

Épreuve d'ADS Physique, Filière MP

Exemple de sujet

Dossier n°2 : *L'épopée d'une image historique*

Documents – Ce dossier est constitué d'un article de vulgarisation scientifique publié dans la revue « Pour la science » en février 2020 par Alain Riazuelo de l'Institut Astrophysique de Paris.

Sujet – Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes et qui synthétisera le contenu du dossier, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre et d'expliquer les éléments présentés dans le dossier.

Commentaire des examinateurs – L'article commençait par une brève introduction à la physique des trous noirs avant de se focaliser sur leur observabilité depuis la Terre, en se servant des exemples devenus célèbres de Cygnus X-1 (premier trou noir à avoir été identifié) et Sgr A* (celui de notre Galaxie) comme illustration. Sa seconde – et plus importante – partie rapportait des détails sur la première observation mondiale d'un trou noir (M87*), rendue possible grâce à l'interférométrie numérique de séries de signaux, enregistrés de façon synchrone en provenance d'un réseau de radiotélescopes répartis sur la surface du globe.

Traitant d'objets célestes fascinants et relevant de plusieurs domaines de la physique (au sens large) : astronomie, mécanique céleste, optique géométrique et ondulatoire, ce sujet a été globalement bien accueilli et traité correctement par la majorité. Nombreux ont été ceux qui ont su en tirer judicieusement parti, notamment en explicitant la relation distance – vitesse de rotation (à l'aide de la troisième loi de Kepler), en faisant le rapprochement entre l'agrandissement de l'image apparente de l'accrétion du trou noir et une lentille convexe (gravitationnelle) ou encore, en illustrant l'expression pour la taille angulaire d'un objet céleste. D'autres développements un peu plus subtils, tels que l'estimation du rayon d'un trou noir faisant appel à la vitesse de libération, ont également été traités dans les exposés par une petite partie (et même par la majorité, si formulée en tant que question lors de la discussion orale). En règle générale, nous félicitons et encourageons toute attitude avisée, consistant à exploiter systématiquement chaque partie de l'article qui se prête à une formalisation, estimation ou vérification d'un ordre de grandeur ou une interprétation qualitative. Cependant, les exemples « faciles » sur les tailles angulaires associées à un proton et à une molécule d'eau placés à une certaine distance n'ont été que peu ou pas mentionnés dans les exposés, très probablement car après vérification, ils ne fournissaient pas les bons ordres de grandeur dans le présent contexte astronomique. Nous tenons à rappeler à ce titre que les candidats ne doivent pas hésiter, par excès de précaution, à mettre en évidence les erreurs parfois rencontrées dans les articles de vulgarisation, de plus forte raison qu'une des remarques figurant dans l'en-tête les y encourage explicitement. Dans la même veine, certains candidats se sont limités à reproduire « sagement » la démonstration de la troisième loi de Kepler, le calcul de la fréquence plasma ou le schéma de l'interféromètre de Michelson, sans se donner la peine d'établir le lien avec les parties pertinentes de l'article. Nous rappelons que les simples reproductions de cours sans mise en œuvre contextuelle ni rapprochement explicite avec le texte sont à proscrire, au même titre que la répétition littérale ou la paraphrase. A l'inverse, nous applaudissons les perspicaces qui ont su « lire entre les lignes » et qui ont spontanément calculé le rayon et la taille angulaire de l'orbite du satellite S-2 de Sgr A* afin de confirmer son observabilité, en se servant des données sur la masse et la période fournies dans le texte. C'est l'exemple même d'attitude à laquelle nous nous attendons.

Finalement, la dernière partie du texte présentait, à titre de perspectives, un certain nombre de développements à venir dans l'imagerie des trous noirs (augmentation du nombre de télescopes, leur mise potentielle en orbite, raccourcissement de la longueur d'onde, tirage de films au lieu de simples images). Même si traitée correctement par le plus grand nombre, cette partie, probablement jugée comme trop qualitative ou évidente et donc de moindre importance, a été présentée de façon incomplète, voire a été carrément négligée, par certains. Nous tenons à rappeler que d'une part, toutes les parties de l'article doivent bénéficier de la même attention à la lecture et par conséquent, d'un traitement égal lors de l'exposé et que d'autre part, la physique est un mélange inextricable de qualitatif et de quantitatif, l'un s'exprimant à travers l'autre et vice versa.