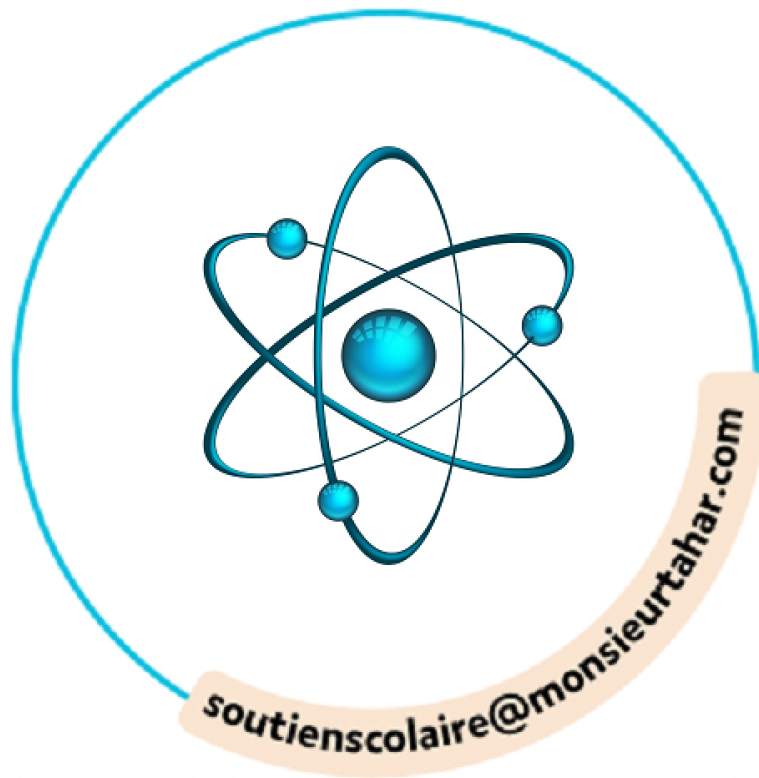


Physique chimie



CHAPITRE 14

Rappel : Vitesse de la lumière



1 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

- La lumière se propage :
 - avec une vitesse finie ;
 - instantanément ;
 - avec une vitesse infinie.
- La vitesse de la lumière se nomme aussi :
 - la propagation ;
 - la célérité ;
 - la luminosité.
- La lumière se propage dans le vide à la vitesse de :

a. 300 000 km/s ;	b. 300 000 000 m/s ;
c. 300 000 m/s ;	d. 300 000 km/h ;
e. 300 000 000 m · s ;	f. 300 000 m · s.

2 Souriez, vous êtes flashé !

Le flash d'un appareil photo permet d'éclairer le sujet pris en photo.



- La lumière du flash se propage-t-elle instantanément ?
- Donner la valeur de la célérité de propagation de la lumière dans cette situation.

3 Fibre optique

Une fibre optique est fabriquée à partir d'un fil de plastique ou d'un fil de verre très fin. Elle transmet des informations en conduisant la lumière.


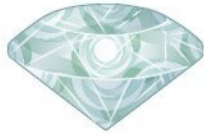
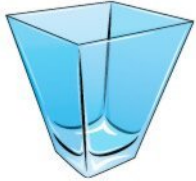


- Les informations transmises par fibre optique sont-elles transmises instantanément ?
- Peut-on donner une valeur de vitesse de propagation de la lumière dans la fibre optique ?



4 Célérité dans divers milieux de propagation

La valeur de la célérité de la lumière dépend de son milieu de propagation ; elle se déplace donc plus ou moins rapidement selon le milieu qu'elle traverse.

Classer par ordre croissant les célérités de la lumière dans les milieux de propagation suivants :

Eau	Diamant	Verre
		
$c_{\text{eau}} =$ 225 563 km/s	$c_{\text{diamant}} =$ 123 967 km/s	$c_{\text{verre}} =$ 200 000 km/s
Espace	Air	
		
$c_{\text{espace}} = 300\,000$ km/s	$c_{\text{air}} = 300\,000$ km/s	

5 Conversion de célérités de la lumière

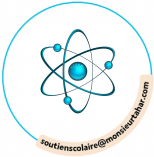
Convertir les célérités suivantes dans l'unité demandée :

- $c_{\text{vide}} = 300\,000$ km/s = ... m/s
- $c_{\text{eau}} = 225\,563\,000$ m/s = ... km/s
- $c_{\text{air}} = 300\,000\,000$ m/s = ... km/h
- $c_{\text{verre}} = 200\,000$ km/s = ... km/h
- $c_{\text{plastique}} = 210\,000\,000$ m/s = ... km/h
- $c_{\text{diamant}} = 446\,281\,200$ km/h = ... m/s

6 Valeur maximale

Lucas allume la lumière des lampadaires dans son jardin, ainsi que l'éclairage de sa piscine. La lumière lui semble alors se propager instantanément.

