

PSI

Physique · Modélisation · Chimie

2024

Sous la coordination de

Julien DUMONT
professeur en CPGE
ancien élève de l'École Normale Supérieure (Paris-Saclay)

Alexandre HERAULT
professeur en CPGE
ancien élève de l'École Normale Supérieure (Paris-Saclay)

Par

Ilan AUDOIN
professeur agrégé

Thibaut CHASSÉ
professeur agrégé

Olivier FRANTZ
professeur agrégé en école d'ingénieurs

Alexandre HERAULT
professeur en CPGE

Jérôme LAMBERT
enseignant-chercheur à l'université

Augustin LONG
professeur en CPGE

Tom MOREL
professeur en CPGE

Cyril RAVAT
professeur en CPGE

Louis SALKIN
professeur en CPGE

Sommaire

E3A

		Énoncé	Corrigé
Physique et Chimie	Escale à Fort Boyard. <i>optique géométrique, mécanique des fluides, mécanique, phénomènes de transport, électromagnétisme, cristallographie, oxydoréduction, diagrammes E-pH</i>	11	23

CONCOURS COMMUN INP

Physique et Chimie	Fort Boyard. <i>mécanique, mécanique des fluides, conversion électro-mécanique, cristallographie, thermodynamique, oxydoréduction</i>	36	51
Modélisation et Ingénierie numérique	Étude d'un correcteur de facteur de puissance. <i>électronique de puissance, Python, intelligence artificielle</i>	72	96

CENTRALE-SUPÉLEC

Physique et Chimie 1	Autour d'une centrale nucléaire. <i>thermodynamique, induction électromagnétique, bilans en système ouvert, solutions aqueuses, Python</i>	111	125
Physique et Chimie 2	À propos de la structure de la Terre. <i>ondes sonores dans les fluides, ondes mécaniques dans les solides, analogie gravitationnelle de l'électrostatique, diffusion thermique, cristallographie</i>	153	166

MINES-PONTS

Physique 1	Analyse physique d'un spa. <i>thermodynamique, mécanique des fluides, électromagnétisme, électronique</i>	186	194
Physique 2	Freinages. <i>mécanique du point, induction, diffusion</i>	214	223
Chimie	Industrie de l'extraction de l'uranium. <i>cristallographie, diagrammes E-pH, oxydoréduction, thermodynamique</i>	236	243

POLYTECHNIQUE-ENS

Physique	Expériences de physique à bord de l'ISS. <i>mécanique du point, onde acoustique, électromagnétisme</i>	250	263
----------	---	-----	-----

FORMULAIRES

Constantes chimiques	280
Constantes physiques	283
Formulaire d'analyse vectorielle	284
Classification périodique	288

SESSION 2024

PSI9PC



ÉPREUVE SPÉCIFIQUE - FILIÈRE PSI

PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 4 heures

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

- Utiliser uniquement un stylo noir ou bleu foncé non effaçable pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, excepté le vert, bleu clair ou turquoise, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats.
- Ne pas utiliser de correcteur.
- Écrire le mot FIN à la fin de votre composition.

Les calculatrices sont autorisées.

Le sujet est composé de six parties indépendantes.

- Les données utiles à la résolution du sujet figurent en fin de chaque partie, sauf en partie V.
- Tout résultat donné dans l'énoncé peut être admis et utilisé par la suite, même s'il n'a pas été démontré par le ou la candidat(e).
- Les explications des phénomènes étudiés interviennent dans l'évaluation au même titre que les développements analytiques et les applications numériques.
- Les résultats numériques exprimés sans unité ou avec une unité fautive ne sont pas comptabilisés.

e3a Physique et Chimie PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Louis Salkin (professeur en CPGE) et Augustin Long (professeur en CPGE) ; il a été relu par Julien Dumont (professeur en CPGE) et Alexandre Herault (professeur en CPGE).

Ce sujet a pour thème le jeu télévisé Fort Boyard. Il est composé de six parties indépendantes ; les cinq premières sont relatives à la physique, la dernière à la chimie.

