Physique
Tech 2

Gaël MRT

26 février 2020

Table des matières

Chapitre 1

Balistique

1.1 Théorie

1.1.1 Equations

1. $Viy = \sin(\alpha) * Vi$
2. $Vix = \cos(\alpha) * Vi$
3. $x = Vx * t + xi$
4. $y = \frac{1}{2} * g * t^2 + Viy * t + yi$
5. $Vy = g * t + Viy$

Viette $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4*a*c}}{2*a}$

1.1.2 Constantes

g = -9.81
Vix = Vx

1.2 Exercices

1.2.1 Exercice 1

Enoncé

Du haut d'un plongeoir de 10m, vous vous élancez avec une vitesse de 3.6 km/h et un angle de 20° vers le haut par rapport à l'horizontal.
A quel endroit allez-vous toucher l'eau ?

Réponse

Les équations du problème
— $\vec{Vi} = (3.6[\frac{km}{h}]; 20°) = (1[\frac{m}{s}]; 20°)$
— $xi = 0$

— $yi = 10[m]$
— $Vxi = \cos(20) * 1 = 0.9397[\frac{m}{s}]$
— $Vyi = \sin(20) * 1 = 0.3420[\frac{m}{s}]$
— $yf = 0$
— $xf = Vx * t + xi = 0.9397 * t$

Pour trouver le temps
— $yf = \frac{1}{2} * g * t^2 + Vyi * t + yi \Rightarrow 0 = \frac{-9.81}{2} * t^2 + 0.342 * t + 10$
— $t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4*a*c}}{2*a} \Rightarrow t = \frac{-0.342 \pm \sqrt{0.342^2 - 4* -4.905 * 10}}{2* -4.905}$
— $t = \frac{-0.342 \pm 14.011}{-9.81} = -1.393[s]or 1, 463[s]$
— $t > 0$ car on ne peut pas remonter dans le temps $t = 1.463[s]$

Pour trouver le x final
— $xf = 0.9397 * 1.463 = 1.375[m]$

On va toucher l'eau au point $(1.375[m], 0)$

1.2.2 Exercice 2

Enoncé

Lors d'un service, Federer frappe la balle à une hauteur de 260cm et avec un angle de 9° vers le bas par rapport à l'horizontal. Il se trouve à 10 mètres du filet qui a une hauteur de 90 centimètres.
Trouvez la vitesse de départ de la balle en km/h, si elle frôle le haut du filet et donner ensuite la réponse sous forme vectorielle polaire.

Réponse

Les équations du problème
— $\vec{Vi} = (?[km/h]; 351°)$
— $xi = 0$
— $yi = 2.6[m]$
— $xf = 10[m]$
— $yf = 0.9[m]$
— $Vxi = Vi * \cos(351)$
— $Vyi = Vi * \sin(351)$
— $t =?$

Trouvons le temps
— $yf = \frac{1}{2} * g * t^2 + Vyi * t + yi \Rightarrow 0.9 = \frac{-9.81}{2} * t^2 + Vyi * t + 2.6$
— $Vyi = Vi * \sin(351)$ donc $0.9 = \frac{-9.81}{2} * t^2 + Vi * \sin(351) * t + 2.6$
— $xf = Vxi * t + xi \Rightarrow 10 = Vxi * t$
— $Vxi = Vi * \cos(351)$ donc $Vi = \frac{10}{\cos(351)*t}$
— $0.9 = \frac{-9.81}{2} * t^2 + \frac{10}{\cos(351)*\underline{t}} * \sin(351) * \underline{t} + 2.6$

On simplifie les t
— $0.9 = \frac{-9.81}{2} * t^2 + \frac{10}{\cos(351)} * \sin(351) + 2.6$
— $\frac{-9.81}{2} * t^2 = -0.1162$
— $t^2 = 0.0237$
— $t = 0.1538[s]ou - 0.1538[s]$ mais négatif impossible

Trouvons $\overrightarrow{Vi}$

— $Vi = \frac{10}{\cos(351)*0.1538} = 65.787[\frac{m}{s}] \Rightarrow 236.833[\frac{km}{h}]$

