	Secrétariat Général Direction générale des ressources humaines Sous-direction du recrutement	MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
---	---	---

Concours de second degré – Rapport de jury

Session 2011

AGRÉGATION

SCIENCES PHYSIQUES

OPTION PHYSIQUE

Concours externe

Rapport de jury présenté par Jean-Yves DANIEL
Doyen de l'inspection générale de sciences physiques et chimiques fondamentales et appliquées
Président du jury

Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de jury

Table des matières

Composition du jury.....	2
Avant-propos.....	3
Réglementation de la session 2011.....	5
Informations statistiques.....	6
Épreuves d'admissibilité	8
Rapport sur la composition de physique 2011.....	9
Rapport sur la composition de chimie 2011	15
Rapport sur le problème de physique 2011.....	17
Épreuves d'admission	19
Rapport sur la leçon de physique.....	20
Rapport sur la leçon de chimie.....	24
Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ».....	31
Rapport sur le montage de physique 2011.....	34
Sujets des épreuves orales de la session 2011	41
Leçons de physique 2011	42
Leçons de chimie 2011.....	44
Montages 2011.....	45
Sujets des épreuves orales de la session 2012.....	46
Leçons de physique 2012.....	47
Leçons de chimie 2012.....	49
Montages 2012.....	50

Composition du jury

M. Jean-Yves DANIEL	Inspecteur général de l'éducation nationale Président du jury
M. Pierre DESBIOLLES	Inspecteur général de l'éducation nationale Vice-président du jury
M. Michel VIGNERON	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
Mme Marie BOURGAULT	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale
Mme Corinne BOURSIER	Maître de conférences
M. Jean-Aristide CAVAILLES	Professeur de chaire supérieure
Mme Isabelle CHARLAIX	Professeure des universités
M. Nicolas CHEYMOL	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
Mme Véronique CHIREUX	Professeure de chaire supérieure
M. Jean-Paul CHOPART	Professeur des universités
Mme Valérie DECOME	Professeure agrégée
Mme Suzanne FAYE	Professeure de chaire supérieure
M. Jean-Jacques GREFFET	Professeur des universités
Mme Annie GUERILLOT	Professeure de chaire supérieure
M. David GUERY-ODELIN	Professeur des universités
Mme Marie GUITOU	Maître de conférences
M. Jean HARE	Professeur des universités
Mme Delphine HUMILIERE	Professeure agrégée
M. Julien LALANDE	Professeur de chaire supérieure
M. Jean-Christophe LARBAUD	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
M. Alain MONANGE	Professeur de chaire supérieure
Mme Anne PANSU	Professeure de chaire supérieure
M. Luc PETIT	Professeur des universités
Mme Christelle POUX	Professeure agrégée
M. Philippe TORDJEMAN	Professeur des universités
M. Marc VINCENT	Professeur de chaire supérieure
Mme Gisèle VOLET	Maître de conférences

Avant-propos

Le nombre de postes ouverts au concours 2011 de l'agrégation externe de sciences physiques option physique est en diminution significative, de plus de 25% par rapport à celui de 2010, en passant de 102 à 75. Le nombre de candidats ayant composé est inévitablement aussi en diminution, comme par les années passées, de 17%, en passant de 620 à 515 candidats ayant composé aux trois épreuves écrites.

Il est probable, outre la baisse significative du nombre de postes, que la « mastérisation » et les changements dans le mode de recrutement des enseignants ont entraîné chez les étudiants une incertitude ou une attente, comme cela a déjà été signalé l'année passée.

Ainsi, un certain nombre d'étudiants, notamment des ENS, ont préféré « assurer » un parcours de recherche, en vue d'une thèse ou non, plutôt que de se lancer dans le concours de l'agrégation, muni du « seul » M2 dit d'enseignement.

En fin de compte, si la raréfaction du nombre de postes entraîne une augmentation significative de la barre d'admissibilité ainsi que de la moyenne totale du dernier admis, on constate que la « tête » du cru 2011 n'est pas aussi performante que celle de 2010. Le jury a en particulier remarqué à l'oral une baisse de l'aptitude expérimentale des candidats aussi bien en montage qu'en leçon (de physique et de chimie), liée sans doute à un manque de préparation, qui pourrait expliquer cette baisse d'aptitude, alors que cette dimension est pourtant essentielle à l'enseignement des sciences physiques et chimiques.

L'introduction d'une nouvelle épreuve « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable », ici liée à la leçon de chimie et à son sujet, qui avait entraîné moult réactions à sa parution et qui a nécessité un certain nombre d'adaptations, que ce soit dans le déroulement de l'oral ou (a priori) dans la préparation des candidats, semble avoir trouvé son mode de fonctionnement opérationnel (voir page 31 du présent rapport). Sans vouloir se prononcer au fond sur la pertinence de cette épreuve au sein d'un concours comme l'agrégation externe, il faut préciser que les simulations faites par le directoire du jury à partir des résultats qui auraient été obtenus sans cette épreuve et avec les anciens coefficients montrent qu'elle joue de façon très marginale sur les résultats de l'admission.

Notons par ailleurs que la proportion des femmes admises se maintient (35% cette année, 36% en 2010, 38% en 2009).

Le but du concours d'agrégation est de recruter des enseignants de grande qualité.

Cette exigence se manifeste globalement sur trois plans, qui sont ceux par exemple sur lesquels un évaluateur fondera son expertise lors d'une activité « en classe » :

- *scientifique*. Le candidat doit avoir une excellente maîtrise du programme des classes dans lesquelles il est susceptible d'enseigner, dans le secondaire et dans les classes préparatoires aux grandes écoles, mais aussi une bonne connaissance des sciences physiques et chimiques en général, pour pouvoir mettre en perspective son enseignement, être à même de faire face aux évolutions des programmes, et pour pouvoir répondre aux questions des élèves, auxquels il doit donner envie de se poser des questions, de comprendre les phénomènes naturels et le fonctionnement des appareils de haute technologie qu'ils utilisent tous les jours, comme une mémoire d'ordinateur, un GPS, ... Il doit donc maîtriser deux aspects indissociables de la physique : son côté expérimental, concret, technique, et son côté théorique, conceptuel, nécessitant l'utilisation d'outils mathématiques élaborés.

- *pédagogique*. Le candidat, s'il est reçu, devra animer une classe, interagir avec ses élèves, en pratiquant un mode d'interrogation qui les associe de façon personnalisée aux différentes étapes de la progression, afin de susciter au mieux leur investissement et d'évaluer in situ la pertinence de sa pratique. Il doit donc être un « communicant », au meilleur sens du terme, qui sache dialoguer, mettre en valeur et développer le potentiel de ses élèves, éveiller leur curiosité et leurs vocations par son enthousiasme pour les sciences, le plaisir du savoir partagé, l'exemplarité de son comportement.

- *didactique*. Le candidat doit être capable de faire des choix d'objectifs en fonction du sujet choisi et du niveau éventuellement imposé, de développer une progression rigoureuse, naturelle, articulée, à partir d'exemples pertinents, dans la recherche d'un équilibre entre théorique et expérimental adapté au type d'épreuve. Il doit savoir déterminer l'outil technique de l'information et de la communication (TIC) le mieux à même d'appuyer et d'illustrer son propos. Il doit garder à l'esprit que c'est l'activité intellectuelle et pratique

de ses élèves qu'il importe de développer, et qu'à ce titre, plutôt que d'agir en dépositaire incontestable d'un savoir intangible, il doit savoir être un accompagnateur d'élèves en initiation aux compétences fondamentales de la démarche scientifique.

Si l'on rapporte tout cela à un concours de recrutement comme l'agrégation, les épreuves écrites permettent une première sélection de nature scientifique (encore que la qualité de la forme et de l'orthographe soit très appréciée...) sur les connaissances des candidats et leur capacité à les mobiliser pour aborder et résoudre des questions nouvelles, en liaison avec des sujets tirés de la recherche récente.

L'oral, quant à lui, où le public scolaire est remplacé par une commission de professionnels faisant référence, doit permettre d'ajouter aux critères scientifiques les critères pédagogiques (adaptés à ce public très spécifique qu'est la commission), et didactiques évoqués, dont la qualité de réalisation est essentielle. Ainsi, chaque sujet de leçon (de physique ou de chimie) permet au candidat de présenter et d'expliquer des phénomènes (physiques ou chimiques), de présenter le cadre théorique dans lequel ils s'insèrent, de les illustrer par des expériences bien choisies ou des exemples concrets, et d'en montrer si possible des applications. Le jury est évidemment sensible à la qualité de la construction de la leçon, à sa rigueur et sa clarté. Il apprécie l'enthousiasme et la force de conviction. L'épreuve de montage est l'occasion pour le candidat de démontrer son habileté expérimentale, sa rigueur dans la définition et la réalisation du protocole expérimental, sa capacité à exploiter les résultats de mesure et à évaluer leur fiabilité.

Il faut le rappeler à chaque fois : en leçon comme en montage, y compris dans la nouvelle épreuve « Agir », il n'existe pas de modèle attendu par le jury pour chacun des sujets proposés, et l'originalité est appréciée lorsqu'elle est maîtrisée. Les titres des sujets proposés évoluent progressivement de manière à laisser une plus grande liberté aux candidats dans leur choix de présentation. La liberté pédagogique de l'enseignant est la traduction dans l'enseignement de la liberté du chercheur dans la démarche scientifique.

Au bout du compte, le candidat à l'agrégation de sciences physiques et chimiques devra avoir à l'esprit les grands objectifs qui sont ceux de sa discipline :

- promouvoir les vocations scientifiques et techniques dont notre pays a besoin, alors que sa matière première essentielle est la grise, afin de garder sa place dans le concert concurrentiel des nations ;
- faire acquérir par le plus grand nombre cette culture scientifique et technique contenant en elle-même les moyens de son propre dépassement, dont tout citoyen a besoin pour comprendre les grands enjeux du développement moderne et agir en responsabilité ;
- contribuer à la réussite scolaire de tous, par la mise en œuvre de moyens spécifiques faisant notamment appel à des qualités de réalisation concrètes, de sensibilité au « faire », d'aptitude à l'action sur le réel, qui ne sont pas nécessairement valorisées dans les parcours d'excellence « standard » actuels.

Serviteur de l'État ou assimilé, cadre du savoir, éducateur, le maître des sciences physiques et chimiques est d'abord un enseignant comme les autres.

Mais devant être celui qui va jusqu'au « cœur et à la moelle » d'un réel subtil, initié ainsi aux exigences de l'expérimental, artisan patient et passeur rigoureux d'une connaissance en évolution dans un monde qui change, ce maître ne saurait craindre de l'avenir quant à la pertinence de son rôle et de ses missions, même si les péripéties sociales et les modes du moment ne sont pas à la hauteur de cette légitimité. Contrairement à ce qu'affirment les dogmatiques, la connaissance du réel n'est pas achevée, elle est en devenir permanent. Elle exige en particulier le recrutement tout aussi permanent de maîtres de sciences au plus haut niveau.

Tel est, aux côtés d'autres concours, le sens de l'agrégation de physique.

Jean-Yves DANIEL

Président du jury

Doyen de l'inspection générale de sciences physiques et chimiques

Réglementation de la session 2011

Les textes officiels régissant les concours du second degré sont consultables sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.

Les programmes et les modalités de la session 2011 de l'agrégation externe de sciences physiques option physique sont consultables sur ce même site.

Informations statistiques

75 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 des trois années précédentes étant rappelées à titre de comparaison.

	2011	2010	2009	2008
Inscrits	1409	1439	1455	1591
Présents aux trois épreuves	515	620	663	748
Admissibles	168	229	255	253
Barre d'admissibilité	57,8/120	49,8/120	50,2/120	53/120
Moyenne générale du candidat classé premier	15,42/20	19,56/20	16,54/20	18,35/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	9,66/20	9,33/20	9,85/20	10,1/20
Admis	75	102	112	112

EPREUVES ECRITES

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :19,33

Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :9,63

Nature de l'épreuve écrite	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	6,89	13,07
Composition de chimie	9,49	13,69
Problème de physique	7,35	12,93

EPREUVES ORALES

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Écart-type
Leçon de physique	7,83/20	4,37/20
Leçon de chimie	5,83/15	3,22/15
Agir en fonctionnaire	2,81/5	1,25/5
Montage de physique	7,23/20	4,41/20

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats admis	Écart-type
Leçon de physique	10,8/20	3,56/20
Leçon de chimie	7,23/15	3,05/15
Agir en fonctionnaire	3,23/5	1,19/5
Montage de physique	9,52/20	4,06/20

Répartition par date de naissance des candidats

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1990	1	0
1989	4	3
1988	22	14
1987	31	18
1986	17	10
1985	6	4
1984	8	5
1983	6	1
1982	6	3
1981	3	2
1980	3	2
1979	9	3
1978	8	1
1977	3	1
1976	3	0
1975	3	2
1971 à 1974	21	5
antérieure à 1971	14	1

Répartition par profession

Profession	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Étudiant	58	31
Élève d'une ENS	23	17
Élève IUFM 1 ^{ère} année	7	2
Certifié et PLP	59	16
Autre enseignant MEN	7	2
Autres ministères	3	0
Hors fonct. publique/sans emploi	10	7
Autre	1	0

Répartition par sexe

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Hommes	105	49
Femmes	44	26

Épreuves d'admissibilité

Les épreuves se sont déroulées du 29 au 31 mars 2011.
L'intégralité des sujets des épreuves écrites d'admissibilité sont consultables
sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.

Rapport sur la composition de physique 2011

Contexte du sujet

La composition de physique de la session 2011 portait sur un sujet d'actualité qui touche l'humanité entière, le mécanisme de l'effet de serre d'origine anthropique provoqué essentiellement par l'utilisation des combustibles fossiles. En décembre 2009, à l'occasion de la conférence de Copenhague sur le climat, organisée par les Nations-Unies, les débats ont été vifs, et le rapport préparatoire du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), composé majoritairement de scientifiques, a été violemment contesté par des acteurs non scientifiques ou d'un domaine scientifique non concerné.

Pour la plus grande partie de la jeunesse, le seul contact avec la science, qui devrait la réhabiliter, se fait au collège et au lycée, et les médiateurs en sont les professeurs, en particulier ceux de sciences physiques. Ces enseignants ont donc une mission extrêmement importante, d'abord celle d'initier à la démarche scientifique, faite d'imagination, de rigueur et de questionnements, mais aussi d'être capables de répondre aux interrogations de leurs élèves ou de leurs étudiants. C'est en fidélité à cet esprit qu'a été conçue cette épreuve.

Organisation du sujet

Autour de l'effet de serre, si largement médiatisé qu'il paraît improbable qu'un candidat à l'agrégation de sciences physiques en ignore la problématique, cette composition s'articule en deux parties largement indépendantes :

- la première partie s'intéresse à l'absorption moléculaire infrarouge, et en particulier celle de la molécule de dioxyde de carbone ;
- la deuxième partie étudie, à l'aide de modèles simples, l'influence sur le rayonnement tellurique de cette absorption par l'atmosphère et sur la température moyenne de surface du globe, sans prétendre entrer dans une analyse climatologique fine prenant en compte les circulations atmosphérique et océanique, ni les multiples rétroactions entre température, albédo et capacité d'absorption du CO_2 anthropique – et autres gaz à effet de serre – par la planète.

L'étude menée dans la première partie repose essentiellement sur la mécanique newtonienne du point. Comme elle se révèle insuffisante à l'échelle moléculaire, il est ponctuellement fait appel, uniquement à la sous-partie I)-D, à des notions élémentaires de mécanique quantique permettant d'interpréter la structure des raies d'absorption.

