

PHYSIQUE A

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Constitué de deux parties indépendantes, le sujet proposait l'étude de quelques modèles de sismomètres.

La première partie abordait le cas de systèmes à mouvements verticaux. Une première question permettait aux candidats de se remémorer les notions de repère galiléen ou non galiléen, puis l'étude simple du mouvement d'une masse accrochée à un ressort. La notion de ressort de longueur apparente nulle était introduite. Une modélisation un peu plus réaliste prenait en compte un frottement de type fluide. Une discussion sur différents types de mouvement du sol et sur l'intérêt d'obtenir une très grande période propre permettait de tester le sens physique des candidats.

La deuxième partie proposait l'étude d'un système en rotation un peu plus élaboré. Le comportement du système étant de nature non linéaire, le sujet proposait une linéarisation pour des mouvements de faible amplitude. Le couplage à un enregistrement électrique du mouvement relatif était abordé à la fin de cette partie.

COMMENTAIRE GENERAL

Dans l'ensemble les copies sont plutôt bien présentées et le niveau d'orthographe et de grammaire est meilleur que certaines années. Malheureusement il nous faut reconnaître que le niveau global des candidats est encore décevant. Les démonstrations manquent souvent de rigueur et de précision, les théorèmes utilisés ne sont pas toujours énoncés correctement et le raisonnement n'apparaît pas clairement.

Rappelons ici que l'épreuve est bien une épreuve de physique. Beaucoup de candidats ont tendance à développer un formalisme trop lourd et calculatoire qui leur cache la physique élémentaire (par exemple dans l'étude du mouvement de la masse accrochée à un ressort).

Visiblement la plupart des candidats n'ont pas compris l'intérêt d'une étude dans un référentiel non galiléen. Beaucoup ont été sauvés par le référentiel en translation (dans la première partie) !

Un nombre non négligeable de candidats ne savent pas bien utiliser la notation complexe pour l'étude en régime harmonique et n'ont pas assimilé les diagrammes fréquentiels.

Plusieurs fois il est demandé de démontrer certaines formules, soit des équations du mouvement, soit des résultats intermédiaires lors d'une démonstration. Ceci est fait bien évidemment pour aider les candidats. Nous regrettons qu'une bonne partie des candidats essaient d'arriver au résultat demandé par tous les moyens, dont la "tricherie", plutôt que par une vraie démarche, solidement argumentée. La préparation au concours vise à former des scientifiques et non des individus cherchant à contourner les difficultés, dans le vain espoir d'engranger les points escomptés. Les candidats croient-ils les correcteurs assez naïfs ou pressés pour ne pas détecter les subterfuges employés ? De telles méthodes n'amènent qu'une dépréciation des copies concernées.