- Donner le nom des deux milieux de propagation dans la situation de l'énoncé.
- La lumière se propage-t-elle instantanément dans le jardin ? dans la piscine ?
- La lumière se déplace-t-elle à la même vitesse dans les deux milieux de propagation ? Justifier.
- Donner la valeur maximale connue à ce jour de la célérité de la lumière.



7 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

1. La distance d parcourue par la lumière à la célérité c pendant une durée Δt s'exprime par la relation :

a. $d = c + \Delta t$; b. $d = c/\Delta t$; c. $d = c \times \Delta t$.

2. On peut déterminer la distance entre la Terre et le Soleil :

a. à partir de la vitesse de la lumière ;
b. à partir de la vitesse du son ;
c. à partir de la durée mise par la lumière pour parcourir cette distance.

3. L'aller-retour de distance $2 \times D$ effectué par la lumière dans le vide ou dans l'air entre une source lumineuse et un réflecteur est donné par la relation :

a. $2 \times D = c \times \Delta t$; b. $D = \frac{c \times t}{2}$; c. $2 \times D = \frac{c}{t}$.

8 Calculs de distances

La nuit, nous pouvons observer divers objets célestes situés à des distances D de la Terre différentes.



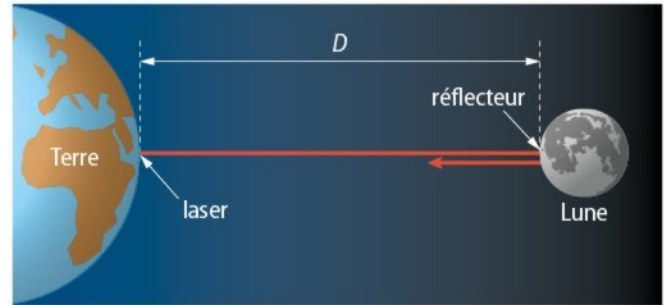
1. Donner la relation reliant la distance D , la célérité c de la lumière et la durée Δt mise par la lumière pour parcourir cette distance D .

2. En s'aidant de la question précédente, recopier et compléter le tableau ci-dessous en calculant les différentes distances D des astres en kilomètre.

Nom	Durée Δt (années)	Distance D (m)
Proxima du Centaure	4,2	
Étoile de Barnard	5,9	
Étoile de Teegarden	12,5	
Ross 128	10,9	
Sirius	8,6	
GJ 832	16,1	

9 Distance Terre-Lune

Plusieurs expéditions lunaires ont été réalisées depuis 1969. Lors de ces expéditions, des réflecteurs (miroirs) ont été déposés sur le sol lunaire pour mesurer la distance Terre-Lune.



1. En utilisant un vocabulaire scientifique adapté, expliquer l'expérience réalisée pour déterminer la distance Terre-Lune D à l'aide du réflecteur lunaire et d'un laser puissant.

2. Donner la relation reliant la distance $2 \times D$ (aller-retour Terre-Lune), la célérité c de la lumière et la durée Δt mise par la lumière pour parcourir cette distance $2 \times D$.

3. Calculer la distance D .

On donne : $\Delta t = 2,43$ s.

10 Télémétrie laser

Pour mesurer les dimensions d'une pièce, les professionnels du bâtiment utilisent des télémètres laser. Ils placent, par exemple, le télémètre à une extrémité de la pièce et dirigent leur rayon laser vers l'autre bout de celle-ci pour en mesurer sa longueur.



1. En s'aidant de la photographie ci-dessus, faire un schéma légendé de cette méthode permettant de mesurer des distances.

2. a. Donner la relation permettant de calculer la distance D de la pièce.

b. Calculer la longueur D de la pièce donnée par le télémètre sachant que le rayon laser met une durée $\Delta t = 0,000\ 000\ 017$ s pour parcourir la pièce.



11 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

- L'année-lumière est une unité physique de :
 - temps (durée) ;
 - luminosité ;
 - distance ;
 - vitesse.
- Une année-lumière vaut :
 - 365 jours ;
 - 9 500 000 000 000 m ;
 - 9 500 000 000 000 km.
- Si un corps céleste se situe à 27 années-lumière de la Terre, cela signifie :
 - qu'il faut 27 ans pour y aller ;
 - que l'on voit ce corps céleste tel qu'il sera dans 27 années ;
 - que l'on voit ce corps céleste tel qu'il était il y a 27 ans ;
 - que sa lumière met 27 ans à parvenir jusqu'à la Terre.