— $\overrightarrow{V}_i = (236.833[\frac{km}{h}]; 351°)$

Voici donc le resultat : $\overrightarrow{V}_i = (236.833[\frac{km}{h}]; 351°)$

Chapitre 2

Quantité de mouvement

2.1 Théorie

La quantité de mouvement est égale à la vitesse multipliée par la masse $\vec{P} = m*\vec{V}$. Son signe est alors $[kg * \frac{m}{s}]$.
La somme des quantité de mouvement avant sera toujours égale à la somme des quantité de mouvement après
$\sum_{i=1}^{n} \vec{P} avant = \sum_{i=1}^{m} \vec{P} apres$
Qui peut être écrit :
$m1 * \binom{V1x}{V1y} + m2 * \binom{V2x}{V2y} = m3 * \binom{V3x}{V3y} + ...$

2.2 Exercices

2.2.1 Exercice 1

Enoncé

Une voiture de 0.9 tonnes qui fait la course avec une vitesse de 162 km/h rentre en collision avec une autre voiture de 1,4 tonnes venant de sa gauche à angle droit et qui roule normalement à 14m/s. Les 2 voitures reste ensemble après le choc

Trouvez la $\vec{V}$ après le choc ?

Réponse

$\vec{V1} = \binom{45}{00}[\frac{m}{s}]$
$\vec{V2} = \binom{+00}{-14}[\frac{m}{s}]$
$\vec{P1} = 900 * \binom{45}{00} = \binom{40500}{00000}[kg * \frac{m}{s}]$
$\vec{P2} = 1400 * \binom{+00}{-14} = \binom{+00000}{-19600}[kg * \frac{m}{s}]$
$\vec{P1} + \vec{P2} = \vec{P3} = \binom{+40500}{-19600}[kg * \frac{m}{s}]$
$\vec{V3} = \vec{P3} / (m1 + m2) = \binom{+40500}{-19600} / (900 + 1400) = \binom{+17.61}{-08.52}[\frac{m}{s}]$
$\vec{V3} = \binom{+17.61}{-08.52}[\frac{m}{s}] = (19.56[\frac{m}{s}]; 334.18°) \approx (70[\frac{km}{h}]; 334.18°)$

2.2.2 Exercice 2

Enoncé

Arme à feu
$\overrightarrow{Pballe}$ =? $m = 4[g]$
$\overrightarrow{Parme}$ =? $m = 1.6[kg]$
Feu !
$\overrightarrow{P'balle}$ =? $\overrightarrow{V} = (400[\frac{m}{s}]; 180°)$
$\overrightarrow{P'arme}$ =?
Donnez $\overrightarrow{V'arme}$ de l'arme en $[\frac{km}{h}]$?

Réponse

Partie 1
— /!\ $\overrightarrow{Pballe}+\overrightarrow{Parme} =\overrightarrow{P'balle} +\overrightarrow{P'arme}$ car conservation de $\overrightarrow{P}$
— $\overrightarrow{Pballe} = \binom{0}{0}$ car $\overrightarrow{V1} = \binom{0}{0}$
— $\overrightarrow{Parme} = \binom{0}{0}$ car $\overrightarrow{V1} = \binom{0}{0}$
Partie 2
— $\overrightarrow{P'balle} =\overrightarrow{V'balle}\, balle * m = \binom{-400}{+000} * 0.004 = \binom{-1.6}{0}$
— $\overrightarrow{P'balle}+\overrightarrow{P'arme} = 0$
— $\overrightarrow{P'arme} = -\overrightarrow{P'balle} = \binom{1.6}{0}$
— $\frac{\overrightarrow{P'arme}}{m} =\overrightarrow{V'arme} \Rightarrow \frac{\binom{1.6}{0}}{1.6} = \binom{1}{0}[\frac{m}{s}]$
Donc $\overrightarrow{V'arme} = \binom{1}{0} \Rightarrow (1[\frac{m}{s}]; 0°)$
Ce qui donne $(3.6[\frac{km}{h}]; 0°)$

2.2.3 Exercice 3

Enoncé

La quantité de mouvement nous permet également de trouver la masse d'un objet.