- La première partie est consacrée à l'observation du fort au moyen de jumelles, modélisées par une paire de lunettes de Galilée. Après une brève étude du caractère convergent/divergent de chaque lentille, l'objectif est de déterminer les valeurs des distances focales permettant d'obtenir le grossissement et l'encombrement souhaités.
- La deuxième partie aborde le principe de la clepsydre. On décrit dans un premier temps l'écoulement de l'eau, assimilée à un fluide parfait, dans un récipient cylindrique. On cherche ensuite à déterminer le profil géométrique de la clepsydre pour que l'on observe une baisse constante du niveau d'eau à l'intérieur.
- La troisième partie porte sur l'épreuve de la cloche. Le mouvement du candidat sur la balançoire est d'abord modélisé par un pendule simple. Afin de prendre en compte l'influence des équipiers tirant la corde, on affine le modèle en considérant un pendule de longueur variable. Une approche discrète du mouvement permet alors d'estimer le nombre de balancements que le candidat doit effectuer pour réussir l'épreuve.
- Dans la quatrième partie, on étudie la diffusion de la fluorescéine dans l'eau au sein d'un canal microfluidique. Après avoir mis en évidence le caractère laminaire de l'écoulement, on établit l'équation de diffusion à partir de la loi de Fick, puis on exploite la solution de cette équation afin d'exprimer la longueur de mélange des deux fluides.
- La cinquième partie se penche sur le fonctionnement du contacteur à l'origine de l'explosion de la cartouche contenant des indices. Dans le cadre d'un modèle de contacteur électromagnétique en translation, on calcule le champ magnétique au sein d'un entrefer, puis la force exercée sur la partie mobile du noyau du contacteur.
- Enfin, dans la dernière partie, on aborde la chimie du gong, alliage de cuivre et d'étain. Les questions sont classiques et portent tout d'abord sur la structure cristallographique du cuivre et de l'alliage de bronze, puis sur l'exploitation d'un diagramme potentiel-pH pour déterminer la composition de l'alliage.

La difficulté du sujet est raisonnable et fidèle à cette banque d'épreuves. Les parties de physique, de longueurs inégales, utilisent des chapitres de première et de deuxième année. La partie chimie, relativement courte, ne comporte que des questions proches du cours ; les applications numériques sont habituelles et peuvent être réalisées à la calculatrice. Cette partie permet de vérifier que le cours de cristallographie et les principes des diagrammes potentiel-pH sont assimilés. Ce sujet est original et agréable à traiter.

SESSION 2024



PSI2PC

ÉPREUVE SPÉCIFIQUE - FILIÈRE PSI**PHYSIQUE - CHIMIE****Durée : 4 heures**

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

- Utiliser uniquement un stylo noir ou bleu foncé non effaçable pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, excepté le vert, bleu clair ou turquoise, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats.
- Ne pas utiliser de correcteur.
- Écrire le mot *FIN* à la fin de votre composition.

Les calculatrices sont interdites.**Le sujet est composé de quatre parties indépendantes.**

Des données se trouvent en fin de sujet.

CCINP Physique et Chimie PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Thibaut Chassé (professeur agrégé) et Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Jérôme Back (professeur en CPGE), Frédéric Barbosa (professeur agrégé) et Stéphane Ravier (professeur en CPGE).

Ce sujet analyse quelques épreuves du célèbre jeu télévisé Fort Boyard. Il est divisé en quatre parties indépendantes, l'une faisant l'objet d'une résolution de problème.

- La partie I porte sur la mécanique des fluides. On étudie la condition d'équilibre d'un flyboard (planche à propulsion à eau) via un bilan de quantité de mouvement et des écoulements de fluide parfait. On discute ensuite succinctement des pertes de charge présentes dans le système.
- Dans la partie II, consacrée à la chimie, on s'intéresse à l'eau de mer. On débute par quelques questions de cristallographie. On utilise ensuite deux expériences de calorimétrie pour déterminer l'effet thermique de la dissolution de NaCl dans l'eau. On étudie la corrosion due à une goutte d'eau sur une plaque de fer puis la protection par le contact avec du zinc.
- La partie III, présentée sous la forme d'une résolution de problème, porte sur l'équilibre d'un verre dans un bocal, soumis à son poids et à la poussée d'Archimède.
- La partie IV propose l'étude d'une machine asynchrone motorisant un tapis roulant. Aucune connaissance sur ce type de machine n'est requis, on travaille par analogie avec les machines synchrones et à courant continu. Outre des calculs de champs magnétiques tournants, on étudie la modélisation électrique d'une phase du rotor et on termine par l'introduction du glissement, qui est un paramètre important du pilotage d'une machine asynchrone.

