

Introduction à l'astrophysique. Question de cours (1/2). 15 min. Sans documents, calculatrice ni portable**1. Trigonométrie sphérique.**

Notion de triangle sphérique. Nom des formules utilisées pour relier arcs et angles dans un tel triangle. Noms (et lettres les symbolisant) des cinq grandeurs intervenant dans le passage coordonnées équatoriales / horizontales.

2. Diffusion dans l'atmosphère terrestre

Particules responsables de la diffusion Rayleigh ; variation avec la longueur d'onde ; effet visible
Aérosols responsables de la diffusion de Mie ; comparaison à la diffusion Rayleigh ; conséquences pour les observations astronomiques.

3. Points de Lagrange. Définition. Différence entre L1, L2, L3 d'une part et L4, L5 d'autre part. Exemples de satellites ou objets naturels à des points de Lagrange (lesquels) des systèmes Terre-Soleil et Jupiter-Soleil.

4. Télescopes optiques. Principe et intérêt de l'optique active. Exemple d'un très grand télescope sol accessible aux français et pourvu d'optique adaptative (localisation, diamètre du miroir principal) .

5. Pouvoir séparateur d'un instrument

Expression. Origine physique de cette expression. Ordre de grandeur en unités convenables (à partir d'un calcul très approché) pour une lunette de 10 mm et pour un télescope de 10 m. Intérêt de chacun de ces instruments.

**Examen du 10 janvier 2008. Introduction à l'astrophysique
1 h. Documents de cours et calculatrice autorisés**

La comète 17P/Holmes à l'automne 2007 (image V. Peris/APOD)

1. Magnitude, distance et diamètre apparent (/7)

Entre le 22 et le 23 octobre 2007, la comète 17P/Holmes, qui était pratiquement à son périhélie et dont la magnitude était de l'ordre de 17, est passée à une magnitude proche de 2,5. On a beaucoup parlé de cet objet dans les médias ; on pouvait ainsi lire que « Entre la fin octobre et la mi-novembre, elle était à 14 minutes de lumière de la Terre et présentait environ le tiers de la taille de la Lune dans le ciel ».

- Rappeler la relation entre éclats et magnitudes. L'éclat de la comète Holmes a-t-il augmenté ou diminué ? Dans quel rapport ?
- Sans utiliser le tableau de la question suivante, déduire de l'énoncé ci-dessus la distance approximative, en UA, de la comète à la Terre en octobre - novembre 2007.
- Calculer (en minutes d'arc) le diamètre apparent de la Lune, dont le rayon est d'environ 1740 km et la distance moyenne à la Terre de 380000 km. En déduire celui de la chevelure de la comète Holmes. Quel était donc l'ordre de grandeur du diamètre de cette chevelure ?

2. Éléments orbitaux et éphémérides (/10)

Les demi-grand axe, excentricité, et inclinaison de l'orbite cométaire sur l'écliptique sont respectivement de 3,618414 UA, 0,432564 et 19,1126°. Par ailleurs, la longitude du nœud ascendant (angle entre la direction de γ et la ligne des nœuds, depuis le Soleil) et l'argument du périhélie (angle entre la ligne des nœuds et la direction de périhélie, depuis le Soleil) sont respectivement de 326,8675° et 24,2585°. Le tableau ci-dessous donne, par intervalles de 5 jours, des éphémérides prévisionnelles de la comète entre la fin octobre et la fin novembre, avec la date, les coordonnées α et δ , la distance à la Terre Δ , la distance au Soleil R, l'élongation, la phase (angle entre les directions du Soleil et de la Terre, depuis la comète), et la magnitude m.