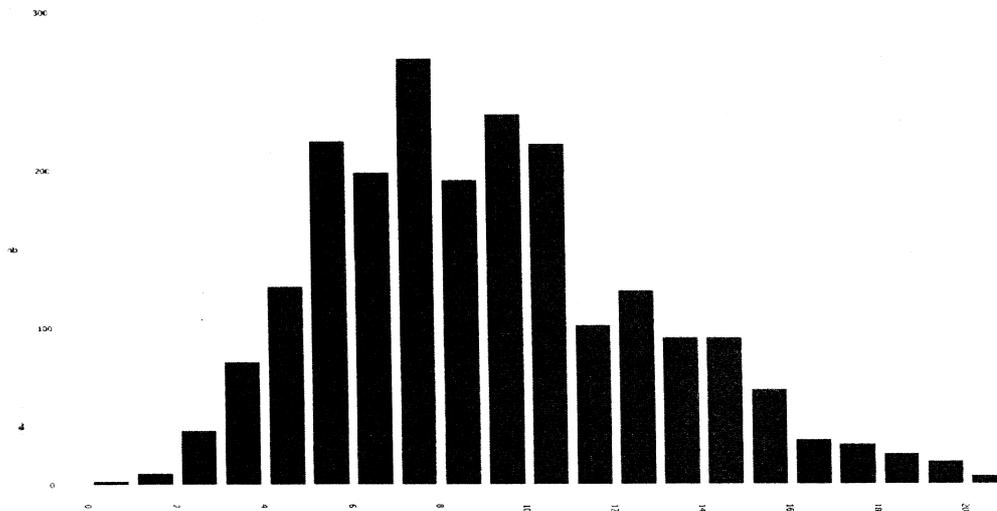
ANALYSE PAR PARTIE

1. La première partie a été assez bien abordée, mais les candidats se sont souvent limités aux toutes premières questions (les plus simples). Celles demandant un peu de réflexion (comme

par exemple la recherche d'un terme prépondérant en fonction du type de mouvement étudié) n'ont été que peu traitées. Il est assez surprenant de constater que de nombreux candidats sont incapables d'étudier correctement le cas d'un pendule simple, accroché dans un véhicule soumis à une accélération constante. De même, la démonstration de l'équation (donnée dans le texte) du sismomètre pendule a suscité des arguments étonnants uniquement dans le but d'arriver au résultat demandé, certains affirmant par exemple que $g = 0$, ou encore que $g = \ddot{u}$!

2. La deuxième partie concernait l'étude d'un sismomètre sensible aux mouvements verticaux du sol, mais utilisant un système en rotation. La mise en équation faisait tout naturellement appel au théorème du moment cinétique mais elle a été très mal abordée dans l'ensemble, et les candidats se sont souvent noyés dans un excès de formalisme cachant la physique élémentaire et noyant le bon sens. L'étude proposée dans cette partie était certes un peu plus délicate, mais les candidats étaient très fortement guidés, et l'énoncé indiquait les résultats à établir. Un autre regret concerne l'étude du moment résultant exercé sur le système pour laquelle le texte demandait un développement à l'ordre deux. Quasiment aucun candidat n'a cherché à effectuer ce développement en utilisant les dérivées première puis seconde. Concernant l'enregistrement électrique, beaucoup de candidats ont fait des erreurs en introduisant le moment des forces de Laplace, alors que l'énoncé leur facilitait largement la tâche. Rappelons enfin qu'il est nécessaire de préciser sur les schémas le sens de la f.e.m. et du courant avant d'établir une équation électrique.

PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EPREUVE PHYSIQUE A



Moyenne : 8.58 Ecart-type : 3.64

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Au risque de nous répéter, nous conseillons aux candidats de se concentrer sur la physique, la compréhension des phénomènes, la qualité du raisonnement. Ils ne doivent pas abuser de cette technique « esprit concours » consistant à grappiller des points un peu partout en répondant à des questions isolées. Le barème et la correction elle-même permettent de juger les qualités scientifiques des candidats plutôt que leur rapidité à répondre à des questions éparpillées. Enfin "les tricheries" utilisées pour démontrer les formules données dans l'énoncé sont vaines !

PHYSIQUE B

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet abordait dans trois parties quelques problèmes relatifs à l'optique et à la propagation d'ondes électromagnétiques. La partie I concernait un spectroscope à prisme et l'étude de son caractère dispersif. La deuxième partie portait sur l'interféromètre de Michelson et ses implications spectroscopiques. La troisième partie étudiait la superposition de deux ondes électromagnétiques et permettait de retrouver certains des résultats de la deuxième partie.

COMMENTAIRE GENERAL

Le sujet comportait un bon équilibre entre des questions qualitatives, des questions où l'on demandait des réponses littérales et des applications numériques. Il a eu, de ce fait, un très bon pouvoir classant.

Les applications numériques (avec précision des unités!) sont indispensables pour évaluer les ordres de grandeur des phénomènes mis en jeu. Faire les applications numériques relatives à une partie bien traitée peut être bien plus rémunérateur que d'aborder partiellement une autre question littérale. Les correcteurs remarquent aussi un manque de rigueur dans les précisions données ; quand il s'agit de tracer une courbe ou de donner son allure, il faut préciser les grandeurs et unités sur les axes.