Ce sujet permet de réviser efficacement les thèmes de mécanique (et statique) des fluides, ainsi que la conversion électro-mécanique. La partie de chimie est très courte et ne présente pas de difficulté particulière ; les questions restent très proches des cours de cristallographie et de thermodynamique.

Notons que le jeu télévisé Fort Boyard faisait aussi l'objet d'un autre sujet, tout à fait différent, la même année, au concours e3a dans la filière PSI.

SESSION 2024



PSI3MO

ÉPREUVE SPÉCIFIQUE - FILIÈRE PSI**MODÉLISATION ET INGÉNIERIE NUMÉRIQUE****Durée : 4 heures**

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

- Utiliser uniquement un stylo noir ou bleu foncé non effaçable pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, excepté le vert, bleu clair ou turquoise, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats.
- Ne pas utiliser de correcteur.
- Écrire le mot FIN à la fin de votre composition.

Les calculatrices sont interdites.**Le sujet est composé de trois parties.**

Sujet : 22 pages
Annexes : 2 pages

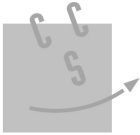
CCINP Modélisation et Ingénierie numérique PSI 2024 Corrigé

Ce corrigé est proposé par Cyril Ravat (professeur en CPGE) ; il a été relu par Nicolas Courier (professeur en CPGE), Frédéric Barbosa (professeur agrégé) et Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs).

Un correcteur de facteur de puissance est un système permettant d'adapter une installation électrique au fournisseur d'électricité, afin de limiter les pertes de puissance en ligne. Cette épreuve de modélisation examine la mise en place d'un tel système. Elle mêle physique et informatique.

- Dans la partie I, on étudie le fonctionnement électrique d'un système simple permettant de connecter un générateur à une charge dont la tension est constante. Il s'agit d'un pont de diodes redresseur, dont l'utilisation génère un courant présentant une forte distorsion. Une étude des harmoniques et des puissances en jeu est menée.
- Dans la partie II, la charge est précédée par un hacheur survolteur dont le fonctionnement est étudié en détail. On s'intéresse notamment aux évolutions des tensions et courants dans le circuit principal. On étudie également des montages à ALI permettant de réaliser la commande électrique du transistor. Les trois dernières questions, plutôt faciles, portent sur la conduction thermique.
- La commande du hacheur doit être effectuée par un système informatique, afin que celui-ci détermine un fonctionnement adapté du hacheur aux appareils électriques de l'installation considérée. Ceci est l'objet de la partie III. Cette adaptation utilise un réseau de neurones, dont on étudie spécifiquement l'apprentissage supervisé. Après de très longues explications et de nombreuses questions qualitatives, l'algorithme proprement dit est étudié. Trois questions demandent d'écrire un code informatique.

Ce sujet fait le point sur la correction d'un facteur de puissance. Il comporte cependant de très longues explications qui manquent parfois de clarté. De nombreuses questions sont dépourvues de formalisme et purement descriptives. Les compétences en informatique ne sont pas réellement évaluées. La deuxième partie est la plus intéressante pour des révisions.



CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

4 heures

Calculatrice autorisée

Physique-Chimie 1

PSI

2024

Autour d'une centrale nucléaire

Une centrale nucléaire utilise l'énergie dégagée par la fission nucléaire des atomes d'uranium placés au cœur du réacteur. La chaleur générée par la fission est transférée à un fluide caloporteur, généralement de l'eau qui circule dans le circuit primaire. L'eau du circuit primaire est portée à très haute température par l'effet des réactions de fission nucléaire qui ont lieu au sein du cœur du réacteur. Elle passe ensuite dans un pressuriseur qui maintient sa pression constante et égale à $p = 155$ bar, puis effectue un échange thermique avec le circuit secondaire dans un générateur de vapeur : l'énergie thermique dégagée par l'eau du premier circuit vaporise alors l'eau du second, qui fait ensuite tourner plusieurs turbines génératrices d'énergie mécanique, elle-même enfin transformée en énergie électrique par un alternateur.

