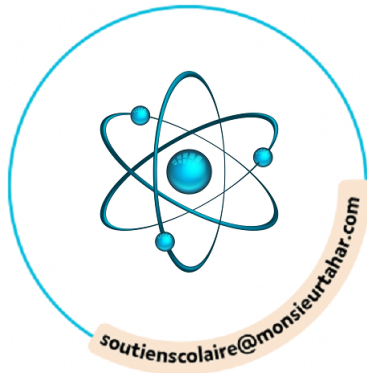


Physique chimie



CHAPITRE 14

Vitesse de la lumière

EXERCICES

OBJECTIF

1

Connaitre la vitesse de la lumière

1 1. a. 2. b.

3. a et b.

2 1. La lumière émise par le flash se propage dans l'air avec une vitesse finie.

2. Dans cette situation, la lumière se propage dans l'air à la célérité de 300 000 000 m/s.

3 1. Les informations transmises par la fibre optique ne sont pas transmises instantanément mais à la vitesse de la lumière, vitesse de valeur finie.

2. Dans cette situation, la lumière se propage dans la fibre optique à la valeur de la célérité de la lumière dans le verre ou le plastique soit 200 000 000 m/s ou 210 000 000 m/s.

4 $c_{\text{diamant}} = 123\,967 \text{ km/s} < c_{\text{verre}} = 200\,000 \text{ km/s} < c_{\text{eau}} = 225\,563 \text{ km/s} < c_{\text{espace}} = c_{\text{air}} = 300\,000 \text{ km/s}$.

5 a. $c_{\text{vide}} = 300\,000 \text{ km/s} = \mathbf{300\,000\,000 \text{ m/s}}$.

b. $c_{\text{eau}} = 225\,563\,000 \text{ m/s} = \mathbf{225\,563 \text{ km/s}}$.

c. $c_{\text{air}} = 300\,000\,000 \text{ m/s} = \mathbf{1\,080\,000\,000 \text{ km/h}}$.

d. $c_{\text{verre}} = 200\,000 \text{ km/s} = \mathbf{720\,000\,000 \text{ km/h}}$.

e. $c_{\text{plastique}} = 210\,000\,000 \text{ m/s} = \mathbf{756\,000\,000 \text{ km/h}}$.

f. $c_{\text{diamant}} = 446\,281\,200 \text{ km/h} = \mathbf{123\,967\,000 \text{ m/s}}$.

- 6 1.** La lumière se propage dans l'air dans le jardin et dans l'eau dans la piscine.
- 2.** La lumière ne se déplace pas instantanément dans le jardin ni la piscine car la valeur de sa vitesse est finie.
- 3.** La lumière ne se déplace pas à la même célérité dans l'air et dans l'eau car la valeur de sa vitesse dépend de son milieu de propagation.
- 4.** La valeur maximale connue de la célérité de la lumière est celle dans le vide et dans l'air, valant environ 300 000 000 m/s.

OBJECTIF
2

Mesurer une distance avec la lumière

- 7 1. c.**
- 2. a et c.**
- 3. a et b.**
- 8 1.** La distance D est donnée par la relation $D = c \times \Delta t$.
- 2.** D (en m) = Δt (en années) $\times 365 \times 24 \times 3\,600 \times 300\,000\,000$

Nom	Distance D (milliards de m)
Proxima du Centaure	40 000 000
Étoile de Barnard	56 000 000
Étoile de Teegarden	118 000 000
Ross 128	103 000 000
Sirius	81 000 000
GJ 832	152 000 000

D'où les distances exprimées en milliards de kilomètres :

Nom	Distance D (milliards de km)
Proxima du Centaure	40 000
Étoile de Barnard	56 000
Étoile de Teegarden	118 000
Ross 128	103 000
Sirius	81 000
GJ 832	152 000

- 9 1.** Pour déterminer expérimentalement la distance D Terre-Lune, on envoie un rayon lumineux très puissant sur le réflecteur (miroir) posé sur la Lune. La lumière est renvoyée vers la source lumineuse grâce au phénomène de réflexion. On peut ainsi déterminer la distance $2D$ parcourue par la lumière à la célérité c en chronométrant la durée Δt mise par la lumière pour parcourir ce trajet.

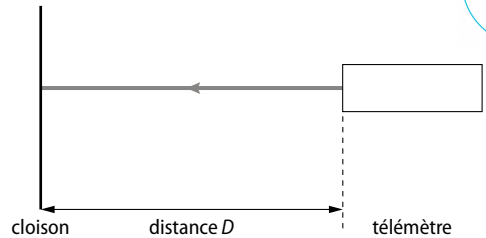
- 2.** L'aller-retour $2D$ entre la Terre et la Lune est donné par la relation $2 \times D = c \times \Delta t$.

- 3.** On calcule la distance D Terre-Lune :

$$D = \frac{c \times \Delta t}{2} = \frac{300\,000 \times 2,43}{2} = 364\,000 \text{ km.}$$



- 10 1.**



- 2. a.** La distance D de la pièce est donnée par la relation $D = c \times \Delta t$.