Les réponses qualitatives nécessitant un texte ou un commentaire ont souvent manqué de précision et de concision dans l'expression scientifique. Une phrase courte et pertinente vaut toujours mieux qu'un paragraphe entier mal rédigé (donc difficile à lire) dans un langage approximatif.

ANALYSE PAR PARTIE

Première partie :

On regrette le manque de réponses complètes pour la première question (plan d'incidence + angles repérés + formules sont rarement cités ensembles).

La question 1.1.2 a rarement été traitée. On a vu souvent des candidats qui, ayant différencié l'expression $D = i+i'-A$ et abouti à $di' = -di$, en ont déduit que $i = i'$! Rappelons que les correcteurs sont attentifs aux points délicats dans les démonstrations.

1.2.1 La question a été discriminante. Environ un candidat sur deux trouve les bons coefficients et justifie la droite d'une manière ou d'une autre. Peu de candidats savent faire une régression linéaire à la calculatrice ; ceux qui le font correctement et l'expliquent dans leur copie font la différence.

1.2.2. Nous avons noté un manque de précision dans les calculs et surtout un nombre élevé de réponses erronées à la question concernant la couleur (beaucoup ont répondu rouge, peut-être parce qu'il en était question plus loin dans le problème) ; dans le doute, mieux vaut parfois s'abstenir.

Deuxième partie :

2.1.1 Cette question a souvent été l'objet d'une réponse obscure. Les réponses manquent souvent de pertinence et de précision dans le vocabulaire. Les correcteurs ne devraient pas avoir de doute quant à leur signification exacte !!

2.1.2 La notion de longueur de cohérence est mal connue de plus de la moitié des candidats.

2.2.1 Beaucoup de candidats mélangent les propriétés spatiales et les propriétés spectrales. Beaucoup répondent pour cette question qu'une fente fine ferait l'affaire !

2.2.3.1 Les rayons ont été tracés correctement par une grande majorité de candidats.

2.2.3.2 Pour la localisation des franges, certains candidats confondent le lieu de localisation et le lieu des points de même différence de marche.

2.2.3.3 Seuls quelques candidats se donnent la peine de trouver numériquement le rayon des anneaux. On a l'impression que les calculs numériques rebutent les étudiants, voire les dégradent. Ils doivent pourtant savoir que chaque valeur numérique (avec unité) est rémunérée en points.

Certains candidats donnent un ordre d'interférence de $4 \cdot 10^3$ au lieu de 4028.57 ; la différence n'est pourtant pas sans intérêt, dans ce cas précis.

La question 2.2.3.4 a été mal traitée, voire pas abordée.

La question 2.2.4.3 a rarement été traitée convenablement.

L'erreur du sujet sur la distance en cm (au lieu de m) a été corrigée par tous les candidats qui ont gardé à l'esprit l'aspect expérimental. Certains se sont interrogés, le reste n'a pas vu l'erreur ou n'a pas traité la question 2.2.4.4.

2.2.5.1 Cette question a été très mal traitée. Il semble assez évident que certains candidats avaient le développement complet de cette question dans leur calculatrice, d'autres n'avaient que les valeurs numériques relatives au sodium.

Troisième partie :

Le début de la partie a été assez bien traité.

3.1.1.3 25% des candidats environ se trompent de signe dans l'équation de d'Alembert.

