



Exercices

► p. 17 à 22 du manuel

QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

- 1** 1. B ; 2. A ; 3. B.
2 1. A ; 2. A.
3 1. B ; 2. A ; 3. C.

Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

5 Pendant la durée $\Delta t = 500$ s, la lumière a parcouru une distance d dans le vide interstellaire avec une vitesse de propagation de valeur c .

On a $d = c \times \Delta t$, donc $d = 3,00 \times 10^8 \times 500 = 1,50 \times 10^{11}$ m. L'ordre de grandeur de la distance Soleil-Terre est 10^{11} m.

Corrigés des exercices

Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir www.hachette-education.com (fiche du manuel).

6 Par ordre croissant, on trouve : un électron, un noyau atomique, un atome, une étoile.

7 Par ordre décroissant, on trouve : une galaxie, le système solaire, une planète, une molécule.

8 Le remplissage de l'espace par la matière est lacunaire à l'échelle cosmique. Dans l'espace, entre les étoiles de la Voie lactée, on trouve essentiellement du vide, ici du vide interstellaire.

9 1. L'expression « la matière a une structure lacunaire » signifie que la matière ne remplit qu'une petite partie de l'espace, à l'échelle microscopique comme à l'échelle astronomique.

2. On peut l'illustrer en utilisant l'atome ou le système solaire : Le noyau et les électrons sont beaucoup plus petits que l'atome. Or, ce sont ses seuls constituants. Entre ces éléments, il y a du vide. De même, le Soleil, les planètes et les autres corps qui gravitent dans le système solaire sont beaucoup plus petits que le système solaire. Entre ces éléments, il y a le vide interplanétaire.

10 a. L'écriture scientifique du rayon de la Terre est :

$$R_T = 6,380 \times 10^6 \text{ m}$$

b. L'écriture scientifique du rayon d'un atome d'argent est :

$$R_{Ag} = 1,65 \times 10^{-10} \text{ m}$$

11 L'ordre de grandeur de la distance entre la Terre et le Soleil est 10^{11} m.

12 1. On calcule le rayon R_U d'Uranus :

$$R_U = 4 \times R_T = 4 \times 6\,380 = 2,552 \times 10^4 \text{ km}$$

$$R_U \approx 2,6 \times 10^4 \text{ km}$$

2. L'ordre de grandeur de ce rayon est 10^4 km.

13 1. Dans le vide et dans l'air, la valeur de la vitesse de la lumière est la même.

2. Dans le vide et dans l'air, la valeur de la vitesse de la lumière vaut environ $3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. L'année de lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une durée d'un an.

14 La lumière de 61 Cygni met 11,4 ans pour nous parvenir.

15 Étant donnée la définition de l'année de la lumière, on peut écrire que la distance entre cette étoile et la Terre est 4,2 a.l.

16 1. La distance étudiée vaut :

$$d = 265 \times 10^6 \times 10^9 = 2,65 \times 10^{17} \text{ km} = 2,65 \times 10^{20} \text{ m}$$

2. L'ordre de grandeur de cette distance est 10^{20} m.

17 1. La longueur de Planck vaut $1,62 \times 10^{-35}$ m.

2. L'ordre de grandeur de cette distance est 10^{-35} m.

18 1. La valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide est d'environ $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. a. Une année compte 365 jours environ. Cette durée correspond à :

$$\Delta t = 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 365 \times 24 \times 3600 \approx 3,15 \times 10^7 \text{ s}$$

b. Pendant un an, la lumière parcourt dans le vide une distance $d = c \times \Delta t$.

$$d \approx 3,00 \times 10^8 \times 3,15 \times 10^7 = 3,00 \times 3,15 \times 10^{15}$$

$$d \approx 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$$

3. Pendant 25,3 ans, la lumière parcourt dans le vide une distance d' qui est 25,3 fois plus grande que d :

$$d' \approx 25,3 \times 9,46 \times 10^{15} \approx 2,39 \times 10^{17} \text{ m}$$

4. On retrouve la distance de $2,4 \times 10^{17}$ m annoncée dans le second article.

19 1. En astronomie, on utilise aussi l'année de lumière, a.l., comme unité de longueur. Une année de lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année.

2. La distance moyenne Soleil-Mercure est inférieure à 1 ua. Puisqu'une unité astronomique représente la distance Terre-Soleil, on peut en déduire que Mercure est plus proche du Soleil que ne l'est la Terre.

3. On convertit la distance Neptune-Soleil en mètre :

$$d = 30,11 \times 149\,597\,870\,700 \approx 4,504 \times 10^{12} \text{ m}$$

4. L'ordre de grandeur de cette distance est 10^{12} m.

20 1. Le rapport vaut 200 millions d'après le texte, c'est-à-dire $200 \times 10^6 = 2,00 \times 10^8$.

2. Puisque les vestiges de l'étoile ayant explosé sont situés à 168 000 a.l. de la Terre, l'explosion a eu lieu il y a 168 000 ans (en négligeant les 27 ans entre l'année d'observation 1987 et l'année de parution de cet ouvrage 2014).