On prend un objet B dont on connait la masse $(500[g])$ et la vitesse $(\binom{0}{0}[\frac{m}{s}])$

Nous avons un objet A dont on connait sa vitesse $(\binom{4}{0}[\frac{m}{s}])$ mais pas sa masse

Après le choc, l'objet B est repoussé à une vitesse égale à $\overrightarrow{V'B} = \binom{0.54}{0.00}[\frac{m}{s}]$ alors que l'objet A part dans l'autre direction à une vitesse de $2.48[\frac{m}{s}]$

Valeurs

$\overrightarrow{V_B} = \binom{0}{0}[\frac{m}{s}]$
$m_B = 500[g]$
$\overrightarrow{V_A} = \binom{4}{0}[\frac{m}{s}]$
m_A =?
$\overrightarrow{V'_A} = \binom{-2.48}{+0.00}[\frac{m}{s}]$
$\overrightarrow{V'_A} = \binom{0.54}{0.00}[\frac{m}{s}]$

Réponse

- $\overrightarrow{P_A} = \binom{4}{0} * m_A$
- $\overrightarrow{P_B} = \binom{0}{0} * 0.5 = \binom{0}{0}$
- $\overrightarrow{P'_B} = \binom{0.54}{0.00} * 0.5 = \binom{0.27}{0.00}$
- $\overrightarrow{P'_A} = \binom{-2.48}{+0.00} * m_A$
- $\overrightarrow{P_A} + \overrightarrow{P_B} = \overrightarrow{P'_A} + \overrightarrow{P'_A}$ car conservation de $\overrightarrow{P}$
- $\binom{4}{0} * m_A + \binom{0}{0} = \binom{-2.48}{+0.00} * m_A + \binom{0.27}{0.00}$
- $\binom{4}{0} * m_A - \binom{-2.48}{+0.00} * m_A = \binom{0.27}{0.00}$
- $\binom{6.48}{0.00} * m_A = \binom{0.27}{0.00}$
- $m_A = 0.041666667[kg] \Rightarrow 42[g]$

2.2.4 Exercice 4

Enoncé

Une météorite de $1[t]$ dont la vitesse est de $(108[\frac{km}{h}]; 0°)$ rentre en collision avec une autre météorite de $4[t]$ dont la vitesse est de $(36[\frac{km}{h}]; 50°)$. Après la collision, la deuxième météorite part avec une vitesse de $(8[\frac{m}{s}]; 25°)$

Quel est la vitesse $\overrightarrow{V}$ de la première météorite après la collision ?

Valeurs

$M1$
- $m1 = 1[t] \Rightarrow 1000[kg]$
- $\overrightarrow{V1} = (108[\frac{km}{h}]; 0°) \Rightarrow (30[\frac{m}{s}]; 0°) ou \binom{30*\cos(0)}{30*\sin(0)} = \binom{30}{00}[\frac{m}{s}]$
- $\overrightarrow{V1'} = ?$

$M2$
- $m2 = 4[t] \Rightarrow 4000[kg]$
- $\overrightarrow{V2} = (36[\frac{km}{h}]; 50°) \Rightarrow (10[\frac{m}{s}]; 50°) ou \binom{6.428}{7.660}[\frac{m}{s}]$
- $\overrightarrow{V2'} = (8[\frac{m}{s}]; 25°) ou \binom{7.250}{3.381}[\frac{m}{s}]$

Réponse

Calculer les quantités de mouvement
- $\overrightarrow{P1} = \overrightarrow{V1} * m1 = \binom{30}{00} * 1000 = \binom{30000}{0}[kg * \frac{m}{s}]$
- $\overrightarrow{P2} = \overrightarrow{V2} * m2 = \binom{6.428}{7.660} * 4000 = \binom{25712}{30640}[kg * \frac{m}{s}]$
- $\overrightarrow{P1'} = \overrightarrow{V1'} * m1 = ? * 1000$
- $\overrightarrow{P2'} = \overrightarrow{V2'} * m2 = \binom{7.250}{3.381} * 4000 = \binom{29000}{13524}[kg * \frac{m}{s}]$

