

- Consignes estivales pour préparer la rentrée -

MPSI – 1^{re} ANNÉE

Physique-Chimie

Professeur :

M. François CHIARUTTINI (chiaruttini@lamerici.com)

Bienvenue en MPSI,

Ce travail estival vous permettra de vous préparer pour cette nouvelle année. Il vous demandera quatre à cinq demi-journées de travail. Bon courage !

Lettres grecques à apprendre : mémoriser également l'écriture de leur nom en français.

alpha	bêta	gamma	delta	epsilon	zêta	thêta	kappa	lambda	nu
α	β	γ, Γ	Δ, δ	ε	ζ	θ	κ	λ	ν

ksi (xi)	pi	rhô	sigma	tau	phi	chi	psi	oméga	mu
ξ	π, Π	ρ	σ, Σ	τ	φ, Φ	χ	ψ	ω, Ω	μ

Travail à rendre sur feuille, rédigé à la main pour le jour de la rentrée

Multiples et sous multiples

Donner et apprendre par cœur, les noms et symboles des sous-multiples et multiples entre 10^{-15} et 10^{+15} .

Conversions

$$\cdot 5 \text{ cm}^3 = 5 (\text{cm})^3 = 5 (10^{-2} \text{ m})^3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = \underline{5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}}$$

Méthode en
[vidéo](#)

$$\cdot 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 1 (\text{dm})^3 = 1 (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 = \underline{0,001 \text{ m}^3}$$

$$\cdot \rho_{\text{cu}} = 1,7 \mu\Omega \cdot \text{cm} = 1,7 (10^{-6} \Omega) \cdot (10^{-2} \text{ m}) = \underline{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}}$$

$$\cdot E_{\text{air}} = 36 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1} = 36 (10^3 \text{ V}) / (10^{-2} \text{ m}) = 36 \cdot 10^3 \cdot 10^2 = 36 \cdot 10^5 = \underline{3,6 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}}$$



Les résultats doivent être donnés en notation scientifique, c'est-à-dire sous la forme :

$a \times 10^n$ avec $a \in [1 ; 10[$ et $n \in \mathbb{Z}$.

- | | | |
|--|--|--|
| 1. $0,29 \mu\text{m} = \dots \text{m}$ | 6. $130 \text{ cm}^2 = \dots \text{m}^2$ | 11. $1 \text{ m/s} = \dots \text{km/h}$ |
| 2. $1,5 \mu\text{m} = \dots \text{cm}$ | 7. $10^{-6} \text{ m}^2 = \dots \mu\text{m}^2$ | 12. $20 \mu\Omega \cdot \text{cm} = \dots \Omega \cdot \text{m}$ |
| 3. $411 \text{ km} = \dots \text{m}$ | 8. $1 \text{ m}^3 = \dots \text{L}$ | 13. $20 \text{ m}^3/\text{h} = \dots \text{m}^3/\text{s}$ |
| 4. $85 \text{ fm} = \dots \text{nm}$ | 9. $25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = \dots \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ | 14. $1,3 \text{ g/cm} = \dots \text{kg/m}$ |
| 5. $4,0 \text{ GJ} = \dots \text{kJ}$ | 10. $0,0028 \text{ m}^3 = \dots \text{cm}^3$ | 15. $2,8 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1} = \dots \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ |

Écriture scientifique et chiffres significatifs

Écrire chacun des nombres suivants en écriture scientifique :

91 954 321 et 0,00008739

- avec 2 chiffres significatifs et avec 3 chiffres significatifs

Chimie

Composés ioniques

Donner, en s'aidant du modèle ci-dessous,

Nom du composé ionique	Nom du cation	Nom de l'anion	Ions constitutifs	Formule du composé
chlorure de calcium	cation calcium	anion chlorure	$(Ca^{2+}, 2 Cl^{-})$	$CaCl_2 (s)$

les formules et les ions constitutifs (noms et formules) des cristaux ioniques suivants :

chlorure de calcium, nitrate d'argent, chlorure ferreux (ou de fer II), chlorure ferrique (ou de fer III), sulfate ferreux, sulfate ferrique, hydroxyde de fer II, hydroxyde de fer III, chlorure de potassium, chlorure de magnésium, chlorure d'ammonium, carbonate de potassium, carbonate de calcium, éthanoate de sodium, phosphate de magnésium.

