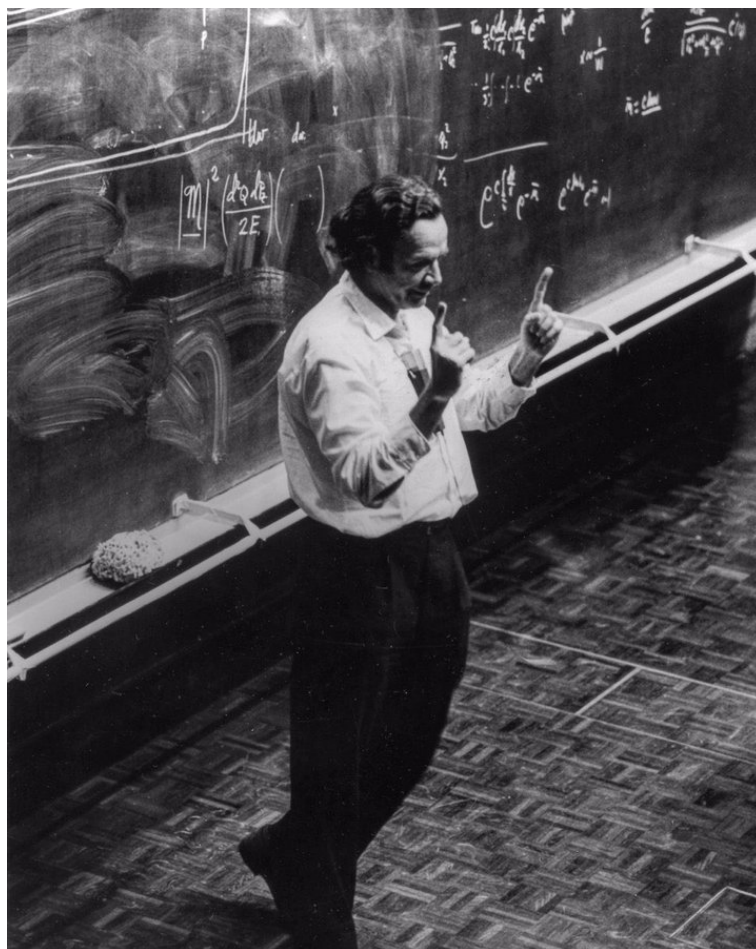


Cahier d'entraînement

— en physique-chimie —



Richard FEYNMAN (1918–1988)

Cette photo a été prise alors que Richard FEYNMAN donnait un cours au CERN en 1970.

Feynman est un physicien américain, l'un des plus influents de la seconde moitié du XX^e siècle, en raison notamment de ses travaux sur l'électrodynamique quantique, les quarks et l'hélium superfluide.

Il a notamment marqué l'histoire de la physique par ses cours, réputés passionnants.

Page web du *Cahier d'entraînement*,
dernières versions



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, Aëla 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).

La photographie de la couverture vient de TWITTER. L'illustration est utilisée à des fins pédagogiques et les droits restent réservés.

Sommaire

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

Compétences Transverses

☐ fiche 1. Conversions.....	3
☐ fiche 2. Chiffres significatifs et incertitudes.....	9

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 car 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 (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.

Compétences Transverses

Conversions

Prérequis

Unités du Système international. Écriture scientifique.

Unités et multiples



Entraînement 1.1 — Multiples du mètre.



Écrire les longueurs suivantes en mètre 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 *bis*.



Écrire les longueurs suivantes en mètre 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 $T = 0,67$ kW · h. On rappelle que $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$.

Convertir T en joule, 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 ohm)



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 1.



La consommation d'énergie primaire en France (en 2020) est : 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 2.



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

À l'aide des données de l'entraînement précédent, calculer (en « TWh ») les énergies 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 « partie par millions » (notée « ppm »).

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

Silicium	Or	Hydrogène	Fer	Oxygène	Cuivre
275‰	$1,0 \cdot 10^{-7} \%$	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 $672\,051 \text{ km}^2$. L'île danoise de Bornholm (au nord de la Pologne) a une superficie de 589 km^2 . Un hectare (ha) est la surface d'un carré de 100 m de côté.

