

Rapport de l'épreuve de physique pour la session 2021.

Le sujet de l'épreuve et la répartition des points alloués

« Formation et utilisation du pop-corn » est un sujet qui porte principalement sur les domaines de la mécanique et de la thermodynamique. Il se décline en quatre parties indépendantes, dont la dernière comporte une question ouverte, évaluée par domaine de compétences, comme déjà précisé dans les rapports de jury des années antérieures.

Ce sujet permet d'évaluer les acquis scolaires des candidats dans le domaine de la physique, mais plus encore que les sujets précédents, il sollicite le sens critique du candidat, sans attendre la question ouverte.

Deux tiers des points ont été mis pour les connaissances fondamentales et les raisonnements associés ; le tiers restant pour l'évaluation de la question ouverte, pour l'utilisation de modèles plus complexes et pour apprécier le sens physique que présentait le candidat dans l'analyse de ses résultats.

Bien entendu, toute démarche cohérente, même non aboutie, a été valorisée lors de la notation de la question ouverte, et lors de l'analyse des modèles.

Constat et analyse des réponses données

Le pourcentage de questions traitées par les candidats augmente par rapport aux années antérieures : on n'observe quasiment plus de copies presque vides ; la majorité des candidats est parvenue à traiter les trois premières parties et environ un quart des candidats a abordé la question ouverte. Le jury a lu de très bonnes copies, avec des candidats visiblement bien préparés.

Le début du sujet portant sur la lecture de graphes, permet de rassurer le candidat en évaluant ses acquis fondamentaux, mais certaines réponses manquent toutefois de rigueur. Au-delà du point C (critique) l'état de la matière est fluide, sans pouvoir distinguer le gaz du liquide, mais la matière garde ses entités : molécules ou atomes (on ne passe pas à un plasma, trop souvent cité).

L'analyse dimensionnelle est rédigée correctement avec l'écriture entre crochets, mais trop peu de candidats justifient les dimensions de la pression et écrivent un résultat sans imbriquer les autres grandeurs dans l'analyse dimensionnelle. On remarque, sur un nombre de copies suffisamment important pour être relevé, une confusion entre la dimension du temps T et la température. Certains candidats allant jusqu'à combiner ces différentes dimensions. Pour les unités : le joule ou le newton sont des combinaisons des sept unités fondamentales du système d'unités internationales. Même si leur utilisation est pratique et nécessaire dans l'expression des résultats, elle ne doit pas l'être à l'issue d'une analyse dimensionnelle.

Pour certains candidats, l'évaluation du rayon moyen du grain de maïs avant explosion pose un problème par erreur de lecture vis-à-vis des graduations, mais surtout parce qu'ils font une moyenne avec les grains déjà éclatés montrant ainsi une mauvaise compréhension du graphique et de la question associée.

Pour les transferts énergétiques, il est décevant de constater que les travers demeurent : de nombreuses copies affichent un catalogue de formules sans même numérotter la question traitée – le correcteur ne va pas choisir la bonne pour attribuer les points ! Lorsque la question demande de « démontrer », il ne faut pas affirmer, mais partir de la situation étudiée et à l'aide des définitions connues, parvenir au résultat soit de manière mathématique, soit par des arguments bien rédigés.

La question la plus « théorique » de la partie, où le candidat doit démontrer que dans la configuration étudiée la variation d'enthalpie est égale à la chaleur échangée, montre de nombreuses incompréhensions et confusions dans les concepts thermodynamiques. Un grand nombre de candidats font l'amalgame entre transformations monobare, isobare voir isochore. Autre mauvaise compréhension récurrente, un bon nombre de candidats traitent les échanges de chaleur comme des variations d'une fonction thermodynamique.

Il est surprenant de constater que les variations d'enthalpie de changement d'état sont celles qui sont le moins bien traitées, avec notamment une confusion dans les choix des masses à faire intervenir dans ces formules.

L'expression du temps de cuisson est bien souvent fausse, car les candidats ne maîtrisent pas le lien entre puissance et énergie, ce qui est surprenant pour ce niveau de recrutement ! De même le rendement intervenant dans le calcul est trop souvent parachuté dans la formule sans compréhension, menant bien souvent à un résultat erroné. Les raisons données pour expliquer les écarts entre la durée trouvée et le temps affiché dans la recette sont peu convaincantes.

