

## PHYSIQUE A

Durée : 4 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet, constitué de six parties indépendantes, étudiait certains aspects des premiers instruments électroniques thérémine et ondes Marthenot. La première partie faisait appel essentiellement aux circuits électriques et à l'étude des signaux. La deuxième partie étudiait le filtrage et la détection. La troisième partie étudiait une modulation d'amplitude avec la présence d'un élément non linéaire. La quatrième partie étudiait le principe des haut-parleurs. La cinquième partie faisait appel à la réalisation d'un condensateur variable par le positionnement de l'instrumentiste. La dernière partie s'intéressait à la « lampe triode ».

Un petit document dont l'analyse permettait de répondre à certaines questions donnait des informations sur les ondes sonores.

Le sujet questionnait sur grande partie du programme de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> :

- en électricité : lois des circuits, signaux électriques, spectre, filtrage, diode, régime sinusoïdal forcé...
- en électromagnétisme : condensateur, induction...
- en mécanique du point par point de vue énergétique.

Le sujet était long ce qui permettait aux candidats de trouver dans un choix à faire lui-même des domaines qu'ils maîtrisent. Le barème en a tenu compte.

### REMARQUES GENERALES

On peut noter que le nombre de copies mal présentées diminue et on constate un réel souci de mise en valeur des résultats présentés. Par contre il y a beaucoup de fautes d'orthographe et de phrases mal construites. Les candidats qui expliquent ce qu'ils font sont rares. Parfois ils énoncent des éléments contradictoires sans s'en apercevoir. Beaucoup trop de résultats sont donnés sans explications.

Ce qui reste le plus surprenant est la faiblesse des élèves pour la résolution des équations différentielles. L'équation de l'oscillateur harmonique non amorti donne presque une fois sur trois à une solution non harmonique. Ce qui n'empêche pas les candidats d'attribuer une fréquence à leur solution. Nombreux sont ceux qui « amortissent » l'oscillateur. D'autres trouvent la bonne solution avec une équation différentielle fautive.

Ensuite il est étonnant de voir combien de grands fondamentaux des études de physique à Bac+2 comme l'utilisation du théorème de Gauss à une symétrie plane, la rigueur de la mise en équations en s'appuyant sur des schémas clairs en électricité avec des flèches d'orientation, l'analyse dimensionnelle du résultat obtenu, la direction et le sens de la force de Laplace ont fait défaut à certains candidats. Certains pensent que les électrons passent d'une armature à l'autre à travers l'isolant dans un condensateur. Ce qui est inquiétant dans ce constat c'est que ce n'est plus l'apanage de cancrès qui ne maîtrisaient rien, donc ne continuaient pas dans cette voie mais actuellement un candidat peut faire correctement une partie et faire de gros contresens sur une autre. On ne sait plus sur quelles idées fortes s'appuyer et cela varie d'un candidat à l'autre.

## ANALYSE PAR QUESTION PAR QUESTION

### Partie I : contrôle de la tonalité

**Ia** Tous les candidats qui font la question répondent juste.

**Ib** Fautes d'utilisation de la formule donnée. La majorité des candidats ne savent pas ce qu'est un spectre, certains confondent le produit des deux signaux avec le produit des fréquences, d'autres disent que le spectre est continu. Alors qu'on devait avoir une composante de fréquence audible ils ne font pas machine arrière sur leurs résultats trop haut en fréquences...

**I2** Le filtre passe bas est mentionné mais souvent sans justification.

**I3a** Que d'équations fausses ! pour un circuit aussi simple ! pourtant l'oscillateur harmonique doit être totalement maîtrisé en 2<sup>ème</sup> année

**I3b** que de solutions fausses !

**I3c** Que de fréquences fausses et pas seulement à cause du facteur  $2\pi$  ! Comment peut-on ne pas voir que les formules proposées combinant  $L_0$  et  $C_0$  n'ont pas la bonne dimension ?

**I4** Les capacités en parallèle sont souvent mal calculées par confusion avec le montage série.

**I5a** Comme le résultat dépend des réponses précédentes, beaucoup de coureurs sont déjà détachés.

**I5b** En général l'idée est la bonne

**I-6ab** Plutôt bien réussi dans l'ensemble

**I-7** Le lien entre  $x$  et  $\log(f)$  rarement écrit

**I8** Question facile bien réussie dans l'ensemble

### Partie II : contrôle du volume

**II-A-1** La rédaction est souvent insuffisante

**II-A-2a** Dans l'ensemble les équivalents de la capacité aux fréquences extrêmes sont connus mais il y a quand même quelques inversions. La notion de filtre passe bande est mal assimilée, on ne sait pas trop sur quelle grandeur on raisonne, le mot ne passe pas s'appliquant pour certains au courant, peu s'appuient sur le facteur de transfert.