Donner les superficies suivantes :

a) un hectare (en m^2)

d) la France (en ha)

b) un hectare (en km^2)

e) Bornholm (en m^2)

c) la France (en m^2)

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.



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 de 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 tr/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	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 tr/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	

Chiffres significatifs et incertitudes

Prérequis

- Les incertitudes sont à donner avec deux chiffres significatifs.
- Toutes les incertitudes fournies sont des incertitudes-type.

Ainsi, si le résultat d'une mesure de vitesse est de 30 mètres par seconde avec une incertitude-type de 1 mètre par seconde, on notera cette vitesse

$$v = (30,0 \pm 1,0) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Résultats numériques



Entraînement 2.1 — Écriture scientifique.



Réécrire les nombres en utilisant l'écriture scientifique. On veillera à garder les chiffres significatifs.

- | | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| a) 31,5 | <input type="text"/> | e) 2 023,9 | <input type="text"/> |
| b) 0,001 9 | <input type="text"/> | f) 7 300 | <input type="text"/> |
| c) 0,8120 | <input type="text"/> | g) 330×10^6 | <input type="text"/> |
| d) 1 600 002 | <input type="text"/> | h) $70,22 \times 10^{-4}$ | <input type="text"/> |



Entraînement 2.2 — Combien de chiffres significatifs ?



Indiquer le nombre de chiffres significatifs des grandeurs mesurées suivantes :

- | | | | |
|--|----------------------|--|----------------------|
| a) une intensité électrique de 0,39 A. ... | <input type="text"/> | c) une vitesse de $12,250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ | <input type="text"/> |
| b) une tension de 12,84 mV. | <input type="text"/> | d) une longueur de 0,002 0 m. | <input type="text"/> |



Entraînement 2.3 — Opérations et chiffres significatifs.



Effectuer les calculs en gardant le bon nombre de chiffres significatifs.

- a) Combien de kilomètres sont parcourus en 6,0 min par une voiture roulant à une vitesse moyenne $v = 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$?
- b) Quel est le périmètre d'un rectangle de largeur 6 mm et de longueur 15 cm ?

Le gain d'un pont diviseur de tension vaut $G = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$. On effectue le montage avec une résistance $R_1 = 0,9 \text{ k}\Omega$ et d'une résistance $R_2 = 100 \Omega$.

- c) Que vaut le gain G ?

Entraînement 2.4 — Incertitude et chiffres significatifs.



Une mesure de focale donne pour résultat $f' = 12,016\,835\,7$ cm avec une incertitude-type de $32,316\,648\,2$ mm. Quel sera votre résultat numérique final ?

(a) $f' = (12 \pm 3)$ cm

(c) $f' = (12,0 \pm 3,2)$ cm

(b) $f' = (120 \pm 65)$ mm

(d) $f' = (120 \pm 33)$ mm

.....

Propagation des erreurs

Prérequis

On considère deux grandeurs expérimentales indépendantes x et y , et $z = f(x, y)$ une grandeur calculée.

L'incertitude-type $u(z)$ est reliée à celles de x et y via les relations :

$$u(z)^2 = a^2 u^2(x) + b^2 u^2(y) \quad \text{si } z = ax + by$$

$$\left(\frac{u(z)}{z}\right)^2 = a^2 \left(\frac{u(x)}{x}\right)^2 + b^2 \left(\frac{u(y)}{y}\right)^2 \quad \text{si } z = cx^a y^b$$

où a , b et c sont des paramètres fixés.

Entraînement 2.5 — Pour commencer.



On mesure $x = (10,0 \pm 0,2)$ m et $y = (9,1 \pm 0,3)$ m.

Calculer :

a) $x + y$

b) $x - y$

c) $x \times y$

d) $\frac{y}{x}$



Entraînement 2.6 — Dosage d'une solution.



On dose une solution acide de concentration c_A inconnue. Le volume de solution dosée est V_A , et la solution utilisée pour le dosage est de concentration c_B . À l'équivalence, un volume V_B de base est versée et l'on a

$$c_A = \frac{c_B \times V_B}{V_A}$$

La base est préparée de sorte à avoir $c_B = (100,0 \pm 2,0)$ mmol $\cdot$ L $^{-1}$.