12 Valeur d'une année-lumière

Sachant qu'une année-lumière correspond à la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année, démontrer qu'une année-lumière correspond à 9 500 milliards de kilomètres.

13 Conversions en année-lumière

Les objets célestes se situent à des distances si grandes de nous qu'elles ne sont pas exprimées en mètre mais en année-lumière.

- Exprimer une année-lumière en mètre.
- En s'aidant de la question précédente, recopier et compléter le tableau ci-dessous en calculant les différentes distances D des astres en année-lumière :

Nom	Distance D (km)	Distance D (a.l.)
Soleil	150 000 000	
Wolf 359	75 000 milliards	
Étoile de Luyten	120 000 milliards	
Ross 248	100 000 milliards	
LHS 292	140 000 milliards	
GJ 682	155 000 milliards	

14 Voir dans le passé

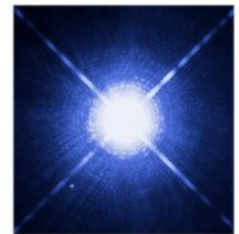
À l'œil nu ou avec des instruments optiques tels que la lunette astronomique ou le télescope, nous observons des objets célestes se trouvant à plusieurs milliers de milliards de kilomètres de nous.



Expliquer ce que signifie l'expression : « voir loin, c'est voir dans le passé ».

15 Sirius

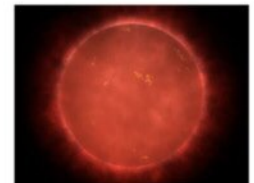
Depuis la Terre, Sirius est l'étoile la plus brillante après le Soleil. Elle fait partie des étoiles les plus proches de nous et sa lumière met 270 000 000 s à nous parvenir.



- Calculer, en année, la durée que met la lumière émise par Sirius pour rejoindre la Terre.
- Sans calcul, déterminer la distance en année-lumière entre Sirius et la Terre. Justifier la réponse.
 - Donner le nombre d'années auquel remonte l'image de Sirius que nous observons actuellement.
- Calculer la distance Sirius-Terre en mètre.

16 Étoile de Teegarden

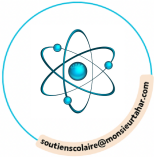
La lumière émise par l'étoile de Teegarden met 395 000 000 s à se propager jusqu'à la Terre. Répondre aux questions de l'exercice précédent pour cette étoile.



17 Une étoile en fin de vie

L'étoile SN1987A, se situant dans la galaxie du Grand Nuage de Magellan à 168 000 années-lumière de notre planète, est la première étoile dont on a pu observer l'explosion au xx^e siècle. De février à mai 1987, les astrophysiciens ont pu suivre l'évènement. L'étoile était alors âgée d'environ 10 millions d'années et connue des scientifiques avant son explosion.

- Donner la distance entre SN1987A et la Terre en année-lumière.
 - Donner la durée mise par la lumière de cette étoile pour nous parvenir.
 - Calculer la distance entre SN1987A et la Terre en kilomètre.
- Expliquer pourquoi cette étoile a pu être observée des milliers d'années après son explosion.



18 De l'orage dans l'air

D1.1 J'utilise la langue française

Lors d'un orage, on voit d'abord l'éclair puis, quelques secondes après, on entend le tonnerre.



1. Préciser dans quel milieu la lumière de l'éclair se propage.
2. Donner la valeur de la vitesse de propagation de l'éclair dans l'air.

19 Expérience de Galilée

D1.3 J'utilise des langages scientifiques

Au XVII^e siècle, le savant italien Galilée a tenté de déterminer la célérité c de la lumière en mesurant avec une clepsydre (sorte d'horloge) la durée Δt mise par la lumière pour parcourir l'aller-retour $2D$ entre deux hommes séparés d'une distance D .



1. Donner la relation reliant la distance $2 \times D$ (aller-retour entre les deux hommes), la célérité c de la lumière et la durée Δt mise par la lumière pour parcourir cette distance $2 \times D$.
2. Calculer la distance D séparant les deux hommes, sachant que Galilée aurait dû mesurer une durée Δt de 0,012 ms.
3. Expliquer pourquoi Galilée n'a pas pu déterminer la célérité de la lumière avec cette expérience.

20 Distance Terre-ISS

D4 Je modélise pour expliquer

La Station spatiale internationale (ISS) lancée en 1998 en orbite basse autour de la Terre est une station qui est occupée constamment par des scientifiques. Elle est

équipée de huit grands panneaux solaires pour récupérer de l'énergie.