$\overrightarrow{P1} + \overrightarrow{P2} = \overrightarrow{P1'} + \overrightarrow{P2'}$ car conservation de la quantité de mouvement
- $\overrightarrow{P1'} = \overrightarrow{P1} + \overrightarrow{P2} - \overrightarrow{P2'} = \binom{30000}{00000} + \binom{25712}{30640} - \binom{29000}{13524} = \binom{26712}{17116}[kg * \frac{m}{s}]$
- $\overrightarrow{V1'} = \overrightarrow{P1'}/m1 = \binom{26712}{17116})/1000 = \binom{26.712}{17.116}[\frac{m}{s}] \Rightarrow (31.725[\frac{m}{s}]; 32.65°) \Rightarrow (114.21[\frac{km}{h}]; 32.65°)$

La vitesse de la première météorite après impact est égale à $(31.725[\frac{m}{s}]; 32.65°)$.

Chapitre 3

Chaleur et energie thermique

3.1 Théorie

3.1.1 Température vs Chaleur

La température c'est l'énergie moyenne des particules exprimée en degrès. A 0 degrès Kelvin les particules sont figées.

Signe international = $Kelvin(K)$

$0[K] = -273.15°C$

La chaleur est l'énergie fournie pour augmenter ou diminuer la température. L'objet dont la température baisse expulse de la chaleur alors que si on donne de la chaleur, la température augmente.

Signe international = $[J]$

3.1.2 Formules

Chaleur $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti)$

— m = masse $[kg]$

— Cm = Chaleur massique $[\frac{J}{kg*K}]$

— $Tf - Ti$ = Temperature (K ou $°C$)

Complexe $Q = Cs * (Tf - Ti)$

— Cs = Chaleur Spécifique $[\frac{J}{K}]$

— $Tf - Ti$ = Temperature (K ou $°C$)

3.1.3 Changement d'état

$Q = m * Lf$ où Lf = Chaleur latente de fusion = $[\frac{J}{kg}]$

3.1.4 Transformation physique vs chimique

Une transformation physique est reversible alors qu'une transformation chimique ne l'est pas.

3.2 Exercices

3.2.1 Exercice 1-1

Enoncé

Un bol d'eau de $1litre$ dont la température est de $14°C$. La chaleur massique de l'eau est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. *Quel est la chaleur nécessaire pour l'amener à* $90°C$ *?*

Valeurs

— $m = 1litre \Rightarrow 1[kg]$
— $Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
— $Tf = 90°C$
— $Ti = 14°C$

Reponse

— $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti) = 1 * 4180 * (90 - 14) = 434720[J]$

3.2.2 Exercice 1-2

Enoncé

Le lac de Genève contient $89[km^3]$.La chaleur massique de l'eau est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. *Quel est la chaleur nécessaire pour augmenter la température de* $2°C$ *?*

Valeurs

— $m = 89km^3 = 89 * 10^{12}litres \Rightarrow 89 * 10^{12}[kg]$
— $Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
— $\Delta T = 2°C$

Reponse

— $Q = Eth = m * Cm * \Delta T = 89 * 10^{12} * 4180 * 2 = 7.4404 * 10^{17}[J]$

3.2.3 Exercice 2-1

Enoncé

Une tasse de café à $60°C$ de 1dl dont la chaleur massique est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. On y rajoute $12[g]$ de crème à $4°C$ dont la chaleur massique est de $3350[\frac{J}{kg*K}]$.

A quelle température allez-vous boire le café ?

Valeurs

crème (1)
$T1 = 4°C$
$m1 = 12[g] = 0.012[kg]$
$Cm1 = 3350[\frac{J}{kg*K}]$
café (2)
$T2 = 60°C$
$m2 = 1[dl] = 0.1[kg]$
$Cm2 = 4180[\frac{J}{kg*K}]$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 0.012 * 3350 * (Tf - 4) = 40.2 * (Tf - 4) = 40.2Tf - 160.80$
— $Q2 = 0.1 * 4180 * (Tf - 60) = 418 * (Tf - 60) = 418Tf - 25080$
Conservation des Q : $Q1 + Q2 = 0$
— $Q1 + Q2 = 458.2Tf - 24919.2 = 0$
— $Tf = \frac{24919.2}{458.2} = 55°C$

3.2.4 Exercice 2-2

Enoncé

Une tasse de café à $60°C$ de 1dl dont la chaleur massique est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. On y rajoute $12[g]$ de crème à $4°C$ dont la chaleur massique est de $3350[\frac{J}{kg*K}]$. On rajoute une tasse en pyrex dont la chaleur massiques est de $830[\frac{J}{kg*K}]$.