- b.** On calcule la distance D de la pièce :

$$\Delta t = 0,000\,000\,017 \text{ s}$$

$$D = 300\,000\,000 \times 0,000\,000\,017 = 5,1 \text{ m.}$$

OBJECTIF
3

Utiliser l'unité « année-lumière »

- 11 1. c.**

- 2. c.**

- 3. c et d.**

- 12 1 a.l.** = $c \times 1$ année

donc $1 \text{ a.l.} = 300\,000 \times 365 \times 24 \times 3\,600$
 $= 9\,500\,000\,000\,000 \text{ km}$

- 13 1.** $1 \text{ a.l.} = c \times 1$ année

donc $1 \text{ a.l.} = 300\,000 \times 365 \times 24 \times 3\,600$
 $= 9\,500\,000\,000\,000 \text{ km}$
 $= 9\,500\,000\,000\,000\,000 \text{ m.}$

- 2.**

Nom	Distance D (a.l.)
Soleil	0,000016 = 8,30 minutes-lumière
Wolf 359	7,9
Étoile de Luyten	12,6
Ross 248	10,5
LHS 292	14,7
GJ 682	16,3

- 14** L'expression « voir loin, c'est voir dans le passé » signifie que plus nous observons des astres éloignés de la Terre et plus leur lumière met du temps à nous parvenir et donc plus l'image que nous observons d'eux remonte dans le passé.

15 1. La lumière émise par Sirius met 270 000 000 s soit :

$$\frac{270\,000\,000}{3\,600 \times 24 \times 365} = 8,6 \text{ ans.}$$

2. a. La distance entre la Terre et Sirius est de 8,6 a.l., car sa lumière met 8,6 ans à nous parvenir.

b. La lumière de Sirius mettant 8,6 ans à nous parvenir, l'image que nous observons de lui date de 8,6 ans.

3. Convertissons la distance Terre-Sirius en mètre :

$$D = 8,6 \text{ a.l.} = 8,6 \times 9\,500\,000\,000\,000\,000 \text{ m} \\ = 81\,700\,000\,000\,000\,000 \text{ m.}$$

16 1. La lumière émise par l'étoile de Teegarden met pour nous parvenir 395 000 000 s

soit
$$\frac{395\,000\,000}{3\,600 \times 24 \times 365} = 12,5 \text{ ans.}$$

2. a. La distance entre la Terre et l'étoile de Teegarden est de 12,5 a.l. car sa lumière met 12,5 ans à nous parvenir.

b. La lumière de l'étoile de Teegarden mettant 12,5 ans à nous parvenir, l'image que nous observons d'elle date de 12,5 ans.

3. Convertissons la distance Terre-Teegarden en mètre :

$$D = 12,5 \text{ a.l.} = 12,5 \times 9\,500\,000\,000\,000\,000 \text{ m} \\ = 119\,000\,000 \text{ milliards de m.}$$

17 1. a. D'après l'énoncé, la distance entre l'étoile SN1987A et la Terre est de 168 000 a.l.

b. La distance entre la Terre et l'étoile SN1987A est de 168 000 a.l., donc sa lumière met 168 000 ans à nous parvenir.

c. Calculons en kilomètres la distance entre l'étoile SN1987A et la Terre :

$$D = 168\,000 \text{ a.l.} = 168\,000 \times 9\,500\,000\,000\,000\,000 \text{ km} \\ = 1\,596\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ km.}$$

2. Cette étoile a pu être observée depuis la Terre pendant plusieurs milliers d'années après son explosion car la lumière qu'elle émettait ne nous parvenait pas instantanément ; la lumière de cette étoile mettait 168 000 ans à nous parvenir.

Construire et développer ses compétences

18 1. L'éclair se propage dans l'air.

2. Dans l'air, la célérité de la lumière est de 300 000 000 m/s.

19 1. L'aller retour $2D$ entre les deux hommes est donné par la relation $2 \times D = c \times \Delta t$.

2. Calculons la distance D entre les deux hommes sachant que la lumière met 0,000 012 s pour parcourir l'aller-retour $2D$:

$$D = \frac{c \times \Delta t}{2} = \frac{300\,000\,000 \times 0,000\,012}{2} = 1\,800 \text{ m.}$$

3. Galilée n'a pas pu déterminer la célérité de la lumière car sa valeur est très grande et il n'avait pas le matériel adapté à l'époque pour mesurer avec précision la durée mise par la lumière pour faire un aller-retour aussi court.

20 1. Pour déterminer la distance Terre-ISS, on pourrait diriger la lumière d'un laser très puissant vers les panneaux solaires de l'ISS afin qu'il la réfléchisse et ainsi nous la renvoie grâce au phénomène de réflexion. En mesurant le temps mis par la lumière pour effectuer cet aller-retour entre la Terre et l'ISS et la valeur de célérité de la lumière, on pourrait déterminer la distance entre eux.

