Écrits de concours en physique : ce qu'on attend

I – La présentation du problème ou des parties

Un problème de concours peut s'intéresser à un *phénomène physique*, à une *expérience de laboratoire*, ou à une *réalisation technologique* que l'introduction décrit en détaillant :

- ➔ les *enjeux* : en quoi le problème posé est intéressant ?
  Sa lecture permettra parfois de répondre à certaines questions qualitatives (sans calcul) posées soit comme introduction, soit en fin de parties, comme conclusion, pour savoir si les objectifs ont été atteints. La description est parfois très longue : ne pas y passer trop de temps au démarrage de l'épreuve, mais saisir l'essentiel, on pourra y revenir si des questions y font référence.

  Exemple : « Le satellite Hipparcos fut lancé le 8 août 1989 par une fusée Ariane IV. Ce projet de l'Agence spatiale européenne (ESA) avait notamment pour but de mesurer avec précision la distance de plus de 2,5 millions d'étoiles. »

- ➔ les *conditions expérimentales* : non seulement elles précisent le *cadre* du problème, mais aussi les *approximations faites* sur la réalité physique et donc le *contexte d'application* des lois physiques étudiées en cours. À lire avec le plus grand soin : surligner ou souligner dans l'énoncé les *mots-clés* correspondants, qui précisent ce contexte.

  Exemples : Le <u>référentiel terrestre</u> est supposé <u>galiléen</u>. On se limite aux <u>mouvements plans</u>. Les <u>frottements</u> sont <u>négligés</u>.

- ➔ la *notation des grandeurs* utilisées dans le problème : elle diffère souvent de celle du cours, les lettres ne sont pas les mêmes. Il est impératif de la respecter, et donc *d'adapter l'écriture* des lois connues.

- ➔ un ensemble de *données*, constantes, dont on doit se servir pour répondre aux questions posées.

  Exemples : Constante de la gravitation $\mathcal{G}=6{,}67.10^{-11}\,\mathrm{kg}^{-1}.\mathrm{m}^3.\mathrm{s}^{-2}$, constante des gaz parfaits $R=8{,}314\,\mathrm{uSI}$, longueur du virage $L=12{,}5\,\mathrm{km}$

II – Répondre aux questions posées

En devoir surveillé et en concours, toujours *rester jusqu'à la fin de l'épreuve*, pour *vérifier chaque ligne de calcul* encore et encore, *relire les questions* et *réfléchir au problème* en tentant de nouvelles approches.

Numéroter les questions sur la copie, à *l'exact identique* des intitulés de l'énoncé : la question a. du 3) de la partie B/ du II- se note dans la marge II-B/3)a., et pas a) et encore moins 1)...

De même, *numéroter les copies* au moins – ou les pages : 1/5

On *ne répète jamais l'énoncé* de la question dans la copie, même résumé. De même, *on ne fait pas de fausse conclusion* du type redite.

Exemple : après le calcul demandé de $\boxed{V_m=\dfrac{nRT}{P_1}}$ et l'application numérique $\underline{V_m=5{,}0\,\mathrm{m}^3}$, *on n'écrit pas* « Le volume V_m obtenu est de $5{,}0\,\mathrm{m}^3$ ».

On peut cependant ajouter un rapide commentaire sur une valeur *étonnamment* faible ou élevée. Attention toutefois aux croyances erronées : une capacité de $1\,\mathrm{mF}$ pour un condensateur n'est pas une valeur faible. De plus, une grandeur physique est toujours élevée ou faible *par rapport à une autre grandeur*, à laquelle cela a un sens de la comparer.

1. L'intitulé des questions

En général, on n'affirme jamais un résultat sans le *justifier*, sauf si l'énoncé précise le contraire, lorsque du cours brut est demandé :

- ➔ *« Citer* la relation entre … »
- ➔ « *Rappeler* la définition de … »
- ➔ « *Donner sans démonstration* … »

Même si une question est simplement interrogative :

- ➔ « Ce résultat *est-il* conforme à … »

une simple réponse par oui *ou par* non *ne convient pas*, et pas davantage leurs équivalents délayés, du type « Ce résultat est conforme », « On voit que le résultat n'est pas conforme. », etc. Une justification *même élémentaire* est attendue : « La valeur obtenue est très supérieure à la limite maximale de 50 kg : elle n'est donc pas acceptable. »

