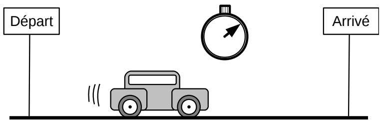
L' Univers – Chapitre 2 – Mesurer les distances en année de lumière

A- Définition de la vitesse



On parcours une distance D en une durée Δt. La vitesse V est alors : $V = \frac{D}{\Delta t}$ **Unités : D en m (mètres) , Δt en s (secondes) et V en m.s^{-1} (mètres par seconde)**

<u>Exemple:</u>

Je parcours 800 km en 10h. Calculons la vitesse moyenne V.

D = 800 **k**m = 800 **x10³** m = 8,00 x 10^5 m

Δt = 10 **h** = 10 **x 60 <u>min</u>** = 10 x 60 <u>x 60 s</u> = 36000 s = 3,6 x 10^4 s.

Donc

V = (8,00x10^5)/(3,6 x10^4) = 22 m.s^{-1}.

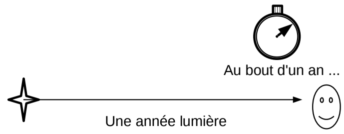
B- La vitesse de la lumière

La lumière se déplace, dans le vide ou dans l'air à une vitesse de c = 2,99 x 10^8 m.s^{-1}. La lumière se déplace en ligne droite dans un milieu homogène.

C- L'année de lumière

Présentation professeur

C'est la distance parcourue par la lumière en une année. Cette distance vaut 9,43x10^{15} m



<u>Démonstration:</u>

J'utilise la formule du II.A $V = \frac{D}{\Delta t}$ je multiplie de chaque coté par **Δt** $\Delta t \times V = \frac{D}{\Delta t} \times \Delta t$ et je simplifie $\Delta t \times V = \frac{D}{\cancel{\Delta t}} \times \cancel{\Delta t}$. J'ai isolé l'inconnue D $D = \Delta t \times V$, et J'effectue alors le calcul numérique.

La vitesse V vaut 2,99 x 10^8 m.s^{-1}.

On rappelle que une année, c'est 365 jours, un jour c'est 24 heures, une heure, c'est 60 minutes et une minute, c'est 60 secondes.

Le temps Δt = 1 an = 365 j = 365 x 24 h = 365 x 24 x 60 min = 365 x 24 x 60 x 60 s = 3,1536 x 10^7 s.

Donc

D = 3,1536 x 10^7 x 2,99 x 10^8 = 9,43x10^{15} m

D- Voir loin, c'est voir dans le passé

Présentation professeur

Plus une étoile est lointaine, plus la lumière met du temps pour venir, et donc plus elle est partie tôt dans le passé: « voir loin, c'est voir dans le passé »

<u>Exemple:</u>

J'utilise la formule du II.A $V = \frac{D}{\Delta t}$. Je multiplie de chaque coté par **Δt** et je simplifie $\Delta t \times V = \frac{D}{\cancel{\Delta t}} \times \cancel{\Delta t}$ Je divise de chaque coté par V et je simplifie $\frac{\Delta t \times \cancel{V}}{\cancel{V}} = \frac{D}{V}$ Et donc $\Delta t = \frac{D}{V}$

Le Soleil est à D = 150 millions de km de la Terre, donc D = 150 000 000 km = 1,5 x10^6 **k**m = 1,5x10^6 **x10³** m. La lumière du Soleil va mettre le temps $\Delta t = \frac{1{,}5 \times 10^9}{2{,}99 \times 10^8} = 502\,s$ soit environ 8,3 minutes (502 s / 60 = 8,3 min)

E- Exercices

Professeur :

Exercice 1 – Revoir la définition de la vitesse:

D représente la distance parcourue par un objet, à la vitesse moyenne V , pendant une durée Δt .

a) Si on connaît la valeur de D et de Δt , donnez la formule permettant de calculer . V

b) Si on connaît la valeur de D et de V , donnez la formule permettant de calculer. Δt

c) Si on connaît la valeur de V et de Δt , donnez la formule permettant de calculer. D

d) Donnez les unités légales utilisées pour exprimer la distance , D la durée e Δt t la vitesse . V

Exercice 2 – Où il est question de conversions d'unités:

Grâce aux formules de la question 1, calculez les quantités demandées à partir des valeurs numériques ci dessous :

a) $D=0{,}04\,mm$ $\Delta t=5\,\mu s$ calculez V

b) $D=4\times10^{5}\,m$ $V=12\,km.h^{-1}$ calculez Δt

c) $V=50\,km.h^{-1}$ $\Delta t=20\,min$ calculez D

Exercice 3 – Où il est question d'estimer la durée d'un parcours d'un piéton en ville:

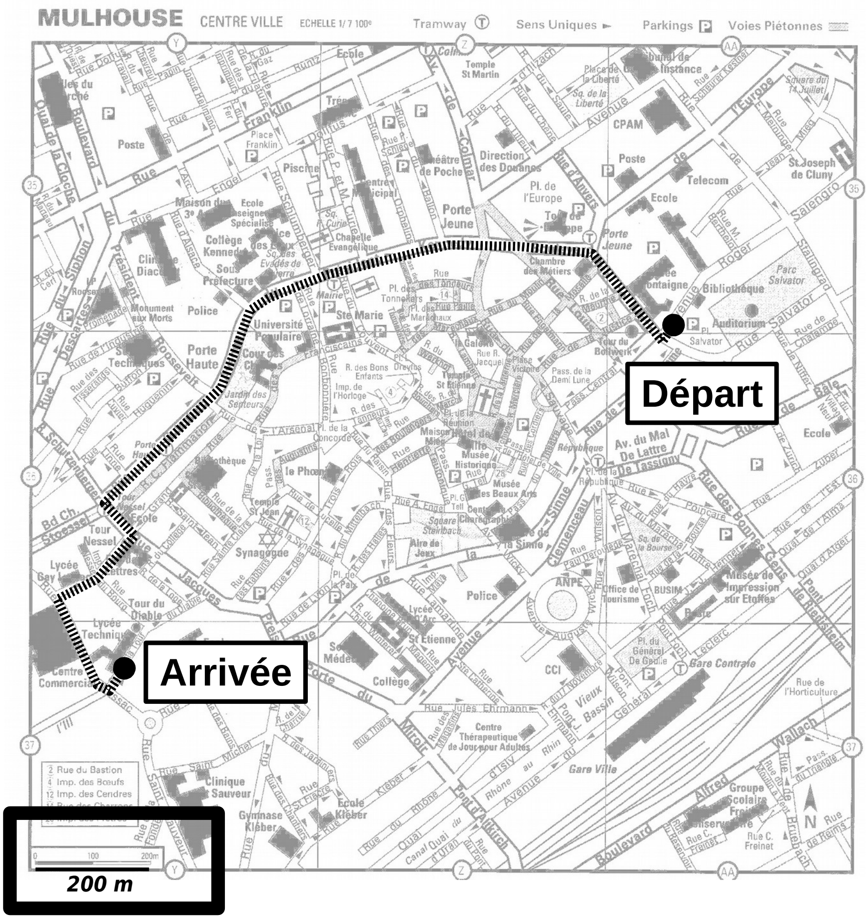
Un piéton se déplace à la vitesse de $5\,km.h^{-1}$. Il se déplace entre deux points marqués sur la carte ci dessous en suivant un trajet indiqué en pointillé. L'échelle de la carte est donnée.

a) Mesurer sur la carte, en cm, la longueur D du parcours

b) Grâce à l'échelle et à un « produit en croix », calculez la distance réelle D en m.

c) Grâce à la valeur de la vitesse et la valeur de la distance , D calculez la durée Δt du parcours.

d) Convertir la durée Δt en minutes.



échelle

Exercice 4 – Où il est question de la vitesse de la lumière:

La distance entre le Soleil et la Terre est $D=150\,millions\,de\,km$.

a) Écrire D en notation scientifique, on garde pour unité les km.

b) Convertir D en m

c) Calculer le temps que met la lumière pour aller du Soleil jusqu'à la Terre.

Exercice 5 – Où il est question de distance et d'année lumière:

L'étoile la plus proche de notre Soleil est Proxima Centauri. Elle se trouve à une distance $D=4{,}3\,a.l.$.

a) Quand la lumière émise par l'étoile arrive jusqu'à la Terre, depuis combien de temps voyage-t-elle dans l'Univers?

b) Convertir la distance **D** en m puis en km.

Livre :

Exercice 19 page 25 ; Exercice 20 page 25.

F- Correction des exercices.

Professeur :

Exercice 1

a) Définition de la vitesse $V=\frac{D}{\Delta t}$; **b)** On isole la durée dans l'équation précédente : $V=\frac{D}{\Delta t}$ on multiplie par la durée chaque coté : $\Delta t\times V=\frac{D}{\Delta t}\times\Delta t$ puis on simplifie $\Delta t\times V=\frac{D}{\cancel{\Delta t}}\times\cancel{\Delta t}$ et on obtient $\Delta t\times V=D$. On divise alors par la vitesse l'égalité $\frac{\Delta t\times V}{V}=\frac{D}{V}$ puis on simplifie $\frac{\Delta t\times \cancel{V}}{\cancel{V}}=\frac{D}{V}$ et on obtient finalement $\Delta t=\frac{D}{V}$.

c) On isole la distance dans l'équation : $V=\frac{D}{\Delta t}$, on multiplie par la durée l'égalité $\Delta t\times V=\frac{D}{\Delta t}\times\Delta t$ puis on simplifie $\Delta t\times V=\frac{D}{\cancel{\Delta t}}\times\cancel{\Delta t}$ et on obtient $\Delta t\times V=D$.

d) D en m (mètres), Δt en s (secondes) et V en $m.s^{-1}$ (mètre par seconde)

Exercice 2

a) On convertit les données avec la bonne unité avant d'utiliser ces valeurs dans la formule :

D = 0,04 mm = 4x10^{-2} **m**m = 4x10^{-2} **x10^{-3}**m = 4x10^{-5} m; en mètre!