La composition commence par l'étude des modes propres de vibration de molécules simples, diatomique à la sous-partie I)-A, puis triatomique dans le seul cas de la molécule CO_2 à la sous-partie I)-B. Lors de cette étude, il apparaît que le rayonnement dipolaire conduit à l'amortissement de ces vibrations, et que cet amortissement naturel est très lent devant le phénomène de désexcitation par collisions dans un gaz, qui est donc la cause essentielle de sa thermalisation. Toujours dans le cadre classique, la sous-partie I)-C aborde l'interaction entre une onde électromagnétique et ces molécules, dans les hypothèses les plus simples qui soient (onde rigoureusement harmonique, plane et progressive, et polarisée parallèlement à la molécule) ; le calcul de la puissance moyenne absorbée dans cette onde par une molécule fait apparaître la notion importante de section efficace d'absorption, que la deuxième partie réutilise, et donne son évolution en fonction de la fréquence, puis la largeur de la bande d'absorption. On découvre à cette occasion que le mode symétrique de vibration d'élongation de la molécule CO_2 ne conduit pas à de l'absorption infrarouge. Il est à noter que la mécanique quantique donnerait des conclusions très semblables pour des oscillateurs gardant une direction fixe. On retrouve ainsi, dans un gaz, la loi de Beer et Lambert, qui est plus souvent établie en introduisant la notion de permittivité complexe, qui est plus abstraite et qui masque le comportement de chaque molécule.

Comme signalé précédemment, la mécanique quantique est appelée au secours lors de la sous-partie I)-D pour interpréter très simplement l'existence de raies de rotation ; la distribution de l'intensité de ces raies d'absorption en forme d'ailes de papillon présentée par l'énoncé peut être retrouvée très simplement par la thermodynamique statistique.

Après cette étude de l'interaction individuelle entre la molécule et un rayonnement monochromatique, la deuxième partie s'intéresse à l'interaction entre un gaz (l'atmosphère) et le rayonnement thermique. La sous-partie II)-A se présente comme une pure question de cours sur les coefficients d'Einstein, étudiés là aussi dans les conditions les plus simples (absorbeur à deux niveaux non dégénérés, désexcitation par rayonnement uniquement). La notion essentielle pour la suite de coefficient d'absorption et la loi de Kirchhoff du rayonnement thermique sont introduites au cours de la sous-partie I)-C qui étudie quelques aspects du rayonnement d'origine thermique. Dans la sous-partie II)-C, après une évaluation de la puissance solaire surfacique moyenne reçue par le sol terrestre, l'effet de serre est abordé par le classique modèle à couche unique. S'il prouve que la température moyenne du sol est une fonction croissante de l'absorbance atmosphérique dans l'infrarouge, ce modèle a cependant l'inconvénient de ne pouvoir relier cette absorbance aux concentrations en gaz à effet de serre. Un modèle continu moyenné sur tout le spectre infrarouge est développé à la dernière sous-partie II)-D ; il conduit à une loi de température (moyenne) du sol terrestre fonction des concentrations et des coefficients d'absorption des différents gaz à effet de serre. Ce modèle purement radiatif se révèle cependant insuffisant car il sous-estime la température des basses couches atmosphériques : c'est que les phénomènes convectifs y jouent un rôle majeur.

Les connaissances nécessaires à la résolution de ce problème étaient réduites, les calculs ne présentaient pas de difficultés particulières, et certains résultats intermédiaires étaient fournis par l'énoncé, dans le but d'éviter de pénaliser trop lourdement des candidats qui auraient commis de pardonnables erreurs de calcul. Cependant, comme pour toute épreuve de ce genre, un entraînement était nécessaire, et les candidats devaient posséder les techniques de base de traitement des grandeurs physiques.

Remarques générales

Si, en faible proportion, certains candidats avaient manifestement un niveau de connaissances et de pratique nettement insuffisant pour aborder ce sujet de manière fructueuse, les autres, en grande majorité, avaient certainement les qualités qui leur ont permis ... ou leur auraient permis de réussir très convenablement cette composition. C'est à cette catégorie de candidats, qui avaient les potentialités de réussite, mais qui n'ont pas su les exploiter, que ce rapport s'adresse en priorité.

Rappelons une évidence : réussir une telle épreuve, c'est obtenir un nombre conséquent de points : pour cela, il suffit de traiter « convenablement » un nombre suffisant de questions ... Deux aspects donc : la quantité de questions abordées, et la qualité de leur traitement. Le jury a souvent eu l'impression que l'impératif de la quantité prévalait sur la recherche de la qualité. En clair, beaucoup trop de candidats, dont on percevait fugitivement la valeur, dans une quête éperdue de points, ont préféré aborder un très grand nombre de questions ... en saccageant totalement leur résolution. Cette stratégie conduit à l'échec. Il est vrai que la longueur d'un tel sujet peut sembler impressionnante. Mais le jury en a bien conscience, et ceux des candidats qui ont obtenu une excellente note n'ont pas balayé tout le sujet, loin de là, mais ce qu'ils ont abordé, ils l'ont traité « convenablement », c'est-à-dire avec rigueur. C'est prioritairement ce souci constant de rigueur que le jury conseille aux futurs candidats de développer : la rapidité d'exécution vient ensuite naturellement, par l'entraînement.

Cette exigence de rigueur est une des composantes essentielles de la démarche scientifique, et une telle épreuve a pour propos de l'évaluer, tant dans la présentation des résultats que la conduite des calculs et des raisonnements. Ainsi :

- pour que cette évaluation soit possible, il faut déjà que le raisonnement apparaisse : une rédaction minimale est toujours nécessaire et un résultat affirmé abruptement ne peut être pris en considération, alors que quelques mots auraient suffi à le valider.

- les lois de la physique s'appliquent dans des cadres rigoureux. Pour pouvoir les appliquer, il faut d'abord vérifier que l'on est bien dans leur cadre de validité. Pour prendre un exemple concret, la notion de particule réduite est efficace (mais non incontournable) pour décrire le mouvement relatif de deux points matériels. Encore faut-il s'assurer que le système ne comporte que deux points matériels (ce qui n'est pas le cas de la molécule CO_2) et qu'il est isolé (ce qui n'était pas le cas à la question 13) qui étudiait l'effet d'une onde électromagnétique sur l'élongation de la molécule CO).
- une erreur de raisonnement au début d'une partie aura des conséquences catastrophiques. Simplement d'un point de vue stratégique, c'est donc dans la mise en équations initiale que l'exigence de rigueur est la plus cruciale. Ainsi, au début de la partie I)-B, il fallait poser les équations régissant les déplacements des trois atomes de la molécule CO_2 . Cela se ramenait à des expressions de tension de ressorts. Les correcteurs ont souvent eu l'impression que les élongations des liaisons étaient écrites au hasard, sans aucune préoccupation de signe, alors que la simple vérification de la stabilité de l'équation différentielle obtenue aurait permis de rejeter bien des expressions erronées : d'où un grand gain de points pour un petit investissement en temps ...
- rigueur aussi dans la définition des grandeurs physiques. Par exemple, à la question 3), l'énergie mécanique de la molécule n'est pas son énergie potentielle, et l'amplitude des oscillations est une notion distincte de l'élongation instantanée : il est conseillé de lire la question avant d'y répondre ...
- rigueur encore vis-à-vis des applications numériques. Il ne faut pas les négliger, car elles sont souvent plus parlantes que les expressions littérales (et le barème en tient largement compte), il faut bien les présenter, avec un nombre de chiffres significatifs raisonnable par rapport aux données de l'énoncé, et toujours préciser l'unité correspondante, sous peine de nullité (les prudents « SI » ne sont pas pris en compte). La rigueur du candidat peut aussi en ce domaine s'exercer de manière critique : cela devrait lui éviter de produire des résultats farfelus, comme d'annoncer froidement une température de surface du Soleil dépassant péniblement les 20°C .
- rigueur ailleurs que dans les calculs : ainsi, les réponses aux questions de culture générale ne peuvent se contenter d'être lapidaires et doivent être justifiées ; cela fait partie du métier d'enseignant que de répondre, le plus rigoureusement possible, aux interrogations d'élèves, qui sont, le plus souvent, qualitatives.
- et pour finir, rigueur dans la manière de conduire le problème. Il est scientifiquement beaucoup plus satisfaisant de traiter rigoureusement, **à son rythme**, le plus complètement possible, telle ou telle partie que de décrocher à la première difficulté et de se lancer dans une stérile « pêche aux points » en abordant sans recul des questions éparses apparaissant « faciles ». Ce manque de rigueur est invariablement sanctionné par des notes au mieux médiocres.

A ce propos, il est bien naturel qu'un candidat maîtrise certains domaines mieux que d'autres : il n'était donc pas interdit de commencer par la partie II), traitant surtout des propriétés du rayonnement, avant la partie I), plus orientée vers la mécanique, ce que d'ailleurs ont choisi de faire, avec succès, certains candidats. Cependant, si l'on choisit de ne pas suivre l'ordre préétabli des questions, il est conseillé de lire les parties précédentes de l'énoncé pour en comprendre la logique : cela aide à la résolution des parties suivantes.

Remarques de détail

Les remarques qui suivent concernent surtout les questions les plus faciles ; elles sont écrites dans un but d'encouragement, en essayant de montrer combien facilement on peut éviter les erreurs les plus graves.

Partie I-A)

Qu 2) : La modélisation de l'interaction entre les deux noyaux par un ressort de constante de raideur k a été

généralement bien comprise, mais il est désolant que voir qu'un nombre trop important de candidats échouent, par précipitation, à écrire l'expression de la tension d'un ressort. Pour établir l'expression (3) de l'énoncé (équation du mouvement relatif dans le référentiel barycentrique), on pouvait évidemment évoquer la particule réduite, mais aussi bien combiner les équations du mouvement de P_1 et P_2 .

Qu 3) : Beaucoup de candidats ont oublié la prise en compte de l'énergie cinétique des noyaux dans le calcul de l'énergie barycentrique de la molécule. D'autres ont affirmé que cette énergie cinétique « était nulle, puisque qu'on se place dans le référentiel barycentrique », ce qui est bien évidemment faux. De plus, il n'est pas inutile de connaître l'expression générale de l'énergie mécanique classique d'un oscillateur harmonique en fonction de l'amplitude de ses oscillations.

Qu 4) : Malgré le clin d'œil de l'énoncé rappelant l'expression de la puissance moyenne rayonnée par un dipôle oscillant, beaucoup de candidats n'ont pas réalisé que si un dipôle oscille, il perd de l'énergie. Certains, pour en faire apparaître la variation, ont courageusement dérivé l'expression de l'énergie, soit

$$\frac{1}{2} m \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} k (r - r_0)^2 - E_L \quad \text{ou encore} \quad E = -E_L + \frac{m\omega_0^2}{2q^2} (\Delta p)^2, \quad \text{avec le succès qu'on imagine.}$$

Qu 7) : En général, l'expression du libre parcours moyen a été bien donnée. Si on l'ignorait, ce qui n'est pas scandaleux, il était facile de la retrouver par homogénéité.

Dans l'estimation de la durée de vie moyenne τ_C , toutes les formes de la vitesse thermique ont été acceptées, car il s'agissait d'un calcul en ordre de grandeur.

Partie I-B)

Qu 8) : Comme souligné précédemment dans les remarques générales, la mise en équations des mouvements des trois noyaux a été souvent menée au petit bonheur la chance. On peut commettre une erreur de signe sur l'expression de la tension d'un ressort en fonction des déplacements de ses extrémités, mais cette erreur doit être immédiatement détectée par l'analyse de la stabilité de l'équation différentielle obtenue.

Par ailleurs, beaucoup d'erreurs ont été commises sur la relation barycentrique.

Qu 9) : La notion importante de mode propre est fréquemment très mal définie.

Qu 10) c) : Une coquille regrettable a transformé à l'impression la constante de torsion Γ en un G (le jury en a tenu compte), ce qui était sans conséquences pour la suite de la composition. Il n'était cependant pas raisonnable de vouloir faire intervenir la constante gravitationnelle G dans les expressions de la pulsation liée au mouvement de torsion de la molécule CO_2 .

Partie I-C)

Qu 12) c) : Où l'on revient à cette notion de rigueur. On sait que la puissance d'une force \vec{f} s'exerçant sur une particule dont le vecteur position est $\vec{r}(t)$ s'exprime par $\vec{f} \cdot \frac{d\vec{r}}{dt}$. Mais ici, il y avait deux particules, deux forces, et $\vec{r}(t)$ désignait la position relative des deux particules : on ne pouvait accéder à la puissance reçue par la molécule qu'en sommant les puissances reçues par les deux atomes.

Quelques candidats ont utilisé des expressions énergétiques : $\pi_{\text{Champs} \rightarrow \text{Charges}} = \vec{E} \cdot \vec{j}$ et $\vec{j} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, mais sans réaliser qu'il s'agit là d'expressions volumiques. Elles étaient récupérables ... au prix cependant d'une rédaction minimale.

Qu 13) : La force exercée par le champ électrique de l'onde n'étant pas une force d'**interaction** interne au système formé par P_1 et P_2 , on ne peut plus utiliser la notion de particule réduite.

Qu 14) Il faut le dire nettement, les résultats obtenus à cette question très classique ont été extrêmement décevants. Formellement, le calcul était le même que celui de la puissance moyenne dissipée dans la résistance d'un circuit R, L, C série alimenté par une source idéale de tension sinusoïdale en fonction de sa pulsation, qui est traité au niveau de la L1. Conduits avec un minimum de rigueur, les calculs amènent au résultat en trois lignes, et il en faut trois supplémentaires pour accéder à la largeur de la bande passante. Toujours dans cette question, le très classique élargissement par effet Doppler n'a été qu'exceptionnellement traité.

Qu 16) Son résultat étant donné par l'énoncé, il ne faut pas s'étonner que cette question ait été abordée par la très grande majorité. Mais justement parce qu'il était donné par l'énoncé, les correcteurs ont été particulièrement vigilants à la rigueur du raisonnement établissant ce résultat, et peu de candidats ont obtenus les points correspondants.

La loi de Beer et Lambert n'a pas toujours été reconnue, loin de là. C'est cependant une loi importante, et ses auteurs, qui ne sont sans doute pas parmi les physiciens les plus illustres, ont été honorés de façon posthume d'avoir été confondus avec les plus grands noms de la physique.

Qu 20)b) La question précédente 20)a) montrait par calcul que l'absorption résonnante d'élongation ne se produit qu'à la pulsation ω_A . On pouvait répondre sans calculs à cette question 20) b) simplement par l'examen rapide de la figure 3) qui montre que le moment dipolaire de la molécule oscillant dans le mode (S) reste toujours nul.

Qu 21) Les transitions Raman n'ont été citées qu'exceptionnellement.

Qu 22) Souvent les candidats ont déterminé les nombres d'ondes des absorptions sans avoir lu l'énoncé, qui précisait pourtant que seul était présenté l'intervalle $[540 \text{ cm}^{-1} ; 3500 \text{ cm}^{-1}]$.

Partie I-D)

Les connaissances en physique quantique ou plus généralement en physique moderne étaient assez peu sollicitées dans cette composition. Pourtant on constate dans ce domaine une maîtrise générale aussi peu assurée qu'en mécanique classique, ce qui est regrettable vu la nouvelle orientation des programmes de Terminale S. Les connaissances se réduisent souvent à quelques mots clés comme « spin » (qui n'est pas le nombre quantique magnétique m_l , source de la dégénérescence $(2l+1)$ des niveaux d'énergie (n,l) , voir Qu 29)); les analogies classique-quantique notamment sur le moment cinétique sont également très mal connues et les justifications, à la Qu 28)a), de l'expression des valeurs propres de l'énergie souvent inexistantes, les opérateurs étant souvent confondus avec leurs valeurs propres.