Date	α (2000)	δ (2000)	Δ	R	Elong.	Phase	m
2007 10 27	03 51.17	+50 16.6	1.630	2.447	136.3	16.3	16.9
2007 11 01	03 46.14	+50 31.9	1.623	2.467	139.9	15.0	16.9
2007 11 06	03 40.50	+50 38.3	1.620	2.486	143.2	13.8	17.0
2007 11 11	03 34.47	+50 35.4	1.623	2.506	146.0	12.8	17.0
2007 11 16	03 28.31	+50 23.1	1.631	2.526	148.2	11.9	17.1

- Déterminer, en unités appropriées, la période orbitale, la distance au périhélie, la distance à l'aphélie et le demi-petit axe de l'orbite.
- Les valeurs de Δ et m sont-elles cohérentes avec la première partie ? Discuter les résultats et proposer des hypothèses pour le changement de magnitude.
- En confondant le plan orbital de la comète et celui de l'écliptique, représenter soigneusement son orbite et celle de la Terre (supposée circulaire). On estimera la valeur du demi-petit axe et on placera la ligne Soleil- γ sur une horizontale avec γ à gauche. Positionner la Terre et la comète vers le 11 novembre, et vérifier que la valeur de l'angle de phase est correcte. Échelle suggérée : 2 cm pour 1 UA.
- Pour quelle valeur de l'angle horaire H un astre culmine-t-il dans le ciel ? Quel est alors son azimut a ? En déduire l'expression littérale qui permet de calculer sa hauteur h sur l'horizon dans ces conditions, en fonction de sa déclinaison δ et de la latitude du lieu φ . Application au calcul de l'ordre de grandeur de h pour la comète Holmes le 11 novembre 2007 à Paris (latitude $\varphi \approx 48^\circ 50'$).

3. Observations instrumentales (/3)

- On observe visuellement la comète avec un télescope de 300 mm de diamètre. Quelle est la magnitude limite théorique accessible avec cet instrument ? Dans quelles conditions cette magnitude est-elle atteinte ? Pour quelles raisons les observations ne sont pas optimales ? Quel instrument serait préférable ?
- À la fin octobre et au début novembre, le diamètre apparent de la comète augmentait, cependant que l'éclat par unité de surface diminuait. Proposer une interprétation de ce phénomène.

**Examen du 10 janvier 2008. Introduction à l'astrophysique
1 h. Documents de cours et calculatrice autorisés**

La comète 17P/Holmes à l'automne 2007

Éléments de réponse (à vérifier)

Magnitude, distance et diamètre apparent

- a) $m - m_0 = -2,5 \log E/E_0$
Augmentation de l'éclat, avec $E/E_0 = 10^{(m-m_0)/(-2,5)}$
 $E/E_0 = 10^{-14,5/-2,5} \approx 630000$
- b) (Inutile d'utiliser 1 al = 63249 UA)
Distance $\approx 14 \times 300000 \times 60 / 150 \times 10^6 \approx 1,7$ UA
- c) Diamètre apparent Lune $\approx (1740 \times 2 \times 180 \times 60) / (380000 \times \pi) \approx 31'$
Diamètre apparent Holmes $\approx 10'$
Diamètre réel $\approx (10 \times \pi \times 1,7 \times 150 \times 10^6) / (180 \times 60) \approx 740000$ km

Éléments orbitaux et éphémérides

- a) $P = a^{3/2} = 6,88299$ an
 $p = a(1-e) = 2,053218$ UA
 $p' = a(1+e) = 5,181766$ UA (attention aux nombre de chiffres significatifs)
- b) Valeur de Δ cohérente. Magnitude effective bien plus brillante, puisque le violent sursaut n'avait pas pu être anticipé.
- c) Schéma soigneux, demi-grand axe proche de la ligne Soleil- γ , $b \approx 3,2$ UA
- d) $H = 0^\circ$ et donc $a = 0^\circ$
Dans ces conditions $\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta = \cos (\varphi - \delta)$
 $\cos h = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta = \sin (\varphi - \delta)$
Avec les données du problème, $(\varphi - \delta) \approx 0$ et $h \approx 90^\circ$ (proche du zénith)

Observations instrumentales

- a) $m = 1,485 + 5 \log D_{mm} \approx 13,9$
Magnitude atteinte sans lumières parasites (Lune, etc) ni absorption atmosphérique ;
source trop lumineuse et étendue pour être bien observable à l'oculaire du télescope ;
jumelles préférables
- b) Expansion d'un nuage résultant d'une seule éruption initiale vers le 20 octobre 2007