

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

Concours de second degré – Rapport de jury

Session 2013

AGRÉGATION

PHYSIQUE-CHIMIE

OPTION PHYSIQUE

Concours externe

Rapport de jury présenté par Pierre Desbiolles
Inspecteur général de l'éducation nationale, 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 2013.....	4
Informations statistiques.....	5
Épreuves d'admissibilité	7
Rapport sur la composition de physique 2013.....	8
Rapport sur la composition de chimie 2013	13
Rapport sur le problème de physique 2013.....	15
Épreuves d'admission	17
Rapport sur la leçon de physique.....	18
Rapport sur la leçon de chimie.....	23
Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ».....	28
Rapport sur le montage de physique.....	31
Sujets des épreuves orales de la session 2013	39
Leçons de physique 2013.....	40
Leçons de chimie 2013.....	42
Montages 2013.....	43
Sujets des épreuves orales de la session 2014.....	44
Leçons de physique 2014.....	45
Leçons de chimie 2014.....	46
Montages 2014.....	47

Composition du jury

M. Pierre DESBIOLLES	Inspecteur général de l'éducation nationale Président du jury
M. Jean-Marc BERROIR	Professeur des universités Vice-président du jury
M. Michel VIGNERON	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
M. Jean-François ALLEMAND	Professeur des universités
M. Daniel BAZZALI	Professeur de chaire supérieure
M. Bertrand BERCHE	Professeur des universités
M. Frédéric BERNARDOT	Maître de conférences
Mme Marie BOURGAULT	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale
M. Christian BRUNEL	Professeur de chaire supérieure
Mme Catherine CHARDON	Professeure de chaire supérieure
Mme Élisabeth CHARLAIX	Professeure des universités
M. Nicolas CHEYMOL	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
Mme Émilie GENIN	Maître de conférences
M. David GUERY-ODELIN	Professeur des universités
Mme Delphine HUMILIERE	Professeure agrégée affectée dans le supérieur
M. Stéphane KOMILIKIS	Professeur de chaire supérieure
M. Jean-Christophe LARBAUD	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
M. Julien LE BERRE	Professeur agrégé
Mme Christine LEFROU	Maître de conférences
Mme Anne PANSU	Professeure de chaire supérieure
Mme Christelle POUX	Professeure de chaire supérieure
M. Philippe TORDJEMAN	Professeur des universités
Mme Audrey THUILLIEZ	Professeure agrégée
M. François VANDENBROUCK	Professeur de chaire supérieure
M. Marc VINCENT	Professeur de chaire supérieure
M. Christophe VOISIN	Professeur des universités
Mme Gisèle VOLET	Maître de conférences

Avant-propos

Comme en 2011 et en 2012, 75 postes ont été ouverts au concours 2013 de l'agrégation externe de physique-chimie, option physique. Ces 75 postes ont été pourvus par le jury. Le nombre de candidats ayant composé aux trois épreuves écrites en 2013 est légèrement supérieur à ceux de 2012 et de 2011, sans que l'on puisse encore en inférer une tendance forte. Parmi les 168 candidats admissibles, on notera un nombre significatif d'élèves des Écoles normales supérieures (36). Ce nombre est inférieur à celui de 2012 (47), alors que le nombre d'étudiants admissibles en 2013 est très proche de celui de 2012 (56 en 2013 contre 55 en 2012), si bien que l'on constate pour cette session une nette augmentation du nombre de professeurs certifiés ou de lycées professionnels admissibles (61 en 2013 contre 49 en 2012). Si la plupart des normaliens ont été admis au concours, un peu plus d'un étudiant admissible sur deux est admis, quand le taux de réussite des professeurs déjà en activité peine à atteindre 10 %. L'agrégation externe de physique-chimie, option physique, reste ainsi un concours de recrutement qui distingue les plus jeunes des candidats, à la (courte) carrière académique (déjà) brillante. Soulignons à ce propos l'excellence de la tête de promotion 2013, certains des candidats classés dans les premiers ayant grandement impressionné le jury par la qualité de leurs prestations. Notons enfin que la proportion des femmes admises se maintient (33 % cette année, contre 36% en 2012 et 35% en 2011).

Comme chaque année, il convient de rappeler que le but du concours d'agrégation est de recruter des enseignants de grande qualité. Si l'excellence scientifique et la maîtrise disciplinaire restent essentielles, faire montre de qualités didactiques et pédagogiques au cours des épreuves n'est pas moins indispensable aux candidats pour réussir. Certes, les épreuves écrites permettent de s'assurer que les candidats possèdent le bagage scientifique indispensable à un futur enseignant et qu'ils savent mobiliser leurs connaissances pour aborder un problème original, souvent inspiré de travaux de recherche récents. Mais le poids important des épreuves orales dans l'évaluation finale témoigne bien de l'importance donnée à d'autres compétences, dont la maîtrise est essentielle pour exercer le métier d'enseignant. La cohérence d'une leçon, les choix effectués pour aborder ou illustrer un concept, le dialogue entre formalisation et ancrage au réel, la hauteur de vue et le recul qui permettent d'identifier les points les plus délicats d'un exposé et d'y consacrer le temps nécessaire sont autant d'éléments didactiques appréciés du jury. En ce qui concerne la pédagogie, et même si les élèves ne sont pas présents lors des épreuves, les candidats doivent par leur dynamisme, voire leur enthousiasme, témoigner de leur plaisir à communiquer. La clarté alliée à la rigueur du discours, l'utilisation à bon escient des technologies de l'information et de la communication (TIC) en leçon comme durant l'épreuve de montage, sont bien sûr également évaluées par le jury. Enfin, et surtout, la physique et la chimie sont des sciences expérimentales : l'épreuve de montage doit permettre aux candidats de manifester leurs capacités expérimentales, leur habileté, leur maîtrise de la mesure et leur juste perception de la physique comme construction qui toujours s'incline devant le réel.

Les candidats trouveront dans les dernières pages de ce rapport les listes des leçons et montages pour la session 2014. Ces listes sont un peu plus courtes qu'elles ne le furent par le passé. La contrepartie en est que certains titres sont plus ouverts : ils obligeront les candidats à faire des choix raisonnés, s'ils ne veulent pas courir le risque de se perdre dans une illusion d'exhaustivité ou de reproduire un exposé déjà vu et revu par le jury. Il faut le rappeler : en leçon comme en montage, il n'existe pas de modèle attendu pour chacun des sujets proposés, et l'originalité est appréciée lorsqu'elle est maîtrisée. Bien sûr, les sujets proposés pour la session 2014 s'attachent à respecter l'esprit et la lettre des nouveaux programmes du secondaire, ainsi que ceux de la première année de classes préparatoires. Il est probable que ces listes évolueront l'an prochain, lorsque les programmes de seconde année de ces mêmes classes auront été publiés.

Ce rapport rassemble de précieux conseils donnés par le jury au futurs candidats. J'espère qu'il sera utile à tous, aux candidats comme à ceux qui les accompagnent.

Pierre Desbiolles
Inspecteur général de l'éducation nationale, Président du jury

Réglementation de la session 2013

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 2013 de l'agrégation externe de physique-chimie 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.

	2013	2012	2011	2010
Inscrits	1494	1585	1409	1439
Présents aux trois épreuves	560	552	515	620
Admissibles	168	170	168	229
Barre d'admissibilité	46,8/120	56/120	57,8/120	49,8/120
Moyenne générale du candidat classé premier	19,0/20	17,8/20	15,4/20	19,6/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	9,2/20	9,5/20	9,7/20	9,3/20
Admis	75	75	75	102

EPREUVES ECRITES

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible : 19,5/20

Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible : 7,8/20

Nature de l'épreuve écrite	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	5,9/20	10,3/20
Composition de chimie	8,5/20	12,2/20
Problème de physique	6,9/20	10,9/20

EPREUVES ORALES

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Écart-type
Leçon de physique	7,4/20	5,1/20
Leçon de chimie	6,6/15	3,8/15
Agir en fonctionnaire	2,8/5	1,3/5
Montage de physique	8,6/20	5,0/20

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats admis	Écart-type
Leçon de physique	11,0/20	4,4/20
Leçon de chimie	8,6/15	3,8/15
Agir en fonctionnaire	3,2/5	1,2/5
Montage de physique	11,7/20	4,4/20

Répartition par date de naissance des candidats

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1991	8	5
1990	19	16
1989	35	27
1988	19	8
1987	9	3
1986	8	7
1985	5	3
1984	3	1
1983	4	0
1982	2	0
1981	2	0
1980	2	0
1979	8	1
1978	5	0
1977	7	2
1973 à 1976	15	2
antérieure à 1973	17	0

Répartition par profession

Profession	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Étudiant	56	31
Élève d'une ENS	36	32
Certifié et PLP	61	6
Autre enseignant MEN	4	0
Hors fonct. publique/sans emploi	11	6

Répartition par sexe

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Hommes	118	50
Femmes	50	25

Épreuves d'admissibilité

Les épreuves se sont déroulées du 3 au 5 avril 2013.
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 2013

Remarques générales

Cette composition, dans laquelle les échanges de quantité de mouvement, de moment cinétique et d'énergie tissaient un fil conducteur, abordait des sujets variés mobilisant électromagnétisme, mécanique du solide, optique, interaction matière rayonnement, relativité... Elle offrait ainsi diverses possibilités à un candidat d'exprimer ses talents de physicien.

Avec un bilan final médiocre, certains candidats ont répondu à des questions glanées çà et là au long de l'énoncé. Cette stratégie, que l'on retrouve chaque année, est, de fait, peu rémunératrice. A contrario, le jury a pu apprécier les copies de grande qualité de candidats qui se sont pleinement investis sur, typiquement, deux parties (ou plus) de leur choix.

Il semble opportun de rappeler ici quelques règles élémentaires susceptibles d'améliorer les performances lors des épreuves écrites. Il est indispensable de bien lire les questions afin de répondre exactement à la question posée (un champ réel n'est pas un champ complexe, une valeur instantanée n'est pas une valeur moyenne...), de lire l'intégralité de la partie à traiter afin de répondre dans l'ordre et séparément aux questions posées mais aussi de comprendre leur finalité, de ne sous-estimer ni le poids des applications numériques ni l'importance accordée par le jury aux unités qui les complètent. On évitera à cet égard les unités exotiques obtenues par simple identification et l'on préférera celles qui portent le sens physique de la quantité (voir ci-après l'exemple du vecteur de Poynting).

Le jury a été surpris de découvrir, au fil de sa correction, de nombreuses erreurs dans les réponses aux questions dites « de cours » (équations de Maxwell, force de Lorentz, énergie cinétique d'un solide en rotation, biréfringence...). Dans un registre similaire, un futur agrégé doit être en mesure d'établir, en s'appuyant sur une démonstration concise et précise, les expressions classiques du champ électrique dans un condensateur ou encore celle du champ magnétique dans une bobine, tout en maîtrisant les conditions de validité. Un candidat ayant préparé avec sérieux les leçons proposées lors des épreuves orales devrait maîtriser parfaitement ces fondamentaux.

Le jury a observé une disparité considérable dans la qualité de la présentation, de l'orthographe ou de la syntaxe. Il est nécessaire d'être vigilant sur ces points. Enfin, le jury invite les candidats à éviter les copies labyrinthiques dans lesquelles les questions sont traitées dans un ordre (quasi) aléatoire.

Commentaires spécifiques au sujet

PARTIE A

A-1-a Les équations de Maxwell étaient connues de la majorité des candidats. Il est néanmoins surprenant qu'une très grande part de ceux-ci aient pris (inutilement) le temps de faire des commentaires (non demandés) sur ces équations, en leur associant en particulier une dénomination (« Maxwell-Faraday », etc.). Il va sans dire que, de manière générale, aucun point n'est attribué pour des réponses à des questions qui n'ont pas été posées.

A-1-b Beaucoup de candidats ignoraient que la force de Lorentz est valable pour une particule relativiste. Certains, sagement, ne se sont pas prononcés sur cette question, quand d'autres se sont étonnamment autorisés à proposer des modifications relativistes à l'expression de la force (modifications dont ils n'avaient pourtant, et sans aucun doute, jamais entendu parler) ; ce type d'extravagances, évidemment, ne peut qu'impressionner défavorablement le correcteur.