A quelle température allez-vous boire le café ?

Valeurs

crème (1)
$T1 = 4°C$
$m1 = 12[g] = 0.012[kg]$
$Cm1 = 3350[\frac{J}{kg*K}]$
café (2)
$T2 = 60°C$
$m2 = 1[dl] = 0.1[kg]$
$Cm2 = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
tasse en pyrex (3)
$T3 = 20°C$
$m3 = 0.1[kg]$
$Cm3 = 830[\frac{J}{kg*K}]$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 0.012 * 3350 * (Tf - 4) = 40.2 * (Tf - 4) = 40.2Tf - 160.80$
— $Q2 = 0.1 * 4180 * (Tf - 60) = 418 * (Tf - 60) = 418Tf - 25080$
— $Q3 = 0.1 * 830 * (Tf - 20) = 83 * (Tf - 20) = 83Tf - 1660$
Conservation des Q : $Q1 + Q2 + Q3 = 0$
— $Q1 + Q2 + Q3 = 541.2 - 26579.2 = 0$
— $Tf = \frac{26579.2}{541.2} = 49.1°C$

3.2.5 Exercice 2-3

Enoncé

Une tasse de café à $60°C$ de 1dl dont la chaleur massique est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. On y rajoute $12[g]$ de crème à $4°C$ dont la chaleur massique est de $3350[\frac{J}{kg*K}]$. On rajoute une tasse en pyrex dont la chaleur massiques est de $830[\frac{J}{kg*K}]$. On prend en compte l'air dont la chaleur massique est de $1000[\frac{J}{kg*K}]$ et la masse volumique de $1.28[\frac{kg}{m^3}]$.Le volume de l'air est égal à $0.025^2 * 0.02 * \pi = 3.927 * 10^{-5}[m^3]$.

A quelle température allez-vous boire le café ?

Valeurs

crème (1)
$T1 = 4°C$
$m1 = 12[g] = 0.012[kg]$
$Cm1 = 3350[\frac{J}{kg*K}]$
café (2)
$T2 = 60°C$
$m2 = 1[dl] = 0.1[kg]$
$Cm2 = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
tasse en pyrex (3)
$T3 = 20°C$
$m3 = 0.1[kg]$
$Cm3 = 830[\frac{J}{kg*K}]$
air (4)
$T4 = 20°C$
$\rho 4 = 1.28[\frac{kg}{m^3}]$
$V4 = 3.927 * 10^{-5}[m^3]$
$m4 = mV * V = 1.28 * 3.927 * 10^{-5} = 5.027 * 10^{-5}[kg]$
$Cm4 = 1000[\frac{J}{kg*K}]$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti)$

— $Q1 = 0.012 * 3350 * (Tf - 4) = 40.2 * (Tf - 4) = 40.2Tf - 160.80$
— $Q2 = 0.1 * 4180 * (Tf - 60) = 418 * (Tf - 60) = 418Tf - 25080$
— $Q3 = 0.1 * 830 * (Tf - 20) = 83 * (Tf - 20) = 83Tf - 1660$
— $Q4 = (5.027 * 10^{-5}) * 1000 * (Tf - 20) = (5.027 * 10^{-2}) * (Tf - 20) = (5.027 * 10^{-2})Tf - 1.005$

Conservation des Q : $Q1 + Q2 + Q3 + Q4 = 0$
— $Q1 + Q2 + Q3 + Q4 = 541.25Tf - 26579.2 = 0$
— $Tf = \frac{26579.2}{541.25} = 49.11°C$

3.2.6 Exercice 3

Enoncé

Une tasse de café à $60°C$ de 1dl dont la chaleur massique est de $4180[\frac{J}{kg*K}]$. On y rajoute $12[g]$ de crème à $4°C$ dont la chaleur massique est de $3350[\frac{J}{kg*K}]$. On rajoute une tasse en pyrex dont la chaleur massiques est de $830[\frac{J}{kg*K}]$. On prend en compte l'air dont la chaleur massique est de $1000[\frac{J}{kg*K}]$ et la masse volumique de $1.28[\frac{kg}{m^3}]$.Le café est à $30°C$ après.

