

PSI
Physique · Modélisation · Chimie
2025

Sous la coordination de

Jacques DING
ingénieur des Mines
ancien élève de l'École Polytechnique

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

Par

Ilan AUDOIN
professeur agrégé

Marie AUSSERESSE
professeur agrégé

Thibaut CHASSÉ
professeur agrégé

Nicolas COURRIER
professeur en CPGE

Julien DUMONT
professeur en CPGE

Olivier FRANTZ
professeur agrégé en école d'ingénieurs

Alexandre HERAULT
professeur en CPGE

Augustin LONG
professeur en CPGE

Cyril RAVAT
professeur en CPGE

Stéphane RAVIER
professeur en CPGE

Vincent ROSSETTO
chercheur au CNRS

Sommaire

		Énoncé	Corrigé
E3A			
Physique et Chimie	Médecine et physique. <i>optique, électromagnétisme, ondes électromagnétiques, ondes sonores, mécanique des fluides, cristallographie, thermodynamique, diagrammes E-pH</i>	11	23
CONCOURS COMMUN INP			
Physique et Chimie	Quelques aspects liés à l'habitat. <i>diffusion thermique, ondes acoustiques, conversion électronique de puissance, mécanique des fluides, solutions aqueuses, thermodynamique</i>	43	58
Modélisation et Ingénierie numérique	Modélisation d'un lève-fauteuil. <i>électrochimie, électronique de Puissance, moteur, cinématique, statique, asservissement, commande numérique</i>	75	95
CENTRALE-SUPÉLEC			
Physique et Chimie 1	DK6 : un exemple de revalorisation. <i>thermochimie, thermodynamique, mécanique des fluides, conversion de puissance</i>	116	131
Physique et Chimie 2	Le vélo hybride : toujours électrique, même sans batterie. <i>électrostatique, électricité, conversion de puissance, cinétique chimique, solutions aqueuses</i>	147	159

MINES-PONTS

Physique 1	Le canon, fournisseur d'impulsion. <i>mécanique, mécanique des fluides, thermodynamique, induction, magnétostatique</i>	179	187
Physique 2	Oscillations mécaniques et électriques. <i>mécanique, électricité</i>	205	215
Chimie	Chimie et céramiques. <i>crystallographie, oxydoréduction, diagrammes E-pH, thermodynamique</i>	233	238

POLYTECHNIQUE-ENS

Physique	Phénomènes de transport, thermoélectricité et applications. <i>électricité, thermodynamique, électromagnétisme</i>	245	258
----------	--	-----	-----

FORMULAIRES

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

SESSION 2025



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 interdites.

Le sujet est composé de 3 parties, toutes indépendantes.

- Les candidats sont encouragés à lire l'ensemble du sujet et à traiter les questions dans l'ordre.
- Les données et formules utiles à la résolution du sujet figurent en fin d'énoncé.
- Tout résultat fourni dans l'énoncé peut être admis et utilisé par la suite, même s'il n'a pas été démontré par le candidat.
- Les questions libellées par un astérisque (*) demandent de l'initiative de la part du candidat.

La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Sujet : page 2 à page 9

Annexes : page 10 à page 12

e3a Physique et Chimie PSI 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Julien Dumont (professeur en CPGE) et Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Louis Salkin (professeur en CPGE), Jacques Ding (École Polytechnique) et Stéphane Ravier (professeur en CPGE).

Ce sujet porte sur différents aspects physiques et chimiques de la médecine. Il comporte trois parties indépendantes, les deux premières de physique, la troisième de chimie.

- La première partie porte sur la chirurgie réfractive, qui permet de corriger des défauts de vision en opérant l'œil, par laser. L'optique, l'électromagnétisme, et les ondes électromagnétiques et sonores sont ainsi utilisés dans trois sous-parties indépendantes.
- La deuxième partie étudie le système vasculaire sous l'angle de la mécanique des fluides. Beaucoup plus courte que la précédente, elle est proche du cours et permet de bien réviser les écoulements visqueux dans une conduite cylindrique.
- La troisième partie a pour thème le titane qui, sous forme métallique, est bien toléré par l'organisme. On écrit la configuration électronique et on calcule la masse volumique à l'aide de la structure cristallographique. On étudie ensuite la thermodynamique des réactions impliquées dans la production du titane. Puis on termine par le diagramme potentiel-pH de cet élément. Les questions sont classiques et proches du cours.