Qu 26) Trop de candidats ont préféré oublier que \vec{L} était le moment cinétique (barycentrique) d'un système de deux particules. La notion d'énergie potentielle efficace n'est pas toujours connue.

Qu 31) Il fallait tenir compte de la dégénérescence des niveaux d'énergie (n,l) lors de l'application de la loi de Boltzmann.

Qu 32) Certains candidats ont tenté d'exprimer la constante rotationnelle B en tesla ...

Partie II-A)

Qu 39) Comme à la question 16)a), le résultat était donné, et les correcteurs sont plus attentifs à la qualité du raisonnement.

Qu 40)d) L'émission spontanée ou induite était étudiée ici relativement à une population de molécules. On ne pouvait répondre ici que la lumière émise par émission induite est cohérente (cohérente par rapport à quoi, ici ?). Si le phénomène d'émission induite permet effectivement la cohérence du rayonnement LASER, il faut des conditions bien particulières. Mais, si on éclaire une population inversée par une lumière incohérente, la lumière produite par émission induite n'est pas plus cohérente que la lumière incidente. Pour une molécule en espace libre, la seule chose qu'on puisse affirmer est que le photon émis par émission induite a les mêmes caractéristiques (vecteur d'onde, polarisation) que le photon incident ...

Partie II-B)

À la satisfaction du jury, cette sous-partie, qui a été abordée par moins de la moitié des candidats, a été très correctement traitée, alors qu'elle paraissait a priori plus difficile et abstraite que beaucoup de questions de mécanique du point de la première partie, bien moins bien réussies. Seules les questions de cours 41) et 43)a) ont été un peu décevantes, les définitions du rayonnement d'équilibre thermique et du corps noir étant souvent données de façon très approximative.

Partie II-C)

Qu 47) En revanche, cette question a été dans l'ensemble très mal traitée, en particulier parce que la section efficace de la Terre interceptant le rayonnement solaire a été confondue avec la surface totale du sol terrestre.

Une erreur à la sous-question a) conduisait fréquemment à des valeurs numériques extravagantes pour la température de surface du Soleil : le jury aurait apprécié que les candidats qui ont présenté (suite à un raisonnement bâclé de la question 47)a)) une température du Soleil de 20°C aient au moins le recul suffisant pour mettre en doute leur production ...

Qu 48) On retrouve ici la confusion entre la section efficace de la Terre vis-à-vis du rayonnement solaire et la surface totale du sol terrestre. De plus, il n'était pas inutile de vérifier l'homogénéité de la relation entre ϕ_S et Φ_S .

La loi de déplacement de Wien a été souvent bien utilisée.

Partie II-D)

Qu 50) Cette question multiple et exclusivement qualitative a été très souvent abordée, mais en général, de façon très décevante.

Qu 50 a) Cela pourrait être une question d'élève, il est du devoir d'un futur professeur de pouvoir y répondre, précisément.

Qu 50 d) La simple réponse « *non* » est bien entendu insuffisante, pas plus que le début de justification « *parce qu'elles n'absorbent pas dans l'infrarouge* » : c'est cela justement qu'il fallait expliquer.

Qu 50 e) Le jury a cru constater des confusions entre le problème de la diminution de la couche **stratosphérique** d'ozone (exclue du sujet) et celui de l'effet de serre, dans lequel le rôle de l'ozone **troposphérique** est marginal.

Qu 51) et 52) Comme pour toute question débutant une partie, il fallait mener les premiers raisonnements (ici, les bilans) avec la rigueur suffisante pour pouvoir continuer de manière fructueuse.

Les questions **57) et 58)** n'ont été qu'exceptionnellement abordées.

Rapport sur la composition de chimie 2011

Le sujet de la composition de chimie traite de différents aspects de l'implication de la chimie dans le cadre du développement durable. De nouvelles techniques sont en plein essor pour traiter les espèces polluantes ou limiter la production de déchets : c'est « la chimie verte » ou chimie durable.

Le sujet se compose de quatre parties totalement indépendantes, elles-mêmes divisées en thèmes bien distincts.

La première partie traite de différents aspects de la liaison chimique : l'aspect structure électronique et la description orbitale d'une liaison intramoléculaire sont illustrés dans le cas du monoxyde d'azote et lors de sa coordination à un métal. L'aspect énergétique est abordé à travers l'étude thermodynamique de la réduction catalytique des oxydes d'azote.

La seconde partie porte sur la notion de solvant et de solubilité, à travers l'étude des liaisons intermoléculaires entre différents types de solvants et de solutés

La troisième partie traite des nouveaux solvants pour une « chimie verte » sur les exemples du dioxyde de carbone supercritique et des liquides ioniques.

La quatrième partie étudie l'évolution des procédés industriels de synthèse en lien avec les contraintes environnementales (principe d'économie d'atomes).

Le sujet comporte en grande partie des questions facilement abordables, nécessitant parfois directement la restitution de connaissances de base, ou s'appuyant sur des raisonnements ou calculs classiques aux niveaux du 1^{er} cycle universitaire ou des classes préparatoires.

Remarques générales

Les remarques à suivre rejoignent celles faites dans les précédents rapports mais, malgré la répétition que ceci représente, le jury souhaite insister à nouveau sur quelques points essentiels pour les perspectives de carrière des futurs enseignants.

Le jury tient à féliciter les candidats pour le grand nombre de copies bien présentées, mais s'étonne des rares copies dont la lecture est particulièrement difficile. Un effort de présentation est une qualité attendue pour un futur enseignant.

Les candidats manquent souvent de rigueur dans le vocabulaire utilisé ainsi que dans la présentation des réponses. Les définitions données sont généralement imprécises ou incomplètes.

Les formules littérales ne sont pas toujours écrites avant que ne soient effectuées les applications numériques. Les ordres de grandeur des résultats ne sont pas toujours vérifiés ou confrontés à la réalité ou à un simple examen critique.

L'analyse de données mérite une démarche scientifique qui n'est pas toujours mise en œuvre. Beaucoup de réponses révèlent un manque de recul et de réflexion face à l'énoncé d'un problème. Une lecture du sujet dans son ensemble permettrait de combler ce manque, ce qui semble rarement fait.

Remarques concernant la partie A du sujet

La partie descriptive du diagramme d'orbitales moléculaires n'est en général pas traitée correctement dans son ensemble. Les réponses ne sont que partielles et révèlent des connaissances approximatives sur les principes de construction d'un tel diagramme. Ainsi, les symétries des orbitales et les notions de caractère liant, non liant ou anti-liant d'une orbitale moléculaire ne sont que rarement abordées correctement. Les questions sur la méthode VSEPR sont en général correctement traitées, ainsi que l'énoncé et l'application de la loi de BEER-LAMBERT à l'étude d'une coordination (partie A.2.5).

Les questions de thermochimie (partie A.3) n'ont pas souvent été bien résolues : un grand nombre de candidats ont utilisé l'approximation d'ELLINGHAM, peut-être par confusion avec le fait que les capacités thermiques aient été données indépendantes de la température. Par ailleurs, les calculs des grandeurs standard de réaction à 673 K ont souvent échoué, soit à cause d'erreurs de calcul trop fréquentes soit par l'utilisation de formules littérales erronées pour l'intégration des formules de KIRCHHOFF. Enfin, quelques candidats ont effectué leurs calculs de $\Delta_r G^\circ$ avec des nombres stœchiométriques pour NO différents dans

les équations de réaction (1) et (2) sans penser à tenir compte de cet aspect dans la comparaison finale.

Remarques concernant la partie B du sujet

Les réponses aux questions B.1.1 et B.1.2 révèlent des confusions ou imprécisions dans la description des différents types de liaisons intermoléculaires, parfois également confondues avec les liaisons intramoléculaires.

Ainsi, le caractère apolaire de la molécule CO_2 n'est pas toujours mis en évidence ni exploité et les ordres de grandeurs des énergies d'interaction sont parfois fantaisistes.

Le phénomène de transition vitreuse est mal connu ou ignoré.

Les questions de cristallographie (partie B.1.5) ont donné des résultats très inégaux. La maille de la glace n'est pas souvent correctement décrite et les schémas sont peu clairs ou peu soignés. Si les calculs sont corrects pour une moitié des candidats environ, la valeur de la masse volumique de la glace III apparaît parfois très fantaisiste et les résultats aberrants (de 0,45 à 95 tonnes par mètre cube !) ne sont que très (trop) rarement commentés.

La partie B.2 prouve une ignorance ou des imprécisions dans les définitions de la plupart des termes. (« protique » assimilé à « acide » par exemple).

La mise en solution d'une espèce ionique n'est que peu souvent décrite correctement, malgré l'existence d'une leçon sur ce sujet.

La lecture et le simple commentaire des séries de valeurs du tableau ont été rarement effectués correctement (signe, sens de l'évolution) avant même d'en tirer une interprétation.

Partie B.3 : Trop peu de candidats ont su calculer la solubilité du diiode (question B.3.1). Pour la question B.3.2 sur la solubilité du diiode en présence d'ions I^- , ils sont encore moins nombreux à avoir pensé à écrire la conservation de la matière.

La question sur la formule de LEWIS et la géométrie de I_3^- est assez mal traitée en général.

Les calculs des parties B.3.4 et B.3.5 sont très peu abordés et souvent mal compris. Les candidats semblent avoir renoncé à traiter ces questions. La notion de coefficient de partage est rarement maîtrisée. Les quelques candidats qui ont abordé cette partie ont assez souvent calculé deux valeurs différentes pour les coefficients des manipulations 1 et 2, ce qui révèle que la notion de constante d'équilibre n'est pas vraiment comprise.

Remarques concernant la partie C du sujet

Les diagrammes d'état proposés sont souvent approximatifs ainsi que la localisation de la zone supercritique. La suite est peu traitée, peut-être par manque de temps.

Question C.2.2 : les critères d'aromaticité sont souvent mal explicités en regard des molécules du sujet.

Partie C.2.3 : les calculs sont souvent corrects mais montrent l'absence d'une véritable compréhension du problème. Le principe du dosage ne semble pas compris. Les réponses aux questions de nomenclature simple ne sont pas assez rigoureuses (indication des descripteurs stéréochimiques généralement absente). La lecture du tableau semble un peu superficielle et met en évidence un manque de compétences pour extraire et exploiter des informations de manière critique.

Remarques concernant la partie D du sujet

Les questions de chimie organique sont souvent bien traitées quand elles sont abordées. Les mécanismes réactionnels sont généralement connus et bien écrits.

Pour la question D.1.2, le mécanisme de formation de la chlorhydrine n'est pas souvent correctement écrit.

Le rôle de l'anhydride éthanoïque dans les différentes étapes de la question D.2.2.1 n'est pas compris. L'utilisation des flèches montre encore un manque de rigueur qui rejoint les remarques générales.

Conclusion

Il est à souligner que les remarques précédentes sont destinées à servir de guide et d'encouragement pour les efforts de préparation des futurs candidats. Le jury souhaite féliciter les candidats qui ont su montrer des connaissances et des compétences solides sur les différentes thématiques de l'épreuve et faire preuve de bonnes capacités de raisonnement. La part de l'investissement en chimie lors de la préparation du concours a ainsi pu être récompensée.

Rapport sur le problème de physique 2011

Le problème de physique 2011 portait sur plusieurs aspects de la nanophotonique, un sujet de recherche très actif depuis une quinzaine d'années. Abordant différents domaines de la physique, ce problème permettait de tester les connaissances des candidats en électromagnétisme, propagation des ondes, propriétés diélectriques des milieux, physique statistique et physique quantique. Le jury a été satisfait de constater que près d'un tiers des candidats admissibles ont obtenu une note supérieure ou égale à 15/20, montrant ainsi une bonne maîtrise des concepts de base de la physique et une réelle aptitude à mobiliser leurs connaissances pour analyser des questions parfois difficiles.

Remarques générales

Le problème de physique comporte chaque année des applications numériques simples, qui, lorsqu'elles conduisent à un résultat numérique correct, sont valorisées à condition que les unités soient indiquées et que le nombre de chiffres significatifs soit pertinent. Ce n'est malheureusement pas toujours le cas. Ainsi, de façon surprenante, moins d'un quart des copies ont obtenues les points attribués aux applications numériques pourtant élémentaires de la troisième question du problème.

De façon générale, les candidats n'ont pas une compréhension suffisante de la physique des milieux dispersifs. Nombre d'entre eux ont confondu le champ monochromatique $\mathbf{E} \exp(ikx - \omega t)$, qui est une fonction de x et t comportant un paramètre ω , et la transformée de Fourier d'un champ $\mathbf{E}(x,t)$ par rapport au temps, notée $\mathbf{E}(x,\omega)$. Rappelons que le champ $\mathbf{E}(x,t)$ est une fonction du temps t , qui satisfait à l'équation de propagation, alors que sa transformée de Fourier $\mathbf{E}(x,\omega)$ est une fonction de ω , qui satisfait à l'équation de Helmholtz. Une équation de propagation mélangeant une dérivée seconde par rapport au temps et un indice dépendant de ω est donc incorrecte. De même, la relation $\mathbf{D}(x,\omega) = \epsilon_0 \epsilon(\omega) \mathbf{E}(x,\omega)$ impose de travailler avec les transformées de Fourier des champs ; il n'est donc pas possible d'utiliser cette relation dans le régime temporel, où elle s'écrit $\mathbf{D}(x,t) = \int \epsilon(t-t') \mathbf{E}(x,t') dt'$. C'est la lourdeur de cette écriture temporelle qui conduit le plus souvent à travailler dans le domaine fréquentiel dans le cas des milieux dispersifs.

Remarques sur la première partie du problème

La première partie abordait la modélisation, dans le cadre de la mécanique classique, des propriétés optiques des métaux. Si les calculs ont été généralement bien menés par la plupart des candidats, les questions qui exigeaient une compréhension des phénomènes sous-jacents ont été beaucoup moins bien réussies. Ainsi, le sujet invitait les candidats à calculer l'amplitude du mouvement oscillant des électrons induit par un champ électrique. Ils devaient alors en déduire soit une densité de courant, soit une polarisation dépendante du temps. Bien qu'il s'agisse des mêmes électrons, la plupart des candidats n'ont pas compris qu'utiliser une conductivité ou une permittivité diélectrique est un choix conventionnel. Au contraire, ils ont affirmé qu'il est nécessaire de connaître les deux grandeurs, comme si elles étaient indépendantes. De même, à la question 2.1.2, très peu de candidats ont réalisé que la contribution des électrons libres étant prise en compte dans la permittivité ϵ (et donc dans le vecteur \mathbf{D}), il serait redondant de les inclure une seconde fois dans la densité de courant \mathbf{j} .

Remarques sur la deuxième partie du problème

La deuxième partie du problème portait sur les plasmons de surface, et débutait par une étude des ondes longitudinales et transverses. La question 2.1.3 était consacrée à l'établissement de relations entre les transformées de Fourier des champs. Bien que les calculs soient similaires à ceux développés dans le cas de l'onde plane, cette question a été mal traitée. Il s'agissait ensuite d'établir l'équation de propagation dans l'espace direct. Ainsi, la formule d'analyse vectorielle $\text{rot}(\text{rot} \mathbf{E}) = \text{grad}(\text{div} \mathbf{E}) - \Delta \mathbf{E}$ était remplacée par l'identité $\mathbf{k} \wedge (\mathbf{k} \wedge \mathbf{E}) = \mathbf{k}(\mathbf{k} \cdot \mathbf{E}) - k^2 \mathbf{E}$. Il s'agissait de montrer qu'imposer $\text{div} \mathbf{E} = 0$ n'est pas justifié par la neutralité d'ensemble du matériau. Au contraire, il existe une solution appelée plasmon de volume pour laquelle $\text{div} \mathbf{E}$ est non nulle. Le choix $\text{div} \mathbf{E} = 0$ apparaissait alors comme le choix de l'une des deux solutions possibles, celle d'un champ transverse, l'autre solution correspondant à un champ longitudinal.

