

Conçu par un collectif de 35 professeurs en classes prépas
Sous la direction de Colas Bardavid et Jimmy Roussel

Cahier d'entraînement en physique-chimie

Classes prépas
MPSI - MP2I - PCSI - PTSI
TSI - TPC - ATS - L1

Auto-entraînement

l'intégrale

DUNOD

Couverture : création Hokus Pokus, adaptation Studio Dunod

Retrouvez nos ouvrages pour les prépas scientifiques ici



<http://dunod.link/prepassc>

Ce cahier d'entraînement a été écrit collectivement par des professeurs en classes préparatoires scientifiques.

Coordination

Colas BARDAVID et Jimmy ROUSSEL

Équipe des participants

Stéphane BARGOT, Claire BOGGIO, Cécile BONNAND, Alexis BRÈS, Geoffroy BURGUNDER, Erwan CAPITAINE, Caroline CHEVALIER, Maxime DEFOSSEUX, Raphaëlle DELAGRANGE, Alexis DROUARD, Gaëlle DUMAS, Alexandre FAFIN, Jean-Julien FLECK, Aéla FORTUN, Florence GOUTVERG, Chahira HAJLAOUI, Mathieu HEBDING, Lucas HENRY, Didier HÉRISSON, Jean-Christophe IMBERT, Fanny JOSPITRE, Tom KRISTENSEN, Emmanuelle LAAGE, Catherine LAVAINNE, Maxence MIGUEL-BREBION, Anne-Sophie MOREAU, Louis PÉAULT, Isabelle QUINOT, Valentin QUINT, Alain ROBICHON, Caroline ROSSI-GENDRON, Nancy SAUSSAC, Anthony YIP

Le pictogramme  de l'horloge a été créé par Ralf SCHMITZER (The Noun Project).

Le pictogramme  du bulldozer a été créé par Ayub IRAWAN (The Noun Project).

Sommaire

<i>Mode d'emploi du cahier d'entraînement</i>	ix
---	----

Généralités

☐ Fiche 1. Conversions	3
☐ Fiche 2. Signaux	9

Électricité

☐ Fiche 3. Étude des circuits électriques I	15
☐ Fiche 4. Étude des circuits électriques II	21
☐ Fiche 5. Étude des filtres	32
☐ Fiche 6. Énergie et puissance électriques	41
☐ Fiche 7. Amplificateurs linéaires intégrés	52

Optique

☐ Fiche 8. Sources lumineuses et lois de Snell-Descartes	64
☐ Fiche 9. Lentilles	68

Mécanique

☐ Fiche 10. Cinématique	76
☐ Fiche 11. Principe fondamental de la dynamique	83
☐ Fiche 12. Approche énergétique en mécanique	90
☐ Fiche 13. Moment cinétique	97

Électromagnétisme

☐ Fiche 14. Champ électrique	103
☐ Fiche 15. Particule dans un champ électromagnétique	109
☐ Fiche 16. Champ magnétique	116
☐ Fiche 17. Induction	125

Thermodynamique

☐	Fiche 18. Gaz parfaits	133
☐	Fiche 19. Premier principe.....	138
☐	Fiche 20. Second principe et machines thermiques	145
☐	Fiche 21. Statique des fluides.....	152

Chimie

☐	Fiche 22. Fondamentaux de la chimie des solutions	161
☐	Fiche 23. Fondamentaux de la chimie en phase gazeuse	169
☐	Fiche 24. Réactions chimiques.....	176
☐	Fiche 25. Cinétique chimique.....	184

Chiffres significatifs et incertitudes

☐	Fiche 26. Chiffres significatifs et incertitudes.....	193
--------------------------	---	-----

Réponses et corrigés

199

Mode d'emploi

Qu'est-ce que le cahier d'entraînement ?

Le *cahier d'entraînement en physique-chimie* est un outil destiné à renforcer l'acquisition de **réflexes utiles en physique et en chimie**.