Ce sujet est intéressant, comme c'est souvent le cas au concours e3a, progressif, et ses parties indépendantes permettent de réviser une thématique particulière en traitant la sous-partie associée. C'est donc un excellent sujet pour travailler pendant l'année de façon ciblée des parties du cours bien définies. Enfin, les calculatrices étaient interdites, mais les applications numériques sont bien conçues.

SESSION 2025



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 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Ilan Audoin (professeur agrégé) et Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Marie Ausseresse (professeur agrégé), Stéphane Ravier (professeur en CPGE) et Frédéric Barbosa (professeur agrégé).

L'édification d'une habitation doit prendre en compte une multitude de paramètres. Parmi eux, son isolation et la bonne circulation du courant électrique sont primordiaux. L'analyse des mécanismes conduisant à une bonne isolation thermique et acoustique permet notamment d'affiner la compréhension de la structuration d'un bâtiment. Ce sujet propose de s'intéresser à ces différentes problématiques.

- La première partie s'intéresse à l'isolation. De l'étude du simple vitrage à celle d'une pièce de l'habitat, elle permet de conclure sur l'optimisation de la gestion des pertes thermiques.
- La deuxième partie étudie la transmission des nuisances sonores à travers une cloison à partir de rappels sur la propagation d'ondes sonores dans les milieux.
- La troisième partie, très courte, est essentiellement consacrée à la chimie. On y étudie la « dureté de l'eau » grâce à un dosage colorimétrique des ions calcium et magnésium. Puis on calcule une enthalpie standard de réaction pour montrer que le calcaire se dépose principalement sur les canalisations d'eau chaude plutôt que sur celles d'eau froide.
- Enfin, la dernière partie s'intéresse à la conversion électronique de puissance dans les habitations.

Ce sujet, d'une longueur raisonnable, permet un large balayage du programme de PSI. En physique, les deux premières parties sont d'un niveau moyen et permettent de tester ses connaissances, tout en les appliquant progressivement à des raisonnements plus délicats. La dernière partie, qui correspond parfaitement aux spécificités de la filière, va plus loin et nécessite un recul et des arguments attendus lors d'une séance de travaux pratiques. Elle sort du cadre classique de ce qui est habituellement posé sur ce thème mais permet de consolider ses acquis.

SESSION 2025



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 sept parties.

Énoncé : 17 pages

Annexes : 3 pages

CCINP Modélisation et Ingénierie numérique

PSI 2025 Corrigé

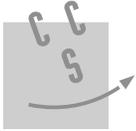
Ce corrigé est proposé par Thibaut Chassé (professeur agrégé) et Nicolas Courier (professeur en CPGE) ; il a été relu par Virgile Andreani (ENS Ulm), Julien Dumont (professeur en CPGE) et Cyril Ravat (professeur en CPGE).

Le sujet étudie un système, nommé Mobilikit, destiné à des personnes à mobilité réduite s'adaptant à divers types de sièges. Il permet un levage réglable de la chaise et du marchepied grâce à l'action d'un vérin électrique. Les parties I à III s'inscrivent dans une thématique Physique–Chimie et sont indépendantes entre elles, tandis que les parties IV à VII portent sur le programme de sciences de l'ingénieur.

- Dans la partie I, assez courte, on étudie la batterie du Mobilikit. Après des questions générales sur son utilisation, le sujet fait introduit quelques questions d'électrochimie pour expliquer son fonctionnement.
- La partie II est également courte. Elle traite de la commande du vérin par un hacheur. Les questions d'électronique de puissance sont proches du cours.
- La partie III est consacrée au moteur à courant continu du Mobilikit à travers des questions classiques d'électrotechnique. Une modélisation informatique est proposée pour analyser les performances du moteur.
- La partie IV s'intéresse à l'étude cinématique de l'ensemble de levage du marchepied et du siège.
- Dans la partie V, on mène l'étude statique de celui-ci.
- La partie VI sert principalement à valider un choix de profil de vitesse afin de valider un cahier des charges.
- Dans la partie VII, on s'intéresse à l'asservissement du système et on valide le choix d'un modèle SLCI alors que la commande est numérique.