Le modèle hydrodynamique n'a été correctement traité que par une minorité des candidats. Il est en particulier regrettable que trop peu de candidats maîtrisent les techniques de linéarisation. Dans la mise en équation, les correcteurs ont trop souvent observé des charges par unité de volume et des masses par unité de volume notées avec la même lettre ρ . L'équation de conservation de la charge a le plus souvent été écrite en oubliant la charge positive des ions. L'étude des plasmons de surface a permis à une partie des candidats de mobiliser efficacement leurs connaissances. Dans la mise en équation du problème, on demandait de rappeler les relations de continuité des champs électromagnétiques. L'immense majorité des candidats a introduit des courants de charge superficiels alors que l'on considérait le cas d'un métal réel. Les candidats ne semblent pas savoir que le courant de surface qui intervient dans les relations de continuité du champ magnétique tangentiel est toujours nul sauf dans le modèle idéal du métal parfait.

Remarques sur la troisième partie du problème

La troisième partie abordait la notion de résolution ainsi que l'optique de champ proche. La première question se bornait à introduire la notion de champ proche à partir du rayonnement dipolaire, puis à partir des potentiels retardés. Bien que simple et sans développement technique, elle s'est révélée assez sélective. Ceci incite le jury à conseiller aux candidats de prendre le temps de la réflexion afin de traiter correctement les questions abordées. Deux points de détail méritent d'être soulignés : d'une part les applications numériques élémentaires de la question 3.1.5 ont été mal traitées, d'autre part il apparaît que de nombreux candidats pensent que la longueur d'onde typique des micro-ondes est le micromètre. Le reste de cette partie a été bien traité dans quelques bonnes copies.

Remarques sur la quatrième partie du problème

La quatrième partie traitait des propriétés optiques des nanoparticules. Très peu de candidats ont su modéliser le problème électrostatique proposé, c'est-à-dire écrire une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre assortie de deux relations de continuité aux interfaces et de deux conditions aux limites à l'infini. Seules les premières questions de la partie 4.2, qui étudiait la résonance des particules, ont été abordées. Les applications proposées conduisaient à des calculs élémentaires. Elles ont souvent été traitées et assez bien comprises.

Remarques sur la cinquième partie du problème

La partie 5 abordait le rayonnement thermique. La première partie permettait d'évaluer les connaissances de base de la physique statistique. Les candidats qui l'ont abordée l'ont généralement assez bien traitée. La partie 5.2, plus originale, n'a été traitée que de façon exceptionnelle. Quelques copies ont cependant fait preuve d'une bonne compréhension des phénomènes mis en jeu.

Remarques sur la sixième partie du problème

Enfin, la dernière partie revenait sur la modélisation des propriétés optiques des métaux dans un cadre quantique. Cette partie faisait appel à des connaissances élémentaires de mécanique quantique et a souvent été traitée correctement. Il faut néanmoins regretter que de nombreux candidats confondent équation de Schrödinger et équation aux valeurs propres stationnaires.

En conclusion, au travers d'un sujet de recherche contemporain, la variété des thèmes abordés dans cette épreuve a permis à de nombreux candidats de mobiliser et de valoriser leurs connaissances. Une bonne maîtrise des notions de niveau L3 permettait de traiter plus des trois quarts de l'épreuve. Les meilleures copies ont traité environ deux tiers du problème, ce qui a conduit à une distribution des notes très étalée permettant de classer efficacement les candidats. Le jury encourage donc, comme chaque année, les candidats à traiter avec soin les parties qu'ils ont choisi d'aborder, sans négliger les applications numériques.

Épreuves d'admission

Les épreuves se sont déroulées du 25 juin au 9 juillet 2011
au lycée Marcelin Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés).

Rapport sur la leçon de physique

Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve consiste en la présentation d'une leçon de 50 minutes, dont le sujet a été tiré au sort par le candidat parmi une liste qui figure dans le rapport du jury de l'année précédente. A l'issue de la présentation, le jury interroge le candidat durant une vingtaine de minutes. Cet entretien permet au jury de juger de la solidité des connaissances du candidat, de l'interroger sur ses choix ou d'aborder des points de la leçon qui seraient restés obscurs ou ambigus.

Le candidat dispose de quatre heures pour préparer sa leçon. Au cours de cette préparation, il a accès à l'ensemble des documents de la bibliothèque du concours. Cette bibliothèque possède de très nombreux ouvrages, de tous niveaux, dont la liste est disponible en ligne sur le site <http://agregation-physique.org/>. Le candidat bénéficie également durant cette préparation du soutien du personnel technique pour la mise en place du matériel expérimental souhaité pour illustrer la leçon. Les expériences sont préparées et réalisées conformément aux instructions du candidat, cependant leur présentation devant le jury s'effectue sous la seule responsabilité du candidat et en l'absence de technicien.

Un ordinateur et un vidéoprojecteur sont disponibles dans chaque salle. Le candidat peut ainsi projeter des documents tirés d'une base de données (schémas descriptifs, animations, photographies,) et classés par thèmes. Les programmes usuels (Word, Excel, Maple, ...) sont installés sur les ordinateurs. Le candidat dispose également d'un rétroprojecteur. Pour autant, il doit apporter lui-même ses transparents et feutres.

Remarques générales

La leçon est une épreuve permettant au jury d'évaluer les capacités du candidat à enseigner, c'est-à-dire à transmettre un message clair et cohérent qui s'appuie sur des connaissances maîtrisées. Il ne s'agit donc pas de tenter d'éblouir le jury en exposant rapidement une vaste étendue de connaissances sur le sujet présenté, mais de se placer dans une situation d'enseignement devant un public d'étudiants qui découvrirait pour la première fois le sujet de la leçon.

Le candidat doit préciser dès le début de sa leçon, le niveau auquel il se place (classes préparatoires, première année, seconde année ou troisième année de licence), les pré-requis nécessaires et les objectifs de la leçon. Rappelons une évidence : l'intitulé des leçons en impose le sujet, même si c'est de façon assez large. Tout développement hors sujet, même correctement traité, est mal perçu par le jury, qui considère que le candidat n'a pas compris le sujet, ou qu'il a tenté de le contourner. En revanche, certaines leçons concernent des domaines tellement vastes qu'il est impossible d'être exhaustif : certains choix sont à faire, qui doivent être précisés et justifiés (cette remarque ne concerne évidemment pas les sujets dont l'intitulé comporte la conjonction « et », qui impose donc l'étude de tous les aspects énoncés).

Le candidat aura à cœur de faire ressortir très clairement quelques messages forts de sa leçon.

Un peu de bon sens pédagogique

Beaucoup de candidats choisissent de laisser le plan au tableau ou de l'écrire à l'avance. Il ne s'agit pas d'une demande du jury, cela n'est pas du tout indispensable, en particulier lorsque le plan occupe la moitié de l'espace disponible. Cependant, il est essentiel que ce plan apparaisse clairement au cours de la présentation et il faut toujours réécrire le titre des paragraphes afin de permettre au jury de suivre. Le candidat doit se soucier de la lisibilité de son exposé. Suivre une leçon dans le noir écrite à la craie bleue, orange ou rouge, lire des transparents écrits en vert, mal projetés, déchiffrer des diapositives minuscules est pénalisé par le jury.

Le candidat dispose de documents d'une banque de données qu'il peut projeter au jury. Ces diapositives permettent de gagner du temps dans le cas de schémas complexes ou de tableaux de valeurs. Elles ne sont pas destinées à remplacer de façon systématique le tracé d'un schéma simple. Rappelons également que lorsque l'on utilise une diapositive toute faite, il importe d'utiliser les mêmes notations ou d'indiquer la correspondance entre les notations de la diapositive et celles qui sont utilisées dans l'exposé. De même, il

est indispensable de respecter une uniformité de notation entre les calculs menés au tableau et ceux présentés sur transparents. Signalons enfin que la base de données a été construite à partir de schémas ou d'illustrations (soigneusement) scannés sur des ouvrages de la bibliothèque. Mais la présence d'un document dans la base de données n'est pas un gage absolu de sa qualité, et le candidat doit réfléchir à la pertinence de ses choix pour illustrer clairement tel aspect de la leçon.

Desiderata du jury

La leçon est une épreuve destinée à recruter des enseignants et pas uniquement à tester des connaissances. Par suite, il vaut beaucoup mieux exposer clairement des notions simples plutôt que de présenter des exemples élaborés mais non maîtrisés.

Le jury est particulièrement sensible à la précision et la rigueur des candidats, à la logique dans le déroulement des idées au cours de la leçon et à l'honnêteté intellectuelle. Le jury apprécie également l'emploi de l'analyse dimensionnelle, les ordres de grandeur, les applications et valeurs numériques. Concernant ce dernier aspect, les conditions doivent le cas échéant être précisées, c'est par exemple le cas pour les valeurs de viscosité ou de tension de surface. Ajoutons que derrière les signes et conventions se cachent bien souvent les points clés d'une notion physique. C'est le cas pour l'induction où les candidats font trop souvent preuve d'une négligence que le jury est enclin à sanctionner. De petits dessins au tableau aident souvent à lever des ambiguïtés et à préciser un raisonnement, le candidat aurait tort de s'en priver. Il faut détailler les démonstrations des résultats importants.

On comprendra que le jury soit fortement contrarié lorsque les systèmes dont on parle ne sont pas bien définis, lorsqu'il voit des égalités entre vecteur et scalaire, lorsque le discours se veut trop général et en perd par suite sa substance ou lorsqu'une expression « tombe du ciel » sans que le candidat soit en mesure de justifier ni son origine ni son sens physique.

Le jury invite les candidats au cours de leur année de préparation à se poser des questions, à dégager des idées physiques à partir des formules mathématiques et à ancrer les leçons dans la réalité.

De même, il nous semble important pour un enseignant de savoir dégager la généralité des concepts présentés. Par exemple, lorsque la notion de facteur de qualité est présentée, il est opportun de mentionner son importance dans d'autres domaines de la physique. De même, la notion de quantification peut être abordée dans différents contextes.

Bien que les leçons soient issues d'une liste connue à l'avance, il n'existe pas de leçon type ou étalon à l'aune de laquelle le jury évaluerait toute prestation. Pour autant, il y a dans certaines leçons des passages incontournables. Le jury s'est par exemple étonné d'entendre certains candidats parler de cinématique relativiste sans évoquer la composition des vitesses ... L'ensemble des leçons permet d'aborder les grands étapes des avancées de la connaissance en physique. Il est regrettable à cet égard de constater que les candidats ignorent les prix Nobel associés aux notions qu'ils présentent.

Savoir mener des calculs

Plusieurs leçons exigent de présenter des calculs. Nous recommandons au candidat de motiver la nécessité de faire le calcul et d'en présenter l'objectif avant de le mener. Les systèmes concernés doivent être clairement circonscrits. De même, les hypothèses qui encadrent ces calculs doivent absolument être explicitées (cela constitue d'ailleurs une partie du travail que le candidat est invité à faire lors de son année de préparation). Dans de rares cas, la présentation exhaustive de la suite des calculs au tableau peut être trop longue relativement au temps imparti : le candidat peut alors avoir recours à des transparents. Toutefois, le jury souhaite d'une part avoir le temps de lire chaque ligne du transparent et d'autre part que le gain de temps correspondant soit consacré à une interprétation ou des commentaires physiques des résultats. Naturellement, il n'est pas raisonnable de mener tous les calculs sous forme de transparents.

Les calculs ne doivent pas servir de refuge pour « gagner » du temps. De plus, ils peuvent dans certains cas être évités grâce à des arguments dimensionnels. C'est par exemple le cas pour l'expression de l'entropie utilisée pour discuter la désaimantation adiabatique. La priorité doit être de « faire parler » les équations.

Les illustrations expérimentales

Les illustrations expérimentales sont vivement encouragées. Dans la plupart des cas, il est recommandé de présenter un schéma clair et annoté de son expérience soit au tableau, soit sur transparent. L'expérience peut être qualitative mais doit être interprétée avec soin et exploitée au maximum. Il n'est pas nécessaire de multiplier ces expériences mais il est indispensable de bien les utiliser. Si on choisit de présenter une expérience il faut l'analyser et non pas simplement la considérer comme une illustration de la théorie. Il faut

également être en mesure de répondre aux questions relatives au montage expérimental. Ces remarques s'appliquent également à la présentation d'expériences historiques.

Les applications

Le jury apprécie toujours une discussion sur les applications des concepts exposés au cours de la leçon. Toutefois, il ne souhaite pas d'inventaire ou de catalogue. Il préfère quelques exemples bien maîtrisés. Il est toujours regrettable de voir des candidats citer des applications et être incapables de répondre à la moindre question sur les exemples qu'ils ont mentionnés.

Les questions

Le jury pose différents types de question. Il peut être amené à demander des éclaircissements sur certains passages de la leçon ou à prolonger à un niveau plus avancé certains points de la leçon. Le candidat peut naturellement appuyer ses réponses sur ses connaissances de niveau master.

Pour finir, le jury apprécie les leçons menées avec dynamisme et enthousiasme, témoignant du plaisir du candidat à transmettre son intérêt pour les sciences physiques.

Remarques particulières sur quelques leçons

Leçon 2 : Il est important de dégager le cas où l'on peut négliger le caractère non galiléen d'un référentiel.

Leçon 4 : les candidats ignorent trop souvent les principes de fonctionnement et les performances des gyroscopes modernes.

Leçon 6 : cette leçon exige une grande rigueur dans l'exposé tant sur les notions fondamentales de relativité restreinte que sur les référentiels en jeu. Elle invite les étudiants à faire preuve d'une grande pédagogie pour présenter des notions a priori non intuitives et faire ressortir les limites de l'approche classique. Un exposé clair de la notion de composition des vitesses et de ses propriétés est incontournable dans cette leçon.

Leçon 8 : l'exemple de l'écoulement de Poiseuille cylindrique n'est pas celui dont les conclusions sont les plus riches. Les candidats doivent avoir réfléchi aux différents mécanismes de dissipation qui peuvent avoir lieu dans un fluide.

Leçon 9 : la notion de viscosité peut être supposée acquise. L'essentiel de l'exposé doit porter sur les fluides newtoniens : le cas des fluides non newtoniens, s'il peut être brièvement mentionné ou présenté, ne doit pas prendre trop de temps et faire perdre de vue le message principal.

Leçon 10 : le lien avec les potentiels thermodynamiques n'est pas souvent maîtrisé. Il est important de dégager clairement l'origine microscopique du phénomène.

Leçon 12 : cette leçon donne l'occasion de faire le lien entre une approche expérimentale où les coefficients de réponse d'un système physique sont étudiés et le cadre théorique de la thermodynamique qui établit des liens ou des contraintes sur ces diverses quantités. Peu de candidats, malheureusement, abordent la leçon dans cet état d'esprit.

Leçon 13 : nous ne saurions que trop insister sur l'importance d'écrire systématiquement les variables et paramètres des fonctions thermodynamiques introduites au cours de la leçon. Si l'analogie avec la mécanique peut se justifier, nous invitons les candidats à bien identifier le message qu'ils souhaitent transmettre. Les potentiels thermodynamiques sont des outils puissants dont l'illustration ne doit pas se réduire au cas d'un corps pur en contact avec un thermostat.

