Regards croisés maths-physique et chimie

Applications Numériques avec Unités

Objets d'apprentissages *contre* tradition: enjeux de formation des élèves

Groupe Maths-Physique et Chimie de l'IREM de Paris,
Université Paris Diderot

David BEYLOT, enseignant de mathématiques, formateur ESPE Créteil
Bernard GALIN, enseignant de mathématiques, formateur ESPE Créteil
Pascal SAUVAGE, enseignant de physique et chimie, formateur académique Créteil

IREM PARIS

Avec les contributions de
l'Inspection Pédagogique Régionale de physique-chimie de l'académie de Créteil.

académie Créteil

Octobre 2017

Les élèves rencontrent de plus en plus de difficultés en calculs…

Les élèves rencontrent de plus en plus de difficultés en calculs…

Pourquoi?

Les élèves rencontrent de plus en plus de difficultés en calculs…

Pourquoi?

Éléments de réponse du côté de la place donnée aux unités dans les applications numériques.

Tradition: définition du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

1. Action, façon de transmettre un savoir, abstrait ou concret, de génération en génération par la parole, par l'écrit ou par l'exemple.

2. Information, opinion, croyance largement répandue, mais non confirmée, qui concerne des événements ou des faits situés entre la légende et l'histoire.

Tradition: définition du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

1. Action, façon de transmettre un savoir, abstrait ou concret, de génération en génération par la parole, par l'écrit ou par l'exemple.

2. Information, opinion, croyance largement répandue, mais non confirmée, qui concerne des événements ou des faits situés entre la légende et l'histoire.

Depuis une cinquantaine d'année s'est imposée en France l'idée qu'il serait inutile, encombrant, voire interdit d'écrire les unités dans les calculs.

Tradition: définition du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

1. Action, façon de transmettre un savoir, abstrait ou concret, de génération en génération par la parole, par l'écrit ou par l'exemple.

2. Information, opinion, croyance largement répandue, mais non confirmée, qui concerne des événements ou des faits situés entre la légende et l'histoire.

Depuis une cinquantaine d'année s'est imposée en France l'idée qu'il serait inutile, encombrant, voire interdit d'écrire les unités dans les calculs.

?

UNITÉS DANS LES CALCULS:

LE « DROIT » OU PAS?

L'INTÉRÊT DES ÉLÈVES?

?

UNITÉS DANS LES CALCULS:

Légitimité
et
Intérêt pour les élèves

Rédaction des applications numériques: avec ou sans unité?

Laquelle de ces trois écritures est la plus correcte?

L = 3 + 4 = 7 cm
L = 3 + 4 = 7 Donc L = 7 cm
L = 3 cm + 4 cm = 7 cm

Rédaction des applications numériques: avec ou sans unité?

Laquelle de ces trois écritures est la plus correcte?

L = 3 + 4 = 7 cm
L = 3 + 4 = 7 Donc L = 7 cm
L = 3 cm + 4 cm = 7 cm

Le signe égal:
« le signe égal signifie *la même chose que* »
(première approche)

Donc
Nombre $\cancel{=}$ grandeur
(sinon pas homogène)

Rédaction des applications numériques: avec ou sans unité?

Laquelle de ces trois écritures est la plus correcte?

L = 3 + 4 = 7 cm	grandeur ~~=~~ somme de nombre ~~=~~ grandeur
L = 3 + 4 = 7 Donc L = 7 cm	Grandeur ~~=~~ somme de nombre = nombre
L = 3 cm + 4 cm = 7 cm	Grandeur = somme de grandeurs = grandeur

Le signe égal:
« le signe égal signifie *la même chose que* »
(première approche)

Donc
Nombre ~~=~~ grandeur
(sinon pas homogène)

Rédaction des applications numériques: avec ou sans unité?

Laquelle de ces trois écritures est la plus correcte?

$L \cancel{=} 3 + 4 \cancel{=} 7$ cm	grandeur $\cancel{=}$ somme de nombre $\cancel{=}$ grandeur
$L \cancel{=} 3 + 4 = 7$ Donc L = 7 cm	Grandeur $\cancel{=}$ somme de nombre = nombre
L = 3 cm + 4 cm = 7 cm	Grandeur = somme de grandeurs = grandeur

Le signe égal:
« le signe égal signifie *la même chose que* »
(première approche)

Donc
Nombre $\cancel{=}$ grandeur
(sinon pas homogène)

L'ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MATHÉMATIQUEMENT *LÉGITIME*

L’ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MAINTENANT RECOMMANDÉE PAR L’INSTITUTION

L'ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MAINTENANT RECOMMANDÉE PAR L'INSTITUTION

En mathématiques

« Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables,
notamment des grandeurs composées, <u>en conservant les unités</u>. »