A-2-a et b Il est surprenant que des candidats ne connaissent pas – ou ne sachent pas retrouver aisément – le champ électrostatique régnant dans un condensateur plan, ou le champ magnétostatique créé par un solénoïde infini. Les questions simples de début de composition, qui portaient sur l'énergie électromagnétique en régime stationnaire, ont été mal traitées par une forte proportion de candidats, en particulier nombreux ont été ceux qui n'ont pas répondu avec précision aux questions effectivement posées : une énergie par unité de surface, ou par unité de longueur, n'est pas une énergie par unité de volume

A-2-c Il semble utile de rappeler que, dans le système international, l'unité de puissance est le watt (W ; $1 W = 1 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$) et celle de longueur le mètre (m) ; l'unité du vecteur de Poynting, « en fonction des unités de puissance et de longueur », est ainsi le watt par mètre carré (W/m^2). Des réponses telles que « W/L^2 » ou « volt.tesla/henry » ne pouvaient être acceptées.

A-2-d Si un grand nombre de candidats ont su donner la version intégrale de l'identité de Poynting, son interprétation physique a laissé à désirer. En particulier, il a été fréquemment fait allusion à un « effet Joule » qui est pourtant absent de l'identité en question.

A-3-a Une majorité de candidats n'ont pas réussi à écrire la forme « la plus générale du champ électrique réel associé à une onde électromagnétique plane monochromatique progressive ». Pour autant, nombre d'entre eux ont tout de même répondu correctement à la question suivante A-3-b, alors qu'elle concernait des cas particuliers de la précédente question.

A-3-b Une onde polarisée circulaire gauche a été fréquemment confondue avec une onde circulaire droite (et vice versa).

A-3-c Il a manifestement été impossible à un nombre certain de candidats de retrouver la relation entre les champs magnétique et électrique d'une onde plane progressive monochromatique.

Les connaissances de base demandées dans les questions précédentes devraient être largement maîtrisées par tous les candidats qui ambitionnent de devenir professeur agrégé.

A-3-e Les candidats n'ont pas toujours veillé à l'homogénéité des quantités égalées. Ainsi il n'est pas rare de voir des copies où un vecteur de Poynting moyen est égal à un scalaire.

A-3-f Si l'on suivait l'opinion des candidats, un « laser communément disponible dans un laboratoire de lycée » aurait, dans un faisceau de diamètre 1 mm, une puissance qui pourrait s'échelonner entre 10 W (objet extrêmement dangereux) et 10 pW (objet certes totalement inoffensif, mais dont l'intérêt pédagogique est limité). L'ordre de grandeur attendu était le mW, pour un faisceau d'environ 1 mm (c'est-à-dire un laser à manipuler avec quelques précautions).

PARTIE B-I

B-I-1-a Une seule classe de plans (ceux orthogonaux à l'axe Oz) permet d'aboutir à la conclusion que le champ magnétostatique créé par le solénoïde infini est parallèle à Oz. Utiliser les plans contenant l'axe Oz ne permet de conclure que sur la direction du champ en les points de cet axe (d'ailleurs, le raisonnement est alors le même pour un solénoïde de taille finie).

B-I-1-b L'approximation du solénoïde infini est valable non seulement lorsque celui-ci possède un grand rapport d'aspect (sa longueur est très grande devant son diamètre), mais aussi sous la condition de ne s'intéresser qu'aux points proches du centre du solénoïde.

B-I-2-a Seule la classe des plans contenant l'axe Oz permet d'aboutir à la conclusion que le champ électrique est orthoradial.

B-I-2-b En l'absence de mise à disposition d'un formulaire d'analyse vectorielle en coordonnées cylindriques, les candidats étaient implicitement invités à employer la forme intégrale de l'équation de Maxwell-Faraday (c'est-à-dire la loi de Faraday) pour déterminer le champ électrique. Par ailleurs, rappelons que pour déterminer l'expression de la divergence et du rotationnel en coordonnées cylindriques, l'opérateur formel ∇ n'est pas utilisable aussi simplement qu'en coordonnées cartésiennes.

B-I-2-c La longueur caractéristique qui intervient dans le critère vérifié par τ est la longueur du solénoïde, et non son diamètre, puisque celle-là est très grande devant celui-ci.

B-I-3-a L'application de la relation fondamentale de la dynamique à une particule ponctuelle nécessite de définir la force localement (en exprimant notamment le champ E là où se trouve la charge). Il n'est pas nécessaire, par ailleurs, de supposer que l'intensité du courant varie linéairement entre $t = 0$ et $t = \tau$.

B-I-3-c Le champ magnétique créé par la particule en mouvement est négligeable, car celle-ci est supposée non relativiste (hypothèse utilisée à la question B-I-3-a).

PARTIE B-II

B-II-1-a Afin d'exprimer correctement les grandeurs mécaniques, il faut commencer par préciser le système d'étude sinon il y a des oublis. La contribution de la masselotte au moment cinétique a été très souvent omise.

B-II-1-b Le bilan des actions exercées sur le système, et la justification que seul le poids de la masselotte a un moment non nul par rapport à Oz, n'ont que très rarement été présentés.

B-II-1-c Le manque de rigueur dans la mise en équation conduit à l'oubli fréquent de la contribution de la masselotte au moment cinétique (cf. B-II-1-a). Cela conduisait à une expression de la vitesse angulaire certes plausible, en tous cas du point de vue de l'homogénéité de la relation, mais qui avait un comportement étrange qu'aucun candidat faisant l'erreur n'a relevé : pour un moment d'inertie du cylindre de plus en plus petit, la vitesse angulaire croissait sans fin (à date t fixée), c'est-à-dire que la masselotte pouvait bizarrement avoir une accélération plus grande que celle de la pesanteur en étant simplement attachée par

une ficelle à un cylindre de très faible inertie !

B-II-2-a Des candidats, par analogie avec la densité volumique de courant, ont écrit justement la densité surfacique J_s comme la densité de charge surfacique locale multipliée par la vitesse des charges au même point. D'autres, non moins justement, ont construit la densité surfacique de courant par considération de la charge électrique traversant une génératrice (immobile) par unité de temps. D'autres encore, malheureusement, ont présenté un « raisonnement » incompréhensible dont l'avantage, à leurs yeux seuls assurément, étaient d'aboutir à la formule fournie.

B-II-2-b et c La situation présente des champs magnétique et électrique créés par le cylindre chargé en rotation non constante est formellement identique à celle du solénoïde de la partie B-I précédente (comme soufflé dans le texte), avec la correspondance $J_s = nI$. Cela a échappé à de nombreux candidats.

B-II-2-d Le calcul du moment des forces dues au champ électrique orthoradial est sans malice ; mais il nécessite un minimum de soin pour conduire à un résultat juste.

B-II-3-a Faute de définir, ou d'avoir clairement en tête, le système sur lequel ils appliquaient le théorème du moment cinétique, de nombreux candidats ne sont pas parvenus à établir l'équation dynamique fournie, tout en relevant sans hésitation « une erreur de signe » imaginaire dans l'énoncé (qui aurait porté sur $M_{z,el}$ et $L_{z,em}$) ! En outre, malgré l'entrée en matière de la partie B, malgré la notation limpide $L_{z,em}$ et malgré le début de la question suivante [« Le moment cinétique total L_{em} associé au champ électromagnétique (...) »], des candidats ont tout de même tenu à interpréter $L_{z,em}$ comme autre chose que la composante z du moment cinétique du champ...

B-II-3-b Le raisonnement est sans difficulté, néanmoins il exige un minimum de soin. Noter que le vecteur position (r) dans l'intégrale définissant L_{em} n'est pas purement radial.

B-II-3-e Bien que la réponse à la question soit quasiment incluse dans son énoncé, très peu de candidats y ont répondu correctement. Peut-être les candidats ont-ils eu le tort d'à peine lire cette question, au motif qu'elle est la dernière de la partie B-II.

PARTIE B-III

B-III-1-a et b Ces questions, qui ont trait à une situation extrêmement classique, ont certes été souvent abordées mais rarement bien analysées. L'existence même de l'onde réfléchie a été parfois omise. La superposition des ondes incidente et réfléchie a posé des problèmes formels à beaucoup de candidats. Des copies ont présenté une superposition qui ne respectait pas l'annulation du champ électrique (purent tangentielle) sur la surface du conducteur parfait.

B-III-1-c Certains candidats ont exprimé, sans en être manifestement gênés, une densité surfacique de courant qui dépendait de la coordonnée z . D'autres ont « réussi » à déterminer une densité surfacique de courant non nulle, alors qu'ils avaient trouvé précédemment, de manière erronée, un champ magnétique nul de part et d'autre du plan $z = 0$.

B-III-2-b La résolution de cette question s'appuie sur la connaissance, au moins qualitative, du champ électrique (à la fois propageant et amorti) existant à l'intérieur du métal, de direction x constante. Elle est moins évidente que ne l'ont laissé entendre beaucoup de candidats, qui se sont contentés de paraphraser, avec conviction, la forme fournie du champ magnétique.

B-III-2-c En se fondant sur l'expression de la force de Laplace par unité de volume, de nombreux candidats ont bien traité cette question. L'intégration de $z = 0$ à l'infini a parfois posé des difficultés. La continuité de la composante tangentielle du champ magnétique en $z = 0$ est finalement requise pour aboutir à la forme fournie de la pression de radiation (possédant une conductivité finie, le métal ne porte pas de densité surfacique de courant).

B-III-3-a et b De nombreux candidats ont bien traité ces questions, qui réclament les mêmes raisonnements que ceux développés en théorie cinétique élémentaire des gaz. D'ailleurs, certains avaient ces raisonnements trop présents à l'esprit, puisqu'ils ont considéré, contre l'énoncé lui-même, que la moitié seulement des photons allaient vers la paroi, l'autre moitié s'en éloignant.

PARTIE B-IV

B-IV-1-a Une seule classe de plans (ceux qui contiennent l'axe Oz) permet de conclure sur la direction du champ magnétique en tout point de l'espace.

B-IV-1-c En l'absence d'un formulaire d'analyse vectorielle en coordonnées sphériques, déduire l'expression du champ électrique rayonné de celle du champ magnétique en $1/r$ nécessite d'exploiter la structure localement plane de l'onde électromagnétique rayonnée. Cependant, les réponses sans démonstration de ce résultat classique pour le champ électrique ont été admises – à condition qu'elles soient justes, bien sûr.

B-IV-1-d Il est bien dommage que, par pur manque de soin dans le déroulement des calculs, des candidats aient échoué, au moins en partie, à répondre à cette question.

B-IV-2-a Beaucoup de candidats ont pensé répondre à la question en multipliant le vecteur position OM fourni par $-e$. Seuls de rarissimes candidats ont pertinemment fait allusion à la linéarité des équations de Maxwell et au principe de superposition qui en découle.

B-IV-2-b Cette question, qui nécessite de faire l'effort de visualiser les choses dans l'espace, n'a été que très marginalement abordée – un peu moins pour l'item (i), où l'un des deux dipôles a un rayonnement nul au point de l'espace considéré.

B-IV-3-b Dans l'ensemble, cette question n'a pas été bien traitée. Sans parler des copies dans lesquelles le vecteur position de l'électron (localisé en O) apparaît muni d'un facteur de propagation comme s'il s'agissait d'une onde, de très nombreux candidats n'ont pas saisi le sens de « l'approximation de Rayleigh », qui consiste à négliger le terme d'inertie dans l'équation du mouvement. En outre, malgré l'incitation de l'énoncé à considérer l'effet de la force d'Abraham-Lorentz comme une perturbation, les candidats n'ont majoritairement pas fait de développement limité en tenant compte de l'infiniment petit précisé dans le texte ; ils ont conservé une forme lourde du vecteur position de l'électron, ce qui ne leur a pas facilité les calculs suivants.

B-IV-3-c, d et e Le calcul de la valeur moyenne du produit de deux fonctions sinusoïdales synchrones à l'aide de la représentation complexe de ces fonctions (la formule utile était rappelée dans le préambule « Rappels et conventions » du texte de la composition) a semblé étranger à une large majorité des candidats. C'est sans doute cela, ajouté à la lourdeur de leur expression du vecteur position de l'électron, qui les a incités à abandonner la question B-IV-3 à ce stade.

B-IV-3-f De nombreux candidats avaient assez de culture scientifique pour répondre à cette question, par comparaison au cas de l'onde circulaire gauche développé précédemment.