Quel était le volume d'air autour du café ?

Valeurs

crème (1)
- $T1 = 4°C$
- $m1 = 12[g] = 0.012[kg]$
- $Cm1 = 3350[\frac{J}{kg*K}]$

café (2)
- $T2 = 60°C$
- $m2 = 1[dl] = 0.1[kg]$
- $Cm2 = 4180[\frac{J}{kg*K}]$

tasse en pyrex (3)
- $T3 = 20°C$
- $m3 = 0.1[kg]$
- $Cm3 = 830[\frac{J}{kg*K}]$

air (4)
- $T4 = 20°C$
- $\rho4 = 1.28[\frac{kg}{m^3}]$
- $V4 = 3.927 * 10^{-5}[m^3]$
- $m4 = ?$
- $Cm4 = 1000[\frac{J}{kg*K}]$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Eth = m * Cm * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 0.012 * 3350 * (30 - 4) = 1045.2[J]$
— $Q2 = 0.1 * 4180 * (30 - 60) = -12540[J]$

— $Q3 = 0.1 * 830 * (30 - 20) = 830[J]$
— $Q4 = (?) * 1000 * (30 - 20) = (?) * 10^4$
Conservation des Q : $Q1 + Q2 + Q3 + Q4 = 0$
— $Q1 + Q2 + Q3 + Q4 = -10664.8 + (?) * 10^4 = 0$
— $(?) = \frac{10664.8}{10^4} = 1.06648[kg]$
— $V4 = \frac{1.06648}{\rho 4} = 0.833[m^3]$

3.2.7 Exercice 4

Enoncé

Un thermos dont l'exterieur est à $20°C$ dans lequel on met $1litre$ d'eau à $90°C$. Après beaucoup de temps, on vérifie la température de l'eau qui est arrivé à $89°C$.

Quel est la Chaleur Spécifique du thermos ?

Valeurs

eau (1)
$Ti1 = 90°C$
$Tf1 = 89°C$
$\rho 1 = 998[\frac{kg}{m^3}]$
$V1 = 1[l] = 1[dm^3] = 0.001[m^3]$
$m1 = 0.998[kg]$
$Cm1 = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
thermos (2)
$Ti2 = 20°C$
$Tf2 = 80°C$
$Cs2 = ?$

Reponse

Calcul du Q de l'eau : $Q = Cm * m * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 4180 * 0.998 * (89 - 90) = -4171.64[J]$
Calcul du Q du thermos : $Q = Cs * (Tf - Ti)$
— $Q2 = ? * (89 - 20)$
Conservation de Q : $Q1 + Q2 = 0$
— $Q2 = -Q1$
— $? * 69 = -(-4171.64)$
— $? = 4171.64/69 = 60.459[\frac{J}{K}]$
La chaleur spécifique du thermos est de $60.459[\frac{J}{K}]]$.

3.2.8 Exercice 5

Enoncé

Quel est la Chaleur massique du machin qu'on sait pas ?

Valeurs

eau (1)
$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
$m = 400[g]ou0.4[kg]$
$Ti = 20°C$
$Tf = 21.4°C$
onsaispas (2)
$Cm = ?[\frac{J}{kg*K}]$
$m = 50[g]ou0.05[kg]$
$Ti = 400°C$
$Tf = 21.4°C$
calorimètre (3)
$Cs = 80[\frac{J}{K}]$
$Ti = 20°C$
$Tf = 21.4°C$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Cm * m * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 4180 * 0.4 * (21.4 - 20) = 2340.8[J]$
— $Q2 = Cm2 * 0.05 * (21.4 - 400)$
— $Q3 = Cs3 * (Tf - Ti3) = 80 * (21.4 - 20) = 112[J]$
Conservation des Q : $Q1 + Q2 + Q3 = 0$
— $2340.8 + Q2 + 112 = 0$
— $Q2 = -2452.8$
— $Cm2 = \frac{-2452.8}{0.05*(21.4-400)} = 129.5721078[\frac{J}{kg*K}]$

La chaleur massique du matériau est de $129.5721078[\frac{J}{kg*K}]$.