Programmes 2016, Cycle 4 (Collège)
Mathématiques, Grandeurs et Mesures, Connaissances et compétences, p 376

L'ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MAINTENANT RECOMMANDÉE PAR L'INSTITUTION

En mathématiques

« Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables,
notamment des grandeurs composées, <u>en conservant les unités</u>. »

Programmes 2016, Cycle 4 (Collège)
Mathématiques, Grandeurs et Mesures, Connaissances et compétences, p 376

En physique & chimie

« Lors du passage de l'expression littérale à l'application numérique,
<u>il est recommandé de garder les unités dans le calcul numérique posé</u>, au moins dans un premier temps. »

Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie,
GRIESP (IGEN), octobre 2016.

L'ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MAINTENANT RECOMMANDÉE PAR L'INSTITUTION

En mathématiques

« Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables,
notamment des grandeurs composées, <u>en conservant les unités</u>. »

Programmes 2016, Cycle 4 (Collège)
Mathématiques, Grandeurs et Mesures, Connaissances et compétences, p 376

En physique & chimie

« Lors du passage de l'expression littérale à l'application numérique,
<u>il est recommandé de garder les unités dans le calcul numérique posé</u>, au moins dans un premier temps. »

Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie,
GRIESP (IGEN), octobre 2016.

« On accepte des applications numériques avec des unités dans le calcul »

Éléments de corrections officiels de l'épreuve de physique et chimie, métropole, bac 2017

L'ÉCRITURE DES UNITÉS DANS LES CALCULS EST MAINTENANT RECOMMANDÉE PAR L'INSTITUTION

En mathématiques

« Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables,
notamment des grandeurs composées, <u>en conservant les unités</u>. »

Programmes 2016, Cycle 4 (Collège)
Mathématiques, Grandeurs et Mesures, Connaissances et compétences, p 376

En physique & chimie

« Lors du passage de l'expression littérale à l'application numérique,
<u>il est recommandé de garder les unités dans le calcul numérique posé</u>, au moins dans un premier temps. »

Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie,
GRIESP (IGEN), octobre 2016.

« On accepte des applications numériques avec des unités dans le calcul »
Éléments de corrections officiels de l'épreuve de physique et chimie, métropole, bac 2017

+ Séminaire National de Formation du 10 mars 2017 à Paris, IGEN de mathématiques et IGEN de physique-chimie

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v = \frac{d}{t} = \frac{240\ km}{2\ h} = 120\ \frac{km}{h} = 120\ km/h = 120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash
par la barre de division lors du calcul!

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v = \frac{d}{t} = \frac{240\ km}{2\ h} = 120\ \frac{km}{h} = 120\ km/h = 120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash
par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$v = 72\frac{km}{h} = 72\frac{10^3 m}{3{,}6.10^3 s} = \frac{72}{3{,}6}.\frac{m}{s} = 20 m.s^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v = \frac{d}{t} = \frac{240\ km}{2\ h} = 120\ \frac{km}{h} = 120\ km/h = 120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$v = 72\frac{\text{km}}{\text{h}} = 72\frac{10^3\text{m}}{3{,}6.10^3\text{s}} = \frac{72}{3{,}6}.\frac{\text{m}}{\text{s}} = 20\text{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\,cm^2 = 1\,cm \times 1\,cm = 10^{-2}\,m \times 10^{-2}\,m = 10^{-4}\,m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

<u>1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*</u>

$$v=\frac{d}{t}=\frac{240\ km}{2\ h}=120\ \frac{km}{h}=120\ km/h=120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

<u>2. Donner du sens aux conversions</u>

$$\mathrm{v}=72\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}=72\frac{10^3\mathrm{m}}{3{,}6.10^3\mathrm{s}}=\frac{72}{3{,}6}.\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}=20\mathrm{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\ cm^2=1\ cm\times 1\ cm=10^{-2}\ m\times 10^{-2}\ m=10^{-4}\ m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

<u>3. Retrouver une relation à partir des unités</u>

Vitesse en km/h *donc* $v=\dfrac{d}{t}$

Prise de recul !

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v=\frac{d}{t}=\frac{240\ km}{2\ h}=120\ \frac{km}{h}=120\ km/h=120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$\mathrm{v}=72\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}=72\frac{10^3\mathrm{m}}{3{,}6.10^3\mathrm{s}}=\frac{72}{3{,}6}.\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}=20\mathrm{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\,cm^2=1\,cm\times1\,cm=10^{-2}m\times10^{-2}m=10^{-4}m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

3. Retrouver une relation à partir des unités

Vitesse en km/h *donc* $v=\dfrac{d}{t}$

Prise de recul !