3.1.2 Beaucoup d'erreurs sur les composantes de \vec{k}_1 et \vec{k}_2 .

3.1.3.2 La linéarité n'est que rarement invoquée dans la réponse.

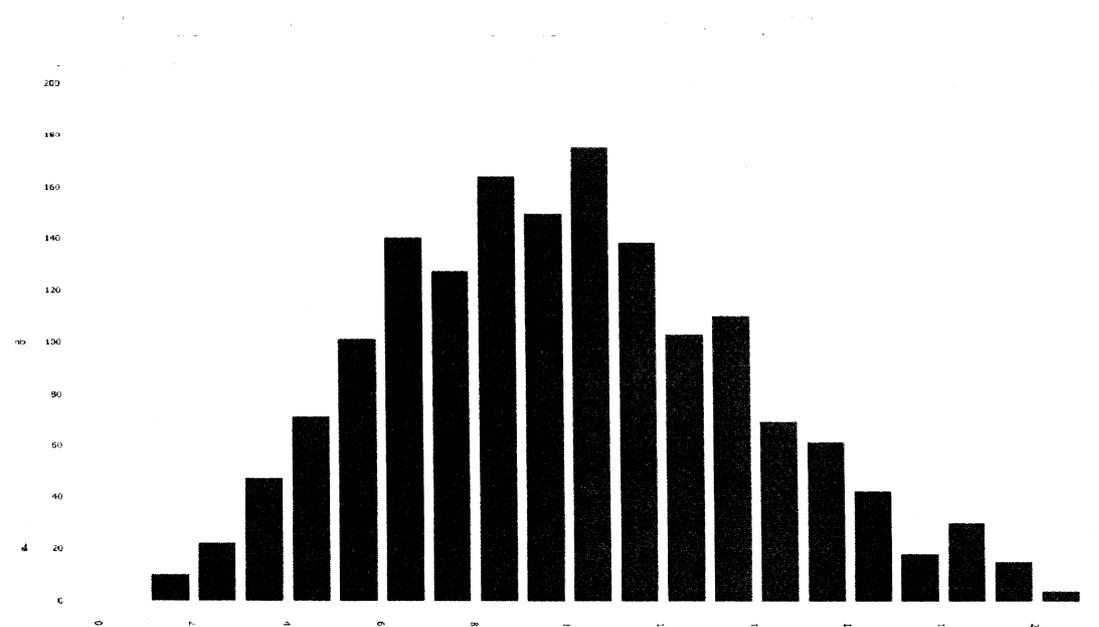
A partir de 3.2.1, les questions n'ont trouvé que fort peu de réponses.

Personne n'a répondu correctement à 3.3.1.1 en évoquant les rayons lumineux.

Les questions sur l'énergie et la puissance ont été mal traitées par presque tous les candidats.

Fort peu ont tracé correctement le graphe demandé au 3.3.2.3.

PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EPREUVE PHYSIQUE B



Moyenne : 9.43

Ecart-type : 3.82

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Nous conseillons aux candidats de bien lire l'énoncé, de faire les questions de début de partie avec le plus grand soin, de manière à ne pas répercuter des erreurs sur la suite.

Nous leur conseillons aussi d'aborder toutes les parties de l'épreuve (sans tomber pour autant dans le grappillage), les questions de début de partie étant souvent assez faciles. Ils doivent faire les applications numériques en précisant les unités.

Lorsque la question est qualitative nous conseillons aux candidats d'utiliser le brouillon pour mettre les idées par écrit avant de les rédiger succinctement sur la copie. Boileau disait « ce qui se conçoit bien s'énonce clairement et les mots pour le dire viennent aisément ... » ; cette phrase est à méditer.

A chaque réponse littérale, le candidat doit s'interroger sur l'homogénéité de la réponse pour éviter les plus grosses erreurs.

PHYSIQUE C

Durée : 4 heures

Sujet de Chimie

(Durée conseillée : 2 heures)

PRESENTATION DU SUJET

L'épreuve de chimie était centrée sur l'étude du chrome.

On envisageait successivement la structure du chrome métallique, son obtention par aluminothermie puis l'utilisation du diagramme E-pH du chrome en solution aqueuse.