Leçon 14 : la division de la fonction d'état entropie en deux termes introduit plus de confusion qu'elle n'apporte en général d'éclaircissement. Quel est en effet le statut mathématique de chacun des deux termes ? Cette décomposition est plus naturelle pour la thermodynamique de systèmes proches de l'équilibre et les liens entre flux et affinités. Pour autant, ces notions qui doivent être connues des candidats ne sont pas indispensables à la présentation de la leçon elle-même.

Leçon 21 et 22 : dans ces deux leçons, le plus grand soin dans la définition des orientations et des conventions de signe s'impose. Les applications doivent occuper une place significative dans la présentation. Pour la leçon 21, il n'est pas nécessaire de traiter en détail les deux types d'induction. Pour la leçon 22, ce ne sont pas les machines de technologie complexe qui illustrent le mieux les idées en jeu. Les notions de base sur l'induction sont supposées connues.

Leçon 23 : le jury souhaiterait que le terme de résonance soit dûment justifié sans oublier une discussion du facteur de qualité.

Leçon 24 : le jury n'attend pas une présentation abstraite et très générale de la notion de système bouclé. Il estime indispensable de s'appuyer sur au moins un exemple concret et détaillé avec soin.

Leçon 27 : cette leçon peut être l'occasion d'introduire le modèle limite de l'onde plane progressive harmonique et de la comparer éventuellement à l'onde sphérique.

Leçon 37 : les conditions de l'approximation de Fraunhofer doivent être clairement énoncées. Pour autant, elles ne constituent pas le cœur de la leçon.

Leçon 39 : trop souvent, il y a confusion entre les processus élémentaires pour un atome et un ensemble d'atomes. De même le candidat doit préciser au cours de sa leçon le caractère monochromatique ou non du champ de rayonnement qu'il considère.

Leçon 40 : le transfert de quantité de mouvement est souvent présenté par le biais de l'expérience de Compton, il peut également être illustré à l'aide d'applications modernes de l'interaction atome-rayonnement. Cette leçon peut éventuellement permettre de parler de la notion de superposition d'états. Au cours des questions, le jury a été surpris de constater que la notion de spin associée à un photon n'est pas toujours maîtrisée.

Leçon 42 : cette leçon ne doit pas se résumer à un catalogue d'expériences retraçant l'histoire de la mécanique quantique, ni à une juxtaposition d'exemples sans une logique didactique. On attend par suite du candidat un choix raisonné d'un petit nombre d'exemples, traités de manière suffisamment approfondie afin de faire ressortir quelques concepts propres à la mécanique quantique.

Leçons 43 et 44 : dans le traitement de l'effet tunnel, les candidats perdent souvent trop de temps dans les calculs. Le jury invite les candidats à réfléchir à une présentation à la fois complète et concise sans oublier les commentaires physiques relatifs à la dérivation de la probabilité de transmission. Certains candidats choisissent d'aborder le cas de la désintégration alpha mais ne détaillent malheureusement pas le lien entre la probabilité de traversée d'une barrière et la durée de demi-vie de l'élément considéré. La justification des conditions aux limites est essentielle ! Le microscope à effet tunnel peut être un bon exemple d'application s'il est analysé avec soin (hauteur de la barrière, origine de la résolution transverse, ...)

Leçon 45 : le modèle de la goutte ne peut être simplement énoncé. Le candidat qui ferait le choix d'en parler doit commenter la physique inhérente à chaque terme du modèle. Cette leçon ne peut se réduire à un catalogue d'informations diverses et variées.

Leçon 47 : il faut clairement dégager l'origine de la stabilité de la liaison chimique.

Leçon 51 : le moment magnétique, son image semi-classique et son ordre de grandeur doivent être maîtrisés. De même, le lien avec l'ordre de grandeur de l'aimantation d'un aimant doit être connu.

Leçon 55 : une simulation numérique bien présentée peut enrichir cette leçon.

Leçon 56 : les invariances peuvent être traitées dans cette leçon.

Rapport sur la leçon de chimie

La leçon de chimie est la première partie (notée sur 15 points) d'une épreuve qui en comporte deux. La seconde partie (notée sur 5 points) est une interrogation sur la compétence « Agir en tant que fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » ; cette partie fait l'objet d'un rapport distinct à la suite du présent rapport.

L'épreuve se déroule de la façon suivante :

1. une première partie de 50 minutes pour présenter l'exposé de la leçon. Un entretien de 20 minutes environ suit cet exposé ;
2. une deuxième partie de 10 minutes pour répondre à la question posée au sujet de la compétence « Agir en tant que fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable », suivie d'un entretien de 10 minutes environ.

Le coefficient de l'épreuve est passé de 3 à 4 pour tenir compte de ce changement mais le temps de préparation est toujours de 4 heures. Il revient donc au candidat de préparer les deux parties pendant cette durée.

La leçon de chimie

Le présent rapport concerne les épreuves de la session 2011 et est destiné à aider les candidats à l'épreuve de la prochaine session. Les précédents rapports sont toujours à disposition sur le site de l'agrégation <http://agregation-physique.org>. Leur lecture attentive est conseillée à tous les candidats, les remarques sont toujours d'actualité mais cette lecture doit s'enrichir du présent rapport pour tenir compte de l'évolution de l'épreuve et de certains sujets.

Quelques remarques ou conseils pourront sembler redondants, mais le jury souhaite renouveler certaines recommandations devant la persistance d'erreurs tant dans la démarche pédagogique que dans la pratique expérimentale.

Lors de cette session, le jury a pu assister à d'excellentes prestations au cours desquelles des candidats ont fait preuve de compétences pédagogiques, de connaissances scientifiques solides et de capacités à les mettre en œuvre dans une démarche construite et personnelle. Le jury regrette cependant d'assister parfois à des prestations révélant des faiblesses importantes, tant dans le domaine des connaissances que dans la capacité à proposer une leçon structurée. Les imprécisions dans l'exposé de notions, des gestes expérimentaux trop approximatifs, ou l'absence d'analyse critique d'un résultat sont en effet sanctionnés.

Quelques remarques générales

Depuis la session 2010, les intitulés des leçons situent le niveau souhaité en distinguant deux niveaux :

- niveau lycée (leçon L) ;
- niveau classe préparatoire aux grandes écoles (CP).

Cette indication générale doit aider le candidat à situer sa leçon sans contrainte d'un programme d'une classe précise, pour construire un exposé personnel en s'inspirant de notions au programme dans plusieurs sections et/ou sur plusieurs années. Cela donne une liberté par rapport aux pré-requis et permet de mieux répondre au titre de la leçon.

Par exemple, pour la leçon 4 « Molécules de la santé : acides aminés et peptides », se limiter aux notions du programme de la classe de Terminale de la série Sciences et Techniques de la Santé et du Social permet certes d'aborder l'étude des acides aminés et de la liaison peptidique mais ne traite pas assez précisément des protéines et de leur structure.

De même, pour la leçon 33 « Hydrométallurgie », suivre le déroulé du programme de classe préparatoire PSI limite l'exposé au cas du zinc, ce qui n'est pas indiqué dans l'énoncé.

De plus, la mise en place de la réforme du lycée s'accompagne de préconisations pédagogiques importantes que ne peuvent ignorer de futurs enseignants. On ne saurait trop recommander aux candidats de s'imprégner de ces nouveaux programmes et en particulier des préambules des différents niveaux des diverses filières pour construire une leçon en adéquation avec les principes d'une démarche scientifique.

La préparation (4 heures)

Les ressources documentaires

Pendant la préparation de la leçon, les candidats ont accès à une bibliothèque contenant des ouvrages du secondaire et du supérieur, ainsi que quelques articles et revues spécialisées. Tous ces ouvrages peuvent être transportés dans la salle de préparation et de présentation de la leçon.

Le jour du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les lieux et découvrir les documents à disposition. Ces ressources doivent aider les candidats, après lecture attentive de l'intitulé de la leçon, à bâtir un plan, à rechercher les protocoles d'expériences possibles.

Les manuels du secondaire disponibles sont ceux des anciens programmes comme des nouveaux programmes. Certains ouvrages un peu anciens proposent parfois des protocoles utilisant des produits déconseillés en raison de préoccupations environnementales ou désormais non disponibles dans les laboratoires. C'est le cas notamment de certains solvants. L'équipe technique oriente alors le candidat vers d'autres produits.

La banque de données numérisées mise à disposition des candidats lors de cette session et des précédentes sera supprimée dès la session 2012 en raison de difficultés d'adaptation et du manque de regard critique souvent constatés de la part de certains candidats par rapport à cette base.

Le rôle de l'équipe technique

Le candidat doit, après avoir pris connaissance de son sujet, fournir à l'équipe technique une fiche comportant la liste détaillée du matériel et des produits demandés. Compte tenu des contraintes locales, il peut parfois être nécessaire d'adapter un protocole issu de la littérature.

Pendant la préparation, le candidat bénéficie de l'assistance de l'équipe technique, et ce, durant tout le temps de la préparation.

Les salles disposent d'un ordinateur équipé des logiciels de traitement de données et certains logiciels de simulation, d'un vidéoprojecteur et d'un rétroprojecteur. Le candidat peut préparer des transparents (non fournis) pour les utiliser au cours de la présentation.

L'équipe offre son aide notamment pour la prise en main de logiciels ou l'acquisition de mesures répétitives et apporte son assistance à la demande du candidat en respectant ses indications pour la mise en place et la réalisation de certaines expériences. La prise en main des logiciels ne s'improvise pas le jour de l'oral, quelques candidats échouent dans l'interprétation des données enregistrées, par manque d'aisance dans l'utilisation du logiciel. La mise en œuvre effective des expériences et leur exploitation sont naturellement sous la responsabilité du candidat.

Il est vivement conseillé, pendant la préparation, d'avoir testé toutes les manipulations présentées devant le jury afin d'éviter toute improvisation pendant le déroulement de l'épreuve. Le jury conseille également de réfléchir soigneusement pendant la préparation au scénario de la présentation, aux étapes des expériences qui seront présentées et à celles qui seront déjà réalisées en préparation mais exploitées ou terminées pendant l'exposé.

Le candidat veillera ainsi à disposer en quantités suffisantes du matériel et des produits qui lui seront utiles lors de la présentation. Pré-peser ou mesurer les quantités de réactifs utiles peut permettre de gagner un temps précieux lors de la réalisation de certaines manipulations.

La présentation de la leçon (50 minutes)

L'exposé dure au maximum 50 minutes. Le jury avertit le candidat lorsque le temps de présentation approche de son terme (cinq minutes avant la fin, correspondant à 10 % du temps de présentation). Les leçons écourtées significativement sont sanctionnées et les candidats dépassant les 50 minutes réglementaires sont interrompus. La gestion du temps est importante : il convient de ne pas déséquilibrer la leçon en traitant à la hâte et, par conséquent, de manière confuse dans les dernières minutes, un pan entier du sujet proposé. Les dernières minutes de la leçon sont souvent mal utilisées : la conclusion doit être pensée à l'avance et ne pas reprendre mot pour mot une introduction éventuelle. La leçon a permis, en principe, d'avancer dans la compréhension de la chimie et cela doit apparaître naturellement en fin d'exposé.

Lors de l'exposé, le candidat peut utiliser plusieurs moyens de communication : tableau, vidéoprojecteur, rétroprojecteur et caméra. Souvent, il le fait avec dextérité et efficacité. Pour pouvoir laisser apparent le plan de l'exposé, le candidat choisira le tableau ou un transparent préparé à l'avance selon la configuration de la salle. Le jury apprécie que les équations associées aux transformations chimiques ou les calculs numériques importants soient, dans la mesure du possible, présentés par le candidat sur le tableau avec un minimum d'aisance par rapport à ses notes. Le vocabulaire doit être précis et rigoureux scientifiquement. Les fautes d'orthographe ou les expressions familières sont à proscrire. Bien sûr, le jury est sensible à une présentation claire et dynamique.

Remarques générales sur la présentation

Le candidat présente une leçon, certes déconnectée de la réalité de la classe, mais la présentation doit en avoir la structure, c'est-à-dire une introduction, une contextualisation voire une problématique, un fil conducteur, des illustrations expérimentales exploitées et une conclusion. L'introduction ne peut se limiter à des pré-requis, les concepts doivent être appréhendés de façon plus globale (transdisciplinaires entre autre) par rapport aux connaissances supposées assimilées jusque là par les élèves auxquels s'adresse le candidat. Les objectifs de la leçon sont trop rarement présentés.

Quel que soit le titre de la leçon, l'exposé doit être contextualisé et inclus dans une démarche d'apprentissage à un niveau donné (lycée ou classe préparatoire). Les choix des notions abordées pendant la leçon doivent être justifiés en regard de cette démarche, qu'il s'agisse de savoirs nouveaux ou d'une mise en perspective par l'expérimentation de savoirs théoriques déjà acquis. Les expériences présentées peuvent alors permettre d'appréhender, de valider ou démontrer les limites de certains modèles en s'appuyant sur des exemples concrets rencontrés au laboratoire ou dans l'industrie.

Les schémas présentés doivent être soignés. La description claire du montage réel sur la paillasse est parfois plus efficace et pertinent qu'une image mal adaptée.

Le jury attend également de la part du candidat une maîtrise des concepts théoriques énoncés. Il n'est pas concevable pour un futur enseignant d'exposer des notions qu'il ne domine pas. Ainsi les structures, les noms des composés chimiques utilisés lors de la présentation doivent être connus ainsi que leurs propriétés physico-chimiques élémentaires (états physiques, propriétés de solubilité....). Les états de la matière doivent être précisés lors de l'écriture des équations de réaction. Certaines notions fondamentales comme la notion d'élément chimique, la variance, la définition d'une transformation totale, les phénomènes de corrosion et les courbes intensité-potentiel ou encore les phénomènes responsables de la couleur des composés posent toujours beaucoup de problèmes aux candidats.

Les expériences doivent être présentes dans toutes les leçons. Elles permettent d'illustrer la leçon, de mettre en valeur les compétences expérimentales du candidat et de montrer ses capacités à les inclure dans un scénario pédagogique.

Même si le jury a pu assister à des présentations intégrant des illustrations expérimentales probantes, il déplore que certains candidats n'en proposent toujours pas malgré les recommandations des précédents rapports. Une leçon dépourvue d'expériences adaptées sera toujours sanctionnée.

Le jury a observé également la démarche non scientifique de quelques candidats qui exposent en premier lieu des modèles théoriques, et n'utilisent l'expérience que comme vérification de résultats annoncés.

Le jury constate encore que quelques candidats font preuve de peu de recul par rapport aux protocoles expérimentaux qu'ils mettent en œuvre. Les protocoles types issus de la littérature, même de référence, ne doivent pas être considérés comme faisant foi dans toutes les circonstances et doivent être adaptés aux choix pédagogiques du candidat. Le jury apprécie que le candidat fasse preuve d'esprit critique dans leur mise en œuvre et qu'il diversifie ses sources.

Les expériences doivent être abouties et, au cours de l'exposé, doivent conduire, lorsqu'elles sont qualitatives, à des conclusions et, lorsqu'elles sont quantitatives, à des exploitations rigoureuses. Le jury regrette que le candidat évoque des expériences qu'il aurait pu faire, ou ébauchées en préparation mais non présentées.

Le jury note par ailleurs l'effort sur les calculs d'incertitudes, même si parfois la nature des facteurs pris en compte ne reflète pas toujours la réalité expérimentale, notamment lors des dosages. Le nombre de chiffres significatifs donné pour un résultat fait partie intégrante d'une démarche rigoureuse.