B-IV-4 Les candidats ayant abordé cette section, où il s'agit d'effectuer des bilans d'énergie, de quantité de mouvement et de moment cinétique avec des photons, y ont plutôt bien réussi. Nombre d'entre eux savaient qu'un photon circulaire gauche (resp. droite) possède le moment cinétique $+h/2\pi$ (resp. $-h/2\pi$) suivant z ; ils ont écrit « ε » tout en pensant « $h\nu$ », ce qui leur a permis de répondre assurément des choses sensées aux questions B-IV-4-c et d, même s'ils n'avaient pas réussi à déterminer le couple moyen à la question B-IV-3 précédente.

B-IV-5 Cette section a été peu abordée, sauf dans ses questions B-IV-5-a et B-IV-5-e qui interrogent sur des connaissances pratiques usuelles d'optique anisotrope. Il y a bien souvent confusion entre les directions de propagation et de polarisation des ondes. La définition et l'utilisation des lames optiques quart d'onde et demi-onde étaient très souvent mal dominées par les candidats.

PARTIE C-I

C-I-1-a La relation demandée (entre l'énergie du photon incident, l'énergie cinétique initiale maximale de l'électron extrait et le travail d'extraction) a été majoritairement bien écrite par les candidats. Cependant, beaucoup d'entre eux se sont ensuite lancés dans des « interprétations » de l'existence d'un potentiel d'arrêt sans faire aucune allusion à l'accélération, positive ou négative, subie par les électrons entre l'électrode émettrice (C) et l'électrode collectrice (A). En toute rigueur, le travail d'extraction intervenant dans l'expression du potentiel d'arrêt en fonction de la fréquence optique est celui de l'électrode collectrice ; l'énoncé n'entre pas dans cette subtilité, en supposant implicitement que les deux électrodes sont du même métal.

C-I-1-b Le jury a découvert des arguments parfois discutables pour justifier l'origine de l'intensité électrique de saturation et sa proportionnalité à la puissance lumineuse incidente (cf. A-1-b).

C-I-1-c L'interprétation de l'effet photoélectrique (linéarité avec la fréquence optique de l'énergie de l'électron éjecté) est due à Albert Einstein (1879-1955), en 1905. De très nombreux candidats le savaient. Les dates inexactes et raisonnablement proches de 1905 ont été acceptées ; mais pas les dates trop tardives, « 1976 » par exemple... Les expériences de plus en plus précises visant à tester la prédiction d'A. Einstein ont été réalisées vers 1916 par Robert A. Millikan (1868-1953), qui est aussi réputé pour avoir le premier déterminé la charge électrique de l'électron, en 1911. Le nom de Millikan a semblé peu connu des candidats, qui ont souvent mentionné d'autres contemporains plus illustres, notamment Bohr, de Broglie ou Planck, considérés parfois comme de « grands expérimentateurs ». Par ailleurs, certains candidats ont cité la découverte de l'effet photoélectrique par Heinrich Hertz (à la fin du XIX^{ème} siècle) ; cela est certes exact, mais n'était aucunement demandé par l'énoncé (cf. A-1-a).

C-I-2-a Malgré l'expression suggestive de la résistance différentielle (donnée dans le texte), infiniment peu de candidats ont pensé à effectuer une linéarisation de la caractéristique I-U au voisinage du potentiel

d'arrêt. Cependant, par analogie avec le temps caractéristique d'un circuit R-C série, nombreux sont ceux qui ont identifié justement la constante de temps demandée à $R_d C_0$ – mais certains ont confondu les pF avec les nF, sans s'étonner finalement qu'il faille patienter plusieurs minutes pour pouvoir enregistrer un point de mesure...

C-I-2-b Nombreux sont les candidats qui ignoraient l'impédance d'entrée d'un oscilloscope (1 M Ω environ). Plus surprenant, certains n'ont pas hésité à la fixer à la faible valeur de 50 Ω .

C-I-2-c L'expression « montage suiveur » n'a été avancée que par une minorité de candidats. Plus rares encore ont été ceux qui ont tracé sans erreur le schéma correspondant.

C-I-3 Cette section a été peu abordée. Elle est pourtant sans grande difficulté, à condition d'avoir à l'esprit la possibilité de transitions optiques entre niveaux discrets d'énergie (postulée par Bohr, en 1913, dans son modèle de l'atome d'hydrogène). Le réel obstacle, formel, peut se rencontrer à la question C-I-3-d, mais le résultat utile [formule (2)] est fourni afin de pouvoir poursuivre.

PARTIE C-II

C-II-1-a De très nombreux candidats ont omis l'énergie de masse de l'électron avant la collision.

C-II-1-c La valeur de la longueur d'onde de Compton étant fournie dans l'énoncé, de nombreux candidats ont pu tenter de préciser son domaine spectral. Si la réponse attendue était celui des rayonnements gamma (mous), celle citant le domaine des rayonnements X (durs) a été admise. Mais il a été fortement surprenant, et légèrement consternant, que des candidats aient mentionné le domaine UV, voire le visible...

C-II-2 Cette section invite les candidats à quelques raisonnements en relativité. La référence D. V. Redzic, Eur. J. Phys. 21 (2000) L9 apporte un point de vue complémentaire instructif sur ces questions, qui positionne bien l'effet Compton comme une preuve expérimentale de l'existence de quanta de lumière.

C-II-2-b Des candidats ont fautivement invoqué la loi de dilatation du temps afin d'exprimer la pulsation de l'onde dans (R') en fonction de celle dans (R). La réponse à la question s'obtient en exploitant l'invariance relativiste de la phase de l'onde plane, ainsi que l'énoncé le souffle dans les expressions fournies du champ électrique dans les deux repères.

C-II-2-c Cette question a été très rarement abordée. Elle se résout en constatant d'abord que la forme suggérée du vecteur position dans (R') assure le parallélisme de la vitesse de l'électron et du champ magnétique dans ce repère.

PARTIE C-III

C-III-1 Cette section réclame le même type de raisonnements que ceux intervenant dans les décroissances radioactives des noyaux instables. Elle a été très peu abordée. Il est surprenant que des candidats aient proposé une intensité moyenne ne possédant clairement pas la bonne dimension ; et que d'autres aient écrit la probabilité $\pi(t)$ demandée... au hasard, semble-t-il. La statistique de Poisson a été très peu souvent reconnue.

C-III-2-a Le critère $RI_{d0} = V_{\text{sat}}$, souvent écrit par les candidats, est trop restrictif.

C-III-3 Cette section a été très rarement abordée. Elle est pourtant sans difficultés particulières, et réclame essentiellement du bon sens dans le comptage des impulsions.

Rapport sur la composition de chimie 2013

La composition de chimie de la session 2013 abordait différentes notions autour du thème chimie et lumière.

L'épreuve se composait de trois parties indépendantes, elles-mêmes constituées de sections traitant de thèmes bien diversifiés. La première partie s'organisait autour de l'absorption du rayonnement UV-visible par la matière. La seconde partie illustrait l'emploi des composés colorés utilisés par les artistes et la troisième partie étudiait la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique.

Le sujet comportait un grand nombre de questions très classiques, s'appuyant sur les connaissances et compétences exigibles en second cycle du lycée et en premier cycle universitaire.

Remarques générales

Les remarques faites ici reprennent en grande partie celles des rapports précédents, mais il semble utile au jury de rappeler quelques points importants. Il invite à ce propos les candidats, futurs enseignants, à la lecture attentive de ces textes, rédigés à leur attention non pour les décourager, mais pour les aider au mieux dans l'organisation de leur travail de préparation à un concours difficile et exigeant.

Le jury se félicite d'avoir corrigé un grand nombre de très bonnes copies, où la clarté et la concision du raisonnement s'allient à la qualité de la présentation. Il regrette cependant la présence de trop nombreuses productions truffées de fautes d'orthographe. Il regrette également les incohérences entre les questions successives ou au sein d'une même question, l'absence de rigueur dans les raisonnements et une maîtrise parfois insuffisante de l'expression écrite. Le résultat des calculs littéraux doit mener à des expressions les plus exploitables possibles, c'est-à-dire sous forme de produit et non de somme non réduite au même dénominateur. Les candidats ne doivent pas oublier que les connaissances de base restent indispensables à tout enseignant. La chimie est une discipline scientifique à part entière, où les raisonnements sont précis et argumentés, les dispositifs expérimentaux décrits et représentés avec soin, les calculs menés à leur terme.

Commentaires spécifiques au sujet

Première partie : absorption du rayonnement électromagnétique UV-visible par la matière

Cette première partie est celle qui a été le mieux traitée par les candidats. Elle commençait par l'étude des orbitales moléculaires π de l'éthylène en théorie de Hückel simple. Les définitions demandées ont montré que certains candidats ont des difficultés à donner des définitions claires relatives à des notions simples et classiques, comme celle d'orbitale liante et antiliante, par exemple. De manière générale, la théorie de Hückel simple est mal maîtrisée : on peut noter par exemple la confusion entre les intégrales coulombiennes, d'échange ou même avec les intégrales de recouvrement, ou l'ignorance de la signification physique de ces différentes intégrales. Un certain nombre de candidats ont également confondu l'établissement des OM du système π avec le système complet des OM d'une molécule C_2 . La partie sur les indicateurs colorés, composés étudiés dès le lycée, a été l'occasion de très bonnes réponses, mais il est surprenant que pour donner les résultats de calculs répétitifs les candidats présentent une longue page de calculs au lieu de regrouper leurs résultats de façon synthétique dans un tableau ; cela montre, pour certains, une absence de la maîtrise de calculs numériques simples. Très peu de candidats sont capables de calculer le pH à l'équivalence du dosage classique d'un acide faible par une base forte ; cette question a montré que certains candidats choisissent une réponse de façon assez aléatoire au lieu de construire un raisonnement sur la recherche des espèces en solution. Cette remarque est également valable pour l'établissement de la formule de Henderson de l'indicateur, faute d'un raisonnement sur la conservation de la matière.

La partie A5 abordait la notion de solvatochromie sur l'exemple de la bétaine-30. Cette partie commençait par de la synthèse organique. Si de nombreux candidats ont reconnu le dérivé énolesable, certains semblent ignorer cette notion. De trop nombreux candidats ne distinguent pas l'écriture de l'équilibre de tautomérie

céto-énolique du formalisme de la flèche à deux pointes qu'on insère entre différentes formes limites. Les mécanismes en chimie organique impliquant l'utilisation des flèches courbes ne sont que trop rarement traités. Le jury a été également très surpris du peu de bonnes réponses à la question simple portant sur le calcul d'un rendement ! Pour l'étude du phénomène de solvatochromie, alors que ces questions ne nécessitent qu'une analyse des données et des résultats expérimentaux, celles-ci n'ont que rarement été traitées, ou de façon peu rigoureuse et argumentée.

Deuxième partie : études de quelques composés colorés utilisés par les artistes

La partie B1 permettait de tester la compréhension des phénomènes liés à la solubilité. Beaucoup d'erreurs ont été constatées sur cette notion. Certains candidats n'ont pas compris que la donnée d'un produit de solubilité d'un sel ionique implique que la solubilité de ce sel est limitée. Pour le bleu de Prusse dont la stœchiométrie était plus complexe qu'usuellement, le jury a régulièrement vu l'oubli des nombres stœchiométriques dans la constante de réaction et aussi dans l'expression des bilans de matière.

L'écriture de la configuration électronique d'ions des métaux de transition reste une grande source d'erreur.

La partie cristallographique a donné lieu à beaucoup de bonnes réponses.

Le bleu de cobalt a permis ensuite de tester les compétences en thermochimie. Au delà d'une mauvaise lecture de l'énoncé conduisant certains candidats à ne pas utiliser les nombres stœchiométriques préconisés, il semble nécessaire de rappeler que pour l'étude comparée de deux transformations ces nombres choisis doivent être en accord. Si les calculs classiques qui impliquent des grandeurs standard sont bien maîtrisés, l'emploi de l'affinité ne l'est pas.

Troisième partie : conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique

Faute de temps sans doute, cette partie a été moins traitée par les candidats et de façon très inégale lorsqu'elle l'a été. Le schéma du montage de l'électrolyse (et non pas hydrolyse) de l'eau, notion abordée au lycée, est en général correct, malgré tout, le choix des conditions expérimentales (électrolyte support, nature des électrodes) n'a que très partiellement été décrit. Pour la décoloration du composé azoïque, l'étude cinétique a été convenablement traitée. Il faut rappeler cependant que lorsque l'on effectue une analyse de régression linéaire, il faut préciser le coefficient de corrélation. Peu de candidats ont su tracer le diagramme potentiel-pH de l'eau oxygénée. Les candidats qui sont allés jusqu'au bout ont généralement bien analysé le spectre RMN ^1H , mais peu ont fait le lien avec la stéréochimie E de la double liaison en analysant les valeurs des constantes de couplage.