Dans cette partie, la précision des résultats et notamment le bon nombre de chiffres significatifs ne correspond pas pleinement aux attentes.

Pour la partie mécanique, la grande majorité des candidats respecte les attentes du jury en ce qui concerne la présentation du système étudié, le référentiel, l'inventaire des forces, l'utilisation du principe fondamental de la dynamique jusqu'à la projection de la relation vectorielle obtenue sur les axes du mouvement. L'étude est un cas d'école, encore faut-il respecter les notations de l'énoncé. Le jury constate de trop nombreuses « expressions simples » non homogènes.

De nombreuses réponses justes ne sont pas démontrées ou pas justifiées, ce qui interroge le jury sur l'obtention du résultat et sur sa compréhension.

La difficulté de cette partie est de pouvoir se détacher du modèle du mouvement parabolique d'un système considéré comme ponctuel et en chute libre : le grain de maïs saute parce qu'il explose, et lors de cette explosion, son volume et sa forme changent ! Cela se voit sur les photos de la figure 3, mais surtout sur le graphe en annexe à rendre avec la copie : les coordonnées du centre de gravité du grain ne sont plus représentées au-delà de 63 ms, car le grain explosé touche déjà le sol, puisqu'il a grossi.

De nombreux candidats travaillent sur les prolongements des modélisations, d'autres sur la fin affichée du modèle parabolique, et d'autres enfin ont pris en considération les positions finales effectives du grain. Lorsqu'il est demandé de faire apparaître les constructions sur le graphe, il ne faut pas oublier d'y écrire la grandeur repérée, surtout quand il y en a plusieurs. De plus, il est déplorable de noter que quelques candidats effectuent ces tracés à main levée.

Les comparaisons des résultats entre modèle et mesures expérimentales tirées du graphique et la validation du modèle dépendent beaucoup des choix effectués par les

candidats, et le jury en a tenu compte. Attention cependant aux conclusions trop hâtives, trouver une distance expérimentale plus grande que la distance théorique obtenue à l'aide du modèle, ne peut pas se justifier à l'aide des forces de frottements non prises en compte. Le jury attend davantage de recul sur ces questions.

Pour l'utilisation du popcorn comme emballage, certains candidats perdent du temps à redémontrer des résultats déjà affichés dans l'étude de la chute libre du popcorn, alors qu'ils peuvent directement s'en servir. Mais pour conclure efficacement, une étude énergétique est nécessaire. Le popcorn absorbe davantage d'énergie que le polystyrène expansé, puisque la vitesse après rebond sur le popcorn est plus faible. Le calcul du coefficient « e » de restitution n'est que rarement réussi et l'introduction de « e » a conduit à de nombreuses formules inhomogènes.

Préconisations pour les futurs candidats

Le jury encourage les futurs candidats lors de la mise en place d'un modèle (système étudié, domaine de validité des lois utilisées, approximations faites, etc.) et lors de l'interprétation d'un résultat (précision, unités, signification, etc.) à bien faire le lien avec la réalité physique de la situation étudiée. Il est à noter que les raisons invoquées pour expliquer un écart entre une valeur théorique ou tabulée, et celle obtenue par l'expérience, doivent aller dans le sens de l'écart observé : si l'on trouve une valeur plus petite que prévue, il ne faut pas donner une raison qui permettrait de trouver une valeur plus grande que la valeur prévue (un rendement de puissance moins grand qu'annoncé ne permet pas d'arriver plus rapidement à l'éclatement du grain de maïs par exemple).

Il est de bon augure de voir que les candidats ne se cantonnent plus à traiter uniquement les questions classiques, et que les questions plus ouvertes sont abordées, ce qui permet pleinement d'analyser la réflexion du candidat. Il faut poursuivre dans cette voie.

La physique est une discipline qui exige rigueur et clarté à la fois dans l'énoncé des concepts et dans les transformations mathématiques, mais ne doit pas être considérée comme un recueil de formules, comme cela a déjà été spécifié dans les rapports de jury antérieurs. Cette épreuve permet de sélectionner de futurs ingénieurs et vétérinaires sur ces critères, puisqu'ils en auront besoin dans leurs études et leur future profession.