatique plane à la surface de séparation entre deux milieux diélectriques linéaires homogènes isotropes.
32. Réflexion des ondes électromagnétiques planes à la surface d'un milieu conducteur dans le cas d'une incidence normale. Effet de peau.
33. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
34. Notion de rayon lumineux. Principe de Fermat. Conséquences et applications.
35. Application des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix (lunette astronomique, télescope, appareil photographique, microscope...).
36. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.
37. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
38. Diffraction de Fraunhofer. Applications.
39. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines spectraux.
40. Le photon : la particule et ses interactions avec la matière.
41. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement : coefficients d'Einstein. Applications.
42. Dualité onde-corpuscule : Relation de Louis de Broglie ; inégalités d'Heisenberg. Applications.
43. Puits de potentiel : exemples et applications en physique quantique.
44. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie dans les atomes.
45. Effet tunnel. Applications.
46. Le noyau : stabilité, énergie.
47. Comportement dynamique des systèmes couplés : oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique, systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
48. Cohésion de la molécule et des solides ; aspects énergétiques.
49. Chaîne linéaire infinie d'oscillateurs harmoniques. Modes propres. Approximation des milieux continus. Aspects énergétiques.
50. Capacités thermiques : description , interprétations microscopiques.
51. Paramagnétisme, ferromagnétisme (approximation du champ moyen).
52. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques ; applications.
53. Mécanismes de la conduction électrique. Loi d'Ohm. Effet Hall. Applications.
54. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
55. Exemples d'effets de non linéarité sur le comportement d'un oscillateur.

LEÇONS DE CHIMIE 2006

1. Transformation chimique : équation de la réaction, avancement, bilan de matière. (1^{ère} scientifique)
2. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (1^{ère} scientifique)
3. La conductimétrie : conductivité d'une solution ionique et application à la détermination de concentrations (dosage volumétrique exclu). (1^{ère} scientifique)
4. Dosages directs par réactions acido-basiques et d'oxydoréduction. (1^{ère} scientifique)
5. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structures - propriétés physiques, modification du squelette carboné. (nomenclature exclue). (1^{ère} scientifique)
6. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (1^{ère} scientifique)
7. Etude de l'eau de Javel : obtention, propriétés, dosage. (Terminale Sciences Médico-Sociales)
8. Principe et applications de la spectrophotométrie. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
9. Constante d'acidité ; applications. (Terminale scientifique)
10. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (Terminale scientifique)
11. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (Terminale scientifique)
12. Catalyse et catalyseurs ; applications. (Terminale scientifique)
13. Estérification et hydrolyse des esters. (Terminale scientifique)
14. Saponification des esters. Les savons : préparation à partir des triglycérides, mode d'action. (Terminale scientifique)
15. L'aspirine : synthèse, dosage, formulations. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
16. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (Terminale scientifique)
17. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (Terminale scientifique)
18. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires. (Terminale scientifique – Spécialité)
19. Contrôle de qualité de l'eau. (Terminale scientifique – Spécialité)
20. Contrôle de qualité du vin. (Terminale scientifique – Spécialité)
21. Colorants : extraction, synthèse, identification. (Terminale scientifique – Spécialité)
22. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (Terminale scientifique – Spécialité)
23. Dosages indirects. (Terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
24. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (MPSI-PTSI)

25. Structure électronique et géométrie des molécules ; illustrations expérimentales des relations structure - propriétés. (MPSI-PTSI)
26. Cristaux métalliques. (MPSI-PTSI)
27. Enthalpie de réaction : mesure et applications. (MPSI-PTSI)
28. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (MPSI-PTSI)
29. Principe et illustrations des dosages par précipitation. (MPSI-PTSI)
30. Principe et illustrations des dosages redox par potentiométrie. (MPSI-PTSI)
31. Cinétique homogène : étude expérimentale et mécanismes réactionnels. (MPSI-PTSI)
32. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (MP-PSI-PT)
33. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (MP)
34. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (MP-PSI)
35. Hydrométallurgie du zinc. (PSI)
36. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (PSI)
37. Applications des courbes intensité-potentiel. (PSI)
38. Corrosion humide du fer. Protection du fer par le zinc. (PSI)
39. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (PSI)
40. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales (PSI)

MONTAGES 2006 (liste identique à MONTAGES 2005)

1. Dynamique newtonienne.
2. Tension superficielle.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Phénomènes de transport.
7. Phénomènes dissipatifs.
8. Formation des images en optique.
9. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
10. Diffraction des ondes lumineuses.
11. Spectrométrie optique.
12. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
13. Production et analyse d'une lumière polarisée.
14. Emission et absorption dans le domaine optique.
15. Lasers.
16. Photorécepteurs.
17. Production et mesure de champs magnétiques.
18. Milieux magnétiques.
19. Métaux .
20. Matériaux semi-conducteurs.
21. Condensateurs ; effets capacitifs.
22. Induction, auto-induction.
23. Conversion de puissance électrique-électrique.
24. Conversion de puissance électro-mécanique.
25. Capteurs et transducteurs.
26. Mesure des tensions et des courants.
27. Amplification de signaux.
28. Télécommunication : mise en forme, transport et détection de l'information.
29. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
30. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
31. Mesure de longueurs.
32. Asservissement d'une grandeur physique ; applications.
33. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
34. Ondes et impédances.
35. Ondes acoustiques.
36. Résonance.
37. Oscillateurs.
38. Couplage des oscillateurs.
39. Filtrage.
40. Constantes physiques fondamentales ; unités.