Conclusion

Comme il a déjà été dit, l'objectif de ce rapport est d'aider les futurs candidats, professeurs de demain, dans leur préparation au concours. Le jury espère leur avoir été utile et tient aussi à féliciter les candidats qui ont su dans leurs copies faire état de leurs connaissances et mettre en œuvre leurs compétences en chimie. Un grand nombre de candidats ont vu leur investissement dans la discipline être ainsi récompensé.

Rapport sur le problème de physique 2013

Le problème portait sur quelques propriétés électrostatiques des surfaces en solution aqueuse et des applications dans le domaine de l'énergie.

Globalement la plupart des candidats ont montré une bonne connaissance des lois physiques impliquées dans les phénomènes étudiés (électrostatique, loi de Fick de la diffusion, et dans une moindre mesure loi de répartition de Boltzmann) si l'on s'en tient toutefois à la formulation locale de ces lois. Dans la partie I, la détermination des longueurs caractéristiques et l'analyse dimensionnelle sont apparues plutôt bien maîtrisées. Les applications numériques, demandées en nombre important dans le problème et auxquelles était attribué un nombre conséquent de points, ont été traitées massivement, et de façon en général satisfaisante en ce qui concerne la précision et les unités.

Le jury a apprécié une vingtaine de très bonnes copies ayant abordé significativement l'ensemble du problème, et qui ont globalement dominé son contenu physique. D'autres candidats ont abouti très convenablement sur une portion du problème seulement, sans doute du fait de sa longueur. De nombreux autres candidats ont eu plus de difficultés à mettre en œuvre leurs connaissances pour la compréhension et la modélisation des systèmes proposés, et ont laissé au jury l'impression que la physique du problème était globalement peu comprise. En particulier la partie application a été très peu traitée. Au-delà des obstacles particuliers soulevés par chaque question, il est apparu quelques causes communes à cette difficulté de bâtir un raisonnement quantitatif à partir de connaissances physiques possédées.

En premier lieu, l'usage du bon sens. Le problème était émaillé de questions qualitatives sur l'interprétation des résultats obtenus. Le jury a été surpris du nombre de raisonnements contraires au bon sens élémentaire, ou de réponses vides de sens, élaborés à partir de résultats pourtant justes. Par exemple, la question 2 de la partie I demandait de calculer la concentration d'une solution d'ions monovalents satisfaisant une condition particulière. Puis le même calcul était demandé pour une solution d'ions divalents. La concentration trouvée était très inférieure. Un grand nombre de candidats en ont conclu que "La concentration en ions divalents de la solution est très inférieure à la concentration en ions monovalents" comme s'il s'agissait d'une propriété générale des solutions d'électrolytes.

Le jury rappelle aux candidats que les questions d'interprétation sont importantes au-delà du nombre de « points » tout à fait conséquent qui leur sont consacrés. Elles sont l'occasion de réfléchir à la signification physique des expressions littérales ou résultats numériques obtenus, et aident souvent à la résolution des questions suivantes. Il faut aussi rappeler que l'évaluateur attend des réponses concises, allant droit au but, et argumentées avec un vocabulaire précis.

Dans le même chapitre du bon sens il faut mentionner la confusion fréquente entre estimation d'ordre de grandeur et application numérique. Le début de la partie I était destiné à identifier les principales échelles physiques intervenant dans le problème. L'identification de telles échelles étant basée sur un ordre de grandeur (ici la comparaison d'énergies), et l'estimation d'un ordre de grandeur comportant forcément une part d'arbitraire (il faut choisir une configuration) il n'est a priori pas surprenant qu'un facteur numérique apparaisse dans la *définition* d'une telle échelle. (Par exemple dans la question 1.2. on trouvait que l'énergie électrostatique d'une sphère bâtie sur la longueur de Debye valait plusieurs fois l'énergie thermique $k_B T$). De nombreux candidats se sont émus de ces facteurs numériques et ont mis en doute les résultats pourtant justes qu'ils avaient trouvés.

En second lieu, si les connaissances de base utiles pour le problème n'ont pas soulevé de difficulté particulière au niveau des lois locales, elles sont apparues beaucoup plus hésitantes au niveau des conditions aux limites, et a fortiori au niveau des formulations globales. Concernant les conditions limites, leur nombre et leur nature sont assez mal évalués. Par exemple dans la partie I, la détermination du potentiel à 1 dimension nécessitait 2 conditions aux limites, ce qu'un nombre conséquent de candidats a ignoré (même avec un « s » dans la question). Le même remarque prévaut pour les flux de diffusion et profils de concentration étudiés en partie II. Ceci est regrettable car en physique beaucoup de phénomènes sont déterminés par les conditions aux limites appliquées à un système. En hydrodynamique en revanche, les conditions limites semblent mieux intégrées.

Concernant la forme intégrale des lois physiques, cet aspect était abordé à la fin de la partie I et en fin de la

partie II. Peu de candidats ont tenté une approche et aucun ne l'a traitée en entier. Il est étonnant que très peu de candidats aient trouvé le temps ou n'aient été capables d'effectuer au moins pour partie les bilans simples de charges ou de forces demandés. Les formes intégrales des lois physiques font apparaître directement les lois de conservation, à ce titre il est fondamental que de futurs enseignants s'y intéressent.

Le jury a également constaté les difficultés des candidats en calcul différentiel. La physique est une science quantitative qui établit des relations entre les quantités et leurs taux d'accroissement spatial ou temporel. Le calcul différentiel a été inventé pour cet usage en particulier par des physiciens. Une maîtrise minimum de cet outil de la physique est indispensable pour dépasser le stade de la description qualitative des phénomènes. Ce minimum s'établit au niveau des équations ordinaires, dont il faut savoir repérer les formes types et les comportements qu'elles impliquent. Ne pas trouver une décroissance exponentielle (par exemple, du potentiel près d'une surface chargée en solution dans le régime de Debye-Huckel) dès lors que la mise en équation est effectuée de façon juste, est pour le moins étonnant.

Appréhender et représenter le contenu physique des expressions littérales (ou numériques) a également posé des difficultés aux candidats. Les représentations graphiques demandées (potentiel dans la partie I, champ de vitesse dans la partie II), n'ont pas toujours été effectuées par les candidats qui étaient en mesure de le faire, et ont comporté des erreurs alors même que les expressions trouvées étaient exactes. Ceci est regrettable car d'une part ces questions sont valorisées dans le barème, d'autre part les représentations graphiques aident en général à la compréhension. Notamment en partie II le tracé du champ de vitesse électro-osmotique était quasiment indispensable à la compréhension de l'expérience étudiée en partie II.

En partie II, l'analyse d'une expérience était proposée. Cette question était difficile, et très peu de candidats l'ont traitée. Le jury tient à signaler qu'un nombre très conséquent de points a été attribué à cette partie du problème, et que l'investissement en temps nécessaire pour comprendre et interpréter une expérience n'est pas forcément « inefficace » dans le cadre d'un épreuve à durée limitée.

Les candidats doivent prêter la plus grande attention aux unités. Une quantité exprimée en $\text{Joule.Coulomb}^{-1}$ s'exprime aussi en Volt, on peut s'apercevoir à cette occasion qu'il s'agit d'un potentiel, ce qui a éventuellement un intérêt.

Épreuves d'admission

Les épreuves se sont déroulées du 22 juin au 6 juillet 2013
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 cinquante 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 s'entretient avec le candidat pendant une durée maximale de vingt minutes. Cet entretien permet au jury d'interroger le candidat sur ses choix didactiques et pédagogiques, d'aborder les points de la leçon qui seraient restés imprécis ou obscurs, et enfin de sonder l'assise et la profondeur de ses connaissances.

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 logiciels usuels (Word, Excel, Maple...) sont installés sur les ordinateurs. Le candidat dispose également d'un rétroprojecteur ; il doit apporter lui-même ses transparents et feutres.

Quelques remarques d'ordre général

La leçon à l'oral de l'agrégation

La leçon est une épreuve permettant au jury d'évaluer les capacités du candidat 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.

L'intitulé des leçons en impose bien évidemment 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.

Une leçon s'inscrit dans une progression pédagogique. Si certaines leçons sont des leçons d'introduction de concepts nouveaux, d'autres donnent l'occasion d'un approfondissement de certaines notions. Le candidat doit donc 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. Il aura aussi à cœur de faire ressortir clairement quelques messages forts de sa leçon.

Certaines leçons concernent des domaines tellement vastes qu'il est impossible d'être exhaustif : des 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). Dans tous les cas, le candidat ne doit pas se limiter, dans un exposé purement descriptif, à commenter des résultats. Le jury attend aussi que ces résultats soient établis.

Les attentes du jury

La leçon est par essence une épreuve destinée à évaluer les capacités à enseigner. Il est donc préférable d'exposer des concepts simples, bien maîtrisés et bien illustrés, que se lancer dans des développements trop complexes, qui ne sauraient de toute façon susciter l'admiration du jury. Le candidat doit toujours considérer qu'il se place de fait dans une situation d'enseignement devant un public d'étudiants.

Le jury est particulièrement sensible à la précision, à la rigueur, à l'honnêteté intellectuelle des candidats et à

la logique du développement de la leçon. Les différentes grandeurs et notions doivent être présentées avec soin et, le cas échéant, illustrées par des valeurs numériques pertinentes, faisant référence à des conditions expérimentales bien définies. Les limites de validité des modèles présentés doivent toujours être clairement explicitées. Le jury est sensible à l'utilisation de l'analyse dimensionnelle et à la discussion d'ordres de grandeur. Les conventions d'orientation et les signes des différentes grandeurs doivent être discutés avec soin, au besoin grâce à un schéma explicite, qui permet souvent de lever bien des ambiguïtés. C'est en particulier dans les domaines de l'induction électromagnétique ou de la thermodynamique que les candidats se révèlent parfois trop négligents ou imprécis, ce que le jury est enclin à sanctionner. De façon plus générale, on comprendra que le jury puisse être contrarié par le manque de rigueur que révèle l'absence de définition des systèmes sur lesquels le candidat est amené à raisonner, les erreurs d'homogénéité, les égalités de grandeurs scalaires et vectorielles, ou encore l'absence d'unités dans l'écriture des valeurs numériques.

Le candidat peut avoir recours, pour illustrer sa leçon, à un ensemble de documents, extraits des ouvrages de la bibliothèque et numérisés. L'utilisation de ces diapositives permet de gagner du temps. Il faut néanmoins veiller à la concordance des notations de la diapositive et de l'exposé écrit au tableau, ou, à défaut, il convient d'expliciter les correspondances éventuelles. Cependant, si l'utilisation d'une diapositive permet de projeter un schéma complexe, il importe aussi que le candidat révèle son aptitude à tracer un graphe ou un schéma simple de façon soignée. Cela peut lui donner l'occasion, par exemple, d'analyser le comportement asymptotique de telle ou telle grandeur, et par là même d'apporter du sens à son exposé.

Les démonstrations des résultats importants sont attendues. Pour autant, établir une relation particulière ne saurait être une fin en soi. Il est crucial de dégager son sens physique. Le candidat peut à cet effet commenter l'influence des différentes grandeurs physiques impliquées, analyser un comportement asymptotique, illustrer le résultat par une représentation graphique, une évaluation d'ordre de grandeur... Dans le même ordre d'idée, il semble important au jury, lorsque le candidat fait référence à une expérience historique, qu'il précise dans quel but cette expérience fut réalisée et quelles en furent les conclusions.

Le jury invite les candidats, au cours de leur année de préparation, à s'interroger afin de prendre du recul et de donner un sens physique aux différentes relations. De même, il est important 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.

L'ensemble des leçons permet d'aborder les grandes étapes de l'élaboration des connaissances en physique. Il est regrettable à cet égard de constater que les candidats ignorent les noms des physiciens associés aux notions qu'ils présentent, peuvent avoir une idée très imprécise de la chronologie des différentes avancées, ou qu'ils se trompent parfois d'un siècle quant à la date d'une découverte ou de l'élaboration d'une théorie.