**II-A-2b** Le rôle de l'ALI est pas justifié comme « tampon » certains parlent même d'utiliser le régime saturé...

**II-A-3** Bien faite

**II-A-4a** Confusion entre fréquence de coupure et fréquence de résonance.

**II-A-4b** Traduire le -3dB par une division par  $\sqrt{2n}$  est pas acquis et on voit d'étranges formules avec  $10^{0,3}$  ! Mais certains candidats ont très bien traité cette partie.

**II-A-5** Des calculs bien menés sur un bon nombre de copies

**II-A-6** Jamais traité quasiment...

**II-B-1a** Certains pensent la diode est bloquée au départ donc eux aussi. Ceux qui ont le bon schéma sont assez nombreux.

**II-B-1b** L'égalité de  $e$  et  $s$  est en général écrite mais pas toujours la loi au nœud de façon juste. Une utilisation abusive des impédances complexes conduit les élèves à la faute.

**II-B-1c** Très rarement traitée.

**II-B-2** Difficultés avec la solution de l'équation différentielle et mauvaise utilisation de la valeur à l'origine.

**II-B-3** Seulement de rares représentations graphiques correctes.

**II-B-4** Pas compris dans l'ensemble.

**II-B-5a** Confusion entre amplitude complexe et amplitude.

**II-B-5b** Pas ce problème ici.

**II-B-5c** Pas de remarque particulière

**II-B-6** Beaucoup de « charabia » confus. Peu connaissent les intérêts de l'ALI.

### **Partie III : modulation de l'amplitude**

**III-A-1 et III-A-1** Cette partie a plutôt été délaissée par les candidats. La loi d'Ohm est souvent fautive. On ne sait pas trop comment est déterminé le point de fonctionnement. La situation à tension grille constante devient pour certains un cercle...

**III-B-2** Questions faciles plutôt bien traitées.

### **Partie IV : les haut-parleurs**

**IV-1** Rares sont les comparaisons de la longueur d'onde à la longueur de câble ; certains calculent le temps de transit dans le câble. Certains comparent des grandeurs de dimensions différentes disant que  $t$  ou  $l$  est petit devant  $c$ .

**IV-2** Aucune maîtrise réelle du phénomène d'induction donc des explications fumeuses. Une force de Laplace rarement sur la bonne direction et rarement bien orientée.

**IV-3** Les élèves confondent le théorème de la résultante cinétique avec le théorème du moment cinétique.

**IV-4** Un bon nombre connaissent la fem induite et font un schéma correct.

**IV-5** Question très peu traitée et seules quelques rares copies vont au bout.

**IV-6 et 7** Pas de remarque particulière.

### **Partie V : influence des mains**

**V-1** Peu de définitions rigoureuses.

**V-2** Les élèves ont trouvé les symétries mais bon nombre d'entre eux ne savent pas utiliser le théorème de Gauss (local ou intégral) pour établir le champ. Le lien avec le potentiel n'est pas bien exploité. Capacité souvent fautive (là encore pas d'étude de dimension). On aurait pu penser que l'établissement du champ dans cette situation fortement symétrique faisait partie des compétences exigibles des élèves de Spéciale.

**V-3 et 4** Ceux qui ont la bonne capacité en V- réussissent en général ces questions mais pas toujours.

**V-5** Plutôt traitée même seule.

### **Partie VI : tubes à vide :**

Pas mal d'élèves sont venus faire cette partie avant les trois précédentes.

**VI-1a** Le théorème est cité sous forme mathématique, très rarement écrit en bon français.

**VI-1b** Réponse très souvent écrite :  $1/2mv^2$ . Par des chemins détournés certains écrivent  $qU_A$  sans qu'on sache si  $q$  est  $e$  ou  $-e$ ...

