

L'épreuve consiste à présenter par oral un texte extrait d'un article scientifique et à le commenter. Cet article, rédigé en français, est remis au candidat à son arrivée. La partie extraite est surlignée et accompagnée d'une liste de points à aborder : faire un résumé et répondre aux 4 ou 5 questions portant sur le texte.

Cette année 2022, les épreuves se sont tenues en présentiel, dans le respect des mesures COVID-19. Le/la candidat/e disposait d'une heure de préparation pour faire ensuite une présentation, par oral pendant 45 minutes, du résumé et des réponses aux 4 ou 5 questions portant sur le texte. Les examinateurs posaient alors des questions au cours de la présentation.

Le but de cette épreuve est d'évaluer la connaissance du cours, l'aisance à formuler et présenter un argumentaire, les capacités de déduction et d'estimation des paramètres importants. On s'attachera plus au sens physique sans s'attarder sur une démonstration complète. Il est plus important de savoir poser le problème que de chercher à en expliciter toutes les étapes calculatoires. Les questions tourneront ainsi autour des concepts physiques de base, des connaissances pratiques (techniques les plus courantes) et des ordres de grandeur.

Il convient de bien lire le sujet pour comprendre le système physique proposé et les effets auxquels on s'intéresse. Le cas échéant, se concentrer sur les parties de l'article indiquées et non sur sa totalité. Le résumé doit être fait en quelques phrases et durer dans tous les cas moins de 5 minutes (hors interruptions par les examinateurs). Il a pour but de vérifier la bonne compréhension de l'article en répondant au triptyque « quoi, pourquoi, comment. »

Il est recommandé d'aller un peu au-delà de la simple connaissance du cours, en cherchant à la replacer dans des domaines abordés, par exemple, en stage ou par la lecture de la littérature scientifique de vulgarisation.

Les questions, qu'elles soient contenues dans la liste de points à aborder ou bien orales, servent à guider le candidat dans sa réflexion. Il dispose d'un tableau et de craies/stylos dont l'usage est recommandé au cas où une relation ou un schéma serait opportun. Le/la candidat/e ne doit pas hésiter à faire des schémas grands et colorés avec pertinence.

Nous donnons pour exemple, les références d'un sujet posé :

« Prototype du kilogramme et constante physique fondamentale : la dissémination de l'unité de masse », Patrick PINOT, Gérard GENEVES et Marc HIMBERT, Revue française de métrologie n° 22, Vol. 2010-2, 3-18 (DOI : 10.1051/rfm/2010002). L'article est disponible sur le lien suivant :

<https://metrologie-francaise.lne.fr/sites/default/files/media/document/rfm22-pinot-2010002.pdf>

Dans le document qui lui est remis, le/la candidat/e n'a alors à lire que la fraction de l'article indiquée en surbrillance jaune. Un complément d'information et la liste des points à aborder, donnés en préparation avec le document susmentionné, sont reportés en annexe.

Cette année, les notes des 7 candidates et candidats qui se sont présentés vont de 11 à 19 pour une moyenne de 16,2 (15,7 en 2021).

Annexe.

L'étalon de l'unité de masse - Balance de Kibble

Jusqu'en 2019, l'unité de masse restait la seule qui soit encore matérialisée par un artéfact matériel unique, le prototype international du kilogramme (IPK). Il s'agissait d'un cylindre en platine iridié (Pt 90% - Ir 10%) usiné vers la fin du 19^{ème} siècle et dont la hauteur est égale à son diamètre (39 mm).

Le prototype international, ainsi que six copies officielles sont conservés dans les mêmes conditions, dans un coffre du Bureau international des poids et mesures (BIPM) à Sèvres, près de Paris. Chaque pays membre de la convention du mètre a en outre reçu une copie d'IPK représentant dès lors le prototype national du kilogramme.

Afin de surveiller la stabilité du système de masse ainsi établi, trois comparaisons entre IPK, ses copies officielles et les prototypes nationaux ont eu lieu depuis 1880. Les résultats de ces comparaisons, illustrés par la figure 2, montrent clairement une dispersion de la masse des prototypes par rapport à IPK. Il est important de noter que cette instabilité du kilogramme n'affecte pas uniquement la détermination de la masse. Elle influence également d'autres unités du SI comme la mole, la candela ou l'ampère. Ainsi, si le kilogramme n'est pas stable, l'ensemble des unités électriques ne l'est pas non plus !