Certaines questions demandent spécifiquement une analyse rédigée :

- ➔ « *Expliquer (qualitativement) pourquoi* … »
- ➔ « *Conclure sur … »*

demande qui n'est jamais générale (pas de baratin !) mais s'appuie sur des *lois précises*, à citer et à adapter au contexte, des *données* de l'énoncé, des *connaissances personnelles* parfois et/ou sur des *résultats précédemment obtenus.* Citer dans ce dernier cas le *numéro complet de la question* correspondante lorsque c'est un peu lointain.

L'argumentation ne doit pas être vague, mais doit être capable de convaincre *brièvement* tout lecteur possédant une bonne culture scientifique.

Soigner la logique et donc les *conjonctions* du discours : *comme* …, *puisque* … , *on en déduit que* … , *car* … , *or* … , *implique que* … , *d'où* …

D'autres questions demandent de *produire* ou de *compléter un graphique* ou un *schéma*.

Les autres types de questions demandent de faire un calcul, *toujours littéral* (symboles) dans un premier temps. Elles sont de trois types :

- ➔ 1. Le résultat n'est pas donné : « *Obtenir* l'expression de … », « *En déduire* la valeur de … », « *Exprimer* la température finale *en fonction de* … », « *Calculer* la nouvelle distance obtenue… ».
- ➔ 2. Le résultat est donné : *« (Dé)montrer que … s'exprime par … ».*
- ➔ 3. Le résultat est donné partiellement, avec des informations manquantes : *« Montrer que … s'exprime par … où* A *est une constante qu'on déterminera en fonction des données du problème. »*

Ces deux derniers types de questions sont en soi plus difficiles puisque le concepteur du sujet a dû fournir le résultat dans la question, mais la connaissance du résultat peut aider à construire un raisonnement correct en indiquant la piste à suivre. Il est même parfois possible de calculer à l'envers, à partir du résultat, pour retrouver la loi appliquée dans la démonstration.

Remarquer que le dernier type (type 3) demande *deux* choses : la preuve que l'expression donnée est correcte *et* la valeur de la constante A.

2. Faire un calcul littéral

Une réponse correcte doit se présenter sous la forme $\boxed{L=expression}$, *encadrée*, avec la grandeur L cherchée *à gauche du signe '='*, et où l'expression peut être constituée

- ➔ des *constantes littérales* données en début de problème
- ➔ d'un *résultat littéral* obtenu aux questions précédentes

donc de grandeurs *déjà connues*, ou

- ➔ de *ce que demande* spécifiquement *l'énoncé* : « … *en fonction de* a, b, k *et* V »

Dans ce dernier cas, l'une des grandeurs peut être inconnue : elle sera déterminée dans les questions suivantes. Il est impératif de *respecter cette demande de l'énoncé* – le calcul ne serait pas terminé sinon.

Conclusion : il ne doit y avoir dans un résultat définitif (encadré) *que* des grandeurs indiquées dans l'énoncé de la question, ou, si l'énoncé ne le précise pas, *que* des grandeurs connues.

L'énoncé peut aussi demander une *inégalité* vérifiée par une grandeur.

Exemple : « Montrer que l'angle α est nécessairement majoré par une valeur α_{max} dont on donnera l'expression ».

Dans ce cas, procéder au calcul pour arriver à $\alpha \leq expression$ et conclure la rédaction par « On en déduit que $\boxed{\alpha \leq \alpha_{max}}$ avec $\boxed{\alpha_{max}=expression}$ ».

Il peut arriver que l'une des grandeurs citées par l'énoncé n'intervienne pas dans le résultat final, ce qui montre que la grandeur cherchée *n'en dépend pas*. C'est assez remarquable pour nécessiter un commentaire : « On constate que la vitesse finale ne dépend pas de la masse du système ».

On ne doit utiliser *que les symboles définis dans le problème* : par conséquent, ne jamais écrire sur la copie la forme brute des lois apprises en cours. C'est possible au brouillon si l'adaptation des lois vous pose problème.