1. En utilisant un vocabulaire scientifique adapté, expliquer l'expérience qu'il serait possible de réaliser pour déterminer la distance Terre-ISS à l'aide des panneaux solaires de l'ISS (brillants comme des miroirs) et d'un laser puissant.
 2. Donner la relation reliant la distance $2 \times D$ (aller-retour Terre-ISS), la célérité c de la lumière et la durée Δt mise par la lumière pour parcourir cette distance $2 \times D$.
 3. Calculer la distance D .
- On donne : $\Delta t = 2,26$ ms.

21 L'expérience de Fizeau

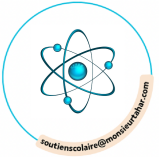
D5 J'intègre l'histoire des sciences

Hippolyte Fizeau est un physicien français du XIX^e siècle qui a travaillé sur la lumière. En 1849, il invente un appareil avec une roue dentée, dit appareil de Fizeau, qui permet de réaliser la première mesure de célérité de la lumière.

Pour ce faire, 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), est réfléchi 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.



1. a. Expliquer la méthode utilisée par Fizeau pour mesurer la célérité de la lumière.
- b. Donner le nom du phénomène physique lié au miroir.



2. a. Exprimer la célérité c_{Fizeau} calculée par Fizeau en fonction de la distance D entre Suresnes et Montmartre et la durée Δt mise par la lumière pour effectuer l'aller-retour.
- b. Calculer la valeur de célérité c_{Fizeau} obtenue par Fizeau. On donne : $D = 8\,633\text{ m}$; $\Delta t = 0,05499\text{ ms}$.
- c. Cette valeur de célérité est-elle proche de la valeur réelle ? Justifier la réponse.

22 What is a light Year ?

01.3 Je lis et je comprends

A light year is a unit of distance, not of time. It is the distance that light can travel in one year. Light moves at a velocity of about 300,000 kilometers per second. So 1 light year = $300,000\text{ km/second} \times 365\text{ day/year} \times 24\text{ hours/day} \times 3,600\text{ seconds/hour} = 9.5\text{ billions kilometers} = 5,880,000,000,000\text{ miles}$. Because a light year is related to the time light takes to travel through space, it means that as we look out into the universe we also look back in time. For instance, the Milky Way's center is 100,000 light years away, so it has taken 100,000 years to the light to reach us, and the center of the Milky Way appears as it was 100,000 years ago.



1. a. Traduire l'expression « light year ».
- b. Exprimer cette distance en miles.
- c. Calculer la valeur d'un mile en mètre.
2. a. À quelle distance de la Terre se situe le centre de la Voie lactée ?
- b. À combien d'années la partie de la Voie lactée que nous observons actuellement remonte-t-elle en réalité ?

23 Le lidar

01.3 J'utilise des langages scientifiques



Le lidar est une forme de radar qui utilise la lumière à la place des micro-ondes pour mesurer la vitesse des véhicules sur la route. Il envoie deux impulsions lumineuses, séparées d'une durée Δt , face au véhicule qui se rapproche et dont on veut connaître la vitesse.

Le lidar détermine ainsi deux positions successives D_1 et D_2 occupées par le véhicule et en déduit la vitesse du véhicule grâce à la distance effectuée entre les deux impulsions.

1. Faire un schéma légendé de la scène présentant le contrôle de vitesse effectué avec le lidar et les deux positions d'un véhicule séparées d'une distance $\Delta D = D_1 - D_2$.
 2. Expliquer comment sont déterminées D_1 et D_2 .
 3. Donner la relation entre la vitesse v du véhicule, la durée Δt entre les deux impulsions du lidar et la distance ΔD parcourue par le véhicule pendant cette durée. Calculer la vitesse v et dire si l'automobiliste était en excès de vitesse en ville.
- On donne : $\Delta t = 0,5\text{ s}$; $D_1 = 87\text{ m}$ et $D_2 = 79\text{ m}$.

24 Vénus, dite l'étoile du Berger

05 J'identifie les échelles dans l'Univers

L'étoile du Berger est l'un des premiers et derniers objets célestes visibles chaque nuit. Cet objet n'est pourtant pas une étoile puisqu'il s'agit de la planète Vénus.



1. Rappeler les milieux de propagation que la lumière traverse pour nous parvenir depuis Vénus.
 2. Donner alors la ou les valeur(s) de la célérité de la lumière dans ces milieux.
 3. a. Donner la relation reliant la distance D Terre-Vénus avec la célérité c de la lumière dans le vide et la durée Δt mise par la lumière pour parcourir cette distance.
 - b. On donne : $\Delta t = 500\text{ s}$. Donner la distance D en km.
 - c. Donner la valeur de la distance D en année-lumière.
2. La photographie de Vénus représente la planète telle qu'elle était à quel moment ? Justifier la réponse.

Le quiz final



En août 2287, Mars sera au plus proche de la Terre, à 55,7 millions de km. Exprimer cette distance en minute-lumière.