

Rapport du jury

E3A-polytech 2025

Épreuve de Physique-Chimie - filière PSI

Le sujet abordait quelques aspects de la physique et de la chimie en lien avec des applications médicales. Il traitait notamment de l'optique géométrique, de l'électromagnétisme, de la propagation des ondes mécaniques, de la mécanique des fluides et de la thermodynamique.

La partie chimie représentait environ 20% du sujet et portait sur la cristallographie, la thermodynamique chimique et les diagrammes potentiel-pH. L'usage de la calculatrice n'était autorisé.

Plusieurs points positifs sont à noter. Certaines questions, en lien direct avec le cours, ont été globalement bien réussies. Par ailleurs, l'interdiction de la calculatrice a permis de mettre en valeur les capacités de raisonnement, de calcul et d'estimation des candidats.

Cependant, ces éléments positifs ne doivent pas masquer certaines faiblesses structurelles. Les correcteurs soulignent aussi un manque global de rigueur dans la rédaction, ainsi qu'une maîtrise insuffisante de plusieurs concepts fondamentaux, en particulier sur des questions directement issues du cours. Certaines parties du sujet demandaient une prise d'initiative plus marquée, ce qui a mis en difficulté une partie des candidats.

1 Principales erreurs identifiées

Manque de justification et de rigueur :

- Les candidats affirment souvent des résultats sans les justifier par des lois ou principes physiques.
- Les applications numériques sont fréquemment incomplètes, avec des fractions ou expressions non simplifiées. Certains candidats ne terminent pas leurs calculs ou omettent les unités.
- Confusion entre grandeurs scalaires et vectorielles, ainsi qu'entre grandeurs physiques distinctes (ex. : travail, travail massique, puissance ; pression (p) et densité ρ).

Erreurs dans les concepts fondamentaux :

- En optique, méconnaissance des notions de base comme la vergence ou les distances algébriques, ainsi que des confusions sur des termes comme "punctum remotum" ou "foyer objet".
- En électromagnétisme, confusion entre direction de propagation et polarisation, ou entre champ électrique et force électrostatique. Le vecteur de Poynting est mal compris, souvent calculé avec des champs complexes au lieu de champs réels.
- En thermodynamique, confusion entre le premier principe pour systèmes ouverts et fermés, et erreurs sur les grandeurs massiques (ex. : travail massique en watts).
- En chimie, des confusions entre réactions exothermiques/endothermiques, ou entre entropie et irréversibilité, ainsi que des erreurs dans les formules de Lewis ou les nombres d'oxydation.

Problèmes d'homogénéité et d'unités :

- formules non homogènes (ex. : volume = surface, $r_v = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 Z_2}$) et des erreurs d'unités fréquentes (ex. : vergence en mm, vitesse en cm³/s, travail massique en watts).
- comparaison de grandeurs de dimensions différentes (ex. : nombre de Reynolds comparé à une vitesse).

Mauvaise lecture ou compréhension des énoncés :

- Certains candidats ne respectent pas les consignes, comme ignorer la géométrie demandée (ex. : surface latérale d'un cylindre confondue avec un disque) ou appliquer des conditions limites inappropriées
- Des erreurs dues à une mauvaise interprétation, comme calculer des coefficients en suppression au lieu de vitesse.

Problèmes de rédaction et de présentation :

- Copies illisibles ou mal présentées, avec des fautes d'orthographe récurrentes (ex. : "crystallin", "vasculaire", "référentielle") et des omissions de majuscules ou d'accents.
- Numérotation incorrecte des questions, rendant la correction difficile.

Faible traitement des questions ouvertes ou complexes :

- Les questions ouvertes (ex. : Q5, Q6, Q15, Q16, Q23) sont très peu abordées, probablement en raison de leur difficulté perçue ou d'un manque de préparation.
- Les candidats évitent souvent les parties nécessitant des raisonnements approfondis ou des calculs complexes, comme en électromagnétisme ou en acoustique.