Plusieurs leçons exigent de présenter des calculs. Nous recommandons au candidat d'en motiver la nécessité et d'en présenter l'objectif avant de les 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. Rappelons une fois encore que la priorité doit être donnée à l'interprétation physique : il faut « 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. Présentée dans une démarche inductive ou déductive, l'expérience 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 le choix est fait de mettre en place une expérience pendant le temps de préparation, il faut non seulement la mettre en œuvre effectivement pendant la leçon, mais aussi 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 et sur le matériel utilisé. Ces remarques s'appliquent également à la présentation d'expériences historiques.

Quelques remarques sur la forme

De nombreux 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 ou le label des paragraphes afin de permettre au jury de suivre.

Le candidat doit se soucier de la lisibilité de son exposé : clarté de l'écriture (au tableau ou sur les transparents), des schémas explicatifs, taille raisonnable des caractères, gestion rationnelle du tableau. Un transparent fugitivement exposé, un tableau trop tôt effacé sont mal perçus. Le jury apprécie peu les prestations dans lesquelles le candidat, le dos trop souvent tourné vers le jury, recopie ses notes au tableau. De même, le jury est particulièrement sensible au dynamisme, et à l'enthousiasme avec lesquels un candidat délivrera son message, et qui traduira son goût pour les sciences physiques.

Enfin, le jury déconseille fortement l'utilisation de « flex-cam » pour projeter directement les pages d'un ouvrage.

L'entretien

Au cours de l'entretien, le jury pose différents types de questions. Il peut être amené à demander des éclaircissements sur certains développements 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 à tous les niveaux d'enseignement.

Remarques particulières sur certaines leçons

Les remarques qui suivent font référence à la liste des leçons de la session 2013.

Leçon 2: Il est important d'explicitier les conditions dans lesquelles on peut négliger le caractère non galiléen d'un référentiel. Les candidats veilleront à choisir des exemples pertinents pour illustrer le caractère non galiléen du référentiel terrestre.

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 candidats 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 des notions d'invariant relativiste et de composition des vitesses et de ses propriétés est incontournable dans cette leçon. La réciprocité des effets de dilatation des durées et de contraction des longueurs doit être soulignée.

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 de la tension superficielle. Le jury constate que trop souvent les

candidats présentent des schémas où la représentation des interactions remet en cause la stabilité mécanique de l'interface.

Leçon 11: Les candidats doivent avoir réfléchi à la notion de collision à l'échelle moléculaire et prendre du recul vis-à-vis du modèle des sphères dures. Le calcul de la pression cinétique doit être fait avec soin. Il faut préciser à quel moment intervient la moyenne statistique des grandeurs microscopiques.

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. Bien que ne faisant pas partie de la leçon, les candidats doivent réfléchir à l'interprétation statistique des potentiels thermodynamiques, et, en particulier, à leur lien avec la fonction de partition.

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 22 et 23: 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 23, 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 24: Le jury souhaiterait que le terme de résonance soit dûment justifié sans oublier une discussion du facteur de qualité.

Leçon 25: Le jury n'attend pas une présentation générale et abstraite de la notion de système bouclé.

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 29: Les candidats doivent avoir réfléchi à la notion de vitesse de groupe et à son cadre d'utilisation.

Leçon 30: Les notions de modes et de fréquence de coupure doivent être exposées. On peut envisager d'autres ondes que les ondes électromagnétiques.

Leçon 33: Certains candidats utilisent un modèle faisant intervenir une charge électrique variable, ce qui ne semble pas très réaliste.

Leçon 34: La leçon doit illustrer ce que le principe de Fermat apporte de plus que les lois de la réfraction et de la réflexion.

Leçon 38: Les conditions de l'approximation de Fraunhofer doivent être clairement énoncées. Pour autant, elles ne constituent pas le cœur de la leçon.

Leçon 39: Cette leçon donne souvent l'occasion de présenter les travaux de Bragg ; malheureusement, les ordres de grandeur ne sont pas toujours maîtrisés.

Leçon 40: 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 41: 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. Le jury invite les candidats à réfléchir sur la physique à l'oeuvre à l'échelle de la longueur d'onde Compton.

Leçons 44 et 45: 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 48: Il faut clairement dégager l'origine de la stabilité de la liaison chimique. Cette leçon ne doit pas se réduire à une succession de calculs, on attend des ordres de grandeur et une discussion sur la physique du phénomène.

Leçon 52: 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.

Leçons de physique pour la session 2014

Pour la session 2014, le jury a souhaité modifier l'intitulé de certaines leçons.

Les mots clés « Exemples » et « Applications » ont disparu des intitulés. Cela ne traduit pas une volonté du jury d'aller vers une plus grande conceptualisation. Bien au contraire, pour chaque leçon, les candidats doivent ancrer leur exposé dans le réel et l'illustrer par des exemples pertinents. Toutefois, il convient de ne pas multiplier les exemples à l'excès, au risque de transformer la leçon en catalogue ou en inventaire. L'étude de quelques exemples bien maîtrisés et exploités permet souvent d'introduire ou d'illustrer plus clairement certains concepts que ne le ferait un développement théorique désincarné.

D'autres intitulés ont été simplifiés. Même s'il n'existe pas de leçon type à l'aune de laquelle le jury évaluerait toute prestation, les candidats veilleront à faire des choix cohérents et à développer les points qui leur paraissent essentiels pour traiter le sujet proposé.

Les commentaires qui suivent précisent les attentes du jury pour certains intitulés nouveaux, et font référence à la numérotation des leçons pour la session 2014. Les remarques précédentes portant sur les leçons de la session 2013 restent bien sûr d'actualité.

Leçons 17 : Le candidat développera sa leçon à partir d'un exemple de son choix.

Leçon 25: Le candidat est libre d'étudier les ondes acoustiques dans un fluide ou un solide élastique

Leçon 41: Le nouvel intitulé de cette leçon doit inviter les candidats à réfléchir à la physique sous-jacente aux phénomènes de fusion et de fission nucléaires.

Leçon 49: Les aspects non linéaires doivent être abordés dans cette leçon sans développement calculatoire excessif, en utilisant judicieusement la notion de portrait de phase. Une simulation numérique bien présentée peut enrichir cette leçon.

Rapport sur la leçon de chimie

Généralités

Le présent rapport concerne les épreuves de la session 2013. Il est destiné à aider les candidats à préparer l'épreuve orale de chimie de la prochaine session. Les rapports précédents sont toujours disponibles à l'adresse suivante : <http://agregation-physique.org>. Leur lecture est vivement conseillée aux candidats, les remarques qu'ils contiennent restent toujours d'actualité même si la liste des intitulés des leçons est modifiée pour la session 2014.

La liste des leçons est modifiée du fait de la mise en œuvre des nouveaux programmes de physique-chimie au lycée général et technologique depuis septembre 2010 en classe de seconde et de la mise en œuvre de nouveaux programmes en première année de CPGE à la rentrée 2013. Cette liste des leçons pour la session 2014 est donnée à la fin de ce rapport.

D'une façon générale, les énoncés des leçons de chimie se rapportent à des niveaux soit lycée (L) (séries générale et technologiques), soit classes préparatoires (CP). Les intitulés sont volontairement ouverts, pour inciter les candidats à construire leur propre exposé reposant sur des choix argumentés et en développant une démarche scientifique sur un domaine de la chimie et de ses applications.

Durant cette session, le jury a assisté à des présentations d'excellente qualité au cours desquelles les candidats ont pu, sur un thème donné, montrer leur aptitude de mise en situation à travers une démarche scientifique rigoureuse révélant des compétences solides ainsi qu'une approche démontrant la maîtrise de leurs savoirs et leurs capacités à les transmettre. La maîtrise d'un vocabulaire spécifique à la chimie et la clarté du propos ont été particulièrement appréciées. Il est important de signaler aux candidats qu'une même leçon s'appuyant sur les mêmes expériences peut mener à des appréciations différentes par le jury selon la contextualisation et la mise en perspective faite par le candidat.

Certaines prestations, en revanche, ont révélé chez des candidats des lacunes graves en chimie, ou un manque de structuration ou de raisonnement face à une problématique. Pour quelques candidats, les notions de base relevant des programmes de lycée ne sont pas maîtrisées.

Le manque de rigueur ou d'honnêteté dans l'exploitation des résultats expérimentaux, ainsi que le manque d'esprit critique ne sont pas acceptables et ont été sévèrement sanctionnés. Le jury recommande donc vivement une lecture attentive de ce rapport pour les candidats ayant échoué et les futurs candidats. De plus, la mise en place de la réforme du lycée, suivie de celle des programmes de CPGE s'accompagne de préconisations pédagogiques importantes que ne peuvent ignorer les candidats à un concours de recrutement d'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 leçon de chimie

Après une préparation d'une durée de 4 heures pour la leçon de chimie et l'épreuve « Agir en fonctionnaire de l'Etat et de façon éthique et responsable », les candidats disposent de cinquante minutes pour exposer leur leçon. Un entretien avec les membres du jury de vingt minutes au plus fait suite à cet exposé.

La préparation

Il est essentiel que le candidat prenne du temps pour lire avec attention le titre de sa leçon pour mener une réflexion préalable et personnelle, déconnectée des ressources. Il peut ainsi définir les contenus et l'équilibre de sa leçon, par rapport au titre. Cela peut permettre d'éviter des parties hors sujet ou de négliger des pans du sujet.

Le candidat n'est pas tenu de se limiter au programme ou à des chapitres d'ouvrages d'une classe donnée mais peut s'inspirer de sources de documentation provenant des différentes séries et niveaux. Il est également judicieux de placer certaines notions théoriques en pré-requis.

Les ressources documentaires

Le jour du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les lieux et voir les documents et logiciels mis à disposition.

Pendant la préparation de la leçon, les candidats ont accès à une bibliothèque contenant des ouvrages du secondaire et du supérieur (programmes en cours et anciens programmes), ainsi que des tables de données, quelques articles et revues spécialisées. Ces ouvrages peuvent être transportés dans la salle de préparation et de présentation de la leçon.

Par ailleurs, la salle de présentation est équipée d'un ordinateur et d'un vidéoprojecteur. Les ordinateurs contiennent des logiciels de traitement de données et des logiciels de simulation. Des transparents (non fournis) peuvent être réalisés **à la main** et utilisés avec un rétroprojecteur mais il faut faire attention à ne pas en abuser. La flexcam peut être un outil pédagogique très performant, mais le jury souhaiterait que son utilisation ne se limite pas à une projection de l'image (souvent floue et penchée) d'un morceau de page de livre.

Ces différentes ressources doivent aider les candidats à développer le plan de la leçon, à rechercher les protocoles d'expériences possibles et à prévoir les différentes illustrations iconographiques utiles lors de la présentation.

Le rôle de l'équipe technique

Les candidats bénéficient pendant la préparation de l'aide d'une équipe technique. Ils doivent, après avoir pris connaissance de leur sujet, fournir à cette équipe 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. 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. Le candidat peut bénéficier de cette assistance durant tout le temps de la préparation. La mise en œuvre effective des expériences et leur exploitation sont naturellement sous la responsabilité du candidat.

On ne peut que conseiller d'avoir testé l'ensemble des manipulations présentées devant le jury afin d'éviter toute improvisation au moment de l'épreuve. Le jury conseille également de réfléchir soigneusement pendant la préparation aux parties d'expériences qui seront présentées : 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. Le soin apporté au rangement de la paillasse avant l'exposé permet lui aussi de gagner du temps lors de la présentation. La bonne organisation du candidat est aussi un élément d'appréciation du jury.

La prise en main des logiciels ne saurait être improvisée le jour de l'oral, cependant l'équipe technique apporte une aide précieuse qu'il serait dommage de négliger. Le jury regrette que, dans certaines leçons, des candidats échouent dans l'interprétation des données enregistrées, par une méconnaissance avouée du logiciel.

La présentation de la leçon (50 minutes)

L'exposé dure au maximum cinquante minutes. Le jury avertit lorsque le temps de présentation approche de son terme (cinq minutes avant la fin). Les leçons écourtées significativement sont sanctionnées et les candidats dépassant les cinquante 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, les candidats peuvent utiliser plusieurs moyens de communication : tableau, vidéoprojecteur, rétroprojecteur. Souvent, les candidats le font avec dextérité et efficacité. Le jury recommande également de laisser apparent le plan de l'exposé, que ce soit sur le tableau ou sur transparent, selon la configuration de la salle et la taille du tableau disponible. Les schémas de montages doivent être soignés et réalistes. Le vocabulaire ne doit pas être relâché mais précis (on préférera les quantités de matière aux « nombres de moles » et les équations de réaction aux « équations bilan »). Enfin, les candidats doivent se détacher suffisamment de leurs notes pour donner à la présentation le dynamisme nécessaire. En particulier, le jury apprécie que le candidat écrive une formule chimique d'un composé ou une équation de réaction sans l'aide de ses notes (en particulier quand il convient d'ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation). Quelques candidats font en effet un usage abusif de transparents pour y présenter tous les calculs ou écritures d'équations un peu délicats.

