

EPREUVES ECRITES DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

PHYSIQUE A

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème aborde quelques aspects d'une guitare électrique. L'objectif de la première partie est d'aboutir au spectre du son délivré par une corde de guitare. Pour cela on utilise une analogie entre onde électromagnétique et corde vibrante. Dans une deuxième partie, on s'intéresse au microphone de la guitare en étudiant son fonctionnement et en construisant un modèle électrique dont certains paramètres sont obtenus en exploitant des relevés expérimentaux. Enfin, la dernière partie aborde un circuit électronique utilisé en annexe de la guitare et destiné à en modifier la sonorité.

COMMENTAIRE GENERAL

La remarque la plus importante de ce rapport concerne le manque de rigueur et de logique observé dans les copies. Certes, les relations de bases sont connues par la plupart des candidats. Cependant dès qu'il s'agit de mener des raisonnements, pourtant très classiques, la rédaction fait apparaître de graves lacunes en ce qui concerne les justifications et leurs enchaînements.

- De nombreux candidats ne sont pas gênés de poser une grandeur sous une certaine forme pour démontrer que justement elle s'écrit sous cette forme (ex : on écrit un champ électrique sous une forme qui ne dépend que de x et t pour justifier qu'il ne dépend pas de y et z). Il semble y avoir confusion entre hypothèse et conclusion.
- D'autre part, il manque souvent des justifications ou des étapes dans les calculs pour obtenir une rédaction claire, nette et précise.
- Des incohérences surviennent parfois entre deux questions successives (ex : affirmer qu'un champ en un point est nul pour ensuite donner de ce champ une expression qui ne vérifie pas la propriété affirmée).

Ceci laisse l'impression d'une assimilation des connaissances très superficielle sans réel travail en profondeur.

Signalons également des erreurs en trop grand nombre sur des relations élémentaires telles que l'aire d'un disque, le lien entre la fréquence et la pulsation.

Les applications numériques demandées avec un seul chiffre significatif sont assez souvent réalisées et correctes.

Les commentaires sont en général peu pertinents et parfois très éloignés de la réalité. D'une manière générale, du bon sens et de l'observation suffirait parfois à éviter des erreurs grossières.

Les copies sont le plus souvent présentées correctement mais certaines sont encore presque illisibles. Rappelons qu'une mise en garde est annoncée sur ce point en première page du sujet. Ajoutons que les candidats doivent veiller à numéroter correctement les questions, le correcteur à

parfois peine à comprendre à quelle question se rapporte les réponses hésitantes du "b)" si la sous - partie n'est pas indiquée !

REMARQUES SUR LES DIFFERENTES PARTIES

I-A : La connaissance des relations essentielles de l'électromagnétisme est correcte, mis à part la définition d'un conducteur parfait qui est souvent confondue avec le conducteur en équilibre. Montrer que les champs donnés dans l'énoncé vérifient l'équation de propagation est très problématique. L'expression de l'onde réfléchie sur le conducteur parfait a été mal justifiée. La quantification n'est pas établie et les résultats donnés sans aucune justification.

I-B : L'analogie entre l'onde électromagnétique et l'onde mécanique le long de la corde est en général bien comprise. La qualité d'un microphone semble échapper à un bon nombre de candidats qui pensent que le microphone doit être un filtre, la notion de linéarité n'est jamais abordée.

II-A : La détermination du champ à l'intérieur d'un solénoïde infini, bien que très guidée, est rarement faite correctement. La loi de Biot et Savard est trop souvent projetée sans aucune explication.

II-B : Là encore, l'expression de la résistance du bobinage est effectuée sans rigueur au niveau la rédaction. Parfois même la relation entre conductivité et paramètres géométriques est utilisée pour démontrer la relation courant tension alors que la démarche demandée est clairement indiquée. L'application numérique a été catastrophique et l'expression littérale n'est pas donnée en point de départ des calculs. La détermination de la fonction de transfert a été source de difficultés et beaucoup de candidats ne maîtrisent pas le passage à la forme canonique et l'extraction du facteur de qualité. La condition sur le facteur de qualité pour que le filtre présente une résonance n'est que très rarement justifiée. Les méthodes proposées par l'énoncé pour obtenir une valeur numérique à partir d'un relevé expérimental n'ont pas été exploitées

II-C : La compréhension du fonctionnement du microphone n'est pas toujours expliquée avec suffisamment de précision. On rencontre beaucoup d'erreurs au sujet de la dénomination des harmoniques d'un signal.