4. Corriger ses erreurs et vérifier ses calculs

$$v=\frac{t}{d}=\frac{2\ h}{100\ km}=0{,}02\ \frac{h}{km}=0{,}02\ h/km$$

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v = \frac{d}{t} = \frac{240\ km}{2\ h} = 120\ \frac{km}{h} = 120\ km/h = 120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$\mathrm{v} = 72\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 72\frac{10^3\mathrm{m}}{3{,}6.10^3\mathrm{s}} = \frac{72}{3{,}6}.\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 20\mathrm{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\ cm^2 = 1\ cm \times 1\ cm = 10^{-2}\ m \times 10^{-2}\ m = 10^{-4}\ m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

3. Retrouver une relation à partir des unités

Vitesse en km/h *donc* $v = \dfrac{d}{t}$

Prise de recul !

4. Corriger ses erreurs et vérifier ses calculs

$$v = \frac{t}{d} = \frac{2\ h}{100\ km} = 0{,}02\ \frac{h}{km} = 0{,}02\ \cancel{h/km}$$

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v=\frac{d}{t}=\frac{240\ km}{2\ h}=120\ \frac{km}{h}=120\ km/h=120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$\mathrm{v}=72\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}=72\frac{10^3\mathrm{m}}{3{,}6.10^3\mathrm{s}}=\frac{72}{3{,}6}.\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}=20\mathrm{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\ cm^2=1\ cm\times 1\ cm=10^{-2}m\times 10^{-2}m=10^{-4}m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

3. Retrouver une relation à partir des unités

Vitesse en km/h *donc* $v=\frac{d}{t}$

Prise de recul !

4. Corriger ses erreurs et vérifier ses calculs

$$\cancel{v=\frac{t}{d}}=\frac{2\ h}{100\ km}=0{,}02\ \frac{h}{km}=0{,}02\ \cancel{h/km}$$

Unités dans les calculs: quel intérêt pour les élèves?

Mettre les unités dans les calculs permet à l'élève de:

1. Donner plus de sens à l'application numérique et aux notations *slash et puissance moins un*

$$v = \frac{d}{t} = \frac{240\ km}{2\ h} = 120\ \frac{km}{h} = 120\ km/h = 120\ km.h^{-1}$$

Remplaçons le slash par la barre de division lors du calcul!

2. Donner du sens aux conversions

$$v = 72\frac{\text{km}}{\text{h}} = 72\frac{10^3\text{m}}{3{,}6.10^3\text{s}} = \frac{72}{3{,}6}.\frac{\text{m}}{\text{s}} = 20\text{m.s}^{-1}$$

Nous avons le droit d'écrire des égalités en ligne!

$$1\ cm^2 = 1\ cm \times 1\ cm = 10^{-2}\ m \times 10^{-2}\ m = 10^{-4}\ m^2$$

Plus besoin des tableaux de conversion!

3. Retrouver une relation à partir des unités

Vitesse en km/h *donc* $v = \dfrac{d}{t}$

Prise de recul !

4. Corriger ses erreurs et vérifier ses calculs

$$\cancel{v = \frac{t}{d}} = \frac{2\ h}{100\ km} = 0{,}02\ \frac{h}{km} = \cancel{0{,}02\ h/km} \longrightarrow v = \frac{d}{t} = \frac{100\ km}{2\ h} = 50\ \frac{km}{h} = 50\ km/h$$

UNITÉS DANS LES CALCULS:

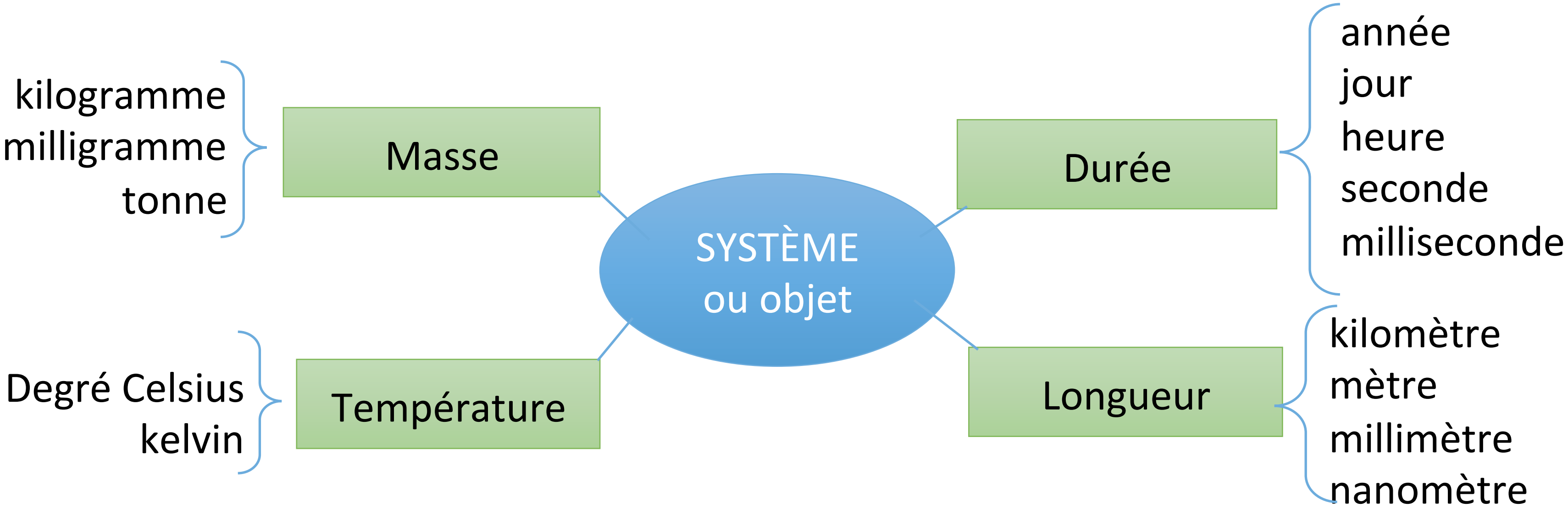
vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Hiérarchisation: système, grandeurs, unités de grandeurs

A tout système ou objet sont associées des grandeurs.

Ces grandeurs peuvent être exprimées à l'aide d'unités de grandeurs.



Grandeurs produits, quotients et composées

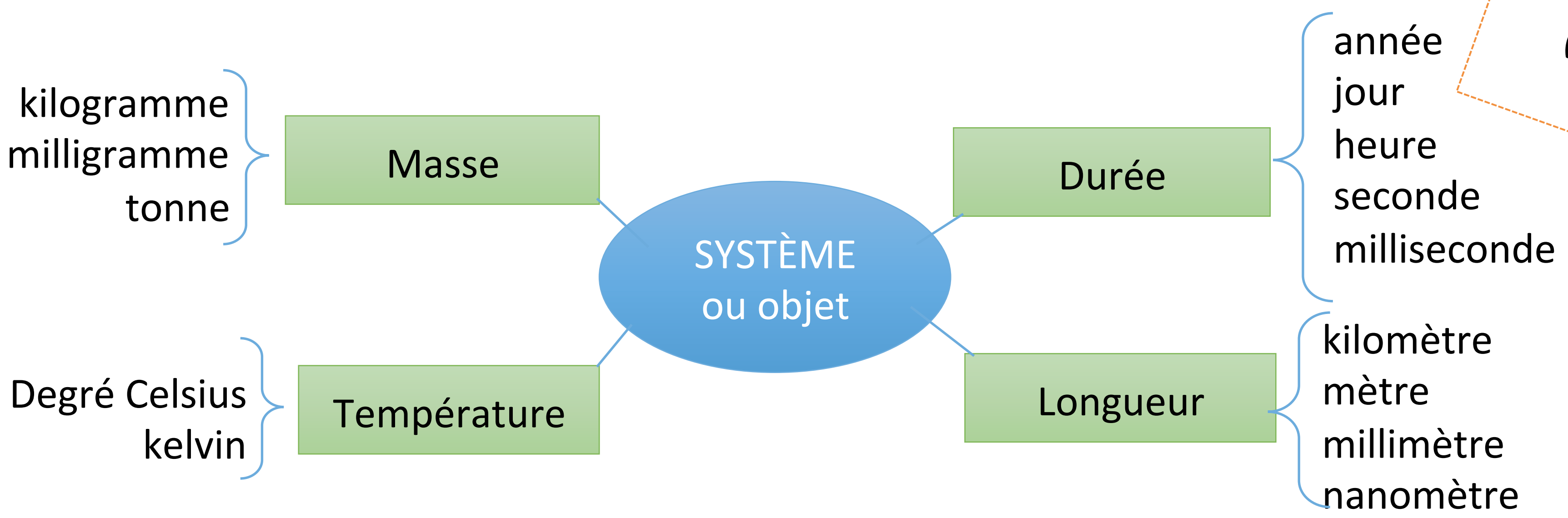
Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Hiérarchisation: système, grandeurs, unités de grandeurs

A tout système ou objet sont associées des grandeurs.

Ces grandeurs peuvent être exprimées à l'aide d'unités de grandeurs.