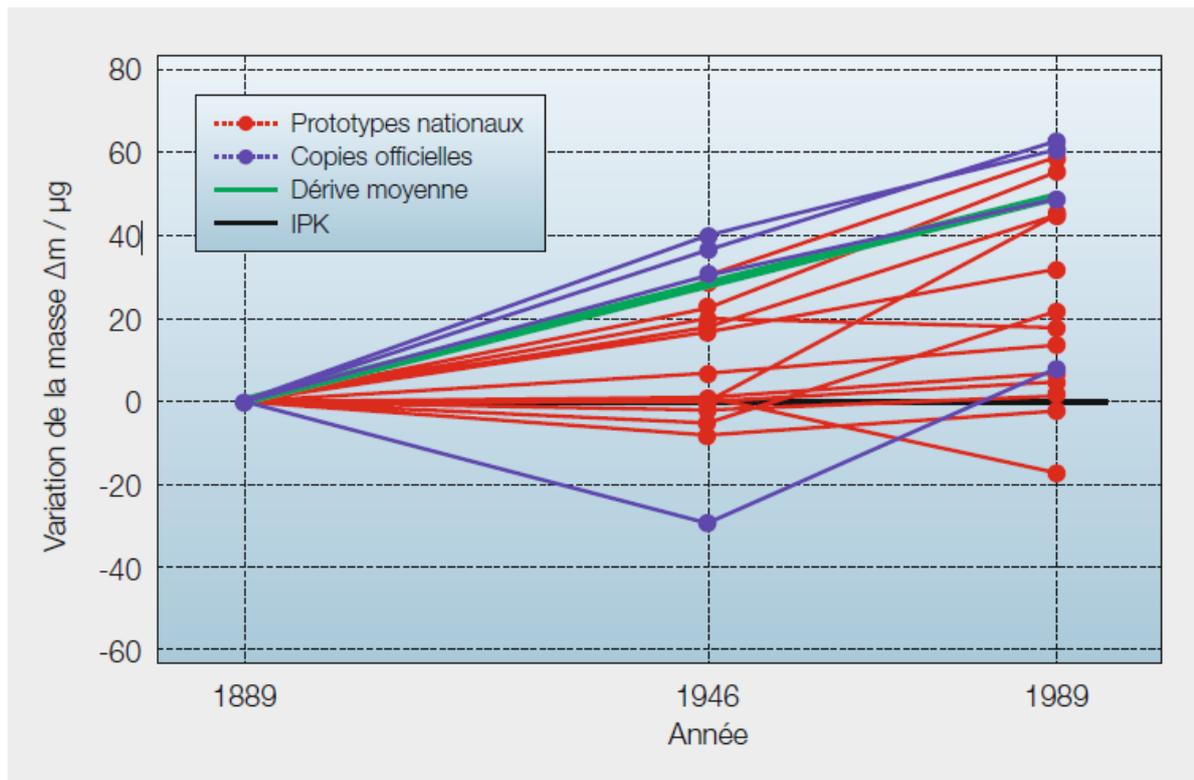


Figure 2 Résultats des trois comparaisons entre IPK, les copies officielles et les prototypes nationaux.

Questions :

- 1) Lire en plus du texte ci-dessus la partie surlignée en jaune de l'article et faire un résumé en quelques phrases.
- 2) Quel problème intrinsèque existait avec la définition de l'ancienne unité de masse ?
- 3) Pourquoi le système est-il mis sous vide ? Discutez.
- 4) Pourquoi et comment passe-t-on par la constante de Planck ?
- 5) Pouvez-vous donner l'expression de A en fonction des fréquences mesurées ?
- 6) Quel est le principe physique de la balance de Kibble ?
 - a. Illustrer la réponse par un schéma dans le cas statique.
 - b. Illustrer la réponse par un schéma dans le cas dynamique.

Note : l'effet Josephson, permet de relier une tension U à une fréquence $f(U)$ – que l'on sait mesurer par ailleurs avec une grande précision – via la relation $U = f(U)/K_J$