Exemple : Le cours donne pour expression de la vitesse moyenne $v=\frac{d}{\Delta t}$, alors que l'énoncé, qui demande la vitesse *V*, définit la longueur correspondante par *L* et la durée du parcours par *τ*. On doit donc écrire sur la copie $V=\frac{L}{\tau}$ et ne jamais faire apparaître *d* ou *v*, non définis ou, pire encore, possédant une autre signification dans le problème.

Deux grandeurs sont *identiques* si et seulement si *le symbole associé est le même* : noter de la même façon deux grandeurs a priori différentes sous-entend toujours qu'elles sont identiques.

Exemple : Dans un schéma électrique, on trouve entre autres trois résistances : deux sont notées R_1 , et la troisième *r*. Les deux premières ont donc la même valeur, et la résistance *r* a une valeur a priori différente.
Même si les données *numériques* sont identiques dans l'énoncé $(R_1=r=10\,k\Omega)$, on doit faire le calcul littéral sans utiliser cette information, car il peut très bien y avoir une question qui demande ensuite
« Comment évolue la tension de sortie lorsqu'on double *r* ? » – sous-entendu sans changer R_1 .

Si l'on doit introduire pour le calcul une *nouvelle grandeur*, il faut *définir le symbole* associé : « On note *n* la quantité de matière du gaz dans le ballon ». Ce symbole ne doit pas être utilisé ailleurs dans le problème. S'il faut en introduire *plusieurs* de même nature, utiliser les *indices* V_1 , V_2 , etc. pour les distinguer.

Inversement, *ne jamais noter la même grandeur de deux façons différentes* : on ne verrait plus les simplifications mathématiques dans les équations.

Le calcul doit être *purement* littéral : *toute utilisation de valeur numérique est interdite*, à l'exception des coefficients sans unité obtenus lors des manipulations d'équations tels que 2, $\frac{1}{3}$, 4π , etc.

On ne se préoccupe donc pas dans un calcul littéral

- ➔ des *unités* des grandeurs données par l'énoncé
- ➔ de leur *valeur*.

Les équations doivent être *simplifiées au maximum*, y compris pendant les calculs : simplification de fractions, factorisations, termes nuls à faire disparaître *en expliquant brièvement*.

Ce qu'on appelle simplification peut *dépendre des objectifs du calcul mené* : pour trouver à quelle condition une expression s'annule, il faut la factoriser vers une forme produit, alors que pour la dériver ou pour l'intégrer, une forme développée du type somme est beaucoup plus simple.

Les simplifications mathématiques sont très souvent *conditionnelles* : il faut alors préciser avec soin.

Exemple : $\sqrt{x^2}=x$ *car* $x\geq 0$, $\sin\alpha<\sin\beta\Leftrightarrow\alpha<\beta$ *car* α et β appartiennent à $[0;\pi/2]$ et la fonction sin est strictement croissante sur cet intervalle.

Dans tous les cas, *ne pas utiliser de fractions à étages*. Pour cela, ne jamais diviser par une fraction des deux côtés d'une équation, mais toujours *multiplier par son inverse*.

Exemple : $\frac{2R_1}{R_2}=\frac{R}{r}\Leftrightarrow R_1=\frac{R R_2}{2r}$ et pas $R_1=\frac{\frac{R}{r}}{\frac{2}{R_2}}$, incompréhensible, et pas davantage $R_1=\frac{R/r}{2/R_2}$, conduisant à des calculs inextricables ensuite.

En calcul littéral, un signe moins devant une grandeur, comme $-x$, ne signifie pas que l'expression est négative, mais qu'on prend *l'opposé* de x : il est donc positif lorsque x est négatif.