Attention: Pour les élèves, la « grandeur » se résume souvent à la taille ou au prestige (polysémie du quotidien)



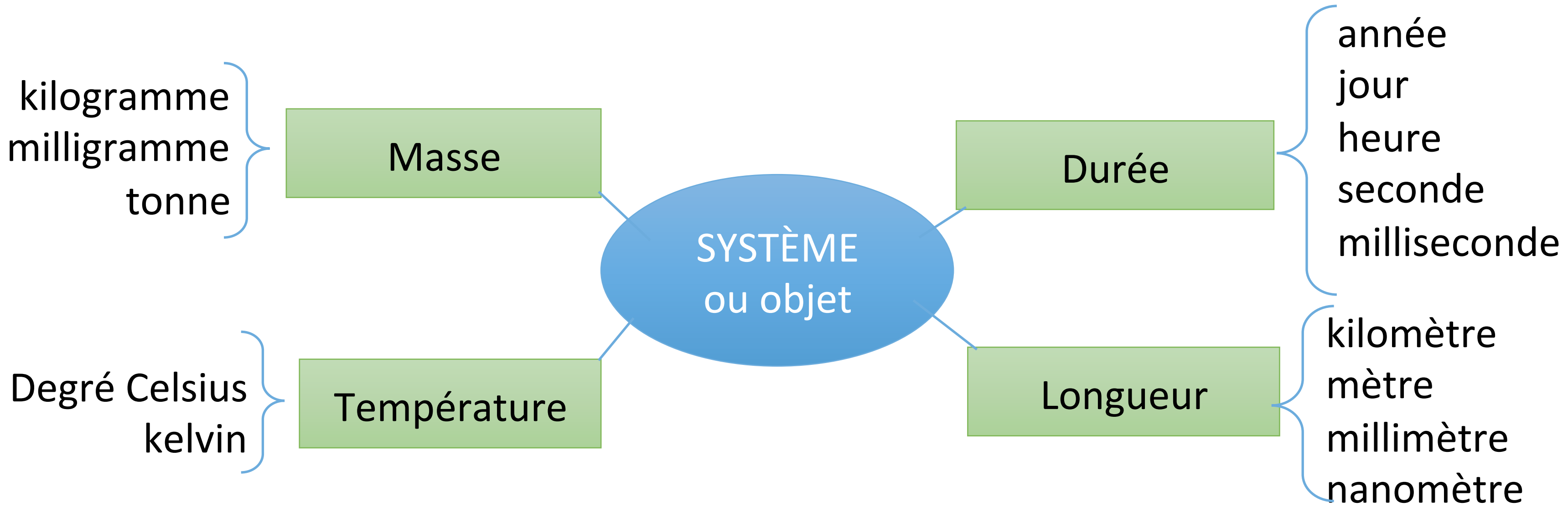
Grandeurs produits, quotients et composées

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Hiérarchisation: système, grandeurs, unités de grandeurs

A tout système ou objet sont associées des grandeurs.

Ces grandeurs peuvent être exprimées à l'aide d'unités de grandeurs.



Grandeurs produits, quotients et composées

Une grandeur composée est une grandeur définie à partir du produit ou du rapport d'autres grandeurs.

Exemples de grandeurs produits: aire, volume, quantité de mouvement
Exemples de grandeurs quotients: vitesse, masse volumique

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^1 = km$$

$$\div\, km$$

$$km^0 = 1$$

$$\div\, km$$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^1 = km$$

$$\div\, km$$

$$km^0 = 1$$

$$\div\, km$$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

$$km^3 \times km^2 = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$\div\, km$$

$$km^1 = km$$

$$\div\, km$$

$$km^0 = 1$$

$$\div\, km$$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$$\div\, km$$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

$$km^3 = km \times km \times km$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^2 = km \times km$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^1 = km$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^0 = 1$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$
$$\xrightarrow{\div km}$$
$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^0 = \ ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$\div\, km$

$$km^2 = km \times km$$

$\div\, km$

$$km^1 = km$$

$\div\, km$

$$km^0 = 1$$

$\div\, km$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$\div\, km$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$\div\, km$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

$$km^0 = \ ?$$

$$
\begin{aligned}
& km^3 = km \times km \times km \\
\div km \quad & km^2 = km \times km \\
\div km \quad & km^1 = km \\
\div km \quad & km^0 = 1 \\
\div km \quad & km^{-1} = \frac{1}{km} \\
\div km \quad & km^{-2} = \frac{1}{km^2} \\
\div km \quad & km^{-3} = \frac{1}{km^3}
\end{aligned}
$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$\div\, km$

$$km^2 = km \times km$$

$\div\, km$

$$km^1 = km$$

$\div\, km$

$$km^0 = 1$$

$\div\, km$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$\div\, km$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$\div\, km$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^{-2} = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$\xrightarrow{\div km} km^2 = km \times km$$

$$\xrightarrow{\div km} km^1 = km$$

$$\xrightarrow{\div km} km^0 = 1$$

$$\xrightarrow{\div km} km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$$\xrightarrow{\div km} km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$$\xrightarrow{\div km} km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