Les questions d'électrochimie de la partie I nécessitent un certain recul sur les courbes intensité-potentiel. Les questions d'électronique de puissance et d'électrotechnique sont idéales pour vérifier la bonne connaissance du cours et s'entraîner sur des applications directes.

Les quatre dernières parties (SI) sont relativement classiques et peuvent être traitées dès la première année de prépa. L'originalité du sujet tient à l'étude numérique menée dans la dernière partie, même s'il est dommage que les approximations de l'énoncé rendent cette dernière très épineuse. Celle-ci permet de réviser une partie des notions du programme de sciences de l'ingénieur liées au numérique mais surtout de vérifier si les notions introduites ont été comprises, car l'approche proposée n'est pas enseignée en prépa.



CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Physique-chimie 1

PSI

2025

4 heures

Calculatrice autorisée

DK6 : Un exemple de revalorisation

Le problème comporte 3 parties indépendantes. Certaines questions, moins guidées, sont repérées par leur numéro souligné. Elles ne sont pas *a priori* plus difficiles que les autres, mais demandent de prendre plus d'initiatives.

La centrale électrique DK6, sur le site du port industriel de Dunkerque (Hauts-de-France), produit de l'énergie électrique à partir de gaz naturel. De par sa conception et sa situation géographique, la centrale DK6 a la particularité de pouvoir revaloriser les fumées issues de la production d'acier, émises par l'usine sidérurgique voisine Arcelor-Mittal.

Le processus de revalorisation s'effectue en plusieurs étapes selon un cycle combiné de récupération de la *chaleur fatale* décrit en figure 1.

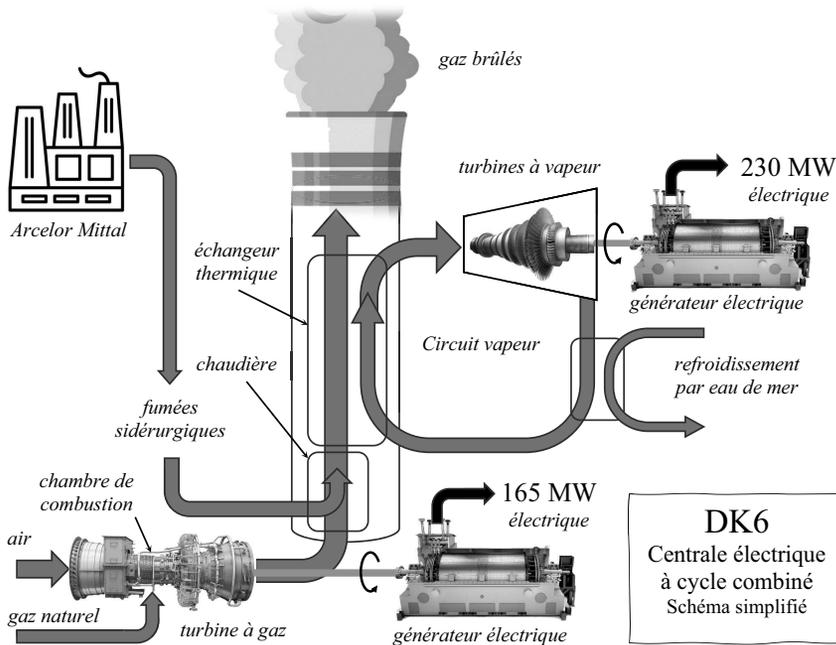


Figure 1 – Description d'une tranche de production

On réalise la combustion de gaz naturel avec de l'air sous pression dans une turbine à gaz reliée mécaniquement à un premier générateur électrique de 165 MW. Les gaz en sortie de la turbine à gaz servent à leur tour de comburant pour brûler les fumées sidérurgiques dans une chaudière. Les gaz brûlés passent enfin dans un échangeur thermique pour produire la vapeur d'eau qui alimente des turbines à vapeur reliées à un second générateur électrique de 230 MW. La centrale DK6 dispose de deux tranches de production identiques pour une puissance électrique totale de 790 MW.