Dissolution des composés ioniques

[Vidéo](#) expliquant la méthode



Chlorure de calcium $\Rightarrow CaCl_2(s) = (1 Ca^{2+}, 2 Cl^{-})$
anion Cl^{-} cation Ca^{2+}

DISSOLUTION DANS L'EAU (HYPOTHÈSE : réaction TOTALE)

(moles)	$1 CaCl_2(s)$	$\xrightarrow{H_2O}$	$1 Ca^{2+}(aq)$	+	$2 Cl^{-}(aq)$
état initial (e.i.)	n_0		0		0
état final (e.f.)	0		n_0		$2n_0$

Soit V le volume de la solution, les concentrations finales des espèces ioniques sont :

$$\begin{cases} [Ca^{2+}]_f = \frac{n_0}{V} \\ [Cl^{-}]_f = \frac{2n_0}{V} \end{cases}$$

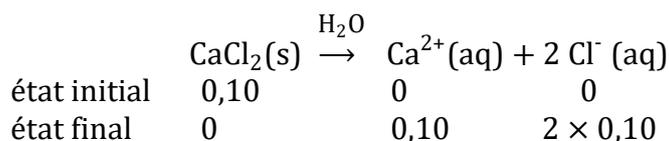
Phosphate de calcium $\Rightarrow (2 PO_4^{3-}, 3 Ca^{2+}) = Ca_3(PO_4)_2$
 PO_4^{3-} Ca^{2+}

DISSOLUTION dans l'eau (TOTALE)

	$Ca_3(PO_4)_2$	$\xrightarrow{H_2O}$	$3 Ca^{2+}(aq)$	+	$2 PO_4^{3-}(aq)$
e.i.	n		0		0
e.f.	0		$3n$		$2n$

Exercice : on dissout 0,10 mol de **chlorure de calcium** dans 250 mL d'eau, la dissolution est totale. Déterminer la concentration de chacun des ions en solution aqueuse.

Correction :



Les concentrations finales sont $[Ca^{2+}] = 0,1/0,250 = \mathbf{0,40 \text{ mol.L}^{-1}}$ et

$[Cl^{-}] = 2 \times 0,10 / 0,250 = \mathbf{0,80 \text{ mol.L}^{-1}}$. Mêmes questions pour la dissolution de 0,20 mol de chlorure ferrique dans 1,0 L d'eau, de $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol de sulfate ferreux dans 200 mL d'eau et de 10 mmol de sulfate ferrique dans 500 mL d'eau.

Acides et bases fortes

Donner les noms et formules des molécules et (ou) des ions contenus dans les solutions aqueuses suivantes : solution d'acide chlorhydrique, d'acide nitrique, de soude, de potasse.

On écrira l'équation bilan de la réaction de dissociation dans l'eau ainsi que les espèces majoritaires et les espèces minoritaires dans la solution. On s'aidera de l'exemple suivant :

Solution	Type de réactif et équation bilan	Espèces majoritaires	Espèces minoritaires
d'acide chlorhydrique = HCl (gaz) dans l'eau.	HCl = acide fort , donc il est totalement dissocié dans l'eau. $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ $\text{Cl}^-(\text{aq})$	$\text{OH}^-(\text{aq})$

Acides et bases faibles

Pour chacune des espèces chimiques suivantes, préciser sa nature (acide ou base), donner l'espèce acido-basique conjuguée et la nommer :

NH_3 , CH_3COOH , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , H_3PO_4 .

On s'aidera de l'exemple suivant :

Espèce, nature	Nom	Espèce conjuguée, Nature	Nom
NH_3 , base	Ammoniac	NH_4^+ , acide	Ion ammonium

Comment se nomment les ions $\text{HO}^-(\text{aq})$ et $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$?

Donner la formule de l'acide sulfurique.

Retenir par cœur les noms et formules de toutes les entités citées dans cet exercice.