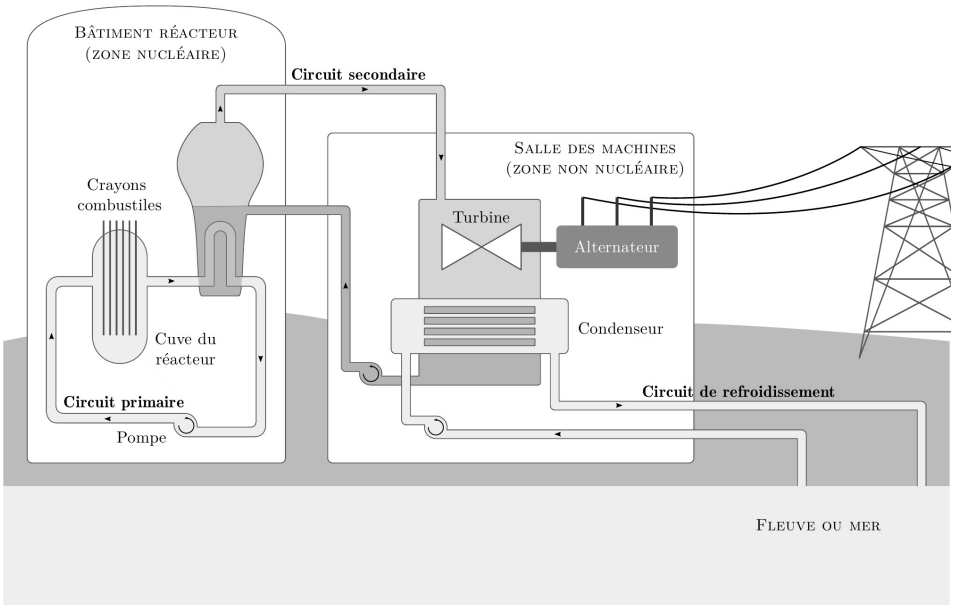


Figure 1 Principe d'un réacteur nucléaire. Librement adapté d'une illustration EDF.

Certaines questions, repérées par une barre en marge, ne sont pas guidées et demandent de l'initiative de la part du candidat. Les pistes de recherche doivent être consignées par le candidat sur sa copie ; si elles sont pertinentes, elles seront valorisées. Le barème tient compte du temps nécessaire pour explorer ces pistes et élaborer un raisonnement, il valorise ces questions de façon très significative.

Un formulaire et certaines données numériques sont disponibles en fin d'énoncé.

I Étude du circuit primaire

Le cœur est constitué de $N = 41448$ crayons combustibles. Chaque crayon combustible est constitué d'un cylindre de hauteur $H = 3,66$ m et de diamètre $d = 2R_4 = 9,5$ mm. Ces crayons sont le siège de réactions de fission, exothermiques.

La puissance thermique développée dans le cœur vaut : $P_1 = 2776$ MW.

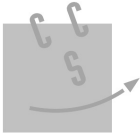
Centrale Physique et Chimie 1 PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Marie Lucas (ENS de Lyon) et Jérôme Back (professeur en CPGE); il a été relu par Thibaut Chassé (professeur agrégé), Alexandre Herault (professeur en CPGE), Augustin Long (professeur en CPGE) et Julien Dumont (professeur en CPGE).

Le sujet aborde le fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisé REP d'une puissance de 900 MWe (mégawatt électrique) de technologie européenne. Les trois premières parties portent sur la physique; les deux dernières, représentant un tiers des questions, sont consacrées à la chimie.