III : Cette dernière partie est assez peu abordée si ce n'est l'étude du filtre qui révèle une grave confusion au sujet du comportement d'un condensateur en basses et hautes fréquences. La différence entre amplificateur opérationnel idéal ou réel reste très floue.

CONCLUSION

De nombreuses questions des deux premières parties ont été assez correctement traitées mais on ne peut que conseiller aux candidats de soigner la rédaction en matière de rigueur et de cohérence de l'ensemble. Le cours doit être approfondi ; retenir des relations est largement insuffisant.

PHYSIQUE B

Durée : 4 heures

Le problème avait pour thème la fibre optique. L'Etude de différents aspects faisait appel à de nombreuses parties du programme : optique géométrique, ondes électromagnétiques, électronique et optique géométrique.

Le sujet était long et certains candidats n'ont pas hésité à traiter en priorité les questions auxquelles qu'ils savaient répondre.

Il y a très peu de copies quasi vides, la plupart des candidats connaissent leur cours et le jury a pu apprécier de lire d'excellentes copies traitant la quasi-totalité du problème et dénotant une grande aisance tant au niveau des calculs que de la compréhension physique. Que ces candidats soient félicités.

Reprenons certaines questions

1-A-1 : peu de candidats ont compris qu'il s'agit de l'approximation de l'optique géométrique par rapport à l'optique physique : longueur d'onde petite devant les dimensions caractéristiques du système.

1-A-2 : ne pas oublier l'appartenance des rayons au plan d'incidence.

1-A-3 : le résultat doit être justifié.

I.C.6 : discuter la nature ne signifie pas donner les solutions.

I.C.11-12-13 et 14 : questions peu traitées. Le jury a été indulgent acceptant le dénombrement des modes à +/- un près.

II-A-2 : de très nombreux candidats ne donnent pas la bonne solution de cette équation différentielle linéaire du premier ordre ! Nombreux sont ceux qui intègrent avec $P =$ constante au second membre.

II-B-2 Peu de candidat ont compris l'effet d'élargissement des impulsions associé à la durée Δt_m .

II-C-2 la sommation des cosinus a posé de nombreux problèmes.

III.B.2 et B ;3 : ces questions élémentaires ont conduit à un grand nombre de résultats faux. Est en cause une application systématique du théorème de Millman (montage (a)) alors qu'une simple loi d'Ohm conduit au résultat.

III.B.5 Peu de candidats ont vu qu'il y a deux contraintes liées à la valeur maximale de v_o et à celle en fréquence.

III.B.6 : questions généralement très mal comprises.

IV.1.a le principe d'Huygens Fresnel ne saurait se ramener à une formule sans aucune explication ni schéma !

IV.2 le calcul du déphasage est en général beaucoup trop rapide. L'absence d'explication et de détails ne saurait donner des points, d'autant que le résultat se trouve à partir de la question suivante.

IV.5.b : certains candidats traitent cette question sans avoir répondu à la précédente !

IV.10 et 11 : questions rarement comprises

En conclusion, il faut bien prendre le temps d'analyser les phénomènes physique mis en jeu, ne pas hésiter à faire des schémas et s'il y a lieu, de préciser les notations.

PHYSIQUE C

Durée : 4 heures

Sujet de Chimie
(Durée : 2 heures)

Le monoxyde de carbone : ami ou ennemi ?

Ce rapport a pour objet de signaler les points perfectibles et doit être accueilli non comme des critiques du jury à l'égard des étudiants, mais bien en tant que conseils utiles pour poursuivre une amélioration dans la qualité des productions rencontrées.

Le jury a particulièrement apprécié les efforts de présentation et de soins apportés aux copies cette année. On ne peut qu'encourager les étudiants à poursuivre dans cette voie.