Dimensions et unités de base du Système international (lien wikipedia.fr)

Apprendre le contenu du tableau suivant

Dimension	Symbole de la dimension	Unité SI	Symbole de l'unité
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	kg
Temps	T	seconde	s
Température thermodynamique	θ	kelvin	K
Intensité du courant électrique	I	ampère	A
Éclairement perçu par l'œil humain	J	candela	cd
Quantité de matière	N	mole	mol

Conversions d'unités angulaires : radians vs degrés

Exemple : $20,0^\circ$ à convertir en radians : $20 \times \left(\frac{\pi}{180}\right) \approx 0,349 \text{ rad}$.

Convertir en radians les angles suivants : $\alpha_1 = 11,2^\circ$ et $\alpha_2 = 5^\circ 31'40''$

Convertir en degrés les angles suivants : $\beta_1 = 0,200 \text{ rad}$ et $\beta_2 = -3\pi/4 \text{ rad}$

Conversions de température : degrés Celsius vs kelvins

Qu'est-ce que le « zéro absolu » ?

Exemple : $\theta = 20\text{ }^\circ\text{C}$ à convertir en kelvin : $T = 20 + 273,15 = 293,15\text{ K}$.

Convertir en kelvins les températures suivantes : $100\text{ }^\circ\text{C}$; $700\text{ }^\circ\text{C}$; $-196\text{ }^\circ\text{C}$.

Convertir en degrés Celsius les températures suivantes : $4,0\text{ K}$; $90,2\text{ K}$; 700 K ;

Optique : lois de la réflexion et lois de la réfraction

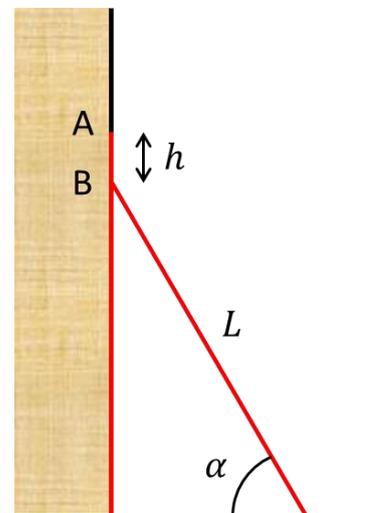
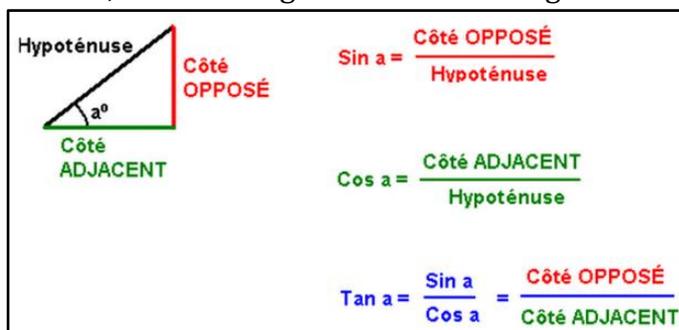
https://fr.wikipedia.org/wiki/Lois_de_Snell-Descartes#Lois_de_Snell-Descartes_pour_la_r%C3%A9flexion

- Définir l'angle d'incidence d'un rayon lumineux sur un dioptré plan.
- Enoncer les lois de Snell-Descartes relatives à la réflexion.
- Enoncer les lois de Snell-Descartes relatives à la réfraction.
- Accompagner ces lois d'un schéma explicite.

Application : calculer l'angle de réfraction pour un angle d'incidence de 20° d'un rayon passant de l'eau $n_{\text{eau}} = 1,33$ vers du verre $n_{\text{verre}} = 1,50$. Reprendre le calcul dans la situation où le rayon, toujours sous incidence de 20° se propage dans le sens verre \rightarrow eau.

Trigonométrie

Cosinus, sinus et tangente dans un triangle rectangle.



Application : une échelle de longueur L est posée verticalement le long d'un mur perpendiculaire au sol. On éloigne l'extrémité de l'échelle posée sur le sol tel de l'angle de l'échelle avec l'horizontal est $\alpha = 70^\circ$ (cf schéma ci-contre).