- L'objectif de la partie I est d'établir l'expression des profils axial et radial du champ de température à l'intérieur des crayons de combustible présents dans le cœur du réacteur.
- La partie II aborde la conversion de la puissance thermique émise par le cœur du réacteur, d'abord en puissance mécanique cédée à l'axe des turbines, puis en puissance électrique via des alternateurs. Les différents soutirages sur les paliers de détente, ainsi que les étapes de surchauffe, permettent d'augmenter le rendement du cycle thermodynamique étudié.
- La partie III aborde très succinctement le principe de la conversion de puissance mécanique en puissance électrique par un alternateur, en s'appuyant sur un modèle rudimentaire de ce dernier.
- Dans la partie IV, le sujet explore deux manières de titrer l'acide borique. On utilise d'abord la pH-métrie en ajoutant du D-mannitol pour rendre le saut de pH plus visible. Comme la réaction support du titrage fait apparaître des ions, on étudie ensuite la possibilité de la conductimétrie.
- Dans la partie V, on s'intéresse à la solubilité de l'oxyde de nickel dans le fluide du circuit primaire. L'étude est menée en fonction du pH pour différents modèles, selon les espèces considérées en solution. Cette partie comporte une question informatique avec un code à compléter. La fin du sujet élargit les paramètres à la température du système.

Ce sujet long et relativement technique est recommandé aux élèves souhaitant travailler, en physique, les thèmes liés à la diffusion thermique ainsi qu'aux bilans thermodynamiques en système ouvert. La partie chimie utilise exclusivement les chapitres de première année sur les solutions aqueuses, notamment les équilibres acido-basiques et les équilibres de précipitation. Elle permet de s'exercer dès la sup à la manipulation des expressions de relations à l'équilibre, au calcul de pH de frontière dans des diagrammes de prédominance et à l'interprétation de courbes de titrage pH-métrie et conductimétrie.



CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Physique-Chimie 2

PSI

2024

4 heures

Calculatrice autorisée

À propos de la structure de la Terre

On considère que l'intérieur de la Terre est constitué d'une succession de couches de propriétés physiques différentes, telles que représentées à la figure 1 :

- au centre, le noyau forme 17 % du volume terrestre et se divise en :
 - la graine (ou le noyau interne), essentiellement constitué de fer solide,
 - le noyau externe, essentiellement constitué de fer liquide ;
- dans la partie intermédiaire, le manteau constitue 81 % du volume terrestre ;
- en surface, la croûte solide représente moins de 2 % du volume terrestre.

Le problème aborde divers phénomènes et modèles en relation avec cette structure.

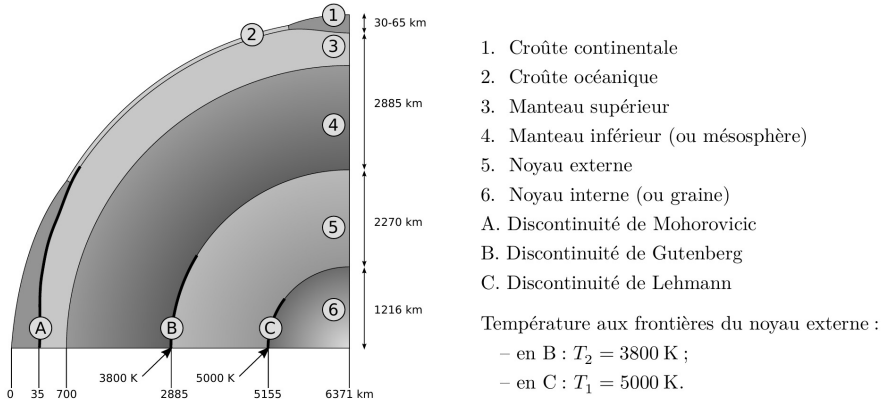


Figure 1 Structure de la Terre. D'après Wikipédia.

Certaines questions, peu ou pas guidées, demandent de l'initiative de la part du candidat. Leur énoncé est repéré par une barre en marge. Il est alors demandé d'explicitier clairement la démarche, les choix et de les illustrer, le cas échéant, par un schéma. Le barème valorise la prise d'initiative et tient compte du temps nécessaire à la résolution de ces questions.

On définit l'unité imaginaire i , nombre complexe tel que $i^2 = -1$.

Un formulaire et certaines données numériques, qui complètent celles de la figure 1, sont disponibles en fin d'énoncé.

I Des informations sur la structure de la Terre issues des ondes

Des informations sur la structure interne de la Terre sont obtenues par l'analyse des ondes sismiques qui s'y propagent suite aux grands séismes qui ont lieu dans la croûte solide. Ces ondes sont de natures variées :

- volumiques : elles peuvent alors être transversales (ondes S) ou longitudinales (ondes P) ;
- surfaciques : elles sont les plus destructrices et ne sont pas étudiées ici.

