TP 1: Mesures et incertitudes

Nom:___________________ **Prénom:___________________**

Nom:___________________ **Prénom:___________________**

Date à remettre: _________________________

Chaque mesure scientifique est soumise à des erreurs introduisant une incertitude sur la valeur mesurée. Ces erreurs sont soit d'origine humaine soit liées à l'instrument de mesure.

En général, on indique les résultats d'une mesure sous forme d'un **intervalle** dans lequel se trouve avec une forte probabilité la vraie valeur.
p.ex. $V = (3{,}2 \pm 0{,}2)\ dm^3$ veut dire que le vrai volume $V \in [3{,}0 ; 3{,}4]\ dm^3$

1. Mesure unique d'une grandeur

Exemple 1 : Mesure unique d'une longueur avec une règle graduée
Mesurer à l'aide d'une règle graduée un côté du corps de forme parallélépipédique (= quaderförmig) dont vous disposez.

a =______________ b= _____________

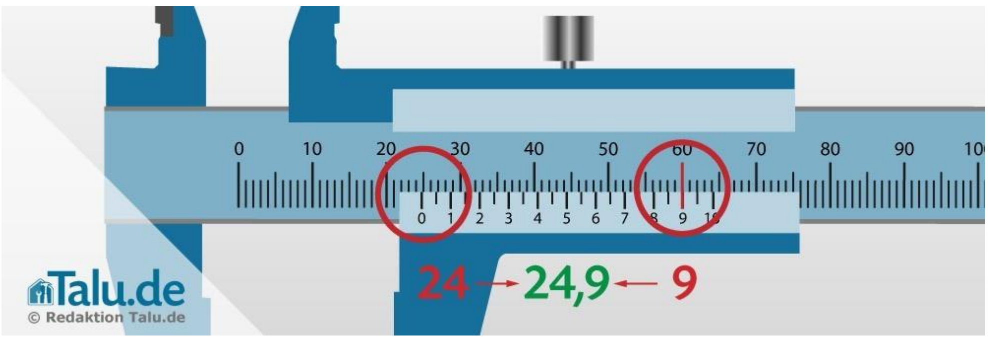
Or la précision de la règle graduée est limitée. L'incertitude pour chaque mesure vaut 1mm.

On indiquera le résultat de la mesure de la façon suivante :

a = __________ $\pm$ ___________ b = __________ $\pm$ ___________

Il est impossible de connaître la vraie valeur d'une mesure, mais uniquement une fourchette dans laquelle la vraie valeur se trouve (avec une certaine probabilité)

Exemple 2 : Même mesure que dans l'exemple 1 en utilisant un pied-à-coulisse (Messschieber)



Entraînez-vous à la lecture du pied-à-coulisse sur le site suivant :
http://www.raum4d.de/Portfolio/flash/Messschieber1.html

Mesurez les mêmes longueurs avec le pied-à-coulisse. L'incertitude vaut : 0,1mm

On indiquera le résultat donc sous la forme :

a = __________ $\pm$ ___________ b = __________ $\pm$ ___________

2. Erreur relative

Souvent il est utile de comparer l'incertitude à la valeur mesurée : on obtient alors l'incertitude relative (ou erreur relative) de la mesure

$$\text{Incertitude(erreur) relative} = \frac{\text{Incertitude}}{\text{valeur mesurée}}$$ (souvent on indique le résultat en %)

Dans les cas de l'exemple 1, calculer l'erreur relative et le pourcentage d'erreur:

$\frac{\Delta a}{a} =$____________ donc _________% $\frac{\Delta b}{b} =$____________ donc _________%

Dans le cas de l'exemple 2, l'erreur relative vaut :

$\frac{\Delta a}{a} =$____________ donc _________% $\frac{\Delta b}{b} =$____________ donc _________%

Illustration de la signification de l'incertitude relative

	Mesure 1	Mesure 2
Valeur mesurée	5 mm	5cm
Incertitude (absolue)	1 mm	1 mm
Incertitude relative		

Pour aller plus loin !