3. La stratégie de résolution

- ➔ Tenter *d'abord* de répondre au problème *dans l'ordre des questions posées*. Les questions *les plus simples*, très proches du cours, sont souvent *en début de partie*. Par ailleurs, c'est beaucoup plus confortable et permet de percevoir la *logique de l'énoncé*.
- ➔ Il y a presque toujours *une ou deux questions centrales* dans une partie, plus difficiles, et donc de barème plus élevé. Il faut apprendre à les repérer et ne pas hésiter à y consacrer plus de temps.
  Elles sont souvent du type « Montrer que … » (types 2 ou 3).
- ➔ Si l'on échoue à répondre à une question de ce type, dont le résultat est donné, il faut chercher les réponses suivantes *en utilisant le résultat donné*, *même si* une constante manquante n'a pas été obtenue (type 3).
- ➔ Inversement, si l'on n'a pas trouvé le résultat et s'il n'est pas donné, ne pas perdre son temps à réfléchir aux questions qui la suivent immédiatement du type « En déduire que … »
- ➔ Les questions de *fin de partie* reprennent souvent *l'ensemble des résultats obtenus* dans la partie ou dans tout le problème. Même si elles peuvent paraître très simples, ne pas répondre à ce type de questions par des banalités, sans avoir les informations nécessaires : ce n'est pas valorisé par le correcteur, au contraire.

➔ Cependant, certaines questions dans une partie sont *de pur bon sens* : y répondre, en *justifiant* avec *une bonne structuration logique* (voir plus haut) lorsque les informations nécessaires ont été obtenues ou sont données dans l'énoncé.

➔ L'*ordre des questions* est très important et *indique la façon d'aborder le problème*. Il faut donc d'abord *lire rapidement toutes les questions* d'une petite partie, cohérente, d'énoncé.
Supposons que a) demande un calcul, b) un autre et c) d'en déduire un résultat. Lorsqu'on cherche à répondre à b), il ne faut pas partir sur la voie de ce qui est demandé au c), ce serait une *fausse piste*.
Les énoncés sont presque toujours créés avec *l'approche la plus simple possible* : toute autre méthode serait a priori plus complexe et ne doit être utilisée qu'en dernier recours (énoncé mal fait).

➔ Faire *toutes les applications numériques possibles*, c'est un apport de points en général facile. De plus, un résultat numérique vraisemblable, sans être une preuve absolue, *renforce la validité du résultat littéral*.

➔ Dans une épreuve de concours, il est *normal de ne pas pouvoir tout résoudre* : elles sont conçues ainsi, et la rapidité s'acquiert avec l'expérience. Une bonne copie répond à *toutes les questions de cours*, et aborde typiquement, *en allant au cœur du problème*, deux parties sur trois : tentatives de résolution des questions originales ou difficiles, applications numériques complètes, schémas et graphiques précis, conclusions pertinentes.

III – Faire une application numérique

1. L'expression du résultat final

Il se présente toujours sous la forme $\underline{L = nombre\ unité}$, souligné.

Exemples : $\underline{V = 5{,}0\ \mathrm{L}}$, $\underline{m = 1{,}2 \cdot 10^{19}\ \mathrm{kg}}$, $\underline{d = 1{,}25 \cdot 10^{4}\ \mathrm{m} = 12{,}5\ \mathrm{km}}$, $\underline{T = 5\ 160\ \mathrm{s} = 1\ \mathrm{h}\ 26\ \mathrm{min}}$

Le signe ≈ est *interdit* dans les applications numériques, car toute grandeur physique est finalement obtenue par des *mesures* de précision limitée, dépendante des expériences menées pour l'obtenir.

Il faut utiliser la règle des *chiffres significatifs*, en *en laissant au moins 2* si l'énoncé utilise des grandeurs numériques avec un seul chiffre significatif.

2. Les unités

Une application numérique sans unité n'a *pas de sens* et l'unité ne peut *jamais être sous-entendue*.

Une exception est bien sûr les grandeurs sans unités.

Exemple : « Calculer le rapport k des deux distances … » donne après calcul $\underline{k = 1{,}25}$, sans unité.

Les lois physiques ne sont a priori valables que lorsque les grandeurs sont exprimées dans le *système international dit SI ou MKSA* dont voici les *unités de base*

	distance	**masse**	**durée**	**courant électrique**	**température**	**quantité de matière**
Symbole dimensionnel	L	M	T	I	Θ	N
Unité SI	m	**kg**	s	A	K	mol

Attention à *l'unité de masse* du système international : c'est la seule qui inclut un préfixe.

Il existe des grandeurs dont l'unité est *composée*.