3.2.9 Exercice 6

Enoncé

Un glaçon de $10[g]$ se retrouve en une flaque après plusieurs heures.
Quel est l'energie absorbée ?

Valeurs

glace (1)
$Cm = 2060[\frac{J}{kg*K}]$
$m = 10[g]ou0.01[kg]$
$Ti = -18°C$
$Tf = 0°C$
fusion (2)
$m = 10[g]ou0.01[kg]$
$Lf = 3.3 * 10^5[\frac{J}{kg}]$
eau (3)

$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
$m = 10[g]ou0.01[kg]$
$Ti = 0°C$
$Tf = 21°C$

Reponse

Calcul de Q1 et Q3 : $Q = Cm * m * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 2060 * 0.01 * (0 - (-18)) = 370.8[J]$
— $Q3 = 4180 * 0.01 * (21 - 0) = 877.8[J]$
Calcul de Q2 : $Q = m * Lf$
— $Q2 = 0.01 * 3.3 * 10^5 = 3300[J]$
Calcul du Qtotal : $Qtot = Q1 + Q2 + Q3$
— $Qtot = 370.8 + 877.8 + 3300 = 4548.6[J]$
Le glaçon à développer $4548.6[J]$ pour se retrouver en flaque. La fusion comprend 72.5% de cette energie.

3.2.10 Exercice 7

Enoncé

un verre en pyrex $830\frac{J}{kg*K}$ de masse $100[g]$ à une température de $20°C$ remplie avec 3dl de coca ($4000\frac{J}{kg*K}$) à $11°C$ des glaçons à $-5°C$. Sachant qu'un glaçon est en forme de cube avec un côté de $2cm$

Combien de glaçons pour arriver à $5°C$

Valeurs

pyrex (1)
$Cm = 830[\frac{J}{kg*K}]$
$m = 100[g]$
$Ti = 20°C$
coca (2)
$Cm = 4000[\frac{J}{kg*K}]$
$mv = 1036[\frac{kg}{m^3}]$
$V = 3[dl]$
$Ti = 11°C$
glace (3)
$Cm = 2060[\frac{J}{kg*K}]$
$mV = 917[\frac{kg}{m^3}]$
$V = 8[m^3]$
$Ti = -5°C$
eau (4)
$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
$m = mglacon$
$Ti = 0°C$

Tf $5°C$
$Lfeau$ $3.3 * 10^5[\frac{J}{kg}]$

Reponse

Calcul des masses manquantes : $m = V * mv$
— $m2 = 3 * 10^{-4} * 1036 = 3.108 * 10^{-1}[kg]$
— $m3 = 8 * 10^{-6} * 917 = 7.336 * 10^{-3}[kg]$
Calcul des Q : $Q = Cm * m * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 830 * 0.1 * (5 - 20) = -1245[J]$
— $Q2 = 4000 * 3.108 * 10^{-1} * (5 - 11) = -7459.2[J]$
— $Q3 = 2060 * 7.336 * 10^{-3} * (0 - (-5)) = 75.5608[J]$
— $Q4 = 4180 * 7.336 * 10^{-3} * (5 - 0) = 153.3224[J]$
Calcul du changement de la glace : $Q = m * Lf$
— $Q34 = 7.336 * 10^{-3} * 3.3 * 10^5 = 2420.88[J]$
Q par Glacon ajouté
— $Qg = Q3 + Q4 + Q34 = 2420.88 + 153.3224 + 75.5608 = 2649.7632[J]$
Conservation des Q : $Q1 + Q2 + Qg * x = 0$ ou x est le nombre de glaçons
— $-1245 - 7459.2 + 2649.7632 * x = 0$
— $2649.7632 * x = 8704.2$
— $x = 8704.2/2649.7632 = 3.28 glacons$
Afin de refroidir sa boisson, il faudra mettre 4 glaçons ou $24.06208[g]$ de glaçon

3.2.11 Exercice 8

Enoncé

Deux verres identiques remplis avec la même masse d'eau avec 1dl d'eau à $15°C$ Dans l'un, on met $10[g]$ d'eau liquide à $0°C$. Dans l'autre, on met un glaçon de $10[g]$ à $0°C$

Quels sont les températures finales des deux verres ?

