

Devoir surveillé – L'organisation de la matière dans l'Univers : galaxies, système solaire, éléments chimiques

Échelles de l'atome à l'Univers, ordres de grandeur en puissances de 10, système solaire et galaxies, éléments chimiques sur Terre et dans l'Univers, formation des éléments dans les étoiles

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Chimie 4^e

Nom : _____

Date : _____

Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Échelles et puissances de 10

(4 pts)

Voici cinq longueurs : diamètre de la Voie lactée $\approx 10^{21}$ m ; taille d'un atome $\approx 10^{-10}$ m ; distance Soleil–Neptune $\approx 4,5 \times 10^{12}$ m ; diamètre de la Terre $\approx 1,3 \times 10^7$ m ; taille d'une molécule d'eau $\approx 3 \times 10^{-10}$ m.

- Classe ces cinq longueurs de la plus petite à la plus grande.
- Donne l'ordre de grandeur (puissance de 10) de la distance Soleil–Neptune et du diamètre de la Terre.
- Combien de fois la Voie lactée est-elle plus grande que le système solaire (ordre de grandeur) ? Écris le calcul avec les puissances de 10.
- Un élève écrit : « la molécule d'eau est 3 fois plus grande qu'un atome, donc elle est d'un ordre de grandeur supérieur ». Est-ce exact ? Justifie.

Exercice 2 – Lecture d'un tableau : les planètes

(4 pts)

Le tableau donne quelques données sur quatre planètes ($1 \text{ ua} = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$).

Planète	Distance au Soleil (ua)	Diamètre (km)	Composition principale
Vénus	0,7	12 100	roches, atmosphère de CO_2
Mars	1,5	6 800	roches, oxydes de fer
Saturne	9,5	120 500	hydrogène, hélium
Neptune	30	49 500	eau, ammoniac, méthane

- Classe ces planètes en telluriques, géantes gazeuses et géantes de glaces. Sur quel critère du tableau t'appuies-tu ?
- Convertis la distance Soleil–Saturne en kilomètres, en écriture scientifique.
- Calcule la durée que met la lumière du Soleil pour atteindre Saturne, en minutes (vitesse de la lumière : $3 \times 10^5 \text{ km/s}$).
- Quel élément chimique est commun à Saturne et à Neptune ? Justifie à partir des compositions données.

Exercice 3 – La lumière comme règle de l’Univers*(4 pts)*

Vitesse de la lumière : 300 000 km/s. Une année compte $3,15 \times 10^7$ s. Pour cet exercice, arrondis les résultats au dixième.

- Retrouve par le calcul la valeur d’une année-lumière en kilomètres, en écriture scientifique.
- L’étoile Sirius est à 8,6 années-lumière. Exprime cette distance en kilomètres.
- Un élève affirme que la sonde Voyager 1, lancée en 1977 et située à $2,5 \times 10^{10}$ km de la Terre, « a déjà quitté la Voie lactée ». Exprime la distance de Voyager en millièmes d’année-lumière et réponds-lui.
- Combien de temps met un message radio envoyé depuis la Terre pour atteindre Voyager 1 ? Donne le résultat en heures.

Exercice 4 – Les éléments : Univers, Terre et vivant*(4 pts)*

Le tableau compare l’abondance de quelques éléments (en % de la masse).

Élément	Univers	Croûte terrestre	Corps humain
Hydrogène (H)	74	0,1	10
Hélium (He)	24	≈ 0	0
Oxygène (O)	1	46	65
Carbone (C)	0,5	0,02	18
Silicium (Si)	0,07	28	≈ 0
Fer (Fe)	0,1	5	≈ 0

- Quels sont les deux éléments dominants dans chacun des trois milieux ?
- Explique pourquoi l’hélium, deuxième élément de l’Univers, est quasiment absent de la croûte terrestre et du corps humain.
- Le carbone est 900 fois plus abondant dans le corps humain que dans la croûte terrestre. Vérifie ce chiffre par un calcul, puis explique ce que cela révèle sur la matière vivante.
- Un élève conclut : « l’oxygène est abondant sur Terre parce qu’il y a de l’air ». Corrige-le à l’aide du tableau et de la composition des roches.

Exercice 5 – Une histoire de la matière*(4 pts)*

Voici quatre événements, dans le désordre : (1) formation du système solaire ; (2) Big Bang ; (3) fabrication du carbone et de l’oxygène dans une étoile massive, puis explosion en supernova ; (4) apparition des premières étoiles.

- Remets ces événements dans l’ordre chronologique et associe une date approximative aux événements (1) et (2).
- Quels éléments chimiques existaient déjà juste après l’événement (2) ? Lesquels sont apparus grâce à l’événement (3) ?
- Explique pourquoi l’événement (3) doit obligatoirement avoir eu lieu avant l’événement (1) pour que la Terre et la vie existent.
- Un documentaire affirme : « l’or de nos bijoux a été fabriqué au cœur du Soleil ». Corrige cette affirmation en deux points.

Bon courage !