**VI-1c d e** Plus ou moins de réussite selon la réponse précédente.

**VI-2** Beaucoup d'élèves connaissent l'équation de Poisson et obtiennent la bonne équation.

**VI-3** La notation « simplificatrice » a fait sombrer beaucoup de candidats qui obtiennent une équation avec des erreurs de signe ou de dimension.

**VI-4** Peu de réussite sur la représentation graphique.

**VI-5 6 et 7** Les candidats essaient de grappiller quelques points par ci par là avec plus ou moins de réussite. Est-ce dû à la fatigue de fin d'épreuve ? Quelques candidats brillants ont bien répondu à cette dernière partie.

Malgré toutes ces remarques chagrines nous devons signaler qu'il y a de très bons candidats qui ont fait sans fautes une très grande partie du sujet grâce à leur maîtrise du cours. Ils font honneur à leurs professeurs qui les ont bien préparés.

En conclusion cette épreuve nous a permis de bien classer les élèves et le jury espère qu'elle a permis de recruter des éléments qui ont les qualités requises pour devenir de bons ingénieurs.

## PHYSIQUE B

Durée : 4 heures

### *Sujet de Chimie*

*(Durée : 2 heures)*

#### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte cette année sur l'étude de **l'eau de Javel**. Il fait appel essentiellement aux capacités des programmes de première année (PTSI) et de deuxième année (PT) listées ci-dessous.

La première partie concerne l'étude de la **préparation de l'eau de Javel**.

L'étude et l'exploitation du diagramme potentiel-pH du chlore permettent de déterminer les caractéristiques des espèces présentes dans le diagramme pour finalement écrire la réaction de formation de l'eau de Javel. Cette partie se termine par l'étude du cristal ionique NaCl.

La deuxième partie traite du **dosage indirect de l'eau de Javel**.

Les candidats sont invités à lire un protocole expérimental détaillé pour prévoir qualitativement le caractère thermodynamiquement favorisé des réactions d'oxydo-réduction support du titrage indirect, puis à exploiter le volume équivalent. Il s'agissait en fin de partie de relier les résultats du dosage à la lecture d'une étiquette d'eau de Javel puis de décrire, à l'aide de la loi d'Arrhénius, la dégradation d'une solution d'eau de Javel en fonction du temps et de la température de conservation.

La troisième partie est l'**étude thermodynamique et cinétique de l'utilisation de l'eau oxygénée comme alternative à l'eau de Javel**.

Après le calcul des données thermodynamiques caractéristiques de la dismutation de l'eau oxygénée, on étudie l'influence de différents facteurs sur cet équilibre. Cela permet au candidat de proposer des conditions expérimentales permettant d'optimiser la décomposition de l'eau oxygénée.

Le sujet se termine par une étude classique de la cinétique de la réaction en présence d'un catalyseur.

**Le sujet aborde donc assez largement les programmes de chimie des classes PTSI et PT. L'évaluation de notions simples y est privilégiée de façon à valoriser des étudiants ayant fourni un travail sérieux en chimie.**

#### REMARQUES ET RECOMMANDATIONS

Les conseils et les remarques qui suivent viennent compléter les recommandations formulées les années précédentes. Ils ne doivent pas être accueillis comme des critiques du jury envers le travail des étudiants, mais bien en tant que conseils utiles pour améliorer la qualité de leurs prestations écrites.

Le jury a souvent apprécié la **qualité de la présentation** (résultats numériques soulignés, expressions littérales encadrées, utilisation de couleurs) **et de la rédaction**. Il encourage les futurs candidats à maintenir ces exigences.

**Les candidats doivent être conscients que seule une réponse justifiée et argumentée est récompensée par l'intégralité des points associés à la question.**

**Les unités doivent impérativement être précisées pour que les points correspondant aux applications numériques soient attribués** (constantes de vitesse, grandeurs de réaction).

Il est noté que de nombreux candidats ayant mal lu l'énoncé ne donnent pas le potentiel du couple  $\text{HClO}/\text{Cl}^-$ . Il faut donc éviter toute précipitation et bien se concentrer sur la lecture de l'énoncé. Mais une fois l'analyse menée et la réflexion achevée, la réponse fournie doit être concise, se limitant à la seule question posée.

Beaucoup de candidats n'ont pas su écrire correctement la réaction de formation de l'eau de Javel alors qu'elle n'était que la traduction de l'énoncé. Nous invitons donc les candidats à accorder une attention toute particulière aux indications fournies dans les énoncés. L'étude cristallographique n'a pas toujours été menée à son terme. Les candidats se trompent sur les relations de tangence entre anions et cations.