L'utilisation d'ouvrages pendant la présentation de la leçon est interdite.

Quel que soit le titre de la leçon, l'exposé doit être contextualisé et inclus dans une démarche d'apprentissage. 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. En ce sens, la leçon ne peut en aucun cas être conçue par le candidat comme une séance de travaux pratiques, elle doit s'articuler comme une progression des savoirs et savoir-faire à acquérir à un niveau donné, une fois l'exposé achevé. Les expériences présentées doivent être menées jusqu'à leur exploitation.

De plus, la présentation ne saurait être uniquement un exposé isolé dans le temps d'apprentissage des élèves. En cela, l'introduction ne peut se limiter à des pré-requis, mais les concepts doivent être appréhendés de façon plus globale par rapport aux connaissances supposées assimilées jusque là par les élèves auxquels s'adresse le candidat. Le jury a apprécié que certains candidats aient eu le souci de présenter des expériences simples introductives, malheureusement pas toujours reprises au cours de la leçon. L'objectif d'une leçon n'est pas l'exhaustivité dans le domaine proposé. Il vaut mieux faire des choix et les annoncer, plutôt que de vouloir tout traiter trop rapidement. Le jury précise qu'il n'a pas d'idée préconçue sur la leçon, à ceci près qu'il attend une vision d'ensemble et non la reproduction d'un chapitre d'un ouvrage.

Même si le jury note un réel effort de la part des candidats pour construire une démarche scientifique s'appuyant sur des expériences, certaines prestations n'en comportent aucune : c'est souvent le cas des leçons qui traitent des concepts thermodynamiques, cinétiques ou de la description microscopique de la matière. Or une leçon ne saurait être constituée uniquement de calculs formels, ne présentant que des modèles théoriques sans lien avec la réalité. Une leçon dépourvue d'expériences adaptées sera donc toujours jugée incomplète et évaluée en conséquence.

Les expériences permettent d'une part de se confronter à la réalité, de valider ou d'invalider un modèle de recueillir l'information et d'autre part de mettre en valeur les compétences expérimentales du candidat. La description claire, à l'oral, du montage « réel » sur la paillasse est parfois plus efficace et pertinente qu'un schéma peu soigné ou incomplet.

S'agissant de la réalisation des expériences, le jury remarque de façon récurrente que les candidats ne comprennent pas toujours l'expérience menée, ou font souvent preuve de peu de recul par rapport aux protocoles expérimentaux qu'ils mettent en œuvre. Les protocoles types issus de la littérature ne doivent pas être considérés comme faisant foi dans toutes les circonstances et doivent être adaptés aux choix pédagogiques du candidat. Les structures, les noms des composés chimiques utilisés lors de la présentation doivent être connus ainsi que leurs propriétés physico-chimiques (états physiques, propriétés de solubilité, etc.). Les états de la matière doivent être précisés lors de l'écriture des équations de réaction. Le jury apprécie fortement de la part des candidats qu'ils fassent preuve d'esprit critique et de prise d'initiative dans la mise en œuvre des protocoles, qu'ils diversifient leurs sources, et qu'ils soient capables d'expliquer les conditions opératoires choisies.

On attend que les expériences soient abouties et qu'elles conduisent, au cours de l'exposé, lorsqu'elles sont qualitatives, à des conclusions et, lorsqu'elles sont quantitatives, à des exploitations rigoureuses. Le jury regrette qu'un candidat évoque des expériences qu'il aurait pu faire, ou seulement ébauchées en préparation mais non présentées.

Le jury note par ailleurs un effort sur les calculs d'incertitudes, mais il déplore parfois la nature des facteurs pris en compte qui ne reflètent pas toujours la réalité expérimentale, notamment lors des dosages. La précision de la verrerie utilisée est en particulier très mal connue. Les confusions entre calculs d'incertitudes et écarts type sont également nombreuses dans ce type d'analyse. De même le jury rappelle que le nombre de chiffres significatifs donné pour un résultat fait partie intégrante d'une démarche rigoureuse. Il est également rappelé que la différence entre un résultat trouvé et une indication fournie par le fabricant, qui n'est pas une donnée théorique, n'est pas une incertitude sur la valeur.

Si le tracé d'une courbe a été réalisé en préparation, il convient de reprendre deux ou trois points devant le jury afin de prouver la reproductibilité de la méthode.

Les modèles moléculaires et les outils de simulation sont trop peu utilisés par les candidats alors qu'ils permettent d'illustrer avec les précautions nécessaires certaines notions pratiques ou théoriques, ou de justifier certains choix de protocoles expérimentaux. Mais, bien évidemment, la simulation ne doit pas se substituer purement et simplement à l'expérimentation et doit compléter et étayer des résultats expérimentaux.

Les expériences doivent être réalisées avec soin en maîtrisant des conditions opératoires et en respectant les consignes élémentaires de sécurité.

Le jury souhaite ainsi apporter quelques commentaires, suite à de nombreuses erreurs constatées lors des présentations :

- 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.
- 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.
- 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.
- Les solutions tampons ont, par définition, des propriétés particulières, et ne sauraient être remplacées par des solutions de pH donné.
- Les expériences réalisées doivent être autant qualitatives que quantitatives, et ce à tous les niveaux.
- 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.
- Il convient d'adapter les concentrations des solutions pour les tests, pour s'assurer des précipitations, dissolutions et décolorations sans avoir à utiliser de trop grandes quantités de réactifs.
- Dans un titrage, l'utilisation de la méthode de la dérivée suppose de disposer de suffisamment les mesures au voisinage de l'équivalence.
- Une transformation peut être totale quelle que soit la valeur de sa constante d'équilibre (et inversement, ce n'est pas parce que la constante d'équilibre est plus grande que 10^4 que la transformation associée sera totale).
- 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 agrégés au vu des nouveaux programmes de lycée.
- Certaines notions fondamentales comme la notion d'élément chimique, la variance, les phénomènes de corrosion et les courbes intensité-potentiel posent encore trop souvent beaucoup de problèmes aux candidats.
- Une équation d'oxydoréduction est plus facile à écrire correctement quand on a écrit au préalable les demi-équations relatives aux couples mis en jeu.
- Lors des mesures relatives à l'électrolyse ou aux piles, les candidats doivent s'assurer de la cohérence des mesures faites.

L'entretien (20 minutes)

Le candidat ne peut pas consulter ses notes dans cette partie de l'épreuve. Les questions du jury ont plusieurs objectifs. Le premier est d'amener les candidats à corriger d'éventuelles erreurs ponctuelles. 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. Les questions amènent la plupart du temps des réponses assez courtes : se lancer dans un développement de plusieurs minutes n'est pas une bonne stratégie. L'étendue des connaissances des candidats est parfois mise en évidence lors de cet entretien, mais le jury tient à faire savoir qu'il 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. Le jury attend également de la part des candidats une maîtrise des concepts théoriques énoncés. Il n'est pas concevable pour un futur agrégé d'exposer des notions qu'il ne domine pas.

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 futurs candidats à réussir cette épreuve. La liste des leçons donnée à la fin de ce rapport s'appuie sur les programmes de physique-chimie en cours à la rentrée 2013 au lycée général et technologique et en CPGE.

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 2013 et 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 s'y préparer. **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.**

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 dix compétences à acquérir par les professeurs, documentalistes et conseillers principaux d'éducation pour l'exercice de leur métier (journal officiel du 18 juillet 2010) :

« 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 physique-chimie, illustrer la compétence : « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »**. La construction de l'exposé doit être réalisée pendant les quatre heures de préparation qui précèdent la présentation de la leçon de chimie. 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.

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 improvisées, non structurées, abrégées ou montrant une réflexion trop superficielle 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 donner l'impression de « dérouler » 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 ;
- s'appuyer sur des activités ancrées dans le thème de la leçon exposée pour élargir progressivement son propos aux éléments 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.

Cependant, le jury attire l'attention des candidats sur les points suivants :

- un trop grand nombre d'exposés sont centrés davantage sur les compétences « concevoir et mettre en œuvre son enseignement », « organiser le travail de la classe » et « prendre en compte la diversité des élèves » ; cela témoigne d'un manque de préparation et de réflexion pendant l'année sur le sens de la compétence 1 ;
- certains exposés manquent de structuration et sont alors trop souvent improvisés ;
- une proportion non négligeable d'exposés sont très écourtés et révélateurs d'un manque de préparation et de réflexion sur cette compétence ;
- la sécurité au laboratoire de chimie est un élément incontournable qui ne doit ni constituer l'unique sujet abordé dans l'exposé, ni être complètement occulté dans la présentation du candidat ;
- les activités présentées doivent s'attacher à décrire d'abord le travail au quotidien du professeur dans sa classe et son établissement avant d'envisager des visites d'usines ou de laboratoires, des interventions d'ingénieurs ou de chercheurs...

L'entretien

Les questions qui font suite à l'exposé permettent au jury d'affiner son appréciation 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 l'éthique et la responsabilité du professeur dans l'exercice de son métier. Les questions posées au candidat, même si elles peuvent paraître parfois très précises ou au contraire très ouvertes, 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 système 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 uniquement à la chimie, à des problématiques liées à la vie de l'établissement et pas seulement au travail de la classe.

Conclusion

Ce que le jury attend :

- Le candidat doit mener une réflexion sur la compétence 1 illustrée par des activités liées à la leçon et ne pas se contenter d'un exposé transposable à tous les thèmes ; une partie des quatre heures de préparation doit ainsi être réservée à la construction d'un exposé structuré et argumenté.
- Le candidat doit faire preuve d'ouverture et d'esprit d'analyse, lors de l'entretien, pour conduire un dialogue réflexif avec le jury ;

- Le candidat doit utiliser judicieusement son temps de parole : l'exposé ne doit être ni lapidaire, ni constitué de peu d'éléments développés à outrance et de façon répétitive.

Ce que l'épreuve n'est pas :

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

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

Introduction

Cette 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, de nombreuses prestations ont été 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 capacités expérimentales sont insuffisantes, soit enfin parce que les expériences choisies ou leurs interprétations 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 quatre 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 quarante 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 ne provoque pas d'interruption (sauf en cas de mise en danger du candidat ou du jury), mais il peut être amené à se déplacer.

Au terme de l'exposé, le jury interroge pendant vingt minutes au plus le candidat au sujet :

- 1 de ses choix de protocoles expérimentaux et du matériel utilisé ;
- 2 de ses mesures et des analyses effectuées ;
- 3 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.

Le jury évalue le candidat sur différents points :

Sa capacité à se fixer un objectif expérimental pertinent par rapport au sujet.

La première question à se poser est donc :

1. S'agit-il d'un enjeu métrologique (mesure de longueurs, de fréquences temporelles...) ? Dans ce cas, la précision des mesures doit être particulièrement soignée et discutée .
2. S'agit-il de la mise en évidence des propriétés fondamentales de phénomènes physiques (systèmes bouclés, instabilités et phénomènes non linéaires...) ? Dans ce cas, la présentation de quelques résultats anecdotiques est insuffisante.

Par ailleurs, chaque mesure proposée doit avoir un sens : on ne mesure pas la longueur d'un tuyau en s'appuyant sur un écoulement de Poiseuille dans celui-ci, on ne mesure pas la longueur d'onde d'un laser en s'appuyant sur la figure de diffraction par une fente dont la largeur n'est pas calibrée...

Sa capacité à mettre en œuvre un protocole expérimental adapté.

A ce titre, des expériences susceptibles d'être proposées dans différents montages doivent être exploitées de manière spécifique pour répondre aux enjeux du montage choisi.

Par ailleurs, il est indispensable de connaître le domaine de validité des lois théoriques utilisées et de s'assurer que les conditions de leur application sont assurées ; par exemple, on ne teste pas la loi de

Poiseuille à l'entrée d'un tuyau, puisque le profil des vitesses n'y est certainement pas parabolique.

Son savoir-faire expérimental et sa connaissance du matériel.

Il convient d'éviter l'utilisation d'appareils ou de logiciels dont le principe de fonctionnement est totalement inconnu, ainsi que de « boîtes noires » dont on ne connaît pas la constitution.