Centrale Physique et Chimie 2 PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Ilan Audoin (professeur agrégé) et Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Jérôme Lambert (enseignant-chercheur à l'université), Stéphane Ravier (professeur en CPGE) et Julien Dumont (professeur en CPGE).

La planète Terre est constituée d'une succession de couches de propriétés physiques différentes, rendant sa structure complexe à étudier. L'analyse de sa masse volumique et des ondes sismiques qui s'y propagent permettent notamment d'affiner la compréhension de sa décomposition structurale. Ce sujet propose de s'intéresser à ces problématiques.

- La première partie étudie les ondes sismiques qui se propagent au sein du volume terrestre. Elle aborde l'analyse des ondes longitudinales et transversales en débutant par des rappels et une analogie avec la propagation d'ondes sonores dans les fluides homogènes.
- La célérité de ces ondes faisant apparaître la masse volumique de la Terre, la partie II propose l'étude de cette dernière. L'analogie gravitationnelle de l'électrostatique, étudiée à travers deux modèles gravimétriques, conduit alors à l'expression de la distribution de masse volumique de manière complète.
- Dans la partie III, consacrée à la chimie, on étudie la composition chimique du noyau interne, la graine. Cette partie est très courte et traite essentiellement de cristallographie.
- La partie IV, courte, considère les différents transferts thermiques ayant lieu au sein du noyau, d'abord dans le noyau externe puis en considérant la croissance de la graine.
- Enfin, la dernière partie, plus originale, pose la question du processus de formation des magmas et constitue le lien vers le volcanisme. L'étape majeure correspond à la cristallisation fractionnée. Des données expérimentales issues de réels résultats expérimentaux acquis dans la Chaîne des Puys, près de Clermont-Ferrand, sont analysées dans le but de caractériser le volcanisme de cette chaîne française.

Ce sujet est long mais permet un large balayage des connaissances de prépa, en particulier du programme de spé. Du point de vue de la physique, il aborde trois thématiques majeures, en allant du classique au plus complexe. Les quatre premières parties sont d'un niveau moyen et permettent de tester ses connaissances, tout en les appliquant sur des raisonnements plus délicats. La dernière partie va plus loin et elle nécessite des arguments qui seraient attendus lors d'une séance de travaux pratiques. Elle n'est pas indispensable pour un élève souhaitant consolider ses acquis sur les points du programme.

A2024 – PHYSIQUE I PSI



ÉCOLE DES PONTS PARISTECH,
ISAE-SUPAERO, ENSTA PARIS,
TÉLÉCOM PARIS, MINES PARIS,
MINES SAINT-ÉTIENNE, MINES NANCY,
IMT ATLANTIQUE, ENSAE PARIS,
CHIMIE PARISTECH - PSL.

Concours Mines-Télécom,
Concours Centrale-Supélec (Cycle International).

CONCOURS 2024

PREMIÈRE ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée de l'épreuve : 3 heures

L'usage de la calculatrice et de tout dispositif électronique est interdit.

*Les candidats sont priés de mentionner de façon apparente
sur la première page de la copie :*

PHYSIQUE I - PSI

L'énoncé de cette épreuve comporte 7 pages de texte.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé,
il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des
initiatives qu'il est amené à prendre.

Les sujets sont la propriété du GIP CCMP. Ils sont publiés sous les termes de la licence
Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.
Tout autre usage est soumis à une autorisation préalable du Concours commun Mines Ponts.



Mines Physique 1 PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Jérôme Lambert (enseignant-chercheur) ; il a été relu par Ilan Audoin (professeur agrégé) et Stéphane Ravier (professeur en CPGE).

Ce problème a pour objet l'étude physique d'un spa (jacuzzi).

- La première partie est consacrée à l'installation du spa, depuis le gonflage du bassin jusqu'au chauffage de l'eau. Les questions font appel aux programmes de thermodynamique et d'électromagnétisme.
- La deuxième partie traite du fonctionnement du spa. Elle prolonge l'analyse du bilan thermique entamé dans la première partie en se fixant pour objectif de stabiliser la température de l'eau au cours de la journée. Ceci passe par l'analyse des pertes énergétiques du bassin, et par l'analyse d'un module de commande basé sur un ALI permettant de compenser automatiquement ces pertes. Cette partie s'achève sur l'analyse, à l'aide de la mécanique des fluides, du brassage de l'eau par les bulles qui remontent dans le spa.