Exprimer la hauteur h dont descend l'extrémité de l'échelle posée sur le mur. On exprimera h en fonction de L et α . Application numérique : calculer h pour $L = 3,00\text{ m}$ et $\alpha = 70,0^\circ$.

Compléter et savoir par cœur :	$\cos^2 a =$	$\cos 2a =$	$\sin(p) \sin(q) =$
$\sin(a + b) =$	$\sin^2 a =$	$\sin 2a =$	$\cos(p)\cos(q) =$
$\cos(a + b) =$			$\sin(p)\cos(q) =$

Connaître le cercle trigonométrique et les valeurs particulières d'angles $(0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}, \pm \pi)$.

Savoir s'en servir pour retrouver aisément :

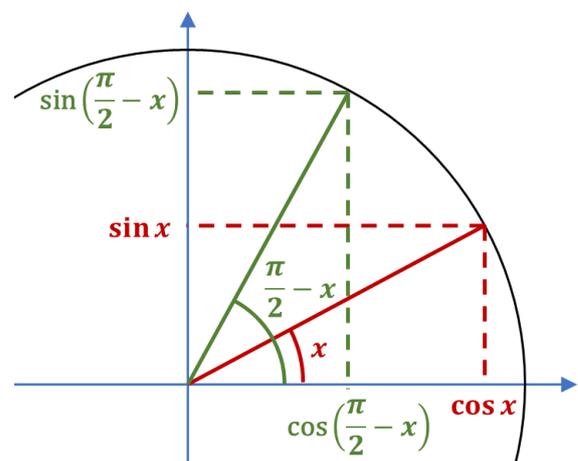
$$\cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = \sin\left(x - \frac{\pi}{2}\right) =$$

$$\sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) =$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right) =$$

$$\sin(\pi - x) = \sin(\pi + x) =$$

$$\cos(\pi - x) = \cos(\pi + x) =$$



Compétences numériques

Lire le document numérique « binder » disponible à l'adresse suivante : [BinderMPSI](#)

Effectuer le tutoriel « prise en main (rapide) de Jupyter Notebook ».



NumpyLaMerci

Vous trouverez des cours, exercices résolus et exercices d'entraînement sur les principales compétences numériques en CF

- [Outils graphiques Numpy_1](#) (nuage de points, tracé de fonction, courbe paramétrée) [[Correction](#)]
- [Outils statistiques Numpy_2](#) (simulation de variables aléatoires, tracé d'histogramme, régression linéaire) [[Correction](#)]
- [Fichiers de données et tableurs Numpy_2bis](#) (module *pandas*, format csv : création et lecture de fichier)
- [Estimation des incertitudes Numpy_3](#) (type A = répétabilité, estimation de type B, composition) [[Correction](#)]
- [Résolution approchée des équations algébriques Numpy_4](#) (méthode dichotomique) [[Correction](#)]
- [Résolution approchée des équations différentielles : méthode d'Euler et odeint Numpy_5](#) (système dynamique, conditions initiales, approximation à gauche de la dérivée première, vectorisation, odeint de *scipy.integrate*) [[Correction](#)]

AUTRES

- [Barycentre d'un système de points matériels](#) (barycentre de deux points, cas d'un ensemble de points, coordonnées du barycentre, calcul des coordonnées du barycentre en Python) [[Correction](#)]

Lire intégralement le document « Outils graphiques Numpy 1 » et mémoriser les instructions de base pour l'importation des modules, le tracé d'un nuage de points, le tracé d'une fonction et le tracé d'une courbe paramétrée plane (cf memento ci-dessous). S'entraîner à l'aide des exercices corrigés.