$$km^{-2} = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$\div\, km$

$$km^2 = km \times km$$

$\div\, km$

$$km^1 = km$$

$\div\, km$

$$km^0 = 1$$

$\div\, km$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$\div\, km$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$\div\, km$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

$$\begin{aligned}
& km^3 = km \times km \times km \\
\div\, km \quad & \\
& km^2 = km \times km \\
\div\, km \quad & \\
& km^1 = km \\
\div\, km \quad & \\
& km^0 = 1 \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-1} = \frac{1}{km} \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-2} = \frac{1}{km^2} \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-3} = \frac{1}{km^3}
\end{aligned}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$\div\, km$

$$km^2 = km \times km$$

$\div\, km$

$$km^1 = km$$

$\div\, km$

$$km^0 = 1$$

$\div\, km$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$\div\, km$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$\div\, km$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\dfrac{1}{km^{+2}}}$$

$$\frac{1}{km^{-2}} = \quad ?$$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$\div\, km$

$$km^2 = km \times km$$

$\div\, km$

$$km^1 = km$$

$\div\, km$

$$km^0 = 1$$

$\div\, km$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$\div\, km$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$\div\, km$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\frac{1}{km^{+2}}}$$

$$\frac{1}{km^{-2}} = \quad ?$$

$$\begin{aligned}
km^3 &= km \times km \times km \\
&\downarrow \div km \\
km^2 &= km \times km \\
&\downarrow \div km \\
km^1 &= km \\
&\downarrow \div km \\
km^0 &= 1 \\
&\downarrow \div km \\
km^{-1} &= \frac{1}{km} \\
&\downarrow \div km \\
km^{-2} &= \frac{1}{km^2} \\
&\downarrow \div km \\
km^{-3} &= \frac{1}{km^3}
\end{aligned}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose!
(égalité des rapports)

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\dfrac{1}{km^{+2}}} = \frac{1 \times km^{+2}}{\dfrac{1}{km^{+2}} \times km^{+2}}$$

$$\frac{1}{km^{-2}} = \quad ?$$

$$\begin{aligned}
km^3 &= km \times km \times km \\
&\quad \div km \\
km^2 &= km \times km \\
&\quad \div km \\
km^1 &= km \\
&\quad \div km \\
km^0 &= 1 \\
&\quad \div km \\
km^{-1} &= \frac{1}{km} \\
&\quad \div km \\
km^{-2} &= \frac{1}{km^2} \\
&\quad \div km \\
km^{-3} &= \frac{1}{km^3}
\end{aligned}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose!
(égalité des rapports)

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = (km \times km \times km) \times (km \times km) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\frac{1}{km^{+2}}} = \frac{1 \times km^{+2}}{\frac{1}{\cancel{km}^{+2}} \times \cancel{km}^{+2}} = km^{+2}$$

$$\frac{1}{km^{-2}} = \quad ?$$

$$\begin{aligned}
km^3 &= km \times km \times km \\
&\quad \div km \\
km^2 &= km \times km \\
&\quad \div km \\
km^1 &= km \\
&\quad \div km \\
km^0 &= 1 \\
&\quad \div km \\
km^{-1} &= \frac{1}{km} \\
&\quad \div km \\
km^{-2} &= \frac{1}{km^2} \\
&\quad \div km \\
km^{-3} &= \frac{1}{km^3}
\end{aligned}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose!
(égalité des rapports)

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\dfrac{1}{km^{+2}}} = \frac{1 \times km^{+2}}{\dfrac{1}{\cancel{km}^{+2}} \times \cancel{km}^{+2}} = km^{+2}$$

Donc $\dfrac{1}{km^{-2}} = km^{+2}$

$$\begin{aligned}
& km^3 = km \times km \times km \\
\div\, km \quad & \\
& km^2 = km \times km \\
\div\, km \quad & \\
& km^1 = km \\
\div\, km \quad & \\
& km^0 = 1 \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-1} = \frac{1}{km} \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-2} = \frac{1}{km^2} \\
\div\, km \quad & \\
& km^{-3} = \frac{1}{km^3}
\end{aligned}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose!
(égalité des rapports)

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Unités composées: les puissances d'unités

1. Définir la puissance pour des exposants positifs entiers non nuls :

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$km^2 = km \times km$$

$$km^1 = km$$

2. Relation produit-exposant:

$$km^3 \times km^2 = \left(km \times km \times km\right) \times \left(km \times km\right) = km^5$$