Le problème était constitué de nombreuses questions indépendantes et faisait appel à des connaissances variées, acquises par le candidat aussi bien en première qu'en seconde année.

COMMENTAIRE GENERAL

Le niveau moyen des copies nous a semblé en très net progrès par rapport aux concours précédents. Certaines copies ont abordé avec aisance toutes les questions de ce problème.

Nous avons cependant encore déploré un petit nombre de copies témoignant d'une méconnaissance totale du cours de chimie.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie I

Question I-1 : l'étude cristallographique du chrome était menée en étudiant ses conditions d'alliage avec le fer. La plupart des candidats ont bien compris la question ... un certain nombre ont cependant confondu alliages de substitution et alliages d'insertion.

Les mailles cubique face centrée et cubique centrée ont été bien utilisées par les candidats.

Dans le calcul de la masse volumique du métal, de nombreux candidats ont confondu le volume de la maille avec le volume occupé par les atomes constituant cette maille.

Rappelons encore qu'un résultat présenté sans unité n'a aucun sens.

Questions I-2 et I-3 : le candidat était amené à utiliser le diagramme d'Ellingham du chrome donné dans le texte.

La lecture du diagramme n'a pas posé de problème à la plupart des candidats et le calcul de la température de fusion du chrome a, de ce fait, été très largement mené avec succès.

Par contre le calcul, plus délicat, de sa chaleur latente molaire de fusion a donné lieu à de très nombreuses erreurs : nous avons souvent rencontré des chaleurs latentes de fusion négatives !

Question I-4 : on demandait d'évaluer le signe d'une affinité chimique ; très peu ont ici répondu à la question posée : les candidats confondent souvent l'affinité chimique avec l'affinité chimique standard et parfois avec une « activité » !!

Partie II

Question II-1 : le candidat devait identifier sur le diagramme E-pH du chrome donné dans le texte les domaines des différentes espèces présentes, en utilisant notamment les valeurs du nombre d'oxydation de l'élément chrome.

Bien comprise par la plupart des candidats, cette notion de nombre d'oxydation semble cependant très mal maîtrisée dans un petit nombre de copies.

Question II-2 : les couples redox de l'eau, connus de la plupart, sont encore extrêmement flous pour d'autres, d'où une confusion fréquente avec les couples acide/base de l'eau.

Question II-3 : la convention proposée de tracé des frontières du diagramme, bien que relativement compliquée, a été bien comprise par la plupart des candidats.

Question II-4 : on s'intéressait à l'attaque du chrome en poudre par l'acide chlorhydrique ; pas de problème majeur pour la plupart de ceux qui ont traité cette question.

Questions II-5 et II-6 : les expériences proposées décrivaient une « promenade » sur le diagramme E-pH du chrome avec utilisation de valeurs numériques de pH ou de potentiels fournies dans le texte. Très peu de candidats ont vérifié que le système chimique étudié expérimentalement correspondait aux conditions de tracé du diagramme.

Question II-7 : le calcul de pKa proposé ici n'a été que très peu abordé, probablement par manque de temps.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Dans l'ensemble ce problème s'est révélé sélectif, permettant de différencier les candidats de façon très satisfaisante.

Nous encourageons vivement les candidats dans la voie de l'effort accompli en chimie ; ils sont assurés de sa reconnaissance au concours.

Sujet de Physique *(Durée conseillée : 2 heures)*

PRESENTATION DU SUJET

Il était proposé aux candidats une étude simplifiée d'un turboréacteur. Les outils théoriques nécessaires récurrents pour mener à bien cette étude étaient très classiques et au nombre de trois : le premier principe de la thermodynamique appliqué aux systèmes ouverts en régime permanent, les formules de Laplace applicables à l'air considéré comme un gaz parfait ainsi que des bilans massiques et enthalpiques.

Enfin les résultats numériques permettaient une comparaison entre les différentes performances des 4 turboréacteurs étudiés et, pour les correcteurs, une évaluation du sens critique et du sens physique des candidats.