Exemple d'unités SI composées : vitesse $\mathrm{m/s=m.s^{-1}}$, masse volumique $\mathrm{kg/m^3=kg.m^{-3}}$, constante radioactive $\mathrm{s^{-1}}$, masse molaire $\mathrm{kg/mol=kg.mol^{-1}}$

Remarquer qu'on peut utiliser l'une ou l'autre notation, sauf quand il n'y a que des puissances négatives.

Certains types de grandeurs ont une unité portant un nom, souvent de physicien célèbre. Il s'agit d'unités composées du système international auxquelles on a attribué un nom et un symbole, comme hommage, ou parce que l'écriture en serait sinon trop complexe. On les appelle *unités dérivées du système international.*

Exemple d'unités dérivées : énergie joule $\mathrm{J=kg.m^2.s^{-2}}$, pression pascal $\mathrm{Pa=kg.m^{-1}.s^{-2}}$, fréquence hertz $\mathrm{Hz=s^{-1}}$

Leur utilisation est *obligatoire* dans le résultat final : le calcul de $E=mc^2$ donne naturellement des $\mathrm{kg.m^2.s^{-2}}$ à partir des grandeurs utilisées, mais *on doit écrire* le résultat sous la forme $E=3{,}0\cdot 10^{-15}\,\mathrm{J}$.

Il ne faut pas retenir l'équivalent développé, très complexe, des unités dérivées. Il suffit de savoir que :

➔ *Si les données sont exprimées en unités SI, le résultat aussi sera obtenu dans le système international.*

Il faut et il suffit donc de savoir ici que l'unité d'énergie du système international est le joule J.

Les énoncés emploient parfois la notation « uSI » ou « SI » pour les unités très complexes.

Exemple : constante de la gravitation $\mathcal{G}=6{,}67\cdot 10^{-11}\,\mathrm{uSI}$

Par contre, dans une copie, un résultat *ne peut pas être donné* avec l'unité sous la forme *«* uSI *»* : *les unités de toutes les grandeurs physiques doivent être connues.*

Sauf si l'énoncé demande une unité particulière, *on peut toujours donner le résultat en SI*, la réponse sera correcte.

Exemple : « Calculer la période orbitale T_M de Mars. » AN : $\underline{T_M=5{,}94\cdot 10^7\,\mathrm{s}}$

Mais cela est parfois obscur, comme dans l'exemple précédent : on peut, même si ce n'est pas demandé

➔ *laisser le résultat en SI* s'il a été obtenu ainsi, ce qui facilite son utilisation ultérieure ; *et*

➔ le *convertir* dans une *unité plus parlante* si l'on doit commenter le résultat
Dans l'exemple : $\underline{T_M=5{,}94\cdot 10^7\,\mathrm{s}=1{,}88\,\mathrm{an}}$

Trois formes de résultats numériques sont acceptables

➔ La *notation scientifique* $a\cdot 10^b$ *unité* où *a* est compris entre 1 et 9,9... et *b* est un entier supérieur ou égal à 2 ou inférieur ou égal à -2.
Exemples : $L=1{,}25\cdot 10^4\,\mathrm{m}$ est correct, $V=2{,}5\cdot 10^{-1}\,\mathrm{m^3}$ est ridicule, à éviter, $E=0{,}15\cdot 10^5\,\mathrm{J}$ et $m=55{,}3\cdot 10^{-4}\,\mathrm{kg}$ sont clairement incorrects.

➔ La *notation décimale* lorsque le nombre est raisonnable (compris entre 0,01 et 9999)

➔ La *notation ingénieur* *a* *préfixe* *unité* où *a* est normalement compris entre 1 et 999 et le préfixe correspond à une puissance de 10 multiple de 3
Exemples : $E=256\,\mathrm{kJ}$, $L=25\,\mathrm{\mu m}$ sont corrects. $D=0{,}026\,\mathrm{km}$ est possible si l'on raisonne partout dans le problème en kilomètres, sinon $D=26\,\mathrm{m}$ est nettement préférable.

On n'utilise les préfixes *centi* c, *déci* d, *déca* da et *hecto* h que combinés avec les unités $\mathrm{m}^k, k\in\mathbb{Z}^*$ et L, et dans l'unité de pression hectopascal hPa.