Ce sujet fait appel à un grand nombre de thèmes du programme de PSI : thermodynamique, mécanique des fluides, électromagnétisme et électronique. Il comporte un nombre raisonnable de questions. La difficulté est variable : certaines questions nécessitent de prendre des initiatives en formulant des hypothèses raisonnables, d'autres appellent des réponses relativement longues. Signalons que certaines applications numériques sont assez lourdes et que la calculatrice était interdite, ce qui souligne la nécessité de s'entraîner régulièrement à cet exercice durant l'année. Le sujet reste proche du cours et constitue un excellent entraînement dans la perspective des concours.

A2024 – PHYSIQUE II PSI



ÉCOLE DES PONTS PARISTECH,
ISAE-SUPAERO, ENSTA PARIS,
TÉLÉCOM PARIS, MINES PARIS,
MINES SAINT-ÉTIENNE, MINES NANCY,
IMT ATLANTIQUE, ENSAE PARIS,
CHIMIE PARISTECH - PSL.

Concours Mines-Télécom,
Concours Centrale-Supélec (Cycle International).

CONCOURS 2024

DEUXIÈME ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée de l'épreuve : 4 heures

L'usage de la calculatrice et de tout dispositif électronique est interdit.

*Les candidats sont priés de mentionner de façon apparente
sur la première page de la copie :*

PHYSIQUE II - PSI

L'énoncé de cette épreuve comporte 8 pages de texte.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé,
il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des
initiatives qu'il est amené à prendre.

Les sujets sont la propriété du GIP CCMP. Ils sont publiés sous les termes de la licence
Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.
Tout autre usage est soumis à une autorisation préalable du Concours commun Mines Ponts.



Mines Physique 2 PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs) ; il a été relu par Virgile Andreani (ENS Ulm), Cyril Ravat (professeur en CPGE) et Frédéric Barbosa (professeur agrégé).

Le sujet a pour thème le freinage. Ses deux parties sont indépendantes.

- Dans la partie I, on part de l'expérience de la chute d'une bille magnétique à l'intérieur d'un tube métallique creux. On examine si les frottements de l'air sont suffisants pour expliquer la durée de la chute, avant de modéliser le freinage inductif occasionné par les courants de Foucault qui se développent dans le tube sous l'effet de la chute de la bille aimantée.
- Dans la partie II, on s'intéresse au mouvement des satellites et plus particulièrement à leur freinage dans les hautes couches de l'atmosphère. Le but est d'évaluer la durée de la chute d'un satellite et de proposer différentes solutions pour la diminuer. Un freinage par rétrofusées est abordé puis à nouveau un freinage inductif, par l'intermédiaire d'un câble qui pend du satellite dans l'ionosphère.

Ce sujet utilise principalement la mécanique, notamment la chute libre, les mouvements de satellites et les théorèmes énergétiques ; il aborde également l'induction et la diffusion. Il permet de faire le point sur ces thèmes et reste proche du cours. La calculatrice n'était pas autorisée. Les données numériques placées à la fin de l'énoncé permettaient de vérifier certaines des expressions trouvées.

A2024 – CHIMIE PSI



ÉCOLE DES PONTS PARISTECH,
ISAE-SUPAERO, ENSTA PARIS,
TÉLÉCOM PARIS, MINES PARIS,
MINES SAINT-ÉTIENNE, MINES NANCY,
IMT ATLANTIQUE, ENSAE PARIS,
CHIMIE PARISTECH - PSL.

Concours Mines-Télécom,
Concours Centrale-Supélec (Cycle International).

CONCOURS 2024

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 minutes

L'usage de la calculatrice et de tout dispositif électronique est interdit.

ÉPREUVE DE CHIMIE

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 minutes

L'usage de la calculatrice et de tout dispositif électronique est interdit.