Ce sujet propose une étude de la chambre de combustion de la turbine à gaz (partie A), le principe de fonctionnement d'une turbine à vapeur (partie B) et la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique par un alternateur synchrone (partie C). Les trois parties sont indépendantes entre elles.

Les données sont regroupées à la fin du sujet. Un document réponse est à rendre avec la copie.

Centrale Physique et Chimie 1 PSI 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs) ; il a été relu par Thibaut Chassé (professeur agrégé), Stéphane Ravier (professeur en CPGE) et Frédéric Barbosa (professeur agrégé).

Ce sujet de physique et chimie porte sur la centrale électrique DK6 (à Dunkerque), qui est capable de revaloriser des fumées issues de la production d'acier dans une usine voisine. Différents étages de production de chaleur et d'électricité sont étudiés.

- La partie A propose d'étudier la turbine à gaz à travers des questions de thermo-chimie et une question sur du code python. Il s'agit de quantifier la température de sortie de la chambre de combustion en fonction des débits d'air et de gaz méthane. Les questions affinent progressivement le modèle.
- La partie B, sur la turbine à vapeur, est découpée en deux sous-parties. Dans la première, on cherche à dimensionner la puissance mécanique transmise à l'arbre à partir d'un diagramme de Mollier et du premier principe en écoulement permanent. Dans la deuxième, on s'aide de la mécanique des fluides pour trouver le nombre d'aubes nécessaires à une transmission optimale de la puissance par la vapeur d'eau.
- La dernière partie s'intéresse au couplage du générateur électrique synchrone au réseau. L'équation électrique est visualisée grâce à des vecteurs de Fresnel. La possibilité d'utiliser la machine synchrone pour compenser les variations de facteur de puissance du réseau est envisagée.

La partie chimie porte sur un quart du sujet et permet de faire le tour de la question de la température de flamme à travers des modèles de plus en plus élaborés. Ensuite, les parties thermodynamique et mécanique des fluides sont plutôt originales et sont l'occasion de se tester sur des points qui s'éloignent des questions classiques. Enfin, la partie électrotechnique, plutôt proche du programme, est l'occasion d'une bonne révision sur l'alternateur synchrone. Les différentes parties sont indépendantes les unes des autres. Le tout est un sujet plutôt long. Il faut s'entraîner à aller vite sur les questions classiques pour faire la différence sur le reste.



CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Physique-chimie 2

PSI

2025

4 heures

Calculatrice autorisée

Le vélo hybride : toujours électrique, même sans batterie

Le problème comporte 3 parties indépendantes qui abordent le fonctionnement des éléments du vélo hybride présentés figure 1. Le formulaire et les données sont regroupés en fin d'énoncé.

Certaines questions, repérées par leur numéro souligné, 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 exploiter ces pistes et élaborer un raisonnement, il valorise ces questions de façon très significative.

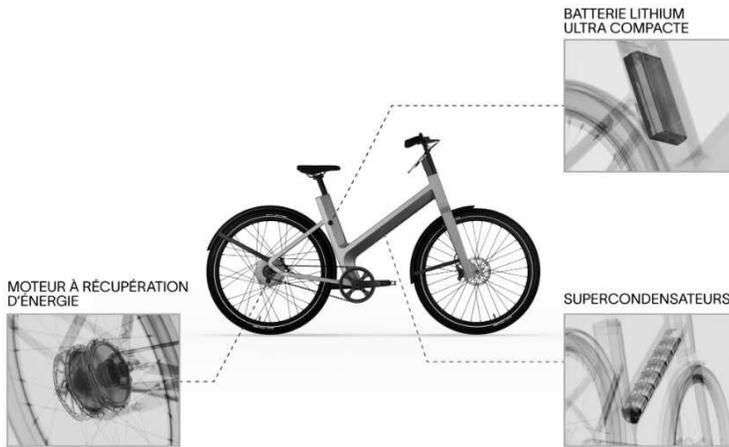


Figure 1 – Les différents éléments du vélo hybride.

Le vélo étudié associe des supercondensateurs, pour une récupération rapide de l'énergie, à une petite batterie lithium-ion de 80 Wh (650 grammes) pour améliorer l'autonomie. En ville, l'autonomie de ce vélo est celle d'un vélo classique doté d'une batterie de 400 Wh. Le vélo est équipé de roues de 26 pouces (rayon $R_r = 0,35$ m).