Tous les préfixes, de femto f 10^{-15} à tera T 10^{12} doivent être *connus* en classe préparatoire : *à réviser.*

3. Ne faire que les conversions indispensables : la manipulation concrète des unités

Tout convertir en système international est *une perte de temps* et *une source importante d'erreurs*, car ce n'est pas nécessaire.

La technique de base, *obligatoire*, est de *poser le calcul* en remplaçant les grandeurs littérales par leur valeur, *telles qu'elles sont données par l'énoncé, sans aucune conversion préliminaire, avec les unités*.

Exemple : $V_2=\frac{P_1}{P_2}V_1$ avec l'énoncé qui donne $P_1=15\,\text{bar}$, $P_2=10\,\text{bar}$ et $V_1=0{,}25\,\text{L}$ doit être posé comme :

Application numérique (ou AN) : $V_2=\frac{15\,\text{bar}}{10\,\text{bar}}\times 0{,}25\,\text{L}$

On voit ici qu'il n'y a pas de conversion nécessaire, bien qu'aucune grandeur ne soit donnée en système international : les unités de pression « bar » se simplifient (les rayer en couleur ou au crayon à papier) et le volume V_2 est obtenu en litres.

Les préfixes se déplacent et se simplifient comme les unités.

Exemples :

* $m=nM$ se pose avec les données $m=25\,\text{mmol}\times 32{,}0\,\text{g}.\text{mol}^{-1}$: les mol se simplifient et le résultat est obtenu directement en mg : $m=800\,\text{mg}$

* $w=\frac{d}{D}W$ se pose $w=\frac{38\,\text{m}}{1{,}2\,\text{km}}\times 145\,\text{kJ}$. On raye le préfixe k en haut et en bas, et le résultat est obtenu en joules.

Avec un peu d'habitude, les simplifications élémentaires des préfixes apparaissent $\text{m}.\text{k}$ et $\text{M}.\mu$ disparaissent, $\text{m}.\text{m}=\mu$, $\text{k}.\text{k}=\text{M}$ ainsi que dans les rapports : $\frac{1}{\text{k}}=\text{m}$, $\frac{\text{M}}{\text{k}}=\text{k}$, $\frac{\mu}{\text{m}}=\text{m}$, $\frac{\text{m}}{\mu}=\text{k}$, etc.

Attention aux unités avec puissances, $1\,\text{dm}^3$ ne signifie pas $1\,\text{d}\ \ \text{m}^3$ donc pas $0{,}1\,\text{m}^3$, mais $1\,(\text{dm})^3=1\,\text{d}^3\text{m}^3=(10^{-1})^3\text{m}^3=10^{-3}\,\text{m}^3$ (voir le paragraphe 4. ci-dessous sur la conversion)

Dans certains cas contenant des unités dérivées, on ne peut échapper aux conversions.

Exemple : $P=\frac{nRT}{V}$ se pose avec les données, ainsi : $P=\frac{1{,}5\,\text{mol}\times 8{,}31\,\text{J}.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}\times 850\,\text{K}}{250\,\text{L}}$.

Les unités de quantité de matière et de température se simplifient ici, mais il reste des joules au numérateur et des litres au dénominateur, qui ne se simplifient pas.

Les joules *imposent* alors l'utilisation du *système international* : le résultat sera obtenu dans *l'unité SI de pression*, c'est-à-dire en pascal Pa. Il faut avant tout calcul *convertir le volume* en unité SI de volume, c'est-à-dire en m^3 .

4. Faire une conversion d'unité

Le principe est de *remplacer l'ancienne unité par la nouvelle*, en remplaçant ou en faisant apparaître les préfixes.

Une égalité à connaître *absolument par cœur* est $\boxed{1\,\text{L}=1\,\text{dm}^3}$

Exemples

- Convertir une vitesse de km/h en m/s : on pose $1\,\text{km}/\text{h}=\frac{10^3\,\text{m}}{3600\,\text{s}}=\frac{10^3}{3600}\,\text{m}/\text{s}$. Inversement, pour convertir $32\,\text{m}.\text{s}^{-1}$, on écrit $32\,\text{m}.\text{s}^{-1}=32\times 10^{-3}\,\text{km}\times\left(\frac{1}{3600}\,\text{h}\right)^{-1}=32\times 3600\times 10^{-3}\,\text{km}.\text{h}^{-1}$
  On peut simplifier les coefficients de conversion ainsi obtenus ou calculer directement avec la calculatrice.