Il ne se substitue en aucun cas aux TD donnés par votre professeur ; travailler avec ce cahier d'entraînement vous permettra en revanche d'aborder avec plus d'aisance les exercices de physique-chimie.

Pour donner une analogie, on pourrait dire que ce cahier d'entraînement est comparable aux **exercices de musculation** d'un athlète : ils sont nécessaires pour mieux réussir le jour J lors de la compétition, mais ils ne sont pas suffisants. Un coureur de sprint fait de la musculation, mais il fait également tout un tas d'autres exercices.

Ce cahier a été conçu par une large équipe de professeurs en classes préparatoires, tous soucieux de vous apporter l'aide et les outils pour réussir.

Comment est-il organisé ?

Le cahier est organisé en *fiches d'entraînement*, chacune correspondant à un thème issu du programme de première année d'enseignement supérieur.

Les thèmes choisis sont dans l'ensemble au programme de toutes les CPGE. De rares thèmes sont spécifiques à la filière PCSI, mais les intitulés sont suffisamment clairs pour que vous puissiez identifier facilement les fiches qui vous concernent.

Chaque fiche est composée d'une suite de petits exercices, appelés *entraînements*, dont le temps de résolution estimé est indiqué par une (🕒🕒🕒), deux (🕒🕒), trois (🕒) ou quatre () horloges.

Les exercices « bulldozer »

Certains entraînements sont accompagnés d'un pictogramme représentant un bulldozer.



Ces entraînements sont **basiques et transversaux**.

Les compétences qu'ils mettent en jeu ne sont pas forcément spécifiques au thème de la fiche et peuvent être transversales.

Ce pictogramme a été choisi parce que le bulldozer permet de construire les fondations et que c'est sur des fondations solides que l'on bâtit les plus beaux édifices. Ces entraînements sont donc le gage pour vous d'acquérir un socle solide de savoir-faire.

Comment utiliser ce cahier ?

Le cahier d'entraînement ne doit pas remplacer vos TD. Il s'agit d'un outil à utiliser en complément de votre travail « normal » en physique-chimie (apprentissage du cours, recherche de TD, recherche des DM).

Un travail personnalisé.

Le cahier d'entraînement est prévu pour être **utilisé en autonomie**.

Choisissez vos entraînements en fonction des difficultés que vous rencontrez, des chapitres que vous étudiez, ou bien en fonction des conseils de votre professeur.

Ne cherchez pas à faire linéairement ce cahier : les fiches ne sont pas à faire dans l'ordre, mais en fonction des points que vous souhaitez travailler.

Un travail régulier.

Pratiquez l'entraînement à un rythme régulier : **une dizaine de minutes par jour** par exemple. Privilégiez un travail régulier sur le long terme plutôt qu'un objectif du type « faire dix fiches par jour pendant les vacances ».

Un travail efficace.

Utilisez les réponses et les corrigés de façon appropriée : il est important de chercher suffisamment par vous-même avant d'aller les regarder. Il faut vraiment **persévérer** dans votre raisonnement et vos calculs avant d'aller voir le corrigé si vous voulez que ces entraînements soient efficaces.

Une erreur ? Une remarque ?

Si jamais vous voyez une erreur d'énoncé ou de corrigé, ou bien si vous avez une remarque à faire, n'hésitez pas à écrire à l'adresse cahier.entrainement@gmail.com.

Si vous pensez avoir décelé une erreur, merci de donner aussi l'identifiant de la fiche, écrit en gris en haut à gauche de chaque fiche.

Énoncés

Conversions

Prérequis

Unités du Système international. Écriture scientifique.

Unités et multiples



Entraînement 1.1 — Multiples du mètre (I).



Écrire les longueurs suivantes en mètres et en écriture scientifique.

a) 1 dm

c) 3 mm

e) 5,2 pm

b) 2,5 km

d) 7,2 nm

f) 13 fm



Entraînement 1.2 — Multiples du mètre (II).



Écrire les longueurs suivantes en mètres et en écriture scientifique.

a) 150 km

c) 234 cm

e) 0,23 mm ..

b) 0,7 pm

d) 120 nm

f) 0,41 nm ...