De plus, on mesure les volumes $V_A = (20,00 \pm 0,10)$ mL et $V_B = (11,80 \pm 0,10)$ mL

Quel résultat obtient-on pour c_A ? (en mmol $\cdot$ L $^{-1}$)



Entraînement 2.7 — Puissance électrique dans une résistance.



On désire mesurer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance, donnée par $\mathcal{P} = U \times I = R I^2$. Donner la puissance (exprimée en watts) et son incertitude pour les mesures suivantes :

- a) $U = (2,382 \pm 0,050) \text{ V}$ et $I = (0,500 \pm 0,010) \text{ A}$
- b) $I = (0,500 \pm 0,010) \text{ A}$ et $R = (4,70 \pm 0,14) \Omega$
- c) Ces deux mesures sont-elles compatibles ?
 (a) Oui (b) Non



Entraînement 2.8 — Diamètre d'un tube.



On mesure l'épaisseur d'un tube cylindrique au pied à coulisse.

Le diamètre intérieur du tube est $d = (6,8 \pm 0,1) \text{ mm}$ et le diamètre extérieur $D = (10,3 \pm 0,1) \text{ mm}$.

- a) Exprimer l'épaisseur e du tube en fonction de d et D .
 (a) $\pi(D^2 - d^2)$ (b) $\frac{D - d}{2}$ (c) $\sqrt{D^2 + d^2}$ (d) $\frac{d - D}{2}$
- b) En déduire l'expression de l'incertitude-type sur l'épaisseur $u(e)$ en fonction de D , d , $u(d)$ et $u(D)$.
 (a) $\frac{1}{2} \sqrt{u^2(D) + u^2(d)}$ (c) $\sqrt{u^2(D) + u^2(d)}$
 (b) $\sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(d)}{d}\right)^2}$ (d) $\frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(d)}{d}\right)^2}$
- c) En déduire le résultat de la mesure de e .
 (a) $e = (1,75 \pm 0,07) \text{ mm}$ (c) $e = (1,8 \pm 0,1) \text{ mm}$
 (b) $e = (1,75 \pm 0,10) \text{ mm}$ (d) $e = (1,750 \pm 0,071) \text{ mm}$



Entraînement 2.9 — Analyse d'une figure de diffraction.



On mesure la figure de diffraction obtenue en interposant un cheveu entre un écran et un laser. La distance entre le cheveu et l'écran est $D = (3 \pm 10 \times 10^{-3}) \text{ m}$ la longueur d'onde du laser $\lambda = (632,80 \pm 0,10) \text{ nm}$, et l'on observe une tache de diffraction de largeur $\ell = (5,10 \pm 0,30) \text{ cm}$.

Le diamètre d du cheveu peut alors se déduire de ces mesures *via* la relation :

$$d = 2 \frac{\lambda D}{\ell}.$$

- a) Exprimer l'incertitude $u(d)$ en fonction de d , λ , D , ℓ ,
 et de $u(\lambda)$, $u(D)$ et $u(\ell)$
- b) Quel résultat obtient-on pour d ? (en μm)

Incertitudes expérimentales

Entraînement 2.10 — Série de mesures.



On procède à $n = 10$ mesures d'une tension. Le tableau ci-dessous recense les résultats :

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_i (en V)	4,955	5,596	4,271	4,955	5,164	5,371	4,671	4,736	5,393	4,183

a) Que vaut la moyenne arithmétique $m = \frac{1}{n} \sum_i U_i$ de la série ?

b) Calculer l'écart-type expérimental de la série $\sigma_U = \sqrt{\frac{\sum_i (U_i - m)^2}{n - 1}}$

L'incertitude-type de m est donnée par $u(m) = \frac{\sigma_U}{\sqrt{n}}$.

c) En déduire le résultat final de la mesure

Entraînement 2.11 — Focométrie.