- Convertir une masse volumique en $\mathrm{kg/L}$ vers le système international : $1\,\mathrm{kg/L} = 1\,\mathrm{kg/dm^3} = \frac{1\,\mathrm{kg}}{(10^{-1}\,\mathrm{m})^3}$ donc $1\,\mathrm{kg/L} = 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$

Il faut donc savoir également que $\boxed{1\,\mathrm{h} = 60\,\mathrm{min} = 60 \times 60\,\mathrm{s} = 3\ 600\,\mathrm{s}}$ ainsi que $\boxed{1\,\mathrm{j} = 24\,\mathrm{h}}$, $\boxed{1\,\mathrm{an} = 365{,}25\,\mathrm{j}}$

Puisque $180\,° = \pi\,\mathrm{rad}$, les angles se convertissent par $\boxed{x\,\mathrm{rad} = x\,\mathrm{rad} \times \frac{180\,°}{\pi\,\mathrm{rad}}}$ et inversement par $\boxed{k\,° = k\,° \times \frac{\pi\,\mathrm{rad}}{180\,°}}$ où l'ancienne unité disparaît au profit de la nouvelle.

Les *températures mesurées* se convertissent par $\boxed{n\,°\mathrm{C} = (n + 273{,}15)\,\mathrm{K}}$ et inversement par $\boxed{n\,\mathrm{K} = (n - 273{,}15)\,°\mathrm{C}}$ mais les *différences de températures* ont la même valeur en degrés celsius ou en degrés kelvin.

5. Conclusion

L'application numérique se déroule donc ainsi :

➔ une ligne qui *pose le calcul* complètement avec les grandeurs de l'énoncé, *unités comprises* ;

➔ une étape éventuelle qui procède aux *conversions nécessaires et suffisantes* des grandeurs utilisées ;

➔ l'obtention du *résultat* à la calculatrice, dans *l'unité naturellement obtenue ;*

➔ une conversion éventuelle du résultat dans *l'unité demandée par l'énoncé.*

Éviter tout calcul intermédiaire sur la copie. Faire si possible le calcul en *une étape* à la calculatrice.

Les *puissances de 10* doivent être entrées à la calculatrice *avec la touche dédiée* E, EE, EXP, x10 de la calculatrice, selon le modèle, et non avec l'appui successif des touches 4,*, 1,0,^,5 opération trop longue et nécessitant des parenthèses lorsque la grandeur est au dénominateur ou élevée à une puissance.

Attention : 10^4 se tape 1E4, car 10E4 représente $10 \cdot 10^4 = 10^5$

Attention au *mode angulaire* DEG ou RAD de la calculatrice pour le calcul des *fonctions trigonométriques.*

IV – Les graphiques

➔ Les portions de graphique doivent être *tracées à la règle* lorsqu'elles sont *rectilignes*, *à la main* lorsque ce n'est pas le cas.

➔ Un graphique doit posséder *un titre général* qui indique ce qui est représenté : « Cycle Diesel ».

➔ Lorsqu'il y a des *axes*, il faut *préciser sur les axes les grandeurs* en *abscisse* et en *ordonnée*, avec leurs unités lorsqu'on représente des grandeurs numériques.

➔ S'il y a plusieurs courbes, utiliser des *couleurs différentes* pour chacune, noter la grandeur représentée en respectant la couleur, soit sur l'axe vertical, soit près de la courbe correspondante.

➔ Une *fonction* est correctement représentée lorsque ses *extrema* sont correctement placés, sa *limite* éventuelle est correcte, sa *valeur* et sa *dérivée* aux *points particuliers* (typiquement à l'origine) sont bonnes.

➔ La représentation graphique d'une fonction peut s'utiliser *dans les deux sens* : on accède bien sûr à *l'image* par la fonction d'une valeur donnée, mais aussi à un *antécédent* d'une valeur prise par la fonction. Cette utilisation doit apparaître sur le graphique par un point marqué sur la courbe, dont on met en évidence par des tirets l'abscisse et l'ordonnée, *en indiquant les valeurs correspondantes*, littérales ou numériques, *sur les axes.*