L'articulation entre les supercondensateurs et la batterie lithium-ion du vélo hybride est présentée figure 2.

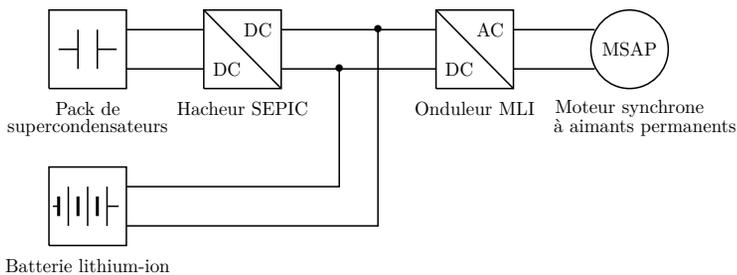


Figure 2 – Schéma de fonctionnement du vélo hybride.

Centrale Physique et Chimie 2 PSI 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Marie Ausseresse (professeur agrégé) et Augustin Long (professeur en CPGE); il a été relu par Stéphane Ravier (professeur en CPGE), Alexandre Herault (professeur en CPGE) et Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs).

Ce sujet étudie un vélo électrique qui utilise l'énergie dissipée par le freinage pour recharger sa batterie. Il se compose de deux parties de physique et d'une partie de chimie (qui représente environ un tiers du sujet). Les trois parties sont indépendantes.

- Dans la partie I, le sujet étudie les supercondensateurs qui récupèrent l'énergie du vélo. On commence par travailler sur un seul supercondensateur, avec une approche électromagnétique, puis sur son insertion dans un convertisseur avec cette fois-ci une approche électrocinétique. Les questions demandent un certain recul sur les notions abordées.
- La deuxième partie, consacrée à la chimie, porte sur le recyclage de l'électrode NMC111 de la batterie. Dans la première sous-partie, on aborde le principe de la dissolution de l'électrode selon deux réactions successives avec une étude de résultats expérimentaux, puis on réalise une étude cinétique comprenant des effets de diffusion. Cette sous-partie est assez inhabituelle en chimie et nécessite une bonne aisance avec le calcul littéral sans perdre de vue le sens physique de l'étude menée. La seconde sous-partie, plus classique, s'intéresse à la solubilité comparée de deux hydroxydes métalliques selon le pH, en vue de leur séparation.
- La dernière partie étudie le moteur synchrone du vélo ainsi que son pilotage. Des questions sur la structure du moteur, assez classiques en conversion de puissance, sont suivies d'autres sur un onduleur commandé par une modulation de largeur d'impulsion (MLI).

Les questions de physique, de difficulté progressive, se concentrent sur les chapitres de conversion de puissance, avec quelques questions d'électromagnétisme en début d'énoncé. Ce sujet permet donc de réviser efficacement les parties du programme de physique spécifiques à la filière PSI.

La partie de chimie contient une sous-partie assez originale et plus difficile, qui mélange cinétique et transferts de matière par diffusion, et une sous-partie plus classique sur la solubilité, avec plusieurs applications numériques à réaliser à la calculatrice.

A2025 – PHYSIQUE I PSI



ÉCOLE NATIONALE DES PONTS et CHAUSSÉES,
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 2025

PREMIÈRE ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée de l'épreuve : 3 heures

L'usage de la calculatrice ou 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 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Stéphane Ravier (professeur en CPGE) ; il a été relu par Steve Arnefaux (professeur en CPGE) et Émilie Frémont (professeur en CPGE).

Ce problème étudie la notion d'impulsion, ou quantité de mouvement, qu'on peut communiquer à différents projectiles de canons. Ses trois parties sont indépendantes.