Les outils de simulation sont trop peu utilisés par les candidats alors qu'ils permettent d'illustrer, avec les

précautions nécessaires, certaines notions théoriques ou de justifier certains choix de protocoles expérimentaux. La simulation peut compléter et étayer des résultats expérimentaux sans s'y substituer.

Les manipulations doivent être réalisées avec soin et maîtrise des conditions opératoires ainsi qu'en respectant les consignes élémentaires de sécurité. Le jury souhaite apporter en ce sens quelques commentaires, suite à de nombreuses erreurs constatées lors des présentations.

- Les caractéristiques et modes de fonctionnement des appareils utilisés doivent être connus par le candidat : en particulier la constitution et le mode de fonctionnement des électrodes, du conductimètre et du spectrophotomètre.
- Il est parfois préférable de réaliser une caractérisation plutôt qu'un calcul de rendement sur un produit que les conditions de l'épreuve n'ont pas permis de sécher ou de purifier correctement. Cette caractérisation est cependant souvent mal réalisée. L'utilisation du banc Kofler ou du réfractomètre d'Abbe en est un exemple. Les techniques de caractérisation par spectroscopie, même si elles ne sont pas disponibles restent très peu évoquées et leur théorie très mal connue ; ce qui est regrettable pour de futurs enseignants au vu des nouveaux programmes de lycée.
- En ce qui concerne la sécurité, le jury rappelle que l'usage des lunettes est obligatoire pour la manipulation de quasiment tous les produits chimiques. En revanche les gants doivent être utilisés avec lucidité et uniquement lors de prélèvements ou manipulations de substances dangereuses et nocives, puis ils doivent être jetés.

La chimie est une science expérimentale, elle doit amener à des résultats précis et argumentés, notamment lors de la réalisation des expériences ou de la confrontation à la théorie.

L'entretien (20 minutes environ)

Les questions du jury ont plusieurs objectifs. Le premier est d'amener les candidats à corriger d'éventuelles erreurs ponctuelles ou à préciser certains points. Le second, essentiel, est de vérifier la capacité des candidats à faire preuve de réflexion, tant dans le domaine théorique que dans le domaine expérimental. L'étendue des connaissances des candidats est parfois mise en évidence lors de cet entretien. Le jury est sensible à la pertinence de la réflexion mise en jeu et à la capacité du candidat à proposer des hypothèses raisonnables face à une situation parfois inattendue. L'honnêteté intellectuelle est là aussi de rigueur.

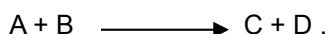
Remarques particulières

(les numéros indiqués correspondent aux titres des leçons de chimie de la session 2011)

Le candidat doit faire une lecture attentive du titre de la leçon pour présenter au jury une prestation y correspondant au plus près, sans partie hors sujet, ni partie écourtée ou oubliée, en faisant attention au pluriel (illustrations, applications...).

Remarques regroupant les leçons 3 ; 15 ; 16 ; 19 ; 21 ; 25 ; 26 ; 30 ; 37 et 38 : ces leçons ne sont pas des séances de travaux pratiques, juxtaposant des expériences. Les expériences doivent s'articuler dans une progression de savoirs et de savoir-faire à acquérir à un niveau donné.

Remarques regroupant les leçons traitant des concepts thermodynamiques, cinétiques ou de la description microscopique de la matière : une leçon ne peut être constituée uniquement de calculs formels, ne présentant que des modèles théoriques déconnectés de toute réalité et sans illustrations pratiques. Quelques candidats restent dans le domaine théorique en utilisant des composés virtuels M, L, ML ou des réactions du type :



Remarques concernant certaines leçons :

1. Solutions électrolytiques ; mises en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (L).

La conductimétrie fait partie de cette leçon, des mesures quantitatives sont trop rarement effectuées.

2. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structure-propriétés (nomenclature exclue). (L)

Les candidats se limitent souvent aux aliphatiques, voire aux premiers alcanes et à quelques alcènes. Ce ne sont pas les seuls hydrocarbures.

3. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (L)

Il manque souvent un fil conducteur entre les différentes expériences présentées.

4. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)

Les bases de la chimie organique biologique ne sont pas souvent acquises. L'illustration expérimentale reste pauvre. Les connaissances sur la structure géométrique des amides et polyamides sont peu assurées.

5. Principe et applications de la spectrophotométrie. (L)

Des expériences qualitatives et quantitatives sont souhaitées. Les solutions étalon doivent être préparées avec soin pour obtenir des résultats exploitables.

6. Équilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (L)

La notion d « équilibre » n'est pas souvent bien mise en évidence.

7. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)

La compréhension du protocole de détermination du pKa d'un indicateur coloré pose souvent problème. La deuxième partie de la leçon est souvent mal traitée.

8. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L) et **9.** Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)

Les expérimentations ne sont pas toujours conduites à leur terme et exploitées correctement.

10. Estérification et hydrolyse des esters. (L)

Le dosage de l'acide restant après estérification est souvent mal maîtrisé. Si on évoque ou si on utilise un montage Dean-Stark, il faut en connaître le principe.

11. Saponification des esters ; applications. (L)

Les applications de la saponification des esters ne se limitent pas à la fabrication des savons.

12. Synthèse et dosage d'un composé d'usage pharmaceutique. (L)

Le candidat se limite souvent à l'étude de l'aspirine, qui n'est pas le seul médicament étudié en lycée.

13. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L) et **14.** Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)

Les expériences réalisées sont trop sommairement exploitées, les concepts de thermodynamique et de cinétique associés à ces deux leçons sont souvent mal compris.

Les applications industrielles sont trop souvent écourtées.

15. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L) et **16.** Contrôle de qualité de produits de la vie courante. (L)

Un contrôle de qualité n'est pas qu'un dosage.

17. Colorants et pigments : extraction, synthèse, identification. (L) et **18.** Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)

Les intitulés de ces leçons sont clairs, les différentes parties doivent être abordées et reliées entre elles. Les molécules utilisées dans les expérimentations sont souvent inconnues des candidats.

20. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)

Le caractère évolutif n'est pas assez mis en valeur. La mise en relation des expériences avec les concepts d'atomistique est peu abordée.

22. Cristaux ioniques : du modèle à la réalité. (CP) et **23.** Métaux et alliages : structures. (CP)

Quelques illustrations expérimentales simples sont possibles, pour illustrer les propriétés de ces solides ou mesurer des grandeurs caractéristiques.

La deuxième partie de ces leçons est souvent écourtée.

24. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)

Quelques illustrations expérimentales simples sont possibles dans cette leçon, trop souvent traitée de façon abstraite et déconnectée de la réalité.

25. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP), **26.** Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP) et **27.** Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)

La compréhension des titrages mis en jeu dans ces trois leçons est approximative.

28. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)

Les exemples doivent être probants.

29. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène ; illustrations. (CP)

Des confusions sont constatées dans le vocabulaire. Les logiciels de simulation sont trop rarement utilisés.

30. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)

On constate souvent un manque d'applications concrètes ou industrielles.

31. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (CP)

La partie sur les applications est souvent écourtée et n'aborde pas toujours les différents domaines de la chimie.

32. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (CP)

Il faut bien lire le titre : il ne s'agit pas de construire le diagramme d'Ellingham mais d'en faire une lecture soignée témoignant de sa compréhension. Les applications industrielles ne doivent pas être oubliées.

33. Hydrométallurgie. (CP)

Les illustrations expérimentales doivent être replacées dans une démarche scientifique.

34. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)

Il faut bien lire le titre : il ne s'agit pas de construire un diagramme E-pH mais d'en faire une lecture précise et d'exploiter ces diagrammes dans des domaines différents

36. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)

Cette leçon est présentée souvent sans recul et de manière trop proche des contenus bibliographiques. On constate des difficultés dans l'exploitation des expériences.

38. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales. (CP)

L'utilisation des modèles moléculaires n'est pas toujours probante, l'illustration expérimentale reste pauvre, les exemples choisis manquent de pertinence.

39. Macromolécules. (CP)

Cette leçon a révélé de grosses lacunes dans ce domaine de la chimie.

Conclusion

La chimie est présente dans de nombreux aspects de la vie quotidienne. Elle est aussi au cœur de nombreuses questions de société, dans les domaines notamment du développement durable et des enjeux énergétiques.

De nombreux candidats, en faisant preuve d'une bonne maîtrise des fondamentaux de cette discipline, ont pu montrer qu'ils en comprenaient aussi les enjeux ; le jury les félicite. Il espère que les commentaires de ce rapport aideront les autres et les futurs candidats à réussir cette épreuve.

Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »

Le présent rapport poursuit un double objectif : dresser un bilan de cette épreuve pour la session ; aider les futurs candidats à préparer cette épreuve. Dans cet esprit, il s'efforce de leur fournir des informations précises sur les modalités de l'épreuve, son déroulement et les attentes du jury. Les futurs candidats trouveront également dans ce rapport des conseils et des recommandations utiles pour se préparer à cette épreuve. Le jury est persuadé que cette épreuve ne peut pas être improvisée au dernier moment, même lorsque l'on exerce déjà les fonctions de professeur ; mais qu'au contraire il s'agit de mettre en place pendant l'année de préparation au concours une préparation méthodique.

En introduction de ce rapport, il paraît essentiel de rappeler l'explicitation de la compétence 1 donnée dans l'arrêté du 12 mai 2010 portant définition des compétences à acquérir par les professeurs, documentalistes et conseillers principaux d'éducation pour l'exercice de leur métier (journal officiel du 18 juillet 2010, copie en annexe du présent rapport) :

« Tout professeur contribue à la formation sociale et civique des élèves. En tant qu'agent public, il fait preuve de conscience professionnelle et suit des principes déontologiques : il respecte et fait respecter la personne de chaque élève, il est attentif au projet de chacun ; il respecte et fait respecter la liberté d'opinion ; il est attentif à développer une attitude d'objectivité ; il connaît et fait respecter les principes de la laïcité, notamment la neutralité ; il veille à la confidentialité de certaines informations concernant les élèves et leurs familles. Il exerce sa liberté et sa responsabilité pédagogiques dans le cadre des obligations réglementaires et des textes officiels ; il connaît les droits des fonctionnaires et en respecte les devoirs. L'éthique et la responsabilité du professeur fondent son exemplarité et son autorité dans la classe et dans l'établissement. »

La compétence 1 est donc celle qui met en regard l'action du professeur avec les obligations légales et morales de tout agent public. Elle précise aussi les responsabilités qu'il doit assumer dans et hors de la classe vis-à-vis des élèves qui lui sont confiés. Les connaissances, capacités et attitudes qui composent cette compétence permettent d'en affiner encore les différentes facettes. La lecture attentive de l'arrêté du 12 mai 2010 et en particulier celle des différents éléments de la compétence 1 constitue donc le point de départ incontournable de toute réflexion du candidat sur ce sujet.

Modalités de l'épreuve

Chaque candidat doit traiter le sujet suivant : **à partir d'activités prenant appui sur le sujet de votre leçon et qui pourraient être mises en œuvre par des élèves ou par leur professeur de sciences physiques, illustrer la compétence : « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ».**

Les candidats disposent de dix minutes pour présenter leur exposé au jury ; cet exposé est suivi d'un entretien de dix minutes. Cette épreuve se déroule après cinq minutes de pause à l'issue de la leçon de chimie et de l'entretien correspondant. La préparation de l'exposé doit être réalisée pendant les quatre heures de préparation qui précèdent la leçon de chimie.

Notes

L'épreuve est notée sur cinq points. Les candidats ayant obtenu des notes de 1 ou 2 sur 5 ont bien souvent réalisé des présentations trop laconiques, non structurées et qui révélaient une réflexion trop parcellaire sur la compétence 1.

L'exposé du candidat

Au travers de l'exposé, le jury vérifie que le candidat a conduit une réflexion sur le métier qu'il souhaite exercer, sur les valeurs et les responsabilités qui y sont attachées, sur son rôle et sa place au sein du système éducatif. Dans sa manière de s'adresser au jury lors de son exposé liminaire, le candidat doit

absolument éviter de lire un texte déjà préparé ou même de donner l'impression de « réciter » un discours appris par cœur et prétendument transposable à toutes les situations. Ainsi, le candidat peut, par exemple :

- partir de la compétence 1 pour mettre en regard l'action du professeur avec les obligations légales et morales de tout agent public ; préciser les responsabilités que le professeur doit assumer dans et hors de la classe vis-à-vis des élèves qui lui sont confiés et illustrer son propos à l'aide d'exemples d'activités empruntés au thème de la leçon abordée que le professeur ou les élèves pourraient réaliser ;
- s'appuyer sur des activités dont le thème est celui de la leçon exposée pour élargir progressivement son propos au regard de la compétence 1.

La correction de la langue, la clarté du propos, l'honnêteté intellectuelle ainsi que l'expression d'une grande sincérité dans les convictions contribuent évidemment à disposer favorablement le jury.

Les exposés proposés par les candidats ont essentiellement porté sur :

- la dimension risque et sécurité liée à la pratique de la chimie académique ou industrielle, le respect de l'environnement, mais ces aspects, certes importants, sont loin d'être les seuls à aborder au cours de la présentation ;
- la place de la chimie dans la société ;
- la vie de l'établissement : la classe, les démarches pédagogiques, les relations avec les différents acteurs de l'établissement, l'utilisation des TICE, le laboratoire, les sorties scolaires ou l'accueil d'intervenants extérieurs.

Le jury attire l'attention des candidats sur les points suivants :

- un nombre trop grand d'exposés était centré davantage sur les compétences « concevoir et mettre en œuvre son enseignement », « organiser le travail de la classe », « prendre en compte la diversité des élèves » que réellement sur la compétence 1 ; cela témoigne d'un manque de préparation et de réflexion pendant l'année ;
- la partie éthique a trop souvent été peu abordée ou alors de façon trop vague et sans mise en perspective avec le métier de professeur ;
- les connexions entre les différents termes de la compétence 1 : « fonctionnaire de l'état, agir, éthique, responsable » ont rarement été développées.

L'entretien

Les questions qui font suite à l'exposé permettent au jury de se former une opinion mieux documentée sur les arguments avancés par le candidat. Elles peuvent amener le jury, dans un premier temps, à demander au candidat de préciser tel ou tel point évoqué lors de son exposé. Elles ont également pour objectif de tester la réflexion du candidat sur le sens qu'il peut avoir de l'éthique et de la responsabilité du professeur dans l'exercice de son métier. Les questions posées au candidat, même si elles peuvent paraître parfois précises, n'ont pas pour but de le mettre en difficulté sur des connaissances factuelles de telle ou telle circulaire, ni de vérifier sa conformité à tel ou tel mode intellectuel ou idéologique concernant l'éducation, mais plutôt de tester sa capacité à organiser une analyse, à conceptualiser une question, à repérer les ressources en matière d'information... Lors de cet entretien, le candidat doit faire preuve à la fois de capacité d'écoute et de réactivité. Il peut aussi élargir son propos, par exemple, à des situations liées aux sciences en général et pas seulement à la chimie, à des problématiques liées à la vie de l'établissement et pas seulement au travail de la classe.

Conclusion

Compétences attendues par le jury :

1. le candidat doit avoir construit un exposé structuré et argumenté au cours de la préparation ;
2. le candidat doit mener une réflexion sur la compétence 1 illustrée par des activités liées au thème de la leçon ;
3. le candidat doit faire preuve d'ouverture et d'esprit d'analyse, lors de l'entretien, pour conduire un dialogue nourri et réflexif avec le jury ;
4. le candidat doit utiliser judicieusement son temps de parole : l'exposé ne doit être ni lapidaire, ni constitués de peu d'éléments développés à outrance et de façon répétitive.