Syntaxe	Rôle
	importation des modules
<code>import numpy as np</code>	importe le module <i>numpy</i> et crée l'alias <i>np</i> sur les fonctions de ce module
<code>from math import *</code>	importe l'ensemble du module <i>math</i> sans alias, non recommandé
<code>import matplotlib.pyplot as plt</code>	importe le sous module <i>pyplot</i> contenant les fonctions graphiques
	tracé d'un nuage de points
<code>plt.plot(xi, yi, '+r')</code>	affiche le nuage de points de coordonnées x_i, y_i avec des croix "+" rouges non reliées
	tracé d'une fonction
<pre>> def f(x): # Attention à l'indentation > return np.sin(x**2)-1</pre>	définition de la fonction à tracer (ici $x \rightarrow \sin(x^2) - 1$)
<code>xi = np.linspace(-5, 5, 10**3)</code>	création d'une liste de 1000 valeurs équiréparties sur $[-5; 5]$
<code>plt.plot(xi, f(xi), '-b')</code>	Tracé des points de coordonnées $x_i, f(x_i)$ avec une ligne bleue
	tracé d'une courbe paramétrée
<code>ti = np.linspace(0, 10, 10**3)</code>	liste des valeurs de dates t_i sur l'intervalle $[0; 10]$
<code>xi = np.cos(2*ti)</code> <code>yi = np.sin(3*ti)</code>	calcul des coordonnées x_i, y_i des points pour toutes les valeurs du paramètre t_i
<code>plt.plot(xi, yi, '-k')</code>	tracé de la courbe paramétrée, les points étant reliés par un trait noir
	complément : mise en forme
<code>plt.title("Titre du graphe")</code>	Titre du graphe
<code>plt.xlabel("Titre de l'axe X")</code>	Titre de l'axe horizontal
<code>plt.ylabel(r"Grandeur Y : \$\alpha\$ (rad)")</code>	Utilisation de LaTeX (symbole grec de la lettre alpha) dans du texte Python

Résumé [en vidéo](#) sur l'exemple ci-dessous :

Tracer la représentation graphique de la fonction

$$s : t \mapsto s(t) = A e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^2} \cos(2\pi ft)$$
avec $A = 2 \text{ mm}$, $\tau = 10^{-3} \text{ s}$ et $f = 2,5 \text{ kHz}$.

On se limitera à l'intervalle $t \in [-3\tau; 3\tau]$



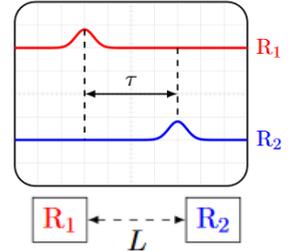
Chercher et rédiger les exercices n°4, n°7 et n°9. Attention : les documents binder ne peuvent pas être sauvegardés. Pour récupérer vos scripts python, vous pouvez :

- (1) sélectionner le texte,
- (2) le copier dans le presse-papier (Ctrl + C)
- (3) le coller dans un éditeur de texte (ex : notepad, libreoffice, word, etc...).

Les codes Python peuvent être rendus sous forme manuscrite ou imprimée.

Ondes : savoir les définitions et relations suivantes

- 1) Une **onde progressive à une dimension** est une perturbation qui se propage, sans transport de matière, dans une seule direction de l'espace et qui se retrouve à l'identique un peu plus loin, un peu plus tard.
Illustration : deux récepteurs R1 et R2 voient passer le même signal mais à des dates différentes.



- 2) Onde progressive sinusoïdale

Une onde progressive est dite sinusoïdale si, à une position fixée du milieu, **son évolution en fonction du temps** est, décrite par une fonction sinusoïdale :

$$s(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad \text{à une position fixée du milieu.}$$

La **période temporelle** est la durée séparant la répétition d'un même motif à une position fixée. Pour une onde sinusoïdale la période est liée à la **pulsation** ω par :

$$T = 2\pi/\omega.$$

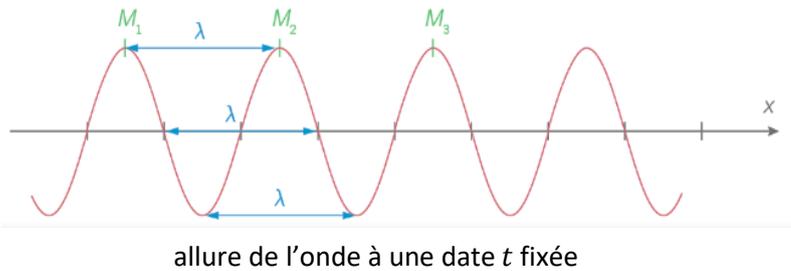
La **fréquence** est le nombre de répétitions du motif par unité de temps, $f = 1/T$.