- Dans la première partie, on s'intéresse à un modèle de canon à eau utilisable par les pompiers. Après une approche simplifiée sans aucun frottement, on cherche à estimer les pertes de charge, c'est-à-dire la diminution de la pression dans le tuyau entre la pompe et la buse de sortie du canon à eau. Cette courte partie se termine par un bilan énergétique qui permet de déterminer la puissance de la pompe et d'estimer quelle fraction de celle-ci sert effectivement à communiquer de l'impulsion à l'eau. Cette partie, assez classique, fait appel à des notions de mécanique du point et de mécanique des fluides.
- La deuxième partie modélise une arme à feu. Une première sous-partie, plutôt théorique, développe une approche thermodynamique du problème. On doit en effet modéliser le gaz issu de l'explosion comme un gaz de Joule (non parfait). On établit les équations principales d'un tel gaz, puis deux questions terminent cette partie avec une approche balistique. La dernière question est la plus calculatoire de l'épreuve.
- La troisième partie contient le plus de questions. On étudie le principe d'un canon électromagnétique. On commence par une étude d'ordres de grandeur, pour ensuite développer une modélisation plus réaliste. Cette partie est assez peu guidée et manque parfois de précision : le candidat était invité par l'énoncé à expliciter les hypothèses qu'il prenait. Cette partie met en œuvre des notions d'induction et de couplage électromagnétique.

L'ensemble forme un sujet relativement agréable et pas très long. À quelques exceptions près, il demande peu de technicité dans les calculs. Il nécessite cependant un certain recul sur les notions du cours, ce qui n'est pas surprenant pour une épreuve des Mines. Il permet de s'assurer que les concepts en jeu ont été bien assimilés. Soulignons que, comme c'est systématiquement le cas pour ce concours, les applications numériques devaient être faites sans calculatrice. Elles ne sont pas toujours simples, ce qui impose de s'entraîner à proposer des simplifications raisonnables.

A2025 – PHYSIQUE II PSI



ÉCOLE NATIONALE DES PONTS et CHAUSSÉES,
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 2025

DEUXIÈME ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée de l'épreuve : 4 heures

L'usage de la calculatrice ou 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 9 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 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Cyril Ravat (professeur en CPGE) ; il a été relu par Olivier Frantz (professeur agrégé en école d'ingénieurs) et Steve Arnefaux (professeur en CPGE).

Les oscillateurs sont des systèmes très classiques en physique et omniprésents dans notre vie quotidienne. Si les oscillateurs harmoniques sont facilement modélisés et appréhendés, ce n'est pas le cas des oscillateurs chaotiques pour lesquels l'évolution peut être très différente à partir de faibles variations des conditions initiales. Cette épreuve examine les évolutions de deux oscillateurs de ce type, l'un mécanique et l'autre électrique.

- Dans la partie I, on étudie le fonctionnement d'un oscillateur mécanique de type masse-ressort. L'inclinaison du ressort par rapport à l'axe du mouvement de la masse conduit à une équation différentielle non linéaire, qui est transformée sous la forme d'une « équation de Duffing » peu classique.
- Dans la partie II, l'étude porte sur un oscillateur électrique assez complexe, comportant quatre amplificateurs linéaires intégrés (ALI) et un montage à diodes. Après avoir caractérisé plusieurs portions du circuit, on obtient une équation différentielle identique à l'équation mécanique de la première partie. Il est alors demandé de comparer les résultats des deux parties et d'analyser finement des résultats expérimentaux.

Ce sujet fait intervenir des objets relativement simples, comme un ressort en mécanique et des ALI en électricité. Cependant, les calculs sont parfois complexes et nécessitent un bon entraînement pour les mener à bien. Il est accessible dès la PCSI pour de très bons élèves, en sautant les questions sur les diodes (vues en deuxième année).

A2025 – CHIMIE PSI



ÉCOLE NATIONALE DES PONTS et CHAUSSÉES,
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 2025

ÉPREUVE DE CHIMIE

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 minutes

L'usage de la calculatrice ou 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 4 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 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Alexandre Herault (professeur en CPGE) ; il a été relu par Margaux Galland (professeur agrégé en école d'ingénieurs) et Stéphane Ravier (professeur en CPGE).

Cette épreuve a pour thème les céramiques. Elle se compose de trois parties indépendantes et de longueurs similaires. Les principaux thèmes abordés sont la cristallographie, l'oxydoréduction et la thermodynamique.