Ce que l'épreuve n'est pas :

1. une compilation de textes administratifs déconnectés de la pratique professionnelle à réciter devant le jury ;
2. un prolongement des aspects pédagogiques de la leçon sans aucun lien avec la compétence 1 ;
3. un exposé abstrait sans illustrations.

Les candidats sont invités à se tenir informés des évolutions du système éducatif en consultant, en particulier :

- le Bulletin officiel de l'Éducation nationale ;
- le site du ministère de l'Éducation nationale ;
- le site Eduscol.

Rapport sur le montage de physique 2011

Introduction

Le montage est une épreuve redoutée des candidats. Les expériences sont pourtant les fondements des sciences physiques et devraient faire partie du savoir-faire de tout physicien. Malheureusement, bien souvent les candidats, qui ont plutôt de bonnes connaissances théoriques, sont désarmés devant la pratique alors que le plus souvent le simple bon sens et la curiosité permettent de mener à bien des expériences intéressantes et quantitatives.

Comme chaque année, le jury a pu assister à d'excellents montages combinant des expériences choisies avec pertinence, des manipulations soignées et des analyses correctes des résultats. En revanche, on voit encore trop de prestations faibles, soit par méconnaissance de la nature de l'épreuve, qui ne doit pas être confondue avec une leçon ou un « TP-cours », soit parce que les connaissances expérimentales sont mal maîtrisées ainsi que, trop souvent, les notions correspondantes, soit enfin parce que les expériences choisies ou leur interprétation sont hors sujet.

Ce rapport a pour objectif d'aider les candidats à se préparer à cette épreuve en donnant des indications générales ainsi que des remarques spécifiques aux différents sujets de montage.

Déroulement de l'épreuve

Le montage de physique est la seule épreuve où le candidat a le choix entre deux sujets. Une fois ce choix effectué, il n'est pas possible de revenir en arrière. Le candidat dispose ensuite de 4 heures pour monter des dispositifs expérimentaux et réaliser des mesures illustrant le thème choisi.

A l'issue de cette préparation, la présentation devant le jury dure 40 minutes. Ce temps doit être utilisé à réaliser des mesures quantitatives et à analyser la pertinence des résultats obtenus dans le cadre du thème choisi. Durant la présentation, le jury peut être amené à se déplacer pour voir de plus près les expériences réalisées par le candidat, qui ne doit pas pour autant s'interrompre dans sa présentation.

Au terme de l'exposé, le jury interroge le candidat au sujet :

- de ses choix de protocoles expérimentaux et du matériel utilisé ;
- de ses mesures et des analyses effectuées ;
- de ses interprétations en lien avec le thème du montage.

Ces questions visent à évaluer, outre la compréhension des phénomènes physiques impliqués, les capacités du candidat à réaliser des mesures correctes et à les interpréter.

L'épreuve de montage

Cette épreuve nécessite une **approche expérimentale** des phénomènes étudiés. Contrairement à l'épreuve de leçon, les lois physiques n'ont pas à être démontrées. Cependant, leurs domaines de validité doivent être connus car ils conditionnent les choix des protocoles expérimentaux ainsi que la discussion des valeurs obtenues lors des mesures. Cette question de la validité des hypothèses utilisées dans l'établissement d'une loi physique au regard des expériences réalisées est parfois cruciale dans la discussion des résultats obtenus.

Un montage ne se conçoit pas sans **mesures effectuées devant le jury avec évaluation de la précision**. Les valeurs mesurées doivent, lorsque c'est possible, être discutées et comparées à des valeurs tabulées ou attendues.

L'utilisation des mesures réalisées devant le jury est primordiale. Certains candidats (trop nombreux) se contentent de présenter le principe d'une mesure, sans la réaliser et exploitent ensuite uniquement les résultats obtenus en préparation. Le jury n'en tient alors pas compte.

Les candidats doivent montrer qu'ils maîtrisent les protocoles utilisés pour les mesures et manipulations effectuées pendant la préparation, en les complétant lors de la présentation, dans des conditions identiques afin d'en montrer la compatibilité. A cette fin, il est conseillé de choisir un point situé dans l'intervalle d'étude utilisé en préparation, plutôt qu'un point extérieur.

Remarques générales issues des observations du jury de la session 2011

Choix des expériences

Les candidats sont libres de choisir les expériences illustrant le sujet choisi. Il n'existe pas d'expérience « incontournable ». Par ailleurs, la multiplication des montages expérimentaux peut s'avérer dangereuse. Mieux vaut deux expériences pertinentes bien réalisées et bien exploitées que quatre inabouties. Par contre, trop d'expériences sont systématiquement utilisées (voire usées) dans plusieurs (4, 5 ou plus) montages, sans aucun effort d'adaptation au sujet. Les candidats semblent avoir étudié un nombre limité d'expériences passe-partout et ne font que les reproduire souvent sans en comprendre la physique, et sans en examiner la pertinence pour le montage préparé.

Des expériences qualitatives permettant de mettre en évidence les phénomènes étudiés et de préciser les ordres de grandeurs peuvent servir d'introduction. Il ne faut cependant pas les multiplier sous peine de se ramener à une succession « d'expériences de cours ».

Certains montages expérimentaux peuvent illustrer des sujets différents. Néanmoins, la reproduction intégrale d'un protocole vu en cours d'année pour telle ou telle expérience n'est pas toujours pertinente. Il faut en particulier prendre soin d'adapter les grandeurs physiques mesurées et interprétées au sujet du montage. Le circuit RC a encore connu une excessive popularité cette année et a été utilisé dans une grande variété de montages allant des régimes transitoires au filtrage de signaux en passant par les mesures électriques. Si ce choix reste possible, il est alors vivement souhaitable qu'une deuxième expérience plus ambitieuse soit présentée.

Enfin, il ne faut pas se priver des dispositifs modernes de l'électronique grand public. Par exemple, pourquoi se limiter à l'utilisation de la table à coussin d'air en mécanique, quand tous les appareils photos, téléphones portables ou autres sont équipés d'accéléromètres sensibles ?

Préparation

La préparation s'effectue avec l'assistance de l'équipe technique. C'est au candidat, et non aux techniciens, de choisir les composants et de réaliser la manipulation des logiciels de traitement de données. Les techniciens peuvent, si nécessaire, réaliser des mesures répétitives pour le candidat en suivant strictement le protocole expérimental (même erroné) établi par celui-ci et éventuellement saisir les valeurs mesurées.

Les candidats devraient plus souvent consulter les notices et/ou spécifications des appareils ou composants utilisés. Comme on ne dispose pas de la notice de tous les appareils, il leur est donc recommandé de choisir ceux qu'ils connaissent ou dont la notice est disponible. D'autre part, les collections ne se visitent que le jour du tirage au sort. Il est impossible d'y avoir accès entre ce jour et le moment de l'épreuve.

Présentation

Les candidats, dans la mesure du possible doivent organiser leurs montages de façon à ne pas passer 40 minutes à manipuler dos au jury.

De même, il faut consacrer une petite partie de la préparation à l'organisation du tableau. Cela permet d'éviter de perdre du temps pendant la présentation (à chercher une valeur tabulée non indiquée sur le tableau par exemple).

Il est aussi conseillé aux candidats de réserver quelques minutes avant l'arrivée du jury pour reprendre en main le début de la présentation, de manière débiter celle-ci dans de bonnes conditions.

Le jury rappelle que le tableau ne doit pas être effacé ni pendant la présentation ni au moment des questions.

Manipulations et mesures.

Une connaissance des principes de fonctionnement des appareils utilisés est attendue dans l'épreuve de montage. Notamment, l'utilisation d'un capteur plutôt qu'un autre pour une mesure donnée ne peut se faire qu'en connaissant leurs caractéristiques : linéarité, temps de réponse, bande passante, saturation éventuelle.

De même, les candidats doivent connaître les unités utilisées y compris la signification d'unités comme le lux.

L'utilisation de « boîtes noires » telles que diverses plaquettes de montages électroniques, spectrophotomètre interfacé sur ordinateur ..., n'est pas à recommander aux candidats qui les découvrent lors de l'épreuve. On attend, en effet, que la signification physique et l'incidence sur les mesures des divers

paramètres, réglables ou non, de ces outils soient connues.

Les mêmes remarques s'appliquent aux logiciels de traitement des données utilisés. Si une FFT est obtenue d'un simple clic, bien souvent la résolution spectrale est confondue avec le déplacement des curseurs « de part et d'autre du pic » et les paramètres d'obtention sont ignorés. Les candidats doivent de plus connaître les propriétés élémentaires de la transformée de Fourier discrète pour pouvoir interpréter correctement leurs résultats.

Si l'utilisation de logiciels est souhaitable (quand elle ne se substitue pas -en terme d'effort et de temps passé- à la physique) dans l'exposition des résultats obtenus et leur traitement, elle devient contre-productive quand le candidat connaît mal les logiciels qu'il utilise. Nous avons vu plusieurs candidats incapables de faire apparaître sur les graphes obtenus en préparation les points de mesure qu'ils avaient réalisés devant nous.

L'acquisition de données sur ordinateur est un outil extrêmement utile, à condition que le signal existe et ait été identifié à l'aide d'appareils traditionnels (oscilloscope ou autre). On risque autrement de faire de nombreux essais « à l'aveugle » avant d'obtenir un résultat satisfaisant. Il faut d'autre part être conscient que même si le critère de Shannon est respecté, la représentation du signal peut paraître singulièrement déformée si la période d'échantillonnage est mal choisie.

En ce qui concerne les expériences d'optique, le jury voit encore trop souvent des montages mal alignés avec des images présentant des aberrations. Rappelons que de nombreux bancs d'optique existent dans la collection. Cette remarque s'applique à tous les montages où l'optique est utilisée, pas seulement à ceux qui ont spécifiquement traité à l'optique. D'autre part, le laser est une source pratique dans de nombreux cas, mais certains effets (cohérence spatiale ou temporelle en particulier) ne peuvent pas être mis en évidence. Dans les montages où ces questions jouent un rôle central, l'utilisation sur une expérience au moins d'une source autre qu'un laser serait appréciable. Attention aussi aux lasers dits « non polarisés », dont la polarisation est en fait partielle et fluctuante, ce qui peut conduire à des signaux très bruités.

Dans la présentation graphique des mesures, le jury attend :

- que les points de mesure soient bien visibles et pas seulement les lignes qui les joignent.
- que les points résultant des mesures réalisées devant le jury et ceux obtenus en préparation soient clairement identifiables.
- que les grandeurs associées aux axes avec leurs unités soient clairement indiquées.
- que les pentes dans les modélisations affines ou linéaires soient données avec leurs unités.

Validation des mesures

- Les notions de barres d'erreurs, d'incertitudes, d'intervalle de confiance et les hypothèses (indépendance des variables aléatoires, nature statistique des erreurs, absences de biais) qui permettent d'établir les formules utilisées sont globalement non maîtrisées par la très grande majorité des candidats, ce qui conduit souvent à des évaluations aberrantes.

- Ne pas confondre incertitudes et erreurs systématiques. On ne peut espérer diminuer ces dernières en faisant une statistique sur plusieurs mesures.

- Penser aux incertitudes et erreurs systématiques dues aux systèmes d'acquisitions et aux traitements informatiques.

- Beaucoup de déterminations expérimentales ont une erreur de pointé, qui est souvent prépondérante devant l'incertitude provenant des appareils de mesure. Cette erreur doit donc être évaluée avec soin et le protocole de mesure choisi pour les minimiser. Cette remarque ne signifie cependant pas que les erreurs de ce type soient omniprésentes.

- Étudier quantitativement si les caractéristiques du montage utilisé sont dans le domaine de validité du modèle servant à l'interprétation de l'expérience.

- La proportionnalité entre deux grandeurs physiques doit être validée en traçant un graphe et non en calculant une succession de rapports.

- Les discussions sur les intervalles de confiance obtenus pour l'identification de paramètres par régression à l'aide de calculs sur ordinateur sont les bienvenues ; cependant, l'interprétation des grandeurs statistiques issues des logiciels utilisés ainsi que la notion d'intervalle de confiance doivent être bien maîtrisées.

- Les candidats ne doivent pas surestimer leurs erreurs pour tenter de retrouver une valeur tabulée dans l'intervalle de confiance. Ce camouflage, mal apprécié du jury, ne traduit pas la démarche scientifique attendue.

- Les candidats disposent en bibliothèque d'ouvrages de référence de type Handbook qu'ils doivent utiliser pour obtenir les valeurs tabulées des grandeurs qu'ils mesurent.

Commentaires sur certains montages:

1 Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.

Il faut bien différencier mécanique du point et mécanique du solide pour valider un modèle théorique. Les trois aspects de l'intitulé sont d'égale importance. Les systèmes isolés ou pseudo-isolés ne sont pas les seuls pouvant illustrer ce montage.

2 Phénomènes de surface.

La tension superficielle (intitulé 2010) n'est pas le seul phénomène de surface pouvant être mis en évidence.

3 Dynamique des fluides.

Comme recommandé par les précédents rapports, les candidats pensent à évaluer le nombre de Reynolds mais les conclusions qu'ils en tirent sont souvent incomplètes ou erronées. Rendre l'expérience de l'écoulement de Poiseuille quantitative nécessite certaines précautions. Le principe des anémomètres utilisés doit être connu.

4 Thermométrie.

Ce montage est trop souvent réduit à un catalogue de capteurs thermométriques sans hiérarchie.

5 Transitions de phase.

Ce montage peut et doit être quantitatif. Il faut pour cela avoir bien réfléchi aux conditions permettant d'atteindre l'équilibre thermodynamique. Dans ce domaine, les mesures « à la volée » sont souvent très imprécises. La chaleur latente peut provenir de mesures calorimétriques, pas seulement de la courbe $p(T)$.

6 Instrument(s) d'optique

Les candidats doivent connaître et comprendre les conditions d'obtention d'images de bonne qualité. Il n'est pas suffisant d'appliquer aveuglément un protocole trouvé dans un livre.

7 Interférences lumineuses ; condition d'obtention.

Trop de candidats ne font pas le rapport entre leurs connaissances théoriques sur les cohérences spatiale et temporelle, et leurs observations expérimentales. Il en résulte souvent des montages mal réglés ou mal utilisés. Pourtant ce montage peut fournir des résultats quantitatifs précis si le candidat s'y prend bien.

8 Diffraction des ondes lumineuses.

La différence entre diffraction de Fraunhofer et diffraction de Fresnel doit être connue, et l'on doit s'assurer que les conditions de Fraunhofer (tant sur l'onde incidente que sur le plan d'observation) sont remplies si l'on utilise les formules associées. Rappelons que les phénomènes de diffraction peuvent s'observer avec d'autres sources lumineuses que des lasers, dont le « speckle » peut parfois nuire à la précision des mesures.

9 Spectrométrie optique.

Quel que soit l'appareil de mesure utilisé, notamment le spectromètre à entrée fibrée interfacé avec l'ordinateur, son principe et sa manipulation et sa résolution doivent être connus. Le prisme à vision directe doit être réservé aux observations qualitatives.

10 Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.

Le jury a vu de bons montages sur ce sujet. Cependant, la signification de certains termes comme lame taillée parallèlement ou perpendiculairement à l'axe, lignes neutres, doit être connue.

11 Production et analyse d'une lumière polarisée.

Il est indispensable de différencier, si possible par des expériences, polarisation partielle et polarisation elliptique ; de même lumière naturelle et polarisation circulaire. La loi de Malus est souvent mal réalisée et mal exploitée.

12 Émission et absorption dans le domaine optique.