La longueur d'onde (ou période spatiale, généralement notée λ) est la **distance séparant deux maxima consécutifs** du signal (cf figure ci-dessous).

On appelle **célérité de l'onde** la vitesse de propagation de l'onde.

- 3) Lien entre période temporelle, célérité et longueur d'onde

Soit une onde sinusoïdale se propageant dans un milieu matériel à la célérité c . Si le signal est maximal en une position x_1 donnée, au bout d'une durée T , il se propagera sur la distance $d = cT$ où l'on retrouve donc ce maxima. D'autre part, à la position initiale x_1 , le signal étant périodique de période T , le signal se trouve à nouveau maximal. Ainsi, la distance séparant deux maxima consécutifs (M1 et M2 sur la figure ci-contre), distance appelée « longueur d'onde » et que l'on note λ vérifie



$$\lambda = cT.$$

Apprendre les célérités et des longueurs d'onde données dans le tableau suivant :

Ondes	Signaux associées	Milieu	Célérité (ordre de grandeur)	Domaines fréquentiels
Sonores	surpression \tilde{p} (Pa) vitesse v (m.s ⁻¹)	Matériel air liquide solide	$c_{air} \approx 340 \text{ m.s}^{-1}$ (à 15°C) $c_{eau} \approx 1500 \text{ m.s}^{-1}$ $c_{acier} \approx 5500 - 6000 \text{ m.s}^{-1}$	
Electro-magnétiques	Champs: électrique \vec{E} (V.m ⁻¹) magnétique \vec{B} (T)	Immatériel (vide) Milieux transparents gaz diélectriques ex : verre, eau	$c_0 \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ $c_{milieu} = c_0/n_{milieu}$ $c_{air} \approx c_0/n_{air}$, $n_{air} \approx 1,0003$ $n_{verre} \approx 1,4 - 1,7$ $n_{eau} \approx 1,33$	

Applications sur les ondes

a) Déterminer la célérité d'une onde sinusoïdale de période 2,25 ms et de longueur d'onde 77,3 cm.

b) Déterminer la fréquence d'une onde sinusoïdale de longueur d'onde 510 nm se propageant à la célérité $3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

c) Déterminer la longueur d'onde d'une onde sinusoïdale parcourant 1,0 m en 6,72 ms et dont la pulsation est de 5000 rad.s^{-1} .

Proposer un milieu de propagation et un type d'onde pour chacun des cas a), b) et c).

Atomistique :

Qu'appelle-t-on « isotopes » d'un élément chimique ? Citer deux exemples.

Pour chacun des nucléides suivants $^{12}_6\text{C}$, $^{14}_6\text{C}$, $^{16}_8\text{O}$ et $^{64}_{30}\text{Zn}$, déterminer :

- Son numéro atomique,
- Son nombre de masse (ou nombre de nucléons),
- Le nombre de protons dans son noyau,
- Le nombre de neutrons dans son noyau.

Unités usuelles :

Donner et connaître les unités usuelles du système SI des grandeurs physiques suivantes : surface, volume, masse, durée, fréquence, force, pression, énergie, puissance, vitesse, accélération, tension électrique, intensité du courant, charge électrique, résistance électrique, capacité électrostatique, inductance d'un circuit électrique.

Relations générales entre grandeurs physiques :

Donner les relations reliant les triplets de grandeurs physiques suivantes :

- Energie E , puissance P , durée Δt .
- Vitesse V , distance parcourue à vitesse uniforme D , durée Δt .
- Force F , pression p , aire S de la surface sur laquelle s'exerce la pression uniforme.
- Tension U , intensité I du courant parcourant la résistance R .
- Nombre de moles n , masse de corps pur m , masse molaire de ce corps pur M .
- Concentration molaire c d'une espèce en solution, nombre de moles n de cette espèce et volume V de la solution dans laquelle elle est dissoute.
- Charge q portée par les armatures d'un condensateur de capacité C et tension u_c aux bornes de ces armatures.
- Poids P d'un corps, masse m de ce corps, intensité g du champ de pesanteur.
- Longueur d'onde λ , célérité c , période T de l'onde sinusoïdale.
- Energie cinétique E_c d'un point matériel dans un référentiel \mathcal{R} , vitesse V de ce point matériel par rapport au référentiel \mathcal{R} et masse m de ce point matériel.