D'une façon générale, on ne saurait rappeler aux étudiants l'importance de la rigueur.

Qu'entend-t-on par rigueur ?

- Justifier systématiquement chaque réponse. Un simple mot ne permet pas de savoir si l'étudiant a compris ce qu'il présente ou s'il se limite à redonner un résultat, en espérant avoir la chance de « sortir du chapeau » la bonne réponse. La règle est simple : « lorsqu'il n'y a pas de justifications, il n'y a pas de points ».
- Avoir du recul sur ce que l'on écrit. Exemple : lorsqu'après calcul, un étudiant parvient à une masse volumique de quelques grammes par mètre cube, il faut se poser des questions ! La première doit être : « mon résultat est-il plausible ? ».
- Si le sujet précise clairement que tous les résultats doivent être exprimés avec 3 chiffres significatifs, alors il faut prendre le soin de suivre ces consignes pour chaque calcul.
- Les états physiques de chaque molécule doivent être précisés. De nombreuses erreurs ont été relevées dans l'expression de la constante d'équilibre (question 34), car certains n'ont pas vu que toutes les molécules n'étaient pas en solution aqueuse mais aussi à l'état gazeux.
- Un parcours rapide de l'ensemble du sujet peut être judicieux. Certains n'ont par exemple pas vu qu'une aide numérique était fournie à la fin du sujet.
- Respecter les notations du texte. Ainsi, le symbole du palladium est bien Pd et non Pb, qui représente celui du plomb.

Ces petits détails, toujours liés à des manques de rigueur, coutent à chaque fois quelques points. Cumulés sur l'ensemble d'une copie, cela peut faire une forte différence sur la note finale.

C'est aussi ce qui permet de distinguer une assez bonne copie et une bonne voire très bonne copie.

Quelques remarques complémentaires :

- Une certaine confusion a été relevée entre électroneutralité et électronégativité.
- Dans un cristal ionique, le contact s'effectue entre ions de charges opposées.
- Il est important de connaître l'orthographe des noms propres des éminents scientifiques ayant donné leurs noms à quelques règles.

- Les règles de remplissage des couches électroniques sont connues de la majorité des candidats, mais peu comprises, ce qui se traduit par de nombreuses erreurs au niveau de l'écriture de la représentation de Lewis (couche de valence).

Un dernier conseil : Bien écouter vos enseignants : Toutes ces remarques vous ont été fournies tout au long de vos années de préparation. Vos professeurs sont les premiers acteurs de votre réussite et savent parfaitement comment vous former.

Nous espérons que ces quelques remarques seront utiles pour les prochains candidats.
Nous vous souhaitons une bonne année de préparation.

Sujet de Thermodynamique

(Durée : 2 heures)

Ce sujet comportait, dans la 1^{ère} partie, une bonne part de questions mettant à l'épreuve le (bon) sens physique du candidat et sa capacité à enchaîner des arguments de manière claire et cohérente à défaut de probante. Trop de candidats affirment sans justifier ou construisent des raisonnements abracadabrants.

Il comportait aussi une partie sur la condensation de la vapeur d'eau et ses éventuelles conséquences et n'a été que très rarement traité en intégralité avec ou sans succès. Également très souvent délaissées les questions où figuraient des applications numériques (AN) à faire sans la calculatrice de même que la question portant sur l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution de T en fonction de t.

La 2^{ème} partie était plus classique et pourtant n'a pas été mieux traitée, faute très certainement à une lecture trop rapide (mauvaises valeurs des températures) ou une tendance irrépressible à aller au plus simple même s'il se trouve être le plus faux : la plupart des transferts énergétiques ont été calculés avec des formules inadaptées au problème.

Ceci explique en partie les très faibles notes attribuées à plusieurs copies.

Reprenons certains points posant visiblement problème aux candidats plus en détail.

Question 1 : Il était demandé de justifier le caractère ditherme ET récepteur du cycle.

Il suffisait de préciser que le fluide REÇOIT un travail et que le fluide échange de la chaleur avec deux sources différentes.

