



EXERCICE 1

Les diamants, des mines de crayon de haute pression

Le graphite et le diamant sont deux minéraux qui possèdent la même composition chimique : ils sont tous deux composés exclusivement de carbone. Cependant, leurs propriétés physiques sont très différentes : alors que le graphite est opaque, friable, avec une conductivité électrique élevée, le diamant, lui, est transparent, très dur et est un isolant électrique.

Partie 1. Structure cristalline du diamant

Ne sachant pas à quel type de réseau cristallin appartient le diamant, on fait l'hypothèse qu'il s'agit d'une structure cubique à faces centrées et que les atomes de carbone sont des sphères tangentes.

- 1- Représenter en perspective cavalière le cube modélisant une maille élémentaire cubique à faces centrées.
- 2- Représenter une face de ce cube et justifier que le rayon r des sphères modélisant les atomes de carbone et l'arête a du cube sont liés par la relation $r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$.
- 3- Calculer la compacité d'une structure cristalline cubique à faces centrées (volume effectivement occupé par les atomes d'une maille divisé par le volume de la maille). La clarté et l'explicitation du calcul sera prise en compte.
- 4- À partir d'une mesure de la masse volumique du diamant, on déduit que sa compacité est en fait égale à 0,34. Que peut-on conclure quant à l'hypothèse d'une structure cubique à faces centrées ?

Partie 2. Les conditions de formation du diamant

Document 1. L'origine des diamants

Les diamants sont des cristaux de carbone pur, qui ne sont stables qu'à très forte pression. La majorité des diamants ont cristallisé très profondément, dans le manteau terrestre, au sein de veines où circulent des fluides carbonés. Les diamants remontent en surface, dans la quasi-totalité des cas, en étant inclus dans une lave volcanique atypique et très rare : la kimberlite. [...] Le dynamisme éruptif à l'origine des kimberlites est extrêmement explosif. La vitesse d'ascension des kimberlites est de plusieurs dizaines de km/h en profondeur, et les laves arrivent en surface à une vitesse supérieure à la vitesse du son. C'est cette importante vitesse de remontée qui entraîne une décompression et un refroidissement extrêmement rapides des diamants, trop rapides pour qu'ils aient le temps de se transformer en graphite. Les diamants n'ont pas cristallisé dans la lave kimberlitique, mais ne sont que des enclaves arrachées au manteau par la kimberlite sur son trajet ascensionnel.

Adapté de planet-terre.ens-lyon.fr

EXERCICE 2

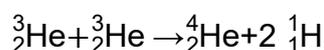
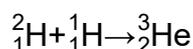
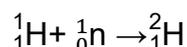
LA TERRE, SA COMPOSITION ET SA TAILLE

Cet exercice s'intéresse à la fois à des mécanismes physico-chimiques à l'origine de la formation de la Terre et à une méthode mathématique permettant de calculer le rayon de la sphère terrestre.

Partie 1 - La formation de la Terre dans l'Univers

Document 1a. La nucléosynthèse primordiale

La nucléosynthèse primordiale a lieu lors des premières minutes de l'existence de l'Univers. Les protons et les neutrons apparaissent puis s'assemblent pour former les premiers noyaux d'hydrogène et d'hélium, suivant les réactions suivantes :

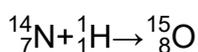
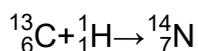
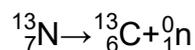
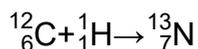


Puis rapidement, l'espace se dilate, entraînant la chute de la température et l'éloignement des noyaux formés. La formation de noyaux plus lourds devient impossible.

L'Univers est alors formé de 90% de noyaux d'hydrogène et de 10% de noyaux d'hélium, cette composition reste figée pendant quelques centaines de millions d'années, jusqu'à ce que les premières étoiles apparaissent.