COMMENTAIRE GENERAL

Encore trop peu de candidats utilisent rigoureusement, en rappelant toutes les hypothèses nécessaires, les outils théoriques pertinents, l'outil le plus maltraité étant le bilan enthalpique. Il suffit pourtant de rappeler clairement le système considéré et la nature des échanges qui ont lieu.

On peut aussi déplorer l'apparition d'unités incohérentes pour la vitesse et regretter que les puissances ne soient pas exprimées en W ni les grandeurs énergétiques massiques en $J.kg^{-1}$.

Quant aux valeurs numériques, on peut être surpris qu'un grand nombre de candidats ne soient pas plus familiers des bons ordres de grandeurs ; notamment, des rendements supérieurs à 1 ou allant de 10^{-6} à 10^{+6} , des vitesses d'éjection de l'ordre du cm/s auraient dû les alerter.

ANALYSE PAR PARTIE

Question 1

1a : On attendait des candidats qu'ils justifient proprement, au moins une fois en début d'épreuve, l'utilisation des formules de Laplace et du premier principe de la thermodynamique appliqué aux systèmes ouverts, les deux hypothèses les plus souvent omises étant celle du gaz parfait et l'aspect permanent de l'écoulement.

1b : La transmission intégrale de la puissance entre la turbine et le compresseur a souvent révélé encore trop souvent des problèmes de signes ; le travail massique de compression est positif, et celui de détente négatif.

1c : De nouveau, il fallait appliquer le premier principe des systèmes ouverts en régime permanent en n'omettant pas de tenir compte de l'énergie cinétique massique des gaz à la sortie de la tuyère. Certaines applications numériques révèlent l'absence de sens critique ou un manque d'attention, pour des unités de grandeurs aussi familières que la vitesse : mol/s ou m/s/kg ou encore kJ/kg (ou $kJ^{1/2}/kg^{1/2}$).

Question 2

Le simple bon sens physique aurait permis d'écarter certaines valeurs "fantaisistes" du rendement.

Question 3

La structure du réacteur étant inchangée jusqu'à la turbine on retrouvait les valeurs numériques demandées à la question 1.

Question 4

Mêmes remarques que question 1.

Question 5

5a : Pas de difficulté particulière pour cette question qui reprenait la démarche des questions 1 et 4.

5b et 5c : Des candidats ayant trouvé des énergies cinétiques massiques supérieures, ne se sont pas étonnés pas de trouver des vitesses d'éjection plus faibles !

5d : Comparer les deux turboréacteurs ne devait pas se limiter à la simple comparaison de deux valeurs numériques. On attendait des arguments physiques comme « la vitesse d'éjection des gaz est plus élevée, mais l'accroissement du coût énergétique (deux chambres de combustion donc plus de carburant consommé) contribue, en revanche, à abaisser le rendement » ; on pouvait enfin remarquer qu'on obtenait une vitesse de propulsion plus grande.

Question 6

Pas de problème pour les candidats qui ont appliqué les formules de Laplace $T^\gamma P^{1-\gamma} = cste$, les transformations étant toutes, par hypothèse, adiabatiques réversibles. Par contre, beaucoup de candidats ont voulu raisonner sur les grandeurs énergétiques massiques pour trouver T_5 , reprenant le raisonnement de la question 1b, à savoir $w_{it} = -w_{icBP} - w_{icHP}$ d'où $T_5 = T_4 + T_1 -$

T_3 ; or, les débits massiques étant différents au niveau des deux compresseurs, cette relation n'était plus de mise.

Question 7

Étonnamment, des candidats ayant fait l'erreur précédente ne l'ont pas reproduite dans cette question et ont tenu compte des différents débits massiques pour écrire $D_{m1}w_{it} = - (D_{m1}+D_{m2})w_{icBP} - D_{m1}w_{icHP}$: ceci montre que les candidats ne se relisent pas, même d'une question sur l'autre.