Erreurs numériques aberrantes :

- Résultats numériques incohérents sans analyse critique (ex. : vitesse du sang de 800 m/s, masse volumique de 10⁻¹⁵ kg/m³ ou 1035 g/m³).
- Difficultés à estimer les ordres de grandeur ou à effectuer des calculs simples (ex. : erreurs dans des additions comme - 763 - 220 + 945).

2 Conseils pour les futurs candidats

Les conseils donnés aux étudiants par les professeurs tout au long de l'année restent valables lors des épreuves de concours. Nous rappelons quelques-unes de ces recommandations :

Renforcer la rigueur scientifique :

- Toujours justifier les résultats en s'appuyant sur les lois ou principes physiques appropriés avant d'écrire une formule.
- Utiliser des expressions littérales avant de passer aux applications numériques, et vérifier l'homogénéité des formules.
- Compléter les calculs numériques jusqu'au bout, en simplifiant les fractions et en donnant des valeurs approchées cohérentes avec les unités demandées.

Maîtriser les bases du cours :

- Revoir les notions fondamentales, notamment en optique (vergence, distances algébriques, correction des défauts visuels), électromagnétisme (vecteur de Poynting, équations de

Maxwell), thermodynamique (premier principe pour systèmes ouverts/fermés), et chimie (nombres d'oxydation, diagrammes E-pH, loi de Hess).

- Clarifier la distinction entre grandeurs scalaires et vectorielles, ainsi qu'entre grandeurs physiques proches (ex. : pression vs densité, travail vs puissance).

Améliorer la lecture des énoncés :

- Lire attentivement l'énoncé pour respecter les consignes (ex. : géométrie demandée, conditions limites).
- Vérifier les définitions et les termes utilisés (ex. : ne pas confondre polarisation et propagation, ou vergence et distance focale).

Soigner la présentation :

- Rendre des copies lisibles, bien structurées, avec une numérotation claire des questions.
- Faire attention à l'orthographe, aux majuscules (ex. : "Schwarz"), et aux accents. Relire les termes techniques repris dans l'énoncé.
- Utiliser les notations appropriées (ex. : (i) pour les nombres complexes en électricité, (j) en électromagnétisme pour éviter les confusions avec la densité de courant)

S'entraîner aux applications numériques :

- S'exercer à estimer les ordres de grandeur et à vérifier la cohérence des résultats (ex. : une vitesse de 800 m/s pour le sang est aberrante).
- Revoir les conversions d'unités et les calculs de base (additions, soustractions, fractions).

Ne pas négliger les questions ouvertes :

- S'entraîner à répondre aux questions complexes ou ouvertes, qui permettent souvent de se démarquer, même si elles semblent difficiles.
- Aborder toutes les parties du sujet.

Gérer le temps et prioriser :

- Planifier le temps pour traiter l'ensemble du sujet, en commençant par les questions les plus accessibles.
- Ne pas hésiter à passer à la question suivante si une partie bloque, pour maximiser les points.

Revoir les fondamentaux de première année :

- Les parties de première année (optique, bases de thermodynamique) sont souvent mal maîtrisées.

3 Remarques question par question

Partie 1 : Étude optique de l'œil

Q1 : Globalement bien réussie, mais manque de justification des résultats.

Q2 : Souvent bien traitée, mais erreurs sur les unités de vergence (ex. : exprimée en m ou mm au lieu de dioptries). Applications numériques incomplètes (ex. : 1/17 non estimé).

Q3 : Très mal réussie. Confusion sur la relation entre courbure du cristallin et vergence. Erreurs sur les distances algébriques.

Terminologie incorrecte (ex. : "punctum remotum" pour le point proche, "point focale") ou farfelue ("punctum rectum" pour "punctum proximum"). Confusion entre cristallin et iris.

Q4 : Peu abordée. Erreur fréquente : utilisation de lentilles convergentes au lieu de divergentes pour corriger la myopie. Schéma correct très très peu donné.

Q5 : Très peu abordée. Estimations aberrantes du pouvoir séparateur de l'œil (ex. : $3,4^\circ$, 10^{-7} rad). Confusion entre longueur et surface.

Q6 : Très peu abordée, probablement perçue comme trop complexe.