Donc $km^3 \times km^2 = km^{3+2}$

3. Définir la puissance pour l'exposant nul:

$$km^3 \times km^0 = km^{3+0} = km^3$$

Donc $km^0 = 1$

4. Définir la puissance pour l'exposant entier négatif:

$$km^4 \times km^{-2} = km^{4-2} = km^2$$

Donc $km^{-2} = \dfrac{1}{km^{+2}}$

5. L'inverse d'une puissance d'exposant négatif:

$$\frac{1}{km^{-2}} = \frac{1}{\frac{1}{km^{+2}}} = \frac{1 \times km^{+2}}{\frac{1}{\cancel{km}^{+2}} \times \cancel{km}^{+2}} = km^{+2}$$

Donc $\dfrac{1}{km^{-2}} = km^{+2}$

$$km^3 = km \times km \times km$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^2 = km \times km$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^1 = km$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^0 = 1$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^{-1} = \frac{1}{km}$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^{-2} = \frac{1}{km^2}$$

$$\xrightarrow{\div km}$$

$$km^{-3} = \frac{1}{km^3}$$

Les puissances d'unités se comportent comme les puissances de dix.

Les puissances d'unités sont un objet d'apprentissage en soi.

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose!
(égalité des rapports)

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

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

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50 J/s = 50\,W$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i}$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50 J/s = 50\,W \qquad 1\,W = \frac{1 J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01 A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega \qquad 1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50\,J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1\,J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01\,A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$P = m.g$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P=\frac{E}{t}=\frac{500\,J}{10\,s}=50J/s=50\,W \qquad 1\,W=\frac{1J}{1\,s}$$

$$R=\frac{U}{i}=\frac{2\,V}{0{,}01A}=200\,\frac{V}{A}=200\,V/A=200\,\Omega \qquad 1\,\Omega=\frac{1\,V}{1\,A}$$

$$P=m.g=50\,kg\times 10\,\frac{m}{s^2}=500\,kg.\frac{m}{s^2}=500\,N$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$\mathrm{P} = \mathrm{m.g} = 50\,\mathrm{kg} \times 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 500\,\mathrm{kg}.\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 500\,\mathrm{N}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50 J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1 J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01 A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$E = \frac{1}{2} m.v^2$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50 J/s = 50\,W$$

$$1\,W = \frac{1 J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01 A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50\,J/s = 50\,W \qquad 1\,W = \frac{1\,J}{1\,s}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01\,A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega \qquad 1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N \qquad 1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J \qquad 1\,J = 1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P=\frac{E}{t}=\frac{500\,J}{10\,s}=50J/s=50\,W$$

$$R=\frac{U}{i}=\frac{2\,V}{0{,}01A}=200\,\frac{V}{A}=200\,V/A=200\,\Omega$$

$$P=m.g=50\,kg\times 10\,\frac{m}{s^2}=500\,kg.\frac{m}{s^2}=500\,N$$

$$E=\frac{1}{2}m.v^2=\frac{1}{2}\times 800\,kg\times\left(10\frac{m}{s}\right)^2=40000\,kg\frac{m^2}{s^2}=40000\,J$$

$$1\,W=\frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega=\frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N=1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J=1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées
sont des objets d'apprentissage
en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* »
(première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\,\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J = 1\,kg\,\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées
sont des objets d'apprentissage
en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* »
(première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

$$t = \frac{d}{v} = \frac{200\,km}{100\,\frac{km}{h}}$$

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J = 1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées sont des objets d'apprentissage en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* » (première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

$$t = \frac{d}{v} = \frac{200\,km \times h}{100\,\frac{km}{h} \times h}$$

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose. (égalité des rapports)

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P=\frac{E}{t}=\frac{500\,J}{10\,s}=50J/s=50\,W$$

$$R=\frac{U}{i}=\frac{2\,V}{0{,}01A}=200\,\frac{V}{A}=200\,V/A=200\,\Omega$$

$$P=m.g=50\,kg\times 10\,\frac{m}{s^2}=500\,kg.\frac{m}{s^2}=500\,N$$

$$E=\frac{1}{2}m.v^2=\frac{1}{2}\times 800\,kg\times\left(10\frac{m}{s}\right)^2=40000\,kg\frac{m^2}{s^2}=40000\,J$$

$$1\,W=\frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega=\frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N=1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J=1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées
sont des objets d'apprentissage
en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* »
(première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

$$t=\frac{d}{v}=\frac{200\,km\times h}{100\,\frac{km}{\cancel{h}}\times\cancel{h}}=\frac{200\,km\times h}{100\,km}$$

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose.
(égalité des rapports)

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J = 1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées
sont des objets d'apprentissage
en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* »
(première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

$$t = \frac{d}{v} = \frac{200\,km \times h}{100\,\frac{km}{\cancel{h}} \times \cancel{h}} = \frac{200\,\cancel{km} \times h}{100\,\cancel{km}} = 2\,h$$

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de
multiplier numérateur et dénominateur par la même chose.
(égalité des rapports)

La relation de la force de gravitation

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50J/s = 50\,W$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2} \times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J = 1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les unités composées sont des objets d'apprentissage en soi.