Cette relation, même correctement écrite, méritait une justification plus approfondie qu'un simple « par un bilan enthalpique » : on attendait que le candidat définisse explicitement le système étudié ainsi que les flux entrants et sortants, ce qui aurait évité bien des erreurs.

Question 8

8a : Il fallait appliquer le premier principe de la thermodynamique aux systèmes ouverts au niveau du mélangeur en tenant compte, là encore, des différents débits.

8b : Voir questions 1 et 4.

Question 9

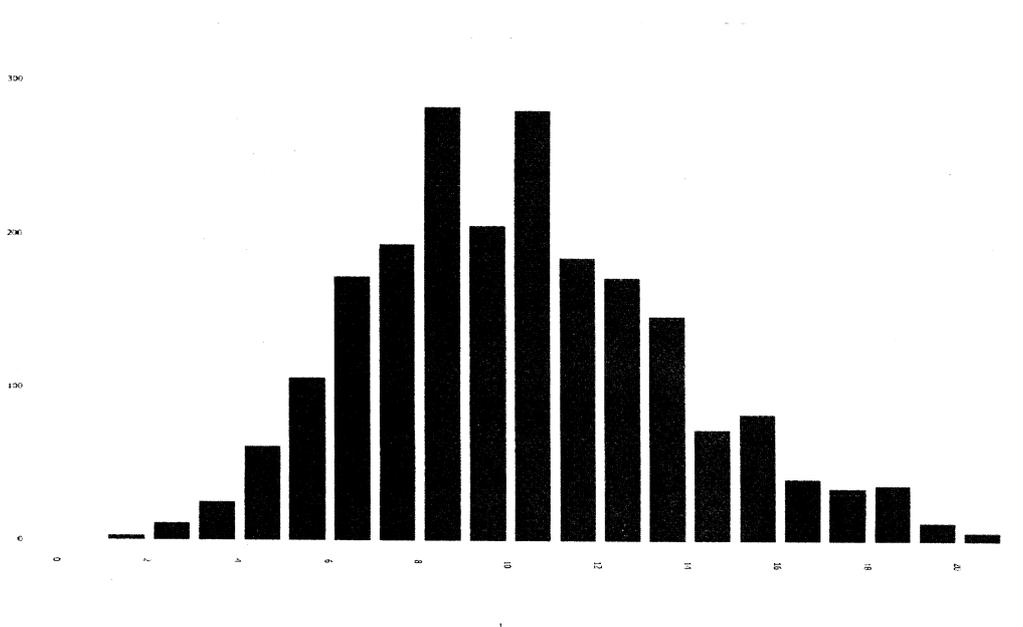
Pas de difficulté particulière pour les candidats qui ont su calculer les différents débits massiques :

$$P_{th} = D_{m1}c_p(T_4 - T_3) .$$

Questions 10, 11, 12 et 13

La quatrième partie reprenait le fil conducteur des questions des parties précédentes avec un double flux alimentant deux tuyères concentriques. Les candidats ayant su répondre correctement aux questions précédentes ont pu, sans problème, répondre aux questions de cette dernière partie.

PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EPREUVE PHYSIQUE C



Moyenne : 9.70

Ecart-type : 3.43

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Nous renouvelons les recommandations figurant dans le dernier rapport (notamment la nécessité d'efforts dans le domaine du raisonnement), et conseillons de ne pas se limiter à constater qu'un résultat obtenu est faux mais de rechercher l'erreur.

Les futurs candidats doivent s'efforcer d'acquérir un bon sens critique, qui leur évitera de laisser sur leurs copies des résultats se contredisant d'une question à l'autre, voire d'une ligne à l'autre ; qu'ils gardent, enfin, le souci de réalisme face aux valeurs numériques : une vitesse d'éjection de gaz de l'ordre du cm/s avait ici bien peu de chance de maintenir un appareil en vol....