Si ce montage se distingue plus du montage n°9 cette année, les deux aspects de l'intitulé doivent être abordés. Rappelons que la qualité des mesures dans ce montage est souvent liée à une bonne

connaissance des spectromètres utilisés.

13 Lasers.

L'apparition des tavelures (speckle) est rarement bien comprise. La notion de cohérence temporelle doit être illustrée et discutée en fonction des différents paramètres. Le montage est souvent limité à des études sur le laser He-Ne. Les lasers à semi-conducteur présentent une alternative intéressante pour l'étude de certaines propriétés.

14 Photorécepteurs.

Il importe de distinguer les détecteurs photoniques et thermiques, notamment du point de vue de leur réponse spectrale. La notion de point de fonctionnement peut être utile pour bien expliquer et justifier un montage avec photodiode.

15 Production et mesure de champs magnétiques.

Cette année, l'utilisation de la sonde à effet Hall a été mieux maîtrisée et les expériences présentées plus variées.

16 Milieux magnétiques.

Ne pas se limiter aux milieux ferromagnétiques. L'étude exhaustive du transformateur est marginale dans ce montage ; cet appareil n'a d'intérêt que dans la mise en évidence des propriétés des ferromagnétiques.

17 Métaux.

Ce montage doit mettre en évidence différentes caractéristiques propres aux métaux. Les expériences présentées se réduisent souvent aux conductivités thermiques et électriques.

18 Matériaux semi-conducteurs.

La variété des matériaux semi-conducteurs fait qu'il est parfois difficile de savoir quel est le matériau utilisé dans un composant commercial, ou quel est le dopage dans certaines plaquettes. Les candidats mesurent alors des propriétés sans pouvoir les comparer à quoi que ce soit. Il vaut donc mieux utiliser des composants de caractéristiques connues.

19 Condensateurs et effets capacitifs. Applications.

Le jury souhaite assister à des expériences ne se réduisant pas à celle du circuit RC ou du condensateur modèle.

20 Induction, auto-induction.

La notion d'inductance mutuelle est souvent oubliée ou mal dégagée, par suite de mauvais choix dans les protocoles expérimentaux.

21 Conversion de puissance électrique-électrique.

Suite aux remarques des années précédentes l'utilisation du régime nominal de fonctionnement a été plus répandue cette session.

22 Exemples de conversion électrique mécanique.

Même si l'étude d'un haut-parleur relève du thème, l'aspect quantitatif de la conversion électrique-mécanique n'a pas été mis en œuvre avec succès.

23 Capteurs et transducteurs.

Les notions de temps de réponse des capteurs et de fonction de transfert des transducteurs sont essentielles. On devrait aussi s'intéresser aux qualités de fidélité, sensibilité et justesse qui permettent de transformer ces capteurs en instruments de mesure.

24 Mesures électriques (mesure des fréquences exclues).

Les possibilités d'études offertes par ce montage, sont, en moyenne, insuffisamment exploitées et le jury a encore assisté à des montages se réduisant à des mesures au multimètre.

25 Amplification de signaux.

De nombreux aspects des amplificateurs sont éludés : distorsion, impédance, rendement, en particulier. D'autre part, l'amplificateur opérationnel, comportant de nombreux circuits internes de compensation, n'est pas l'objet idéal pour aborder ce montage. Un circuit simple à transistors pourrait être plus illustratif.

26 Mise en forme, transport et détection de l'information.

Ce montage ne doit pas se restreindre à la modulation d'amplitude. Dans le cas de la démodulation synchrone, le problème de la récupération de la porteuse est systématiquement passé sous silence.

27 Acquisition, analyse et traitement des signaux.

Les caractéristiques de la numérisation d'un signal ont été mieux illustrées cette année. L'analyse des signaux ne se limite pas à une FFT sur un oscilloscope. L'aspect traitement du signal est trop souvent absent notamment le rapport signal/bruit.

28 Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).

La résolution spectrale lors d'une transformée de Fourier discrète n'est pas toujours connue. Même si un stroboscope présente un intérêt pédagogique, il ne saurait être préféré à un fréquencemètre. Lorsqu'on dispose d'une méthode plus précise, l'utilisation du chronomètre n'est pas recommandée.

29 Mesure de longueurs.

Le jury a pu assister cette année à des montages variés et bien structurés. Cependant, les incertitudes, malgré leur importance dans ce montage, sont souvent très mal gérées et mal hiérarchisées.

30 Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).

Les notions de stabilité, puis de temps de réponse et de précision sont essentielles dans ce montage. Le monde moderne regorge de systèmes asservis évitant l'utilisation de « boîtes noires » présentant des défauts introduits exprès pour qu'on les corrige par asservissement.

31 Instabilités et phénomènes non linéaires.

Les candidats doivent prendre en compte les deux aspects de l'intitulé du montage. Cette année, les présentations se sont trop souvent limitées aux aspects non-linéaires.

32 Ondes : propagation et conditions aux limites.

L'existence de conditions aux limites permet aussi l'apparition de phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférence, propagation guidée... La notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

33 Ondes acoustiques.

Les phénomènes de réflexion/transmission ont aussi leur place dans ce montage. En outre le jury apprécie qu'on ne se limite pas à la propagation dans l'air ni à une gamme de fréquences restreinte aux fréquences audibles.

34 Résonance.

La résonance ne se limite pas à l'étude du circuit RLC. Les critères de détermination expérimentale de la fréquence de résonance ne sont pas toujours pertinents. Le rapport entre la largeur de la résonance et la durée du transitoire est trop souvent ignoré. La notion de facteur de qualité ou un équivalent est trop souvent absente.

35 Oscillateurs auto-entretenus.

Un oscillateur à quartz serait le bienvenu avec son fort facteur de qualité. Le rôle de la phase pour la détermination de la fréquence d'oscillation est rarement compris.

36 Couplage des oscillateurs.

Le jury met en garde les candidats contre l'utilisation de dispositifs dont la modélisation n'est pas comprise.

37 Filtrage de signaux.

Ce montage se limite bien trop souvent à une étude d'un filtre RC. Rappelons que d'autres filtres existent, y compris des filtres actifs.

38 Régimes transitoires.

Les régimes transitoires ne se réduisent pas à la relaxation des systèmes linéaires en électricité. Par ailleurs, l'établissement de régimes forcés peut conduire à une physique bien plus variée que le retour à une situation d'équilibre.

39 Phénomènes de transport.

Le choix des expériences doit veiller à souligner l'aspect transport. Il existe d'autres phénomènes de transport que ceux régis par une équation de type $\mathbf{j} = \alpha \mathbf{grad} V$.

40 Phénomènes dissipatifs.

Ce montage peut donner lieu aux mêmes expériences que le précédent (n°39), puisque de nombreux phénomènes de transport sont dissipatifs. Il est toutefois important de remarquer que ce que l'on veut démontrer et mesurer est assez différent.

Sujets des épreuves orales de la session 2011

Leçons de physique 2011

Les leçons sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique.

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. Équilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Exemples d'utilisation des lois de conservation en dynamique des systèmes.
6. Principes de la cinématique relativiste. Conséquences.
7. Dynamique relativiste. Exemples.
8. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux. Nombre de Reynolds. Exemples simples.
9. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
10. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides : applications.
11. Modèle du gaz parfait.
12. Fonctions d'état caractéristiques d'un système à l'équilibre thermodynamique. Identités thermodynamiques. Applications.
13. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé. Potentiels thermodynamiques. Exemples.
14. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
15. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
16. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
17. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
18. Introduction au facteur de Boltzmann à partir d'un exemple au choix.
19. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application aux transferts thermiques radiatifs.
20. Phénomènes de transport. Illustration(s).
21. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
22. Induction électromagnétique. Applications.
23. Résonance magnétique. Exemples et applications.
24. Systèmes bouclés. Applications.
25. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale. Exemples et applications.
26. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
27. Ondes acoustiques dans les fluides.
28. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe. Paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
29. Propagation guidée. Exemples et applications.
30. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisation microscopique.
31. Effet de peau. Comportement d'une onde électromagnétique à la surface d'un conducteur.
32. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
33. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat. Exemples.
34. Application des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix.
35. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.
36. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
37. Diffraction de Fraunhofer. Applications.
38. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
39. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement. Caractéristiques et applications.

40. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
41. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
42. Exemples de phénomènes quantiques.
43. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie. Exemples.
44. Effet tunnel. Applications.
45. Le noyau : stabilité, énergie. Applications
46. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique : modes propres. Systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
47. La molécule : stabilité, énergie. Applications.
48. Cohésion de la matière condensée.
49. Chaîne unidimensionnelle infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus.
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.
56. Illustration de l'intérêt de la notion de symétrie dans différents domaines de la physique.

Leçons de chimie 2011

L : à traiter au niveau des classes du second cycle des lycées : 1^{ère} S, Terminale S (y compris l'enseignement de spécialité), Terminale ST2S.

CP : à traiter au niveau des classes préparatoires : MPSI, PTSI, MP, PSI et PT.

1. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (L)
2. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structure - propriétés (nomenclature exclue). (L)
3. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (L)
4. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)
5. Principe et applications de la spectrophotométrie. (L)
6. Équilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (L)
7. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)
8. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L)
9. Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)
10. Estérification et hydrolyse des esters. (L)
11. Saponification des esters ; applications. (L)
12. Synthèse et dosage d'un composé d'usage pharmaceutique. (L)
13. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L)
14. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)
15. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L)
16. Contrôle de qualité de produits de la vie courante. (L)
17. Colorants et pigments : extraction, synthèse, identification. (L)
18. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)
19. Dosages directs et indirects. (L)
20. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)
21. Illustrations expérimentales des relations structure – propriétés des molécules. (CP)
22. Cristaux ioniques : du modèle à la réalité. (CP)
23. Métaux et alliages : structures. (CP)
24. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)
25. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP)
26. Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP)
27. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)
28. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)
29. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène ; illustrations. (CP)
30. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)
31. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (CP)
32. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyroméallurgie. (CP)
33. Hydroméallurgie. (CP)
34. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)
35. Applications des courbes intensité-potentiel. (CP)
36. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)
37. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (CP)
38. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales. (CP)
39. Macromolécules. (CP)

Montages 2011

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Phénomènes de surface.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Instrument(s) d'optique.
7. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
8. Diffraction des ondes lumineuses.
9. Spectrométrie optique.
10. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
11. Production et analyse d'une lumière polarisée.
12. Émission et absorption dans le domaine optique.
13. Lasers.
14. Photorécepteurs.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Condensateurs et effets capacitifs. Applications.
20. Induction, auto-induction.
21. Conversion de puissance électrique-électrique.
22. Exemples de conversion électrique-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques (mesure des fréquences exclue).
25. Amplification de signaux.
26. Mise en forme, transport et détection de l'information.
27. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
28. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
29. Mesure de longueurs.
30. Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).
31. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
32. Ondes : propagation et conditions aux limites.
33. Ondes acoustiques.
34. Résonance.
35. Oscillateurs auto-entretenus.
36. Couplage des oscillateurs.
37. Filtrage de signaux.
38. Régimes transitoires.
39. Phénomènes de transport.
40. Phénomènes dissipatifs.

Sujets des épreuves orales de la session 2012

Leçons de physique 2012

Les leçons sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique.

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. Équilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Exemples d'utilisation des lois de conservation en dynamique des systèmes.
6. Principes de la cinématique relativiste. Conséquences.
7. Dynamique relativiste. Exemples.
8. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux. Nombre de Reynolds. Exemples simples.
9. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide ; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
10. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides : applications.
11. Modèle du gaz parfait.
12. Fonctions d'état caractéristiques d'un système à l'équilibre thermodynamique. Identités thermodynamiques. Applications.
13. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé. Potentiels thermodynamiques. Exemples.
14. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
15. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
16. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
17. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
18. Introduction au facteur de Boltzmann à partir d'un exemple au choix.
19. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application aux transferts thermiques radiatifs.
20. Phénomènes de transport. Illustration(s).
21. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
22. Induction électromagnétique. Applications.
23. Résonance magnétique. Exemples et applications.
24. Systèmes bouclés. Applications.
25. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale. Exemples et applications.
26. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
27. Ondes acoustiques dans les fluides.
28. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe. Paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
29. Propagation guidée. Exemples et applications.
30. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisation microscopique.
31. Effet de peau. Comportement d'une onde électromagnétique à la surface d'un conducteur.
32. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
33. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat. Exemples.
34. Applications des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix.
35. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.
36. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
37. Diffraction de Fraunhofer. Applications.
38. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.

39. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement. Caractéristiques et applications.
40. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
41. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
42. Exemples de phénomènes quantiques.
43. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie. Exemples.
44. Effet tunnel. Applications.
45. Le noyau : stabilité, énergie. Applications.
46. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique : modes propres. Systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
47. La molécule : stabilité, énergie. Applications.
48. Cohésion de la matière condensée.
49. Chaîne unidimensionnelle infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus.
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. Exemple d'effets de non linéarité sur le comportement d'un oscillateur.
56. Illustration de l'intérêt de la notion de symétrie dans différents domaines de la physique.

Leçons de chimie 2012

Les leçons (L) sont à traiter au niveau des classes de seconde générale et technologique, première S, terminale S (y compris l'enseignement de spécialité), terminale ST2S, première STL (spécialité PCL).

Les leçon (CP) sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles MPSI, PTSI, TSI (classes de première année) et MP, PSI, PT, TSI2 (classes de deuxième année).

1. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (L)
2. Le squelette carboné des hydrocarbures : relation structure - propriétés (nomenclature exclue). (L)
3. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)
4. Principes et applications de la spectrophotométrie. (L)
5. Équilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (L)
6. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)
7. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L)
8. Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)
9. Estérification et hydrolyse des esters. (L)
10. Saponification des esters ; applications. (L)
11. Synthèse et dosage d'un composé d'usage pharmaceutique. (L)
12. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L)
13. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)
14. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L)
15. Contrôle de qualité des produits de la vie courante. (L)
16. Colorants et pigments : extraction, synthèse, identifications. (L)
17. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)
18. Dosages directs et indirects. (L)
19. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)
20. Illustrations expérimentales des relations structure - propriétés des molécules. (CP)
21. Cristaux ioniques : du modèle à la réalité. (CP)
22. Métaux et alliages : structures. (CP)
23. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)
24. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP)
25. Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP)
26. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)
27. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)
28. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène : illustrations. (CP)
29. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)
30. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus).(CP)
31. Lecture et illustration des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (CP)
32. Hydrométallurgie. (CP)
33. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)
34. Applications des courbes intensité - potentiel. (CP)
35. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)
36. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (CP)
37. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales. (CP)
38. Macromolécules. (CP)

Montages 2012

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Phénomènes de surface.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Instrument(s) d'optique.
7. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
8. Diffraction des ondes lumineuses.
9. Spectrométrie optique.
10. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
11. Production et analyse d'une lumière polarisée.
12. Émission et absorption dans le domaine optique.
13. Lasers.
14. Photorécepteurs.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Condensateurs et effets capacitifs. Applications.
20. Induction, auto-induction.
21. Conversion de puissance électrique-électrique.
22. Exemples de conversion électrique-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques (mesure des fréquences exclue).
25. Amplification de signaux.
26. Mise en forme, transport et détection de l'information.
27. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
28. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
29. Mesure de longueurs.
30. Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).
31. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
32. Ondes : propagation et conditions aux limites.
33. Ondes acoustiques.
34. Résonance.
35. Oscillateurs auto-entretenus.
36. Couplage des oscillateurs.
37. Filtrage des signaux.
38. Régimes transitoires.
39. Phénomènes de transport.
40. Phénomènes dissipatifs.