Entraînement 1.3 — Vitesse d'un électron.



La vitesse d'un électron est $v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$, où $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C est la charge d'un électron, $U = 0,150$ kV est une différence de potentiel et $m_e = 9,1 \cdot 10^{-28}$ g est la masse d'un électron.

a) Calculer v en m/s

b) Calculer v en km/h



Entraînement 1.4 — Avec des joules.



On considère la grandeur $T = 0,67$ kWh. On rappelle que $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$.

Convertir T en joules, en utilisant le multiple le mieux adapté



Entraînement 1.5 — Valeur d'une résistance.



La résistance d'un fil en cuivre est donnée par la formule $R = \frac{\ell}{\gamma S}$, où $\gamma = 59 \text{ MS/m}$ est la conductivité du cuivre, où $\ell = 1,0 \cdot 10^3 \text{ cm}$ est la longueur du fil et où $S = 3,1 \text{ mm}^2$ est sa section.

L'unité des résistances est l'ohm, notée « Ω ». L'unité notée « S » est le siemens ; on a $1 \Omega = 1 \text{ S}^{-1}$.

Calculer R (en ohms)



Entraînement 1.6 — Ronna, ronto, quetta et quecto.



En novembre 2022, lors de la 27^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures, a été officialisée l'existence de quatre nouveaux préfixes dans le système international :

Facteur multiplicatif	Préfixe	Symbole
10^{27}	ronna	R
10^{-27}	ronto	r
10^{30}	quetta	Q
10^{-30}	quecto	q

On donne les masses de quelques objets :

Soleil	Jupiter	Terre	proton	électron
$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	$1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Convertir ces masses en utilisant ces nouveaux préfixes (en écriture scientifique).

a) Soleil (en Rg)

f) Terre (en Qg)

b) Soleil (en Qg)

g) proton (en rg)

c) Jupiter (en Rg)

h) proton (en qg)

d) Jupiter (en Qg)

i) électron (en rg)

e) Terre (en Rg)

j) électron (en qg)

Règle de trois et pourcentages



Entraînement 1.7 — Un peu de cuisine.



Les ingrédients pour un gâteau sont : 4 œufs, 200 g de farine, 160 g de beurre, 100 g de sucre et 4 g de sel. On décide de faire la recette avec 5 œufs. Combien de grammes faut-il de :

a) farine ?

c) sucre ?

b) beurre ?

d) sel ?



Entraînement 1.8 — Pourcentages.



Convertir en pourcentage :

a) 0,1

d) $\frac{1}{20}$

b) 0,007

e) $\frac{9}{5}$

c) $\frac{1}{2}$

f) un quart de 2 %



Entraînement 1.9 — Énergie en France (I).



Les origines de l'énergie primaire consommée en France (en 2020) sont : nucléaire 40,0 %, pétrole 28,1 %, gaz 15,8 %, biomasse 4,4 %, charbon 2,5 % hydraulique 2,4 %, éolien 1,6 %.

Quel pourcentage occupent les autres énergies (solaire, biocarburants, etc.) ?



Entraînement 1.10 — Énergie en France (II).



La consommation primaire totale en France est de 2 571 TWh.

À l'aide des données de l'entraînement précédent, calculer (en « TWh ») les quantités d'énergie créées par les sources suivantes :

a) nucléaire

e) charbon

b) pétrole

f) hydraulique

c) gaz

g) éolien

d) biomasse

h) autre

**Entraînement 1.11 — Abondance des éléments dans la croûte terrestre.**

L'abondance chimique d'un élément peut être exprimée en « parties par centaine » (notée %, on parle communément de « pourcentage »), en « parties par millier » (notée ‰, on parle aussi de « pour mille ») ou encore en « parties par million » (notée « ppm »).

Les abondances de quelques éléments chimiques constituant la croûte terrestre sont :

Silicium	Or	Hydrogène	Fer	Oxygène	Cuivre
275 ‰	$1,0 \times 10^{-7} \%$	1,4 ‰	50 000 ppm	46 %	50 ppm

Quel est l'élément le moins abondant ?