Partie 2 : Chirurgie LASIK (électromagnétisme)

Q7 : Mal réussie. Confusion entre direction de propagation et polarisation. Erreurs sur le vecteur de Poynting (ex. : calcul avec champs complexes, formules non homogènes comme $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\varepsilon_0}$ au lieu de $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0}$

Q8 : Très mal réussie. Confusion entre puissance et puissance surfacique pour le vecteur de Poynting. Formules hasardeuses ...

Q9 : Peu réussie. Confusion entre champ électrostatique et force. Tentatives erronées d'utiliser le théorème de Gauss pour une boule chargée.

Q10 : Mal réussie. Méconnaissance de l'unité du champ électrique.

Q11-Q12-Q13 : Globalement bien réussies, mais des erreurs sur les équations de Maxwell

Q14 : Assez bien réussie, mais erreurs sur la propagation des ondes dans un plasma.

Q15-Q16 : Très peu abordées, probablement trop complexes pour le niveau.

Partie 3 : Mesure de l'épaisseur de la cornée (acoustique)

Q17 : Bien traitée, mais démonstrations parfois succinctes. Confusion entre les notations.

Q18-Q19 : Bien réussies, mais problèmes d'homogénéité et manque de précision dans les démonstrations.

Q20 : Bien traitée, mais erreurs numériques ou omission du calcul final de la célérité.

Q21 : Bien réussie, mais confusion sur l'impédance acoustique .

Q22 : Peu abordée. Confusion entre coefficients en vitesse et en suppression.

Q23 : Très peu abordée, avec des réponses farfelues.

Partie 4 : Modélisation du cœur (thermodynamique)

Q24 : Bien traitée, mais erreurs d'unités (ex. : vitesse du sang en cm^3/s , 800m/s). Résultats numériques aberrants sans analyse critique.

Q25 : Mal réussie. Confusion entre premier principe pour systèmes ouverts et fermés. Erreurs sur les grandeurs massiques (ex. : travail massique en watts ...).

Partie 5 : Écoulement sanguin

Q26 : Bien traitée, mais erreurs sur le critère caractérisant un écoulement laminaire.

Q27 : Bien traitée, mais erreurs sur la divergence

Q28-Q29 : Assez bien réussies, mais confusions sur la surface à considérer

Q30 : Mal réussie. Conditions limites inappropriées et bidouillage pour retrouver la formule.

Q31 : Peu traitée, sauf pour le calcul de vitesse. Bidouillage fréquent.

Q32 : Erreurs sur l'expression du nombre de Reynolds.

Q33 : Très peu réussie. Confusion entre addition de vitesses et de débits volumiques.

Partie 6 : Chimie

Q34 : Assez bien traitée, mais erreurs sur la position du titane dans le tableau périodique (ex. : bloc s, alcalins, gaz nobles).

Q35 : Population de la maille bien identifiée, mais erreurs sur le volume (base prise comme un carré au lieu d'un losange). Compte-tenu l'erreur figurant dans l'énoncé, le jury a été particulièrement bienveillant vis à vis des réponses apportées par les candidats.

Q36 : Assez bien réussie, mais difficultés avec les formules de Lewis.

Q37 : Assez bien réussie, mais confusions entre exothermique/endothermique et sur le rôle de l'entropie standard de réaction $\Delta_r S^\circ$. Certains associent une entropie standard de réaction positive à une réaction irréversible

Q38 : Mal réussie. Justifications insuffisantes sur les déplacements d'équilibre. Confusion avec la cinétique.

Q39 : Bien traitée, mais difficultés à écrire les demi-équations redox.

Q40 : Peu abordée et mal réussie.

Q41-Q42 : Bien réussies, mais erreurs sur les nombres d'oxydation (ex. : +VI pour Ti_2O_3) et formules incorrectes (ex. : TiO_3).

Q43 : Assez bien réussie, mais la passivation du titane est rarement mentionnée. Confusions dans les justifications.

Q44 : Très peu abordée. Erreurs sur la réaction de dismutation

Q45 : Bien réussie quand elle est abordée.