Cette question a été globalement mal traitée et ce à plus d'un titre. Des candidats n'abordent que l'un ou l'autre des caractères ditherme ou récepteur. Le vocabulaire utilisé est parfois désastreux, beaucoup de candidats utilisant le mot température à la place du mot source ("le fluide échange de la chaleur avec plusieurs T") ou bien l'imprécision confine à l'erreur "parce qu'elle est soumise à $\neq T$ ", ou encore des énoncés totalement fantaisistes "s'adapte à deux $T \neq$ en été et en hiver" " il y a deux $T \neq$: celle de l'extérieur et celle du fluide" etc etc. L'erreur la plus fréquente étant la machine est réceptrice car elle reçoit de la chaleur !!!

Il y a donc confusion ou absence de réflexion sur la différence de nature entre travail et chaleur, qui pourtant est fondamentale en thermodynamique des machines. Du coup les candidats qui se contentaient de la machine reçoit de l'énergie sans préciser sous quel forme et dans quel organe pour répondre correctement sur le caractère récepteur se sont vus sanctionner.

Questions 2-3-4 qui concernant toujours le principe de fonctionnement d'une machine frigorifique des arguments clairs et simples permettaient de répondre simplement et correctement. Au lieu de cela beaucoup de candidats donnent les bonnes réponses sans aucune justification, ce qui n'a aucune valeur, ou affirment sans arguments scientifiques que la source froide doit être au contact du condenseur, associant sans doute condensation et froid sans plus réfléchir. Réflexion d'ailleurs cruellement absente chez trop de candidats qui affirment que dans le condenseur le fluide se solidifie : ont-ils réfléchi dans ce cas à la circulation du fluide?

Sur le rôle du condenseur la majorité des candidats confond le but et le moyen : le rôle du condenseur n'est pas de condenser (évidemment le "condenseur condense"!) mais d'évacuer la chaleur du fluide vers l'extérieur pour qu'il puisse décrire un nouveau cycle et à nouveau prélever la chaleur à la source froide. La manière la plus efficace d'évacuer cette chaleur étant lors du changement d'état.

Question 5 : Cette question demandait une réflexion approfondie que très peu de candidats ont su mener entièrement à terme. Beaucoup d'erreurs de raisonnement, une des plus fréquentes étant

l'exploitation de $PV = nRT$, sans évidemment préciser de quel gaz, l'air ou le fluide, il s'agit. Du coup de nombreux candidats affirment que le COP est meilleur en été qu'en hiver! Certains vont même jusqu'à justifier cette erreur par une autre erreur consistant à exploiter une définition erronée du COP de Carnot correspondant. Quelques candidats néanmoins élaborent une argumentation rigoureuse et pertinente.

Questions 7 – 13 : La valeur exacte de H_a impliquait que l'on n'assimile pas P_{air} à P_{atm} puisque l'on tient compte de la pression partielle de l'eau. La valeur exacte de P_{eau} impliquait que l'on tienne compte de la condensation à l'état liquide puis solide de la vapeur d'eau, qu'on ne se trompe pas dans les unités et surtout qu'on se souvienne comment calculer une puissance : beaucoup oublient de diviser par le temps ou pire, multiplient par le temps! Mais ces questions ont été très peu abordées.

Question 10 : de nombreuses réponses là encore totalement dénuées de bon sens, voir plus que fantaisistes : le givre "empêche la circulation du fluide". Là encore ce n'est pas la circulation du fluide qui est "empêchée" mais celle de l'énergie. Et "empêchée" n'est pas un vocabulaire approprié : cela peut vouloir dire bloquée ou diminuée ou retardée qui sont trois choses différentes. Il faut s'appliquer à utiliser un vocabulaire clair, précis et adapté. Et ceux qui ont à cœur de justifier leur affirmation, ce qui est à faire absolument, affirment hélas trop souvent que le givre va "obstruer les entrées d'air froid".

Question 14 : une des moins et le plus mal traitées. Il est impensable d'espérer établir correctement cette équation sans préciser le système considéré, c'est pourtant ce que font la majorité des candidats.