Document 1b. La nucléosynthèse stellaire

Les travaux menés par Hans Bethe vers 1935 expliquèrent comment l'oxygène pouvait se former dans les étoiles par le cycle dit « carbone-oxygène-azote »
Extrait du cycle « Carbone-Azote-Oxygène » :





Partie 2 - Mesure d'une grandeur caractéristique de la Terre : son rayon

Document 3. La triangulation

En 1792, sur décision de l'Académie des Sciences, deux scientifiques, Pierre Delambre et Jean-Baptiste Méchain sont chargés de déterminer la longueur de la portion du méridien terrestre situé entre Dunkerque et Barcelone.

Pour y parvenir, ils déterminent avec une très grande précision la distance au sol séparant deux villes (notées A et B dans les figures ci-dessous).

Puis, partant de cette mesure appelée « base », ils forment une chaîne de triangles encadrant la portion du méridien (représenté sur le dessin par le segment [AF]) dont ils souhaitent calculer la longueur.

Figure 3a : exemple de chaînes de triangles encadrant la portion de méridien [AF]

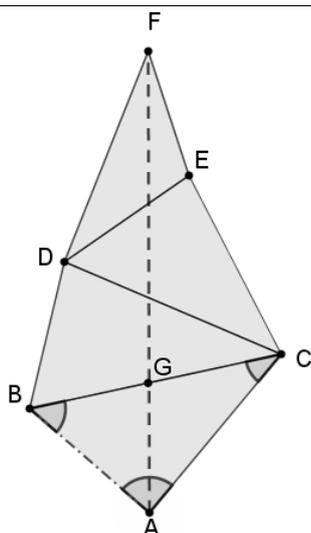
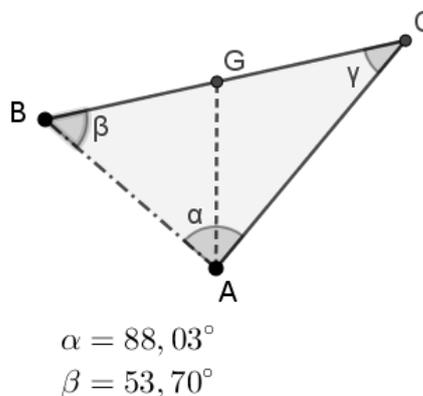
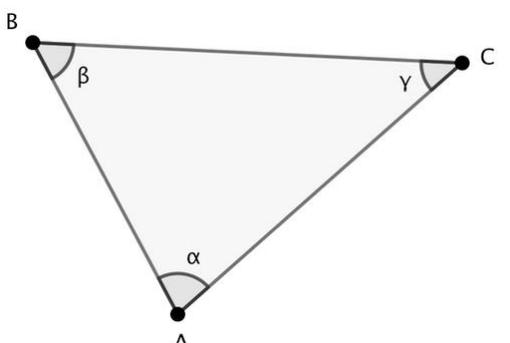


Figure 3b : extrait de la chaîne de triangles



Donnée : la loi des sinus :

Dans un triangle ABC quelconque, les angles et les longueurs des côtés sont liés par la relation suivante, connue sous le nom de loi des sinus :



$$\frac{AB}{\sin \gamma} = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AC}{\sin \beta}$$

4- Faire un schéma légendé du globe terrestre en faisant apparaître un méridien et un parallèle.



5- Répondre aux questions suivantes en utilisant la figure 3b du document 3 :

5-a- Montrer que l'angle γ mesure $38,27^\circ$.

5-b- La longueur AB est égale à 7 km. Utiliser la méthode de triangulation pour montrer que la longueur AC est égale à 9,1 km.

5-c- Une autre série de mesures montre que l'angle \widehat{CAG} mesure $39,26^\circ$. Déduire des valeurs précédentes la longueur du segment [AG], qui est une portion de méridien.

6- Aujourd'hui, des mesures par satellites montrent que la longueur du méridien terrestre est égale à 40 000 km. En déduire la longueur du rayon de la Terre.