Longueurs, surfaces et volumes**Entraînement 1.12 — Taille d'un atome.**

La taille d'un atome est de l'ordre de 0,1 nm.

a) Quelle est sa taille en m (écriture scientifique) ?

b) Quelle est sa taille en m (écriture décimale) ?

**Entraînement 1.13 — Alpha du centaure.**

La vitesse de la lumière dans le vide est $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s. Une année dure 365,25 jours. Alpha du centaure est à une distance de 4,7 années-lumière de la Terre.

a) Quelle est cette distance en m (écriture scientifique) ?

b) Quelle est cette distance en km (écriture scientifique) ?

**Entraînement 1.14 — Avec des hectares.**

La superficie de la France est de 672 051 km². L'île danoise de Bornholm (au nord de la Pologne) a une superficie de 589 km². Un hectare (ha) est la surface d'un carré de 100 m de côté.

Donner les superficies suivantes :

a) un hectare (en m²)

d) la France (en ha)

b) un hectare (en km²)

e) Bornholm (en m²)

c) la France (en m²)

f) Bornholm (en ha)

 Entraînement 1.15 — Volume.



a) Peut-on faire tenir 150 mL d'huile dans un flacon de $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$?

b) Peut-on faire tenir 1,5 L d'eau dans un flacon de $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$?

Masse volumique, densité et concentration

 Entraînement 1.16 — Masse volumique.



Si on néglige la masse du contenant, une bouteille d'eau de 1 L a une masse de 1 kg. Un verre doseur rempli indique, pour la même graduation, eau : 40 cL et farine : 250 g.

a) Quelle est la masse volumique de l'eau en kg/m^3 ?

b) Quelle est la masse volumique de la farine ?

 Entraînement 1.17 — Densité.



La densité d'un corps est le rapport $\frac{\rho_{\text{corps}}}{1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3}$, où ρ_{corps} est la masse volumique du corps en question.

a) Une barre de fer de volume 100 mL pèse 787 g. Quelle est la densité du fer ?

b) Un cristal de calcium a une densité de 1,6. Quelle est sa masse volumique (en kg/m^3) ?

 Entraînement 1.18 — Un combat de masse.



On possède un cube de 10 cm en plomb de masse volumique $11,20 \text{ g}/\text{cm}^3$ et une boule de rayon 15 cm en or de masse volumique $19\,300 \text{ kg}/\text{m}^3$. On rappelle que le volume d'une boule de rayon R est $\frac{4}{3}\pi R^3$.

Lequel possède la plus grande masse ?

 Entraînement 1.19 — Prendre le volant ?



Le taux maximal d'alcool dans le sang pour pouvoir conduire est de 0,5 g d'alcool pour 1 L de sang.

A-t-on le droit de conduire avec 2 mg d'alcool dans $1\,000 \text{ mm}^3$ de sang ?

Autour de la vitesse



Entraînement 1.20 — Le guépard ou la voiture ?



Un guépard court à 28 m/s et un automobiliste conduit une voiture à 110 km/h sur l'autoroute.

Lequel est le plus rapide ?



Entraînement 1.21 — Classement des vitesses.



On considère les vitesses suivantes : 20 km/h, 10 m/s, 1 année-lumière/an, 22 mm/ns, 30 dm/s et 60 cm/ms.

a) Laquelle est la plus petite ?

b) Laquelle est la plus grande ?



Entraînement 1.22 — Vitesses angulaires.



La petite aiguille d'une montre fait un tour en 1 h, la Terre effectue le tour du Soleil en 365,25 j.

Quelles sont leurs vitesses angulaires :

a) en tours/min (l'aiguille) ?

c) en tours/min (la Terre) ?

b) en rad/s (l'aiguille) ?

d) en rad/s (la Terre) ?