*Les candidats sont priés de mentionner de façon apparente
sur la première page de la copie :*

CHIMIE - PSI

L'énoncé de cette épreuve comporte 6 pages de texte.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

Les sujets sont la propriété du GIP CCMP. Ils sont publiés sous les termes de la licence
Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

Tout autre usage est soumis à une autorisation préalable du Concours commun Mines Ponts.



Mines Chimie PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Augustin Long (professeur en CPGE) et Stéphane Ravier (professeur en CPGE).

Ce sujet a pour thème l'extraction de l'uranium. Il comporte quatre courtes parties constituées pour l'essentiel d'applications immédiates du cours.

- La première partie est une étude cristallographique de l'uraninite UO_2 . On représente la maille cubique, puis on mène les calculs classiques pour déterminer le paramètre de maille, la population, la compacité et la masse volumique.
- La deuxième partie, qui est la plus longue, traite du diagramme potentiel-pH de l'uranium. Il convient, comme d'habitude, de placer les différentes espèces dans les domaines. On utilise ensuite la relation de Nernst et les équilibres de précipitation pour déterminer numériquement quelques caractéristiques des droites frontières. Finalement, on établit l'équation de réaction d'un titrage par l'ion permanganate et on calcule sa constante d'équilibre grâce aux potentiels standard.
- La troisième partie, assez courte, est une étude thermodynamique de la réaction de réduction de UO_3 en UO_2 par l'ammoniac. On calcule les grandeurs standard de réaction et la constante d'équilibre, ainsi que la variation de cette dernière avec la température, à l'aide des lois classiques du cours.
- La dernière partie ne comporte qu'une seule question, dans laquelle on doit utiliser la relation à l'équilibre pour trouver numériquement une constante d'équilibre en manipulant des pressions.

Cette épreuve, qui dure 1h30 seulement, est un exercice spécifique auquel il faut se préparer. Ce sujet est court et il était possible de le traiter intégralement en maîtrisant les principes fondamentaux du cours en cristallographie, oxydoréduction et thermodynamique, ce qui en fait un très bon entraînement pour les sessions futures.

**ECOLE NORMALES SUPERIEURES
ECOLE POLYTECHNIQUE**

CONCOURS D'ADMISSION 2024

**MERCREDI 17 AVRIL 2024
08h00 - 12h00**

FILIERE PSI - Epreuve n° 4

PHYSIQUE (XSR)

Durée : 4 heures

X/ENS Physique PSI 2024 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Tom Morel (professeur en CPGE) ; il a été relu par Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs) et Louis Salkin (professeur en CPGE).

Le sujet s'intéresse à certaines expériences effectuées à bord de la Station Spatiale Internationale (ISS). Il est constitué de trois parties indépendantes.

- La première étudie le mouvement d'une goutte autour d'une aiguille chargée électriquement. Après avoir établi l'expression du champ électrique créé par un fil infini, on détermine les caractéristiques du mouvement d'une goutte chargée. Ensuite, la prise en compte de frottements permet de rendre compte de la durée finie du mouvement. Cette partie repose essentiellement sur des calculs de champ électrique en régime stationnaire et sur des notions de mécanique du point.
- Dans la deuxième partie, on s'intéresse à la réalisation de figures de Chladni, qui sont des figures géométriques formées par de la poudre placée sur des plaques vibrantes. On établit d'abord l'expression de la force de rappel au sein d'un solide, à partir du module de Young. On aborde ensuite la propagation d'ondes acoustiques dans un solide, puis on étudie le modèle théorique de Kirchhoff-Love dont l'équation de propagation est donnée. On détermine ainsi la relation de dispersion et la conséquence sur la formation d'ondes stationnaires, que l'on compare à des résultats expérimentaux.
- Le ralentissement de la matière par la lumière est abordé dans la dernière partie. Dans le modèle de l'électron élastiquement lié, on montre que l'interaction entre un électron et une onde électromagnétique engendre des forces radiatives qui ralentissent efficacement la matière. Enfin, on prend en compte l'effet Doppler sur ce processus.

La longueur de ce sujet est celle attendue au concours X/ENS. On mobilise les programmes des deux années. Le sujet mélange des questions calculatoires et des questions d'interprétation des systèmes et phénomènes étudiés. La calculatrice n'étant pas autorisée pour cette épreuve, il faut s'entraîner pendant l'année à faire les applications numériques à la main.