Question 16 : une des questions les mieux traitées par une bonne moitié des candidats. On déplore quand même dans l'autre moitié, des candidats qui affirment soit que $dh = 0$ sans justification donc que la transformation est isenthalpe, certains démontrent qu'elle est isentropique (sic) et beaucoup assez malhonnêtement, consciemment ou non, qu'elle est isobare (sic) et isentropique (resic) donc isenthalpe!

Question 17 et 19 ont été bien traitées mais plusieurs là encore affirment sans justifier ou établir et se contentent des états 1 et 2 dans la question 19.

Question 18 : de nombreuses détente se font à entropie décroissante en accord ou pas avec le résultat de la question 26 d'ailleurs) ou sont représentées par un segment vertical. Quelques erreurs sur la position des axes et la nature d'un diagramme T,s (confusion avec diagramme P,T : là encore au lieu de se livrer à des copier-coller mentaux si les candidats réfléchissaient un peu à la nature des transformations qu'ils sont en train de représenter il y aurait moins d'erreur).

Question 20 : on ne saurait se contenter de "on améliore le COP" : il faut argumenter en quoi!

Question 21 rappelons que x ne saurait être >1 ou <0 !

Questions 22-26 : à part dans le compresseur le fluide est diphasé donc la formule $cp\Delta T$ n'est pas valable ! Une écrasante majorité de candidats l'utilisent pourtant.

Question 27 : Beaucoup de candidats parachutent la formule du rendement d'un moteur comme COP du cycle de Carnot.

Question 28 : Absence ou insuffisance de réflexion sont encore à déplorer sur cette question où l'on évoque et je devrais plutôt dire invoque la solidification possible du fluide. Quelques candidats néanmoins élaborent une argumentation rigoureuse et pertinente.

Question 29 : L'énoncé demandait explicitement les hypothèses et les étapes de la démonstration et non la démonstration. ntaie en thermodynamique des machines.

Du coup les candidats qui se contentaient de la machine reçoit de l'énergie sans préciser sous quel forme et dans quel organe pour répondre correctement sur le caractère récepteur se sont vus sanctionner.

Sur les questions 2-3-4 qui concernaient toujours le principe de fonctionnement d'une machine frigorifique des arguments clairs et simples permettaient de répondre simplement et correctement. Au lieu de cela beaucoup de candidats soient donnent les bonnes réponses sans aucune justification, ce qui n'a aucune valeur, soit affirment sans arguments scientifiques, c'est là le problème, que la source froide doit être au contact du condenseur, associant sans doute condensation et froid sans plus réfléchir. Réflexion d'ailleurs cruellement absente chez trop de candidats qui affirment que dans le condenseur le fluide va se solidifier : ont-ils réfléchi dans ce cas à la circulation du fluide ?

Sur le rôle du condenseur la majorité des candidats confond le but et le moyen : le rôle du condenseur n'est pas de condenser (évidemment le "condenseur condense"!) mais d'évacuer la chaleur du fluide vers l'extérieur pour qu'il puisse décrire un nouveau cycle et à nouveau prélever la chaleur à la source froide. La manière la plus efficace d'évacuer cette chaleur étant lors du changement d'état.

La question 5 demandait une réflexion approfondie que très peu de candidats ont su mener entièrement à terme. Beaucoup d'erreurs de raisonnement, une des plus fréquentes étant l'exploitation de $PV = nRT$, sans évidemment préciser de quel gaz, l'air ou le fluide, il s'agit. Du coup de nombreux candidats affirment que le COP est meilleur en été qu'en hiver! Certains vont même jusqu'à justifier cette erreur par une autre erreur consistant à exploiter une définition erronée du COP de Carnot correspondant. Quelques candidats néanmoins élaborent une argumentation rigoureuse et pertinente.

Questions 7 – 13 : La valeur exacte de H_a impliquait que l'on assimile pas P_{air} à P_{atm} puisque l'on tient compte de la pression partielle de l'eau. La valeur exacte de P_{eau} impliquait que l'on tienne compte de la condensation à l'état liquide puis solide de la vapeur d'eau, qu'on ne se trompe pas dans les unités et surtout qu'on se souvienne comment calculer une puissance : beaucoup oublient de diviser par le temps ou pire, multiplient par le temps! Mais ces questions ont été très peu abordées.