Pour chaque cas, écrire les trois relations donnant une grandeur en fonction des deux autres. Pour chaque grandeur, préciser *l'unité* et *son symbole* dans le système international. Exemple : énergie (joule, J) / puissance (watt, W) / durée (seconde, s).

(1) L'énergie accumulée au cours d'une durée Δt pour une puissance P constante est

$$E = P \times \Delta t$$

(2) La puissance moyenne correspondant à un échange d'énergie E pendant la durée Δt est

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

(3) La durée Δt nécessaire pour échanger l'énergie E selon une puissance constante P est

$$\Delta t = \frac{E}{P}$$

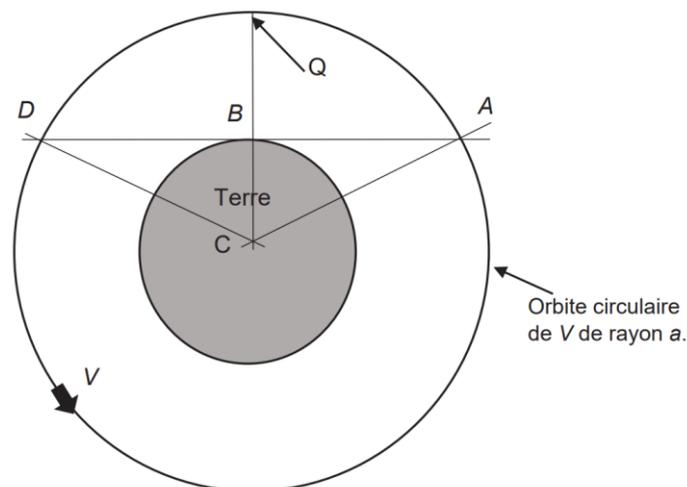
Apprendre par cœur une des relations reliant les triplets des trois grandeurs et savoir en déduire rapidement les deux autres. **Connaître parfaitement les unités.**

Application : déterminer la vitesse d'un point matériel de 100 g et d'énergie cinétique 5 J.

Exercice de raisonnement :

La Terre est assimilée à une boule de rayon R_T . Un satellite de la Terre, noté « V », possède par rapport à la Terre, une orbite circulaire de rayon a . Depuis le point B situé sur la surface de la Terre, un observateur observe le mouvement du satellite. On appelle Q la projection verticale du point B sur l'orbite de V (cf schéma ci-dessous).

La **durée de visibilité** Δt du vaisseau V par l'observateur en B correspond à l'intervalle de temps entre son apparition en A à l'horizon de B et sa disparition en D de l'horizon de B.



Sachant que le mouvement du satellite par rapport à la Terre est *uniforme* (c'est-à-dire qu'il s'effectue à vitesse constante), exprimer la relation entre la période T de révolution, la vitesse v du vaisseau V et le rayon a de son orbite.

En déduire l'expression de la vitesse v en fonction du rayon de l'orbite et de la fréquence de rotation $f = 1/T$. Exprimer alors la vitesse v en fonction de la pulsation $\omega = 2\pi f$.

QUESTION FACULTATIVE

Exprimer, en fonction de T , de R_T et de a , la durée Δt de visibilité du satellite V.

Indication

Pour cette question, on sera amené à utiliser l'une des fonctions trigonométriques réciproques arccos ou arcsin pour résoudre une équation du type $\cos(x) = Y$ ou $\sin(x) = Y$

On donne :

- Pour $x \in [0; \pi]$ et $Y \in [-1; 1]$, $\cos x = Y \Leftrightarrow x = \arccos(Y)$
- Pour $x \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ et $Y \in [-1; 1]$, $\sin x = Y \Leftrightarrow x = \arcsin(Y)$