Calculer pour chaque méthode de mesure la valeur minimale et maximale de la surface, indiquer la valeur moyenne avec incertitude et l'erreur relative en %.

S_{1min} = __________ S_{1max} = __________ S_{2min} = __________ S_{2max} = __________

S_1 = _________ $\pm$ __________ S_2 = _________ $\pm$ __________

$\frac{\Delta S_1}{S_1} =$ % $\frac{\Delta S_2}{S_2} =$ %

Conclusion : Est-ce qu'on peut dire que l'erreur relative pour la surface S=a·b correspond à la somme des erreurs relatives pour a et b séparément ?

3. Mesures répétées (→mesurer plusieurs fois la même grandeur)

Si on mesure **plusieurs fois une même grandeur**, on devrait trouver en principe chaque fois la même valeur. Vu les erreurs de mesure inévitables, ceci n'est jamais le cas.

A la fin d'une série de mesures répétées, on interprète les données de la façon suivante :

Valeur mesurée = Moyenne de toutes les valeurs obtenues (Excel AVERAGE MITTELWERT MOYENNE) Incertitude = Écart-type (Excel STDEV.S STABW.S ECARTYPE.STANDARD) Erreur relative = $\frac{\text{Écart−type}}{\text{Moyenne}}$
On indique alors les résultats de mesure sous la forme Valeur = moyenne $\pm$ écart-type

Adapter le nombre de chiffres significatifs rapportés à l'écart-type !

Une indication d= 15,125454134 cm $\pm$ 0,2 cm est à éviter. Vu l'incertitude, déjà le 1er chiffre derrière la virgule on écrit d= (15,1 $\pm$ 0,2) cm.

Expérience : Mesure de l'intensité de pesanteur g

1. Prendre des corps de masses différentes
2. Déterminer la masse m exacte avec une balance électronique
3. Suspendre la masse à un dynamomètre adapté pour mesurer le poids P
4. Remplir un tableau Excel et calculer le rapport g=P/m
   pour 6 corps de masses sensiblement différentes.
5. Calculer la moyenne, l'écart-type et l'erreur relative. (en utilisant **EXCEL et Onedrive**)

m en kg	P en N	g=P/m en N/kg
	Moyenne	
	Écart-type	
	Erreur relative	
	Erreur relative en %	

6. **Imprimer chez vous la table EXCEL** et indiquer la valeur de g que vous avez mesurée sous la forme
   g= ________________ ± ______________

7. Faire une représentation graphique de P (axe vertical) en fonction de m (axe horizontal). Graphique de Type « Scatter » (Fr : nuage de points).

Ne jamais relier directement les points d'un graphique. Tracer une courbe de régression. Cette courbe compense les erreurs et permet donc de mieux interpoler les données.

8. Excel sait calculer l'équation de la **droite de régression** (=droite passant le plus près possible de tous les points):
   a. Clic droit sur un point du graphique et choisir « Add Trendline ».
   b. Choisir « linear ».
   c. Lorsque les grandeurs sont proportionnelles, on souhaite que la droite de régression passe par l'origine → « Set intercept : 0 ».
   d. Cocher «Display equation on chart» et «display R-squared value on chart».

*R^2 est appelé **coefficient de corrélation linéaire.** $R^2 \cong 0{,}99$, les points sont presque alignés.*

   e. Indiquer à côté de chaque axe ce qu'il représente ainsi que l'unité correspondante (Masse en m en kg, Intensité P du poids en N) et ajouter un titre.

Imprimer chez vous le graphique sur A4 (annexer les 2 feuilles imprimées)

9. Que peut-on dire sur le rapport $\frac{P}{m}$? Quel lien mathématique y-a-t-il donc entre P et m ?

10. Est-ce que ce lien est confirmé par le graphique ? Expliquer. Justifier également à l'aide du coefficient de corrélation linéaire.

11. Comparer la valeur moyenne de g obtenue par calcul et la pente de la droite de régression. Quelle est donc la signification de la pente de la droite de régression dans cet exemple ?