Réponses mélangées

10 000 m ²	30 dm/s	625 kg/m ³	0,017 tour/min	62 TWh	1 · 10 ⁻¹ m	
oui	1,90 · 10 ³ Rg	7,87	722 TWh	1,99 · 10 ³ Qg	7,2 · 10 ⁻⁹ m	1,90 Qg
134 TWh	0,000 000 000 1 m	406 TWh	7 · 10 ⁻¹³ m	4,33 · 10 ¹³ km	113 TWh	
9,10 · 10 ² qg	l'or	2,6 · 10 ⁷ km/h	200 g	9,10 · 10 ⁻¹ rg	1,67 · 10 ⁶ qg	3 · 10 ⁻³ m
5,89 · 10 ⁴ ha	La voiture	1,99 · 10 ⁶ Rg	4,43 · 10 ¹⁶ m	0,001 7 rad/s	2,3 · 10 ⁻⁴ m	
180 %	10 %	1,20 · 10 ⁻⁷ m	250 g	1,50 · 10 ⁵ m	125 g	6,72 · 10 ⁷ ha
La boule en or	5 %	64 TWh	1,67 · 10 ³ rg	0,01 km ²	1,99 · 10 ⁻⁷ rad/s	
5,5 · 10 ⁻² Ω	1 · 10 ⁻¹⁰ m	oui	1,6 × 10 ³ kg/m ³	5,97 · 10 ⁻³ Qg	6,72 · 10 ¹¹ m ²	
1 année-lumière/an	50 %	1,90 · 10 ⁻⁶ tour/min	2,34 m	5,2 %	1 · 10 ³ kg/m ³	
5,97 Rg	0,7 %	41 TWh	5 g	4,1 · 10 ⁻¹⁰ m	5,2 · 10 ⁻¹² m	0,5 % non
2,4 MJ	1,03 × 10 ³ TWh	5,89 · 10 ⁸ m ²	7,3 · 10 ⁶ m/s	2,5 · 10 ³ m	1,3 · 10 ⁻¹⁴ m	

► Réponses et corrigés page 200

Signaux

Prérequis

Fonctions trigonométriques.

Signaux périodiques (fréquence, période, pulsation, longueur d'onde, phase).

Autour des fonctions trigonométriques

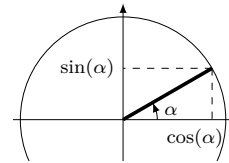


Entraînement 2.1 — Cercle trigonométrique.



Sur le cercle trigonométrique ci-contre, $\cos(\alpha)$ se lit sur l'axe des abscisses et $\sin(\alpha)$ se lit sur l'axe des ordonnées.

Exprimer les fonctions suivantes en fonction de $\cos(\alpha)$ et $\sin(\alpha)$.



a) $\sin(\alpha + \pi)$

c) $\sin(\alpha + \pi/2)$

b) $\cos(\alpha + \pi/2)$

d) $\sin(\pi/2 - \alpha)$



Entraînement 2.2 — Dérivée de signaux.



Pour chaque signal ci-dessous, calculer sa dérivée par rapport à t .

a) $\sin(2t)$

c) $\cos(t) \times \sin(t)$

b) $\cos^2(t + 4)$



Entraînement 2.3 — Transformer des sommes de signaux en produits.



On rappelle les formules trigonométriques :

$$\cos(a + b) = \cos(a) \cos(b) - \sin(a) \sin(b)$$

$$\sin(a + b) = \sin(a) \cos(b) + \cos(a) \sin(b)$$

$$\cos(a - b) = \cos(a) \cos(b) + \sin(a) \sin(b)$$

$$\sin(a - b) = \sin(a) \cos(b) - \cos(a) \sin(b).$$

Mettre les signaux suivants sous la forme $C \cos(\Omega t) \cos(\omega t)$ ou $C \sin(\Omega t) \sin(\omega t)$ (où les constantes C , Ω et ω s'exprimeront en fonction de A , ω_1 et ω_2).

a) $A \cos(\omega_1 t) + A \cos(\omega_2 t)$

b) $A \cos(\omega_1 t) - A \cos(\omega_2 t)$