3. Une année de lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une durée d'un an. La distance nous séparant de l'étoile ayant explosé est :

$$d = 168\,000 \times 3,00 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3\,600$$

$$d \approx 1,59 \times 10^{21} \text{ m}$$

21 1. a. $\frac{P_{\text{CURIE}}}{P_{1960}} = \frac{2 \times 10^{15}}{1 \times 10^6} = 2 \times 10^9$

CURIE est environ 2 milliards de fois plus rapide que les supercalculateurs des années 1960 :

b. La vitesse escomptée en 2020 est de :

$$900 \times 2 \times 10^{15} = 18 \times 10^{17} = 1,8 \times 10^{18} \text{ flops}$$

Cette valeur est effectivement supérieure à l'exaflops, c'est-à-dire à 10^{18} flops.

2. On trouve des applications dans des domaines divers, tels que l'étude de la structure de l'Univers depuis sa naissance ou l'étude de maladies comme celle d'Alzheimer.

22 Pour répondre aux deux premières questions, on peut d'abord établir le tableau suivant :

Planète	Ordre de grandeur des rayons équatoriaux (m)	Ordre de grandeur des masses (kg)
Mercure	10^6	10^{23}
Vénus	10^7	10^{24}
Terre	10^7	10^{25}
Mars	10^6	10^{24}
Jupiter	10^8	10^{27}
Saturne	10^8	10^{27}
Uranus	10^7	10^{26}
Neptune	10^7	10^{26}

1. Les planètes qui ont des masses du même ordre de grandeur sont :

- Vénus et Mars ;
- Jupiter et Saturne ;
- Uranus et Neptune.

2. Les planètes qui ont des rayons du même ordre de grandeur sont :

- Mercure et Mars ;
- Vénus, la Terre, Uranus et Neptune ;
- Jupiter et Saturne.

3. L'échelle imposée est 1 cm pour 2 500 km. Dans le schéma, les rayons des trois planètes sont :

$$R_{Me} \approx 1,0 \text{ cm} ; R_T \approx 2,6 \text{ cm} ; R_N \approx 9,9 \text{ cm}$$

23 Réponses aux pistes de résolution (p. 334)

1. Une échelle « au cent millionième » signifie qu'un centimètre dans la maquette correspond à cent millions de centimètres dans la réalité.

Cent millions de centimètres est égal à un million de mètres ou mille kilomètres. L'indication de l'échelle signifie donc aussi qu'un centimètre dans la maquette correspond à mille kilomètres dans la réalité.

2. Le projet sera réalisable si les dimensions de la maquette sont compatibles avec les dimensions de la pièce qui doit l'accueillir.

3. Les rayons et distances réels sont donnés en kilomètre dans le tableau. Pour calculer les longueurs correspondantes dans la maquette, il faut diviser par 10^3 .

4. Compte tenu de l'échelle choisie :

Planète	Rayon équatorial à l'échelle un cent millionième	Distance Soleil-planète à l'échelle un cent millionième
Mercure	2,4 cm	$5,79 \times 10^4 \text{ cm} = 579 \text{ m}$
Vénus	6,1 cm	$1,08 \times 10^5 \text{ cm} = 1,08 \times 10^3 \text{ m} = 1,08 \text{ km}$
Terre	6,4 cm	$1,50 \times 10^5 \text{ cm} = 1,50 \times 10^3 \text{ m} = 1,50 \text{ km}$

Mars	3,4 cm	$2,28 \times 10^5 \text{ cm} = 2,28 \times 10^3 \text{ m} = 2,28 \text{ km}$
Jupiter	71 cm	$7,78 \times 10^5 \text{ cm} = 7,78 \times 10^3 \text{ m} = 7,78 \text{ km}$
Saturne	60 cm	$1,43 \times 10^6 \text{ cm} = 1,43 \times 10^4 \text{ m} = 14,3 \text{ km}$
Uranus	26 cm	$2,87 \times 10^6 \text{ cm} = 2,87 \times 10^4 \text{ m} = 28,7 \text{ km}$
Neptune	25 cm	$4,50 \times 10^6 \text{ cm} = 4,50 \times 10^4 \text{ m} = 45,0 \text{ km}$

Cette échelle convient en ce qui concerne la dimension des planètes, mais ne convient pas en ce qui concerne les distances dans le système solaire (l'ordre de grandeur d'une salle dans un lycée est de 10^1 m , voire 10^2 m pour certains gymnases ou réfectoires).

Remarque : Pour pouvoir exposer la maquette dans une grande salle ou dans la cour du lycée, il faudrait conserver l'échelle précédente pour les rayons des planètes et changer l'échelle des distances Soleil-planète, en choisissant par exemple l'échelle un cent milliardième : la distance Soleil-Mercure est alors 0,58 m et la distance Soleil-Neptune 45 m. Dans tous les cas, on ne peut pas construire une maquette lisible avec la même échelle pour les rayons des planètes et pour leur distance au Soleil.

Une réponse possible

• Introduction présentant la problématique :

Pour déterminer s'il est possible de construire une maquette du système solaire au cent millionième, on recherche les rayons et les distances Soleil-planète à l'échelle proposée et on les compare aux dimensions des espaces de vie du lycée.