Lors de l'étude du titrage des ions hypochlorite, l'écriture des réactions d'oxydoréduction nécessitait d'établir dans un premier temps des demi-équations d'oxydo-réduction. Les réactions proposées étant support d'un titrage, de nombreux candidats ont compris qu'elles devaient être thermodynamiquement favorisées et ont su le justifier qualitativement. Mais l'exploitation finale des résultats du dosage pour les relier au degré colorimétrique a été très rarement menée à bien.

En thermodynamique, les calculs des données thermodynamiques sont généralement bien menés ; l'étude de l'influence de la température et de la pression sur l'équilibre n'est pas rigoureusement justifiée par les candidats. A noter que certains candidats mélangent les notions thermodynamiques et cinétiques dans leurs justifications et leurs raisonnements. Les réponses sur l'optimisation du procédé chimique ont donné assez régulièrement satisfaction.

En cinétique, l'écriture des équations différentielles régissant l'évolution des concentrations a été inégalement traitée, de nombreux candidats ne sachant pas résoudre les équations différentielles. Le jury invite les candidats à analyser les résultats obtenus (homogénéité, conditions limites, ...). Dans les copies où les expressions temporelles des concentrations ont été établies, l'analyse des résultats expérimentaux pour trouver les ordres partiels a souvent été menée à bien.

## CONCLUSION

Le jury a été surpris de corriger de nombreuses copies d'un niveau plus faible que les années passées même s'il a eu le plaisir de lire à nouveau d'excellentes copies de la part de quelques candidats ; il tient à les féliciter vivement pour la précision et la rigueur de leur analyse.

***Sujet de Thermodynamique***  
*(Durée : 2 heures)*

L'épreuve de thermodynamique était orientée sur les problèmes d'isolation thermique et sur les énergies renouvelables. On étudiait en particulier une PAC et le principe élémentaire de la géothermie à partir de l'installation de Soultz sous Forêt en Alsace.

L'épreuve couvrait l'ensemble du programme de thermodynamique ne lésant ainsi aucun étudiant. La conduction thermique, la thermodynamique industrielle et les diagrammes des frigoristes étaient notamment abordées.

Le jury constate dans l'ensemble une nette amélioration de la présentation, et de la formalisation des concepts. Une homogénéité des notations distinguant nettement les quantités élémentaires et les variations apparaît dans la plupart des copies. Il y a un nombre important de très bonnes copies d'étudiants sérieux ayant remarquablement acquis les concepts de la thermodynamique industrielle.

La première partie était axée sur des définitions classiques de la thermodynamique. Beaucoup de candidats semblent ignorer qu'un thermostat est un réservoir d'énergie de capacité thermique infinie. On a au choix soit une capacité nulle ou une capacité unité pour beaucoup de candidats ! Quelques candidats confondent bain thermostaté (système diphasé) et thermostat.

Le jury a malgré tout accepté cette définition compte tenu du fait qu'un bain thermostaté est souvent appelé thermostat en chimie.

Le calcul des coûts a posé un problème à de nombreux candidats. L'unité choisie pour l'énergie, le kWh était portant fait pour réduire les calculs au minimum. Par ailleurs, les candidats doivent avoir un regard critique par rapport aux résultats numériques qu'ils obtiennent. Il est étonnant que des candidats ne soient pas choqués par des micros euros ( !) ou des centaines de milliers d'euro de dépense de chauffage annuel.

La relation entre le temps typique de la diffusion et la diffusivité est connue de nombreux candidats. En revanche, beaucoup ignorent l'interprétation physique de la diffusivité qui est le rapport entre la conduction et le stockage (capacité thermique).

La question difficile de géothermie a été très honorablement traitée par de nombreux candidats. Le cycle de la PAC est bien traité par de nombreux candidats. L'algébrisation des échanges est de mieux en mieux acquis même si de nombreux candidats confondent encore signe et sens et pensent qu'écrire  $-Q_f$  est un signe de négativité pour  $Q_f$ !

Certains candidats s'acharnent à utiliser des lois phénoménologiques quand ils disposent du diagramme des frigoristes. Ils n'en ont donc pas compris l'intérêt.

L'épreuve a classé les candidats et permis aux candidats sérieux et travailleurs de s'en sortir honorablement.