Le signe égal:
le signe égal signifie « *la même chose que* » (première approche)

Les divisions de fractions avec les unités

$$t = \frac{d}{v} = \frac{200\,km \times h}{100\,\frac{km}{\cancel{h}} \times \cancel{h}} = \frac{200\,\cancel{km} \times h}{100\,\cancel{km}} = 2\,h$$

Pour simplifier les divisions de fractions, il suffit de multiplier numérateur et dénominateur par la même chose. (égalité des rapports)

La relation de la force de gravitation

$$F = G.\frac{m.M}{d^2}$$

Gestion des puissances de 10
Gestion des puissances d'unités

Niveau de maîtrise élevé des applications numériques:
À envisager en repères de progressivité
avec des aides par niveau.

Unités dans les calculs: vers de nouveaux objets d'apprentissage

Les unités composées: watt, ohm, newton et joule

$$P = \frac{E}{t} = \frac{500\,J}{10\,s} = 50 J/s = 50\,W$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{2\,V}{0{,}01A} = 200\,\frac{V}{A} = 200\,V/A = 200\,\Omega$$

$$P = m.g = 50\,kg \times 10\,\frac{m}{s^2} = 500\,kg.\frac{m}{s^2} = 500\,N$$

$$E = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2}\times 800\,kg \times \left(10\,\frac{m}{s}\right)^2 = 40000\,kg\frac{m^2}{s^2} = 40000\,J$$

$$1\,W = \frac{1J}{1\,s}$$

$$1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$$

$$1\,N = 1\,kg.\frac{1\,m}{1\,s^2}$$

$$1\,J = 1\,kg\frac{1\,m^2}{1\,s^2}$$

Les divisions de fractions avec les unités

$$t = \frac{d}{v} = \frac{200\,km \times h}{100\,\frac{km}{\cancel{h}} \times \cancel{h}} = \frac{200\,\cancel{km} \times h}{100\,\cancel{km}} = 2\,h$$

La relation de la force de gravitation

$$F = G.\frac{m.M}{d^2}$$

Gestion des puissances de 10
Gestion des puissances d'unités

Mettre les unités dans les calculs conduit à se poser de nouvelles questions.

Répondre à ces questions conduit à réinvestir les fondamentaux disciplinaires, alors envisagés comme objets d'apprentissage en soi.

Message aux collègues :

Mettre les unités dans les calculs

- C'est faire de **l'analyse dimensionnelle directement intégrée** au calcul: **ne prend pas plus de temps** que de faire l'analyse dimensionnelle *à part*.
- Peut sembler « trop compliqué pour les élèves » ou « alourdir les calculs », mais **redonne du sens aux calculs et aux notations** par ***l'explicitation***.
- Entraîne de nouvelles questions mais qui renvoient **aux fondamentaux:** il est justement important de les travailler.
- Permet aux élèves d'**acquérir une méthodologie de calcul**, **d'identifier et de comprendre leurs erreurs**.
- Permet aux élèves de **valider leurs calculs.**

Nous avons le *droit* de mettre les unités dans les calculs.

Mettre les unités dans calculs les permet aux élèves de redonner du sens au calculs.

Prenons soin du signe égal et travaillons sa signification.

La rédaction des applications numériques est
un objet mathématique *partagé*.

Son apprentissage est donc l'affaire
de toutes les disciplines scientifiques.

Prenons-en soin, pour **mieux former nos élèves**!

IMPORTANCE DE L'AP:

En AP je travaille les apprentissages directement utiles pour ma discipline et pour celles de mes collègues.

Regards croisés maths-physique et chimie

Pour aller plus loin:

La Proportionnalité

Objets d'apprentissage aux multiples facettes : enjeux de formation des élèves

L'Isolement de Terme

Objets d'apprentissage contre astuces: enjeux de formation des élèves

Le site physique-chimie de l'académie de Créteil: http://pc.ac-creteil.fr/spip.php?rubrique129

La page du groupe Maths-Physique et Chimie de l'IREM: http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/sections/maths_physique-chimie/

Le padlet du groupe : https://padlet.com/mpc_iremp7/regardscroises

Pour se former avec des collègues de maths et de physique-chimie:

PAF : Regards croisés Maths-PC: calculs et dépendances

CHAPITRE : « INT » (pour interdisciplinaire)

PARIS IREM

Pour nous contacter:

mpc@irem.univ-paris-diderot.fr

académie Créteil