• Mise en forme de la réponse :

Le projet ne sera réalisable que si les dimensions de la maquette sont compatibles avec les dimensions de la pièce qui doit l'accueillir.

Une échelle « au cent millionième » signifie qu'un centimètre dans la maquette correspond à cent millions de centimètres dans la réalité, soit un million de mètres ou mille kilomètres.

Compte tenu de l'échelle choisie, on peut dresser le tableau de correspondance suivant :

Planète	Rayon à l'échelle un cent millionième	Distance Soleil-planète à l'échelle un cent millionième
Mercure	2,4 cm	$5,79 \times 10^4 \text{ cm} = 579 \text{ m}$
Vénus	6,1 cm	$1,08 \times 10^5 \text{ cm} = 1,08 \times 10^3 \text{ m} = 1,08 \text{ km}$
Terre	6,4 cm	$1,50 \times 10^5 \text{ cm} = 1,50 \times 10^3 \text{ m} = 1,50 \text{ km}$
Mars	3,4 cm	$2,28 \times 10^5 \text{ cm} = 2,28 \times 10^3 \text{ m} = 2,28 \text{ km}$
Jupiter	71 cm	$7,78 \times 10^5 \text{ cm} = 7,78 \times 10^3 \text{ m} = 7,78 \text{ km}$
Saturne	60 cm	$1,43 \times 10^6 \text{ cm} = 1,43 \times 10^4 \text{ m} = 14,3 \text{ km}$
Uranus	26 cm	$2,87 \times 10^6 \text{ cm} = 2,87 \times 10^4 \text{ m} = 28,7 \text{ km}$
Neptune	25 cm	$4,50 \times 10^6 \text{ cm} = 4,50 \times 10^4 \text{ m} = 45,0 \text{ km}$

• Conclusion revenant sur la problématique :

Cette échelle convient en ce qui concerne la dimension des planètes, mais ne convient pas en ce qui concerne les distances dans le



système solaire (l'ordre de grandeur d'une salle dans un lycée est de 10^1 m voire 10^2 m pour certains gymnases ou réfectoires).

Remarque : Pour pouvoir exposer la maquette dans une grande salle ou dans la cour du lycée, il faudrait conserver l'échelle précédente pour les rayons des planètes et changer l'échelle des distances Soleil-planète, en choisissant par exemple l'échelle un cent milliardième : la distance Soleil-Mercure est alors 0,58 m et la distance Soleil-Neptune 45 m. Dans tous les cas, on ne peut pas construire une maquette lisible avec la même échelle pour les rayons des planètes et pour leur distance au Soleil.

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 10.

24 Traduction : Observation de l'univers

C'est un moment difficile pour les cosmologistes (ou cosmologues). Il y a seulement une vingtaine d'années, nous pensions avoir compris quelles substances remplissaient l'Univers. C'était une erreur. Nous savons maintenant que les atomes qui composent la partie visible du cosmos – des galaxies aux planètes en passant par les nuages de gaz et de poussières interstellaires – représentent moins de 20 pour cent de la matière totale et occupent un minuscule volume dans l'Univers. Les 80 pour cent restants sont la mystérieuse « matière noire », invisible pour les télescopes classiques.

1. Le pourcentage de matière totale visible est 20 %.
2. a. La matière visible est repérée grâce aux télescopes conventionnels.
- b. Les cosmologistes appellent la matière invisible la matière noire (sombre).

3. a. Le remplissage de l'espace est lacunaire à l'échelle cosmique.
- b. On lit dans le texte que le cinquième (20 %) de toute la matière dans l'Univers n'occupe qu'un minuscule volume.

25 1. a Le diamètre de Rhô est 450 fois plus grand que celui du Soleil : $R = \frac{D_{\text{Rhô}}}{D_s} = 450$.

Le rapport des luminosités est $R' = \frac{L_{\text{Rhô}}}{L_s} = 550\,000$.

- b. Si la luminosité d'une étoile était proportionnelle à son diamètre, on aurait $L = k \times D$.

Alors, ceci impliquerait l'égalité entre R et R' :

$$R' = \frac{L_{\text{Rhô}}}{L_s} = \frac{k \times D_{\text{Rhô}}}{k \times D_s} = \frac{D_{\text{Rhô}}}{D_s} = R$$

Les valeurs précédentes montrent que ce n'est pas le cas, donc il n'y a pas proportionnalité entre la luminosité d'une étoile et son diamètre.

2. a. l est le symbole de l'année de lumière, unité de longueur utilisée en astronomie. Une année de lumière est la distance d parcourue par la lumière, dans le vide, en une année.

$$d = c \times \Delta t \approx 3,00 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$d \approx 9,46 \times 10^{15} \text{ m.}$$

3. a. La lumière émise par cette étoile a mis 8 150 ans pour nous parvenir.
- b. On voit cette étoile telle qu'elle était il y a 8 150 ans. Plus une étoile est éloignée, plus on l'observe telle qu'elle était dans un passé lointain, d'où la phrase « voir loin, c'est voir dans le passé ».