Il est par ailleurs impératif de réaliser des mesures devant le jury et, le cas échéant, de les confronter à des mesures effectuées en préparation.

Il faut enfin manipuler soigneusement afin d'éviter les erreurs systématiques grossières et aboutir à des résultats affectés d'une incertitude contrôlée et raisonnable.

Le candidat doit comprendre que l'évaluation des incertitudes n'est pas uniquement un passage obligé pour l'épreuve de montage mais doit être abordé avec discernement :

par exemple, il n'est pas raisonnable de passer du temps à évaluer l'incertitude sur une première mesure presque qualitative pour traiter cet aspect de manière lapidaire dans les expériences suivantes où les enjeux de précision sont plus cruciaux.

Sa capacité à exploiter des mesures, à interpréter des résultats et à faire preuve d'esprit critique.

Ce dernier point est fondamental. Le candidat doit être capable de vérifier l'homogénéité des relations utilisées, de contrôler les ordres de grandeur obtenus (en contrôlant rapidement les puissances de 10) et, bien entendu, de confronter ses mesures à des valeurs tabulées dès que cela est possible. En cas d'erreur manifeste, le candidat ne doit pas passer son résultat sous silence, mais chercher avec discernement où se trouve le biais ; à ce titre, parler d'incertitudes pour parler d'un écart d'un facteur 100 entre valeurs mesurée et tabulée n'est pas scientifiquement acceptable.

Enfin il est demandé au candidat de reporter au tableau le schéma de principe de l'expérience effectuée, les valeurs numériques des composants ou paramètres de contrôles ainsi que le résultat final de l'expérience. Au-delà de l'aspect pédagogique, une expérience de physique a vocation à être discutée de façon contradictoire, et il faut pour cela en communiquer clairement les tenants et aboutissants au jury.

Remarques générales

Choisir les expériences

Comment choisir les 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 présenter deux expériences pertinentes bien réalisées et bien exploitées que quatre inabouties. Il faut prendre soin de choisir les grandeurs physiques mesurées et interprétées en fonction du sujet du montage.

Peut-on introduire une expérience qualitative ?

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 ». Concrètement elles ne contribuent pas de manière significative à la note attribuée.

Quels écueils éviter ?

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. Signalons qu'un effet secondaire de cette tendance est l'utilisation de seule une petite partie du matériel à la disposition des candidats. La conséquence est que ceux-ci présentent des montages souvent très uniformes

malgré la diversité des expériences possibles pour illustrer les sujets.

Conduire les 4 heures de préparation

Visiter les collections.

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.

Préparer les expériences.

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. Le candidat réalise lui-même le réglage des différents matériels demandés. De nombreuses notices sont disponibles.

Valider les résultats.

Il convient de vérifier la pertinence des résultats (Handbook, estimations...) et de préparer les évaluations d'incertitudes.

Les candidats devraient plus souvent consulter les notices ou les spécifications des appareils et des composants utilisés.

Préparer le tableau .

Une partie du temps de préparation doit être consacré à l'organisation du tableau. Cela permet d'éviter de perdre du temps durant la présentation. Ainsi, il est conseillé d'indiquer au tableau le titre et le plan du montage, les expériences choisies, des schémas, des valeurs numériques, des valeurs tabulées, les modélisations utilisées, de façon à compléter rapidement quelques points pendant la présentation.

Présenter le montage devant le jury

Dans la mesure du possible, les candidats doivent organiser leurs montages de façon à ce que les expériences soient visibles par le jury qui n'hésitera pas à se déplacer si besoin.

Il est également conseillé aux candidats de réserver quelques minutes avant l'arrivée du jury pour reprendre en main le début de la présentation, de manière à 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.

Les salles sont équipées d'ordinateurs reliés à des vidéo-projecteurs, ce qui facilite la présentation des résultats devant le jury.

Le candidat doit expliquer clairement, mais sans digression, le but et le protocole de chaque expérience. Lors de la prise de mesure, il explique au jury comment il est en train de procéder et indique la valeur qu'il mesure. Il est peut-être trivial de dire que c'est une épreuve orale et que par conséquent rester de longues minutes dans le silence n'est pas conseillé, même si le jury conçoit que lorsque certains imprévus expérimentaux se présentent, le candidat doivent se concentrer plus intensément et rester un peu silencieux.

Questions de base : comment et pourquoi ?

Quel que soit le montage, le candidat doit pouvoir justifier ses divers choix, tant du point de vue du matériel que du modèle, et des conditions expérimentales : quels composants, quels appareils de mesures, quels détecteurs, quelles approximations, quelles relations, quelles lois, quelles relations affines, quelles relations linéaires, pourquoi avoir tracé telle variable en fonction de telle combinaison d'autres variables... ?

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 et leur conversion dans le système international.

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. En effet, on attend que soient connues la signification physique de ces outils, ainsi que l'incidence sur les mesures des divers paramètres, réglables ou non, qui interviennent.

D'autre part, les expériences « presse-bouton » sont souvent mal exploitées.

A propos des traitements informatiques.

Le jury a constaté des progrès dans l'utilisation des logiciels de traitement des données. Cependant, certaines lacunes subsistent : si une FFT est obtenue d'un simple clic, la résolution spectrale est bien souvent confondue avec le déplacement des curseurs « de part et d'autre du pic » et les paramètres d'obtention sont ignorés. Les candidats doivent, en outre, connaître les propriétés élémentaires de la transformée de Fourier discrète pour pouvoir interpréter correctement leurs résultats. Il faut par ailleurs 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. Enfin, il faut penser à choisir convenablement la durée d'acquisition et la période d'échantillonnage.

Lors de l'exposition des résultats obtenus et de leur traitement, l'utilisation de logiciels est souhaitable, à condition qu'elle ne se substitue pas – en termes d'effort et de temps passé – à la physique ; toutefois, elle devient contre-productive quand le candidat connaît mal les logiciels qu'il utilise. Le candidat doit veiller à préparer le fichier contenant les grandeurs numériques de l'expérience et leur exploitation de manière à ne pas y passer trop de temps lors de la présentation. La plupart des candidats savent désormais faire apparaître sur les graphes obtenus en préparation les points de mesure réalisés devant le jury avec, si possible, une couleur différente.

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.

A propos des expériences d'optique.

Le jury voit encore souvent des montages mal alignés avec des images présentant des aberrations. Rappelons que de nombreux bancs d'optique peuvent être trouvés dans la collection. Cette remarque s'applique à tous les montages dans lesquels l'optique est utilisée, pas seulement à ceux qui ont spécifiquement trait à l'optique. D'autre part, il convient de savoir tirer parti des propriétés spécifiques des diodes laser : longueur de cohérence plus petite que celle des lasers He-Ne, accordabilité, ouverture numérique, effet de seuil (fonctionnement en LED, fonctionnement en laser).

Attention aussi aux lasers dits « non polarisés », dont la polarisation est en fait partielle et fluctuante, ce qui peut conduire à des signaux très fluctuants en particulier pour des expériences quantitatives.

A propos de la présentation graphique des mesures.

Le jury attend :

- que les points de mesure soient bien visibles et qu'on ne voie pas seulement les lignes qui les joignent. Penser à représenter les barres d'erreurs dans les deux directions si cela est pertinent.
- 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. Bien souvent une loi linéaire peut être ajustée par une loi affine pour prendre en compte certaines erreurs

systématiques. Il est alors indispensable de discuter la valeur de l'ordonnée à l'origine.

- que des lois manifestement non linéaires ne soient pas modélisées par une droite en attribuant les écarts entre les points expérimentaux et la droite modèle à du bruit ; il faut donc contrôler la façon dont ces points sont dispersés autour de la courbe modèle.

Validation des mesures.

Cette validation suppose quatre étapes ; il faut :

- Vérifier rapidement, avant de se lancer dans un calcul d'incertitude, la pertinence des résultats en contrôlant les ordres de grandeur trouvés et en comparant aux valeurs attendues ; les candidats disposent pour cela, en bibliothèque, d'ouvrages de référence de type Handbook qu'ils doivent utiliser, comme dit plus haut, pour obtenir les valeurs tabulées des grandeurs qu'ils mesurent.
- Rechercher les éventuelles sources de biais systématiques et les discuter.
- Relever toutes les sources d'incertitude, évaluer les plus importantes, de façon à ne pas s'encombrer des parties négligeables.
- Une fois la pertinence de la mesure vérifiée, et les incertitudes significatives identifiées, terminer par l'encadrement quantitatif du résultat.

Discussion des incertitudes.

- Les notions de barres d'erreurs, d'incertitudes, d'intervalle de confiance et les hypothèses (indépendance des variables, nature statistique des erreurs, absence de biais) qui permettent d'établir les formules utilisées sont globalement mal maîtrisées par la majorité des candidats, ce qui conduit souvent à des évaluations d'incertitudes non pertinentes.
- Ne pas confondre incertitudes et erreurs systématiques. On ne peut espérer diminuer ces dernières en faisant une statistique sur plusieurs mesures. Il faut plutôt chercher à réviser le protocole expérimental.
- Beaucoup de déterminations expérimentales présentent 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 la minimiser.
- 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 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. Cette stratégie, mal appréciée du jury, ne correspond pas à la démarche scientifique attendue.

Remarques particulières sur certains montages

Les remarques qui suivent font référence à la liste des questions de la session 2013.

Montage 1 : Contrairement à une idée apparemment répandue chez les candidats, les mesures précises en mécanique ne sont pas nécessairement hors d'atteinte.

L'étude quantitative du moment cinétique est très peu abordée. L'étude des solides en rotation est essentiellement limitée au gyroscope, dont le principe est par ailleurs souvent mal compris.

Montage 2 : Ce montage se limite trop souvent aux liquides et à l'étude de la tension superficielle. Le titre est pourtant large et n'exclut pas les surfaces solides.

Montage 3 : 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. D'autres limitations des modèles (Stokes et Poiseuille en particulier) sont ignorées. Le principe des anémomètres utilisés doit être connu. Les viscosités mesurées doivent être comparées aux valeurs tabulées.

Montage 4 : Les candidats utilisent en général à bon escient les échelles secondaires de température (résistance de platine). Les mécanismes physiques mis en jeu dans les différents capteurs utilisés doivent être connus. La notion de point fixe est essentielle pour l'établissement d'une échelle thermométrique.

Montage 5 : Ce montage 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. Une grande attention doit être apportée à la rigueur des protocoles employés. Dans les expériences de calorimétrie, il est important de tracer l'évolution temporelle de la quantité mesurée (température, masse) avant et après le phénomène étudié afin d'estimer les fuites thermiques.

Montage 6 : Les candidats doivent connaître et comprendre les conditions d'obtention d'images de bonne qualité. L'étude des limitations et de défauts des instruments présentés est attendue. De bons exposés ont été observés sur ce sujet.

Montage 7 : 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. Il est en particulier intéressant de se placer dans des cas limites où la cohérence spatiale ou la cohérence temporelle peuvent être étudiées indépendamment.

Montage 8 : 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.

Montage 9 : Quel que soit l'appareil de mesure utilisé, notamment le spectromètre à entrée fibrée interfacé avec l'ordinateur, son principe et sa manipulation doivent être connus. Le prisme à vision directe doit être réservé aux observations qualitatives. Enfin, le pouvoir de résolution des appareils doit être connu et leurs limitations discutées. Dans le cas où un candidat souhaite utiliser un spectromètre qu'il a réalisé lui-même, il est rappelé que la mesure des angles au goniomètre est bien plus précise que le simple pointé avec une règle sur un écran.

Montage 10 : Le candidat doit être capable d'expliquer le principe physique des protocoles utilisés pour l'étude de la biréfringence d'une lame mince. Le jury attend des mesures quantitatives avec confrontation aux valeurs tabulées. Une connaissance minimale des milieux anisotropes est indispensable.

Montage 11 : Il s'agit ici d'étudier les propriétés des ondes lumineuses. Il est indispensable de différencier, si possible par des expériences, polarisation partielle et polarisation elliptique. La loi de Malus est souvent mal réalisée et mal exploitée : réfléchir au choix de la source : spectrale, blanche avec filtre, laser polarisé ou non polarisé.

Montage 12 : Il est regrettable que les expériences d'absorption restent qualitatives.

Montage 13 : 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. Penser à montrer les propriétés spectrales.

Montage 14 : 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.