- Dans la première partie, on étudie le nitrure de bore (BN), qui est une céramique non-oxyde. On débute par des questions de structure sur les éléments bore et azote (atomistique et électronégativité) et sur la molécule de borazine ($B_3N_3H_6$) dont on écrit la structure de Lewis. On poursuit par une étude cristallographique : on dessine la maille élémentaire, puis on calcule le paramètre de maille ainsi que la masse volumique du matériau.
- La deuxième partie traite du carbure de zirconium $ZrC_{(s)}$, qui est une céramique ultraréfractaire et ultradure. Le diagramme potentiel-pH du zirconium est donné et le sujet pose des questions très classiques de ce chapitre. On détermine notamment les degrés d'oxydation et les positions des domaines, puis on utilise ou on établit les équations de certaines frontières. On termine en étudiant les couples de l'eau pour trouver les réactions d'oxydation du zirconium métallique en fonction du pH.
- Dans la dernière partie, on réalise une étude thermodynamique de la réaction d'oxydation du carbure de zirconium en présence de dioxygène. On calcule les grandeurs standard de réaction puis la constante d'équilibre, avant de s'intéresser au déplacement de l'équilibre.

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, ce qui en fait un très bon entraînement pour les sessions futures.

**ECOLE NORMALES SUPERIEURES
ECOLE POLYTECHNIQUE**

CONCOURS D'ADMISSION 2025

**MERCREDI 16 AVRIL 2025
08h00 - 12h00
FILIERE PSI - Epreuve n° 4
PHYSIQUE (XSR)**

Durée : 4 heures

***L'utilisation des calculatrices n'est pas
autorisée pour cette épreuve***

X/ENS Physique PSI 2025 — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Vincent Rossetto (chercheur CNRS) ; il a été relu par Julien Dumont (professeur en CPGE) et Louis Salkin (professeur en CPGE).

Ce sujet aborde certaines propriétés électriques et thermiques des métaux.

- La partie I porte sur le transport des charges électriques et le transport de chaleur. Le sujet nous présente deux liens entre ces phénomènes : la loi de Wiedemann-Franz et les effets thermoélectriques, plus particulièrement l'effet Seebeck. Toutes les questions portent sur un dispositif schématisé, un barreau cylindrique en métal dans lequel les charges et l'énergie thermique sont transportées entre deux thermostats soumis à une différence de potentiel.
 - La courte sous-partie I.A aborde le transport électrique continu. Les premières questions concernent des ordres de grandeur microscopiques dans les conducteurs. Puis le sujet fait le lien entre la description locale du transport et la résistance totale du barreau métallique.
 - Dans la sous-partie I.B, la différence de potentiel appliquée au barreau dépend harmoniquement du temps. Après de nouvelles questions sur la pertinence des ordres de grandeur, le sujet étudie le régime basse fréquence et l'effet de peau. Enfin, une dernière série de questions s'intéresse aux relations de dispersion dans des câbles.
 - La sous-partie I.C aborde le transport de chaleur dans les régimes permanent et variable. Elle se fonde sur la loi de Fourier. Le début porte sur le courant thermique uniforme entre les deux thermostats. Dans la suite, on s'intéresse au bilan d'entropie lors de la thermalisation. La fin de la partie concerne l'analyse de données expérimentales lorsque la température d'un des thermostats oscille.
 - La sous-partie I.D se penche sur les effets thermoélectriques, qui mettent en jeu des courants de charge et d'énergie thermique couplés et à la réversibilité de ces phénomènes. Plusieurs questions concernent l'effet Seebeck, qui correspond à l'apparition d'une différence de potentiel dans un matériau dont la température n'est pas uniforme.
- La partie II propose l'étude de deux dispositifs de mesure de température basés sur les effets thermoélectriques.
 - La sous-partie II.A introduit un appareil construit autour d'un conducteur ohmique, d'abord avec un montage en pont de Wheatstone puis avec un circuit contenant des amplificateurs linéaires intégrés (ALI). Cette partie est très classique et permet une révision des circuits électroniques.
 - Dans la sous-partie II.B, l'appareil de mesure est un thermocouple qui utilise l'effet Seebeck étudié précédemment. Elle propose, comme les sous-parties I.B et I.C, l'analyse de données expérimentales, mais d'une façon moins quantitative.

Ce sujet est globalement difficile et ne doit être entrepris qu'une fois les notions du cours bien maîtrisées, dans un objectif de perfectionnement des connaissances et du savoir-faire.