On procède à des mesures d'une distance focale (notée f') ; le tableau ci-dessous recense les résultats :

f' (en cm)	24,6	24,5	25,1	25,1	25,3	25,4	24,9	24,8	24,9	25,4	25,3	24,9
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Donner le résultat final de la mesure

Entraînement 2.12 — Résistances en série.



On dispose de n résistances identiques, dont l'incertitude relative est donnée à 1 %. On les monte en série. Ainsi, la résistance totale est égale à la somme des résistances individuelles.

Quelle est l'incertitude relative pour la résistance totale lorsque $n = 5$?

(a) 0,44 %

(b) 1 %

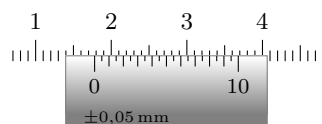
(c) 2,2 %

.....

Entraînement 2.13 — Mesure au pied à coulisse.



On mesure le diamètre d d'un fil de cuivre au pied à coulisse (on prendra $u(d) = 0,050$ mm) :



a) Que vaut le diamètre ?

b) En déduire la section droite du fil (en mm^2)

Autour du z-score

Prérequis

On appelle *écart normalisé* (ou *z-score*) entre deux grandeurs x_1 et x_2 , connues avec une incertitude type $u(x_1)$ et $u(x_2)$, le nombre réel positif défini par

$$z = \frac{|x_2 - x_1|}{\sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2}}.$$

Par convention, les deux valeurs x_1 et x_2 sont dites compatibles si $z \leq 2$. Comme c'est un indicateur à comparer à 2, on ne garde qu'une décimale lors de sa détermination.

On utilise en particulier cette définition dans le cas où une des grandeurs, par exemple x_1 peut être considérée comme une référence, avec une incertitude négligeable. On a alors $u(x_1) \ll u(x_2)$ et la formule approchée plus simple :

$$z = \frac{|x_2 - x_1|}{u(x_2)}.$$

Entraînement 2.14 — Z-scores et compatibilité.



Dans chaque situation, deux valeurs d'une même grandeur sont obtenues indépendamment.

Indiquer, en calculant leurs z-scores, si ces valeurs sont compatibles :

a) La vitesse du son dans l'air est déterminée expérimentalement à $(349,0 \pm 2,3) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Une table de référence donne $(344,08 \pm 0,69) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

(a) Oui, elles sont compatibles

(b) Non, elles ne le sont pas

.....

b) Une température est mesurée par deux groupes en TP. Le premier groupe obtient $(52,900 \pm 0,060) ^\circ\text{C}$, le second $(53,100 \pm 0,060) ^\circ\text{C}$.

(a) Oui, elles sont compatibles

(b) Non, elles ne le sont pas

.....

c) Une lentille est vendue pour avoir une focale de 25 cm. Lors d'une séance de TP, cette focale est mesurée à $(24,05 \pm 0,85) \text{ cm}$.

(a) Oui, elles sont compatibles

(b) Non, elles ne le sont pas

.....

Réponses mélangées

$1,600\,002 \times 10^6$	$7,300 \times 10^3$	(b)	$(1,780 \pm 0,050) \text{ mm}$	(b)	$3,15 \times 10^1$
$(25,017 \pm 0,092) \text{ cm}$	2	$3,30 \times 10^8$	2	$1,0 \times 10^{-1}$	(a) $(1,175 \pm 0,059) \text{ W}$
$(19,10 \pm 0,36) \text{ m}$	$0,910 \pm 0,035$	4	(b)	$2,023\,9 \times 10^3$	31 cm
(d)	$(59,0 \pm 1,4) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$1,9 \times 10^{-3}$	(c) et (d)	$4,929\,5 \text{ V}$	
$d\sqrt{\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2}$		$(4,93 \pm 0,15) \text{ V}$	$(2,49 \pm 0,14) \text{ mm}^2$		
$(1,191 \pm 0,035) \text{ W}$	$(74,4 \pm 4,4) \mu\text{m}$	(a)	$8,120 \times 10^{-1}$	(a)	$0,472 \text{ V}$
$(0,90 \pm 0,36) \text{ m}$	$(91,0 \pm 3,5) \text{ m}^2$	8,0 km	$7,022 \times 10^{-3}$	5	(a)