Montage 15 : La sonde à effet Hall est souvent le seul instrument de mesure présenté dans ce montage. Trop de candidats ignorent son principe de fonctionnement. D'autre part, les mesures de champs magnétiques ne sont pas limitées à ceux qui règnent dans l'entrefer d'un électro-aimant. L'étalonnage de l'électroaimant permet cependant une étude quantitative.

Montage 16 : Ne pas se limiter aux milieux ferromagnétiques. L'étude du transformateur est marginale dans ce montage.

Montage 17 : Ce montage doit mettre en évidence différentes caractéristiques propres aux métaux. L'étude de caractéristiques mécaniques par exemple nécessite d'être mise en perspective par rapport aux propriétés équivalentes d'autres matériaux.

Montage 18 : 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.

Montage 19 : Les modèles de condensateurs et les effets capacitifs sont nombreux et aisément accessibles à l'expérimentation. Il est dommage que les candidats se limitent le plus souvent à l'étude du condensateur d'Aepinus et à celle d'un circuit R-C.

Montage 20 : La notion d'inductance mutuelle est souvent mal dégagée, par suite en particulier de mauvais choix dans les composants utilisés et dans la fréquence d'excitation.

Montage 21 : Comme l'an dernier, le jury regrette de ne pas voir plus souvent de réelles mesures de puissance et de rendement, pour des convertisseurs utilisés en régime nominal. Dans ce montage, des mesures de puissance de l'ordre du mW ne sont pas réalistes.

Montage 22 : Comme pour le montage 21, la notion de point de fonctionnement nominal est importante. D'autre part, les modèles utilisés pour décrire les convertisseurs sont souvent trop simplifiés. Il faut être capable d'interpréter l'écart entre le système idéal et le système réel.

Montage 23 : 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 d'utiliser ces capteurs comme des instruments de mesure.

Montage 25 : Il y a de trop nombreux aspects des amplificateurs qui 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.

Montage 26 : 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. Il est recommandé de penser aux modulations de signaux numériques modernes.

Montage 27 : Les notions d'erreur de quantification et de rapport signal/bruit ne sont pas bien dégagées. Pour la numérisation d'un signal, il faut mettre en évidence le rôle de l'échantillonnage et ses conséquences.

Montage 28 : La résolution spectrale lors d'une transformée de Fourier discrète n'est pas toujours connue. Les candidats gagneraient à connaître les méthodes de détermination de fréquence par multiplication (translation) ou hétérodynage.

Montage 29 : Il est dommage de voir tant de montages à prétention métrologique où les incertitudes sont très mal gérées. Lors d'utilisation de « boîtes noires », il est indispensable de connaître leur fonctionnement.

Montage 31 : Il s'agit de bien illustrer quelques caractéristiques des systèmes non linéaires : pluralité des positions d'équilibre, bifurcation, caractérisation des non linéarités, enrichissement spectral, doublement de période, ralentissement critique..., en fonction du ou des système(s) choisi(s) pour illustrer ce montage.

Montage 32 : L'existence de conditions aux limites permet aussi l'apparition de phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférence... La notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

Montage 33 : Les phénomènes de réflexion/transmission et d'impédance 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. Le montage ne doit pas se limiter à des mesures de la célérité.

Montage 34 : Les phénomènes non linéaires, paramétriques pourraient aussi être abordés. 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 ignorée.

Montage 35 : Dans ce montage on demande une maîtrise minimale des montages élémentaires. Un oscillateur à quartz serait le bienvenu avec son fort facteur de qualité.

Montage 36 : Les pendules utilisés dans le cadre de ce montage sont souvent loin d'être des pendules simples. Enfin, les couplages non linéaires conduisent à des phénomènes nouveaux comme l'accrochage de fréquence, qui ont de nombreuses applications.

Montage 37 : Lorsque le matériel informatique est utilisé pour tracer des diagrammes de Bode, le candidat doit être capable de gérer l'acquisition et surtout de réaliser une mesure devant le jury. Certains candidats ayant choisi d'utiliser le tracé automatique de diagramme de Bode ont eu des problèmes de gestion du matériel et n'ont pas abouti à une mesure. Rappelons que l'utilisation de ce type de support informatique n'est pas obligatoire. L'influence des filtres sur la forme des signaux est rarement illustrée (analyse spectrales).

Montage 38 : Il existe des régimes transitoires dans plusieurs domaines de la physique et pas uniquement en électricité. Bien que le régime transitoire des systèmes linéaires, évoluant en régime de réponse indicielle, puisse parfois se ramener à l'étude d'un circuit RC, la simple mesure du temps de réponse d'un tel circuit ne caractérise pas l'ensemble des propriétés des régimes transitoires. D'autre part, l'établissement de régimes forcés peut conduire à une physique bien plus variée que le retour à une situation d'équilibre. Varier les échelles de temps.

Montage 39 : 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 $j = \alpha \text{ grad } V$.

Montage 40 : Le choix des expériences ne devrait pas se limiter à mesurer des "pertes" d'énergie mécanique ou électrique, mais étudier quelques caractéristiques des mécanismes dissipatifs à l'origine de ces pertes. Il peut être intéressant d'aborder différents domaines de la physique.

Montages de physique pour la session 2014

Pour la session 2014, le jury a souhaité modifier la liste des montages. Certains montages ont été supprimés, d'autres ont vu leur titre modifié pour laisser une plus grande liberté aux candidats.

Les commentaires qui suivent précisent les attentes du jury pour certains intitulés nouveaux, et font référence à la numérotation des montages pour la session 2014. Les remarques précédentes portant sur les leçons de la session 2013 restent bien sûr d'actualité.

Montage 4 : Capteurs de grandeurs mécaniques.

Dans ce nouveau montage, les candidats peuvent choisir d'étudier tous types de capteurs qui mesurent des grandeurs mécaniques : accéléromètres, jauges de contrainte, capteurs de position, de vitesse...

Montage 21 : Production et conversion d'énergie électrique.

La production d'énergie, par divers moyens, a été ajoutée à ce montage.

Montage 35 : Moteurs.

Moteurs électriques et thermodynamiques entrent dans le cadre de ce montage.

Sujets des épreuves orales de la session 2013

Leçons de physique 2013

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. Gaz parfait, gaz réels.
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. Étude statistique d'un système en contact avec un thermostat. Probabilité canonique. Applications.
19. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application(s).
20. Exemple de phénomène de transport. Illustration(s).
21. Flux conductifs, convectifs, radiatifs. Exemples de bilan thermique en régime stationnaire.
22. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
23. Induction électromagnétique. Applications.
24. Résonance magnétique. Exemples et applications.
25. Rétroaction et oscillations. Exemples en physique.
26. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale. Exemples et applications.
27. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
28. Ondes acoustiques dans les fluides.
29. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe. Paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
30. Propagation guidée. Exemples et applications.
31. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisation microscopique.
32. Effet de peau. Comportement d'une onde électromagnétique à la surface d'un conducteur.
33. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
34. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat. Exemples.
35. Applications des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix.
36. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.

37. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
38. Diffraction de Fraunhofer. Applications.
39. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
40. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement. Caractéristiques et applications.
41. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
42. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
43. Exemples de phénomènes quantiques.
44. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie. Exemples.
45. Effet tunnel. Applications.
46. Le noyau : stabilité, énergie. Applications.
47. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique : modes propres. Systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
48. La molécule : stabilité, énergie. Applications.
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 2013

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), première et terminale STI2D, première et terminale STL (spécialité SPCL), première et terminale ST2S. Les leçon (CP) sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles MPSI, PTSI, TSI1 (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 2013

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Phénomènes de surface.
3. Dynamique des fluides.
4. Échelle et mesures de température.
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. 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.

Sujets des épreuves orales de la session 2014

Leçons de physique 2014

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.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre.
3. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
4. Lois de conservation en dynamique des systèmes.
5. Cinématique relativiste.
6. Dynamique relativiste.
7. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux.
8. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide.
9. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides.
10. Gaz parfait, gaz réels.
11. Premier principe de la thermodynamique.
12. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé.
13. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
14. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases.
15. Étude statistique d'un système en contact avec un thermostat. Probabilité canonique.
16. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir.
17. Phénomènes de transport.
18. Flux conductifs, convectifs, radiatifs, bilans thermiques.
19. Conversion de puissance électromécanique.
20. Induction électromagnétique.
21. Résonance magnétique nucléaire.
22. Rétroaction et oscillations.
23. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale.
24. Ondes progressives, ondes stationnaires.
25. Ondes acoustiques.
26. Propagation dans un milieu dispersif.
27. Propagation guidée des ondes.
28. Ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques.
29. Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs.
30. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
31. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat.
32. Interférences à deux ondes en optique.
33. Interféromètres à division d'amplitude.
34. Diffraction de Fraunhofer.
35. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
36. Absorption et émission de la lumière.
37. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
38. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
39. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie.
40. Effet tunnel.
41. Fusion, fission.
42. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique et en mécanique quantique.
43. La molécule : stabilité, énergie.
44. Capacités thermiques : description, interprétations microscopiques.
45. Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.
46. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques.
47. Mécanismes de la conduction électrique dans les solides.
48. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
49. Oscillateurs ; portraits de phase et non-linéarités.

Leçons de chimie 2014

Les énoncés des leçons de chimie sont suffisamment ouverts pour permettre au candidat de faire des choix argumentés et de développer une démarche scientifique autour des grands domaines de la chimie et de ses applications. Les candidats, lors de leur présentation, doivent s'appuyer à la fois sur les fondements théoriques, les modèles, les expériences et les applications. Les leçons de niveau « lycée » peuvent concerner différents niveaux d'enseignement. La construction de cette leçon doit respecter l'esprit des différents préambules des programmes du lycée général et technologique et des classes préparatoires aux grandes écoles. Ainsi, la démarche scientifique doit y être privilégiée. La nature de l'épreuve doit par ailleurs amener les candidats à mettre en relation les aspects scientifiques, didactiques et pédagogiques. Ces sujets offrent une part d'initiative importante au candidat ; il ne s'agit pas d'être exhaustif mais de faire des choix argumentés et cohérents dans les concepts et expériences présentées.

1. Chimie et couleur (L)
2. Stéréochimie (L)
3. Solubilité (L)
4. Conversion d'énergie chimique (L)
5. Séparations, purifications, contrôle de pureté (L)
6. Matériaux polymères (L)
7. Chimie et développement durable (L)
8. Synthèses inorganiques (L)
9. Stratégies en synthèse organique (L)
10. Dosages par étalonnage (L)
11. Dosages par titrage (L)
12. Optimisation des cinétiques de réaction (L)
13. Synthèse organique : caractérisations par spectroscopie (L)
14. Relation structure réactivité en chimie organique (L)
15. Réaction chimique par échange de proton (L)
16. Capteurs électrochimiques (L)
17. Molécules de la santé (L)
18. Structures et propriétés des molécules du vivant (L)
19. Solvants (CP)
20. Classification périodique (CP)
21. Solides cristallins (CP)
22. Réactions d'oxydoréduction (CP)
23. Réactions de précipitation (CP)
24. Dosages suivis par potentiométrie (pH-métrie exclue) (CP)
25. Dosages acido-basiques (CP)
26. Cinétique homogène (CP)
27. Évolution et équilibre chimique (CP)
28. Optimisation d'un processus de synthèse industrielle (CP)
29. Hydrométallurgie (CP)
30. Diagrammes potentiel-pH (construction exclue) (CP)
31. Corrosion humide des métaux (CP)
32. Conformations et configurations (CP)

Montages 2014

1. Dynamique newtonienne.
2. Surfaces et interfaces.
3. Dynamique des fluides.
4. Capteurs de grandeurs mécaniques.
5. Mesure de température.
6. Transitions de phase.
7. Instruments d'optique.
8. Interférences lumineuses.
9. Diffraction des ondes lumineuses.
10. Spectrométrie optique.
11. Émission et absorption de la lumière.
12. Photorécepteurs.
13. Biréfringence, pouvoir rotatoire.
14. Polarisation des ondes électromagnétiques.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Effets capacitifs.
20. Induction, auto-induction.
21. Production et conversion d'énergie électrique.
22. Amplification de signaux.
23. Mise en forme, transport et détection de l'information.
24. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
25. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
26. Mesure de longueurs.
27. Systèmes bouclés.
28. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
29. Ondes : propagation et conditions aux limites.
30. Acoustique.
31. Résonance.
32. Couplage des oscillateurs.
33. Régimes transitoires.
34. Phénomènes de transport.
35. Moteurs.