Δt = 5 **µ**s = 5**x10^{-6}** s ; en secondes !

donc finalement V = 4x10^{-2} x10^{-3}m / 5x10^{-6} s = 8,0 m.s^{-1}

b) $D=4\times10^5\,m$ **;** $V=12\,km.h^{-1}=\frac{12\,km}{1\,h}=\frac{12x10^3\,m}{3600\,s}=3,3\,m.s^{-1}$ donc $\Delta t=\frac{D}{V}=\frac{4\times10^5\,m}{3,3\,m.s^{-1}}=1,2\,x10^5\,s\simeq33\,heures$

c) $V=50\,km.h^{-1}=\frac{50\,km}{1\,h}=\frac{50\,000\,m}{3600\,s}=13,9\,m.s^{-1}$; $\Delta t=20\,min=20x60\,s=1200\,s$ donc $D=V\times\Delta t=16,7\,km$

Exercice 3

a) $D\simeq12,8\,cm\,à\,0,5\,cm\,près$

b)

	Sur la carte	Réalité
Repère	1,45 cm	200 m
Distance D	12,8 cm	12,8 x 200 / 1,45 = 1760 m

c) $\frac{D}{\Delta t}=V$ donc $\Delta t=\frac{D}{V}=\frac{1760}{\frac{5000}{3600}}=1,3\times10^3\,s$ **d)** $\Delta t=1,3\times10^3\,\mathbf{s}=1,3\times10^3\times\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60}}\boldsymbol{min}=21\,min$

Exercice 4

a) $D=150\times10^6\,km$ « un million » **b)** $D=150\times10^6\times10^3\,m=1,50\times10^{11}\,m$

c) La vitesse V de la lumière est $V=3,0\times10^8\,m.s^{-1}$. Donc la durée Δt mise pour venir jusqu'à la Terre est $\Delta t=\frac{D}{V}=\frac{1,50\times10^{11}}{3,0\times10^8}=500\,\mathbf{s}=500\,\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60}}\boldsymbol{min}\simeq8\,min$

Exercice 5

a) La lumière est partie depuis 4,3 ans. **b)** 1 a.l. = 9,43x10^{15} m (Savoir refaire la démonstration!) donc 4,3 a.l. Correspond à 4,3 x 9,43 x 10^{15} m = 4,1 x 10^{16} m = 4,1 x 10^{13} km.

Livre :

Exercice 19 page 25

1.a) Comme $1\,a.l.=9,46\times10^{12}\,km$ alors $\frac{1}{\mathbf{9,46\times10^{12}}}\,a.l.=\frac{9,46\times10^{12}}{\mathbf{9,46\times10^{12}}}\,km=\mathbf{1}\,km$.

Donc $D=1{,}70\times10^{16}\,\boldsymbol{k}\,m=1{,}70\times10^{16}\times\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{9{,}46\times10^{12}}}\,\boldsymbol{a.l.}=1800\,a.l.$

1.b) Oui, car le diamètre de la Voie Lactée est de 100 000 a.l.

1.c) Nous étions en 2012 -1800 = 212 ans après J.C., c'est vers la fin de l'Empire Romain en Occident.

2.a) $T=100\,000\,a.l.=100\,000\times9{,}46\times10^{12}\,km=9{,}46\times10^{17}\,km\simeq10^{18}\,km$

2.b) $D=2{,}6\times10^{6}\,a.l.=2{,}6\times10^{6}\times9{,}46\times10^{12}\,km=2{,}5\times10^{19}\,km\simeq10^{19}\,km$

2.c) Du vide.

Exercice 20 page 25

1)

2.a) $D=\frac{1}{2}\times c\times\Delta t$ car la distance L parcourue par la lumière est un aller retour donc $L=2\times D=c\times\Delta t$

2.b) $D=\frac{1}{2}\times c\times\Delta t=\frac{1}{2}\times2{,}99792458\times10^{8}\times2{,}564454109=384\,402\,000\,m$

3.a) On mesure le temps à 2ns près. Deux événements seront non simultanés si le temps qui les sépare est supérieur à 2 ns.

3.b) $D=c\times\Delta t=2{,}99\times10^{8}\times2\times10^{-9}=0{,}6\,m$

3.c) L'aller retour est mesuré à 0,6m près donc la distance (la moitié) est mesurée à 0,3 m près.