2. L'aller retour $2 \times D$ entre la Terre et l'ISS est donné par la relation $2 \times D = c \times \Delta t$.

3. Calculons la distance D entre la Terre et l'ISS sachant que la lumière met 0,00 226 s pour parcourir l'aller-retour $2D$:

$$D = \frac{c \times \Delta t}{2} = \frac{300\,000 \times 0,002\,26}{2} = 339 \text{ km.}$$

21 1. a. « la lumière d'une source lumineuse passe à travers une lentille et une roue dentée de l'appareil situé à Suresnes (ville d'Ile-de-France) puis est réfléchiée par un miroir situé à Montmartre (quartier de Paris) vers l'appareil où elle repasse à travers la roue dentée puis est observée par Fizeau à travers une lunette. »

b. Le phénomène de réflexion peut être observé avec un miroir (surface réfléchissante).

2. a. La célérité c_{Fizeau} de la lumière calculée par Fizeau s'exprime par la relation :

$$c_{\text{Fizeau}} = \frac{2D}{\Delta t}$$

b. $c_{\text{Fizeau}} = \frac{2D}{\Delta t} = \frac{2 \times 8\,633}{0,000\,054\,99} = 313\,984\,361 \text{ m/s.}$

c. La valeur de la célérité c dans l'air vaut 300 000 000 m/s ce qui est relativement proche de la valeur c_{Fizeau} mesurée par Fizeau.



22

Traduction de l'énoncé

Qu'est-ce qu'une année-lumière ?

Une année-lumière est une unité de distance et non de temps. Cela correspond à la distance que la lumière peut parcourir en un an. La lumière se propage à la vitesse d'environ 300 000 kilomètres par seconde. Soit une année-lumière = 300 000 km/s \times 365 jour/an \times 24h/j \times 3 600 s/h = 9,5 billions de kilomètres = 5 880 000 000 000 miles.

Comme une année-lumière est liée au temps que la lumière met pour se propager dans l'espace, cela

signifie que si nous observons l'Univers nous voyons aussi dans le passé. Par exemple, le centre de la Voie lactée est à 100 000 années-lumière de nous, donc cela prend 100 000 ans à la lumière pour nous parvenir et le centre de la Voie lactée nous apparaît tel qu'il était il y a 100 000 ans.

Réponses

1. a. L'expression *light year* signifie « année-lumière ».

b. D'après le texte, une année-lumière vaut 5 880 000 000 000 miles.

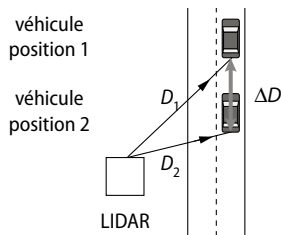
c. D'après le texte,
« 9,5 billions de kilomètres = 5 880 000 000 000 miles »
d'où :

$$1 \text{ mile} = \frac{9,5 \times 1\,000\,000\,000\,000}{5\,880\,000\,000\,000} = 1,609 \text{ km} = 1\,609 \text{ m.}$$

2. a. La Terre se situe à 100 000 années-lumière du centre de la Voie lactée.

b. Le centre de la Voie lactée que nous observons est tel qu'il était il y a 100 000 ans.

23 1.



2. On détermine les distances D_1 et D_2 en envoyant deux impulsions lumineuses en direction des véhicules

et en utilisant la valeur de la célérité de la lumière dans l'air ainsi que le temps mis par la lumière pour parcourir ce trajet.

3. La vitesse v du véhicule peut être calculée par la relation :

$$v = \frac{\Delta D}{\Delta t} = \frac{D_1 - D_2}{\Delta t} = \frac{87 - 79}{0,5} = 16 \text{ m/s} = 57,6 \text{ km/h.}$$

L'automobiliste était donc en excès de vitesse.

24 1. La lumière émise depuis Vénus traverse deux milieux de propagation : le vide et l'air.

2. Dans le vide et dans l'air, la lumière se propage à la célérité de 300 000 000 m/s.

3. a. La distance D est donnée par la relation $D = c \times \Delta t$.

b. On calcule la distance D Terre-Vénus :

$$D = c \times \Delta t = 300\,000\,000 \times 500 \text{ s} = 150\,000\,000\,000 \text{ m.}$$

$$c. D = \frac{150\,000\,000\,000}{9\,500\,000\,000\,000\,000} = 0,000\,015\,8 \text{ a.l.}$$

4. La photographie de Vénus la représente telle qu'elle était il y a 500 s soit environ 8 min 20 s car la lumière ne se déplace pas instantanément et a donc une vitesse finie appelée célérité.

Le quiz final

En 2287, Mars sera à 55,7 millions de km de la Terre soit

$$55\,700\,000 \text{ km} = \frac{55\,700\,000}{9\,500\,000\,000\,000} \times 365 \times 24 \times 60 = 3,1 \text{ minutes-lumière.}$$