La question 10 a donné lieu à de nombreuses réponses là encore totalement dénuées de bon sens, voir plus que fantaisistes. Parmi celles-ci revenait souvent la réponse suivante : car le givre "empêche la circulation du fluide". Là encore ce n'est pas la circulation du fluide qui est "empêchée" mais celle de l'énergie. Et "empêchée" n'est pas un vocabulaire approprié : cela peut vouloir dire bloquée ou diminuée ou retardée qui sont trois choses différentes. Il faut s'appliquer à utiliser un vocabulaire clair, précis et adapté. Et ceux qui ont à cœur de justifier leur affirmation, ce qui est à faire absolument, affirment hélas trop souvent que le givre va "obstruer les entrées d'air froid".

La question 14, une des moins et le plus mal traitées. Il est impensable d'espérer établir correctement cette équation sans préciser le système considéré, c'est pourtant ce que font la majorité des candidats.

La question 16 a été une des questions les mieux traitées par une bonne moitié des candidats. On déplore quand même dans l'autre moitié, des candidats qui affirment soit que $dh = 0$ sans justification donc que la transformation est isenthalpe, certains démontrent qu'elle est isentropique (sic) et beaucoup assez malhonnêtement, consciemment ou non, qu'elle est isobare (sic) et isentropique (resic) donc isenthalpe!

Les questions 17 et 19 ont été bien traitées mais plusieurs là encore affirment sans justifier ou établir et se contentent des états 1 et 2 dans la question 19.

Pour la question 18 de nombreuses détenteuses se font à entropie décroissante (en accord ou pas avec le résultat de la question 26 d'ailleurs) ou sont représentées par un segment vertical. Quelques erreurs sur la position des axes et la nature d'un diagramme T,s (confusion avec diagramme P,T (il faut le faire!) ou diagramme des frigoristes : là encore au lieu de se livrer à des copier-coller mentaux si les candidats réfléchissaient un peu à la nature des transformations qu'ils sont en train de représenter il y aurait moins d'erreur).

À la question 20 on ne saurait se contenter de "on améliore le COP" : il faut argumenter en quoi!

À la question 21 rappelons que x ne saurait être >1 ou <0 !

Question 22-26 : à part dans le compresseur le fluide est diphasé donc la formule $cp\Delta T$ n'est pas valable ! une écrasante majorité de candidats l'utilisent pourtant.

Question 27. Beaucoup de candidats parachutent la formule du rendement d'un moteur comme COP du cycle de Carnot.

Question 28. Absence ou insuffisance de réflexion sont encore à déplorer sur cette question où l'on évoque et je devrais plutôt dire invoque la solidification possible du fluide. Quelques candidats néanmoins élaborent une argumentation rigoureuse et pertinente.

Question 29 : L'énoncé demandait explicitement les hypothèses et les étapes de la démonstration et non la démonstration. . On peut ainsi constater que peu de candidats ont compris la différence entre système ouvert et fermé. Des énoncés comme "on définit UN système à t ET UN système à $t + dt$ " ou "on applique le 1er principe aux DEUX systèmes fermés" ou "le système fermé occupe l'espace entre $\sum a$ et $\sum b$ " montrent bien la difficulté éprouvée par les candidats.

En conclusion rappelons qu'un résultat sans justification est une absence de résultat, que les AN doivent être faites et éventuellement commentées. La rédaction doit être rigoureuse : un raisonnement se basant sur "un" ou "le" transfert thermique mais sans préciser lequel ne peut être démonstratif.

Elle doit traduire une réflexion scientifique et non des associations d'idées plus ou moins fructueuses.

Les résultats ou réponses doivent être en accord avec les lois physiques qui doivent donc être connues! Et l'on avait l'impression après correction de cette épreuve que ce n'était pas souvent le cas.

Les notations quand elles ne sont pas données par l'énoncé doivent être clairement définies (par exemple à la question 29) pour s'assurer de la réelle compréhension du candidat, sans compter que certains professeurs ont des notations totalement différentes voire opposées pour caractériser le système ouvert ou le système fermé par exemple.