Valeurs

eauVerre (1)
$Ti = 15°C$
$V = 1[dl] = 0.001[m^3]$
$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
$mv = 998[\frac{kg}{m^3}]$
$m = 0.998[kg]$
eau (2)
$m = 10[g]$
$Ti = 0°C$
$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
transformation du glaçon (3)
$m = 10[g]$

$Ti\ = 0°C$
$Cm\ = 2060[\frac{J}{kg*K}]$
$Lf\ = 3.3*10^5[\frac{J}{kg}]$

Reponse

Calcul des Q1 et Q2 : $Q = Cm*m*(Tf - Ti)$
— $Q1 = 4180*0.0998*(Tf - 15) = 417.164Tf - 6257.46$
— $Q2 = 4180*0.01*(Tf - 0) = 41.8Tf$
Transformation de Q3 : $Q = Lf*m$
— $Q3 = 3.3*10^5*1*10^{-2} = 3.3*10^3[J] = 3300[J]$
Calcul Tf avec de l'eau : $Q1 + Q2 = 0$ car conservation des Q
— $417.164Tf - 6257.46 + 41.8Tf = 458.964Tf - 6257.46 = 0$
— $458.964Tf = 6257.46$
— $Tf = \frac{6257.46}{458.964} = 13.63°C$
Calcul Tf en rajoutant les glaçons : $Q1 + Q2 + Q3 = 0$ car conservation des Q
— $417.164Tf - 6257.46 + 41.8Tf + 3300 = 458.964Tf - 2957.46 = 0$
— $458.964Tf = 2957.46$
— $Tf = \frac{2957.46}{458.964} = 6.44°C$
La température finale avec des glaçons est de $6.44°C$ alors qu'elle est de $13.63°C$ avec de l'eau

Une différence de $7.19°C$ montre que mettre des glaçons est bien plus utile que de mettre de l'eau froide.

3.2.12 Exercice 9

Enoncé

On rajoute de la glace à $-18°C$ dans un bassin dont la chaleur spécifique est de $80[\frac{J}{K}]$ et la température à $5°C$ qui est déjà rempli de $1l$ d'eau à $5°C$

Quel quantité de glace faut-il mettre pour :
Faire fondre la glace entièrement et atteindre $0°C$
Geler totalement l'eau du bassin

Valeurs

eauVerre (1)
$Ti\ = 15°C$
$V\ = 1[dl] = 0.001[m^3]$
$Cm\ = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
$mv\ = 998[\frac{kg}{m^3}]$
$m\ = 0.998[kg]$
eau (2)
$m\ = 10[g]$
$Ti\ = 0°C$

$Cm = 4180[\frac{J}{kg*K}]$
transformation du glaçon (3)
$m = 10[g]$
$Ti = 0°C$
$Cm = 2060[\frac{J}{kg*K}]$
$Lf = 3.3 * 10^5[\frac{J}{kg}]$

Reponse

Calcul des Q : $Q = Cm * m * (Tf - Ti)$ ou $Q = Cs * (Tf - Ti)$
— $Q1 = 4180 * 1 * (0 - 5) = -20900[J]$
— $Q2 = 80 * (0 - 5) = -400[J]$
— $Q3 = 2060 * x - (0 - (-18)) = 37080x$
Transformation de Q : $Q = Lf * m$
— $Q3t = 3.3 * 10^5 * x = 330000x$
— $Q1t = -3.3 * 10^5 * 1 = -330000[J]$
Descendre la température $Q1 + Q2 + Q3 + Q3t = 0$ car conservation des Q
— $-20900 + -400 + 37080x + 330000x = 0$
— $x = \frac{21300}{367080} = 0.058025499[kg]$
Il faudra mettre 58 grammes de glace
Geler la bassine $Q1 + Q2 + Q3 + Q1t = 0$ car conservation des Q
— $-20900 + -400 + 37080x - 330000 = 0$
— $x = \frac{351300}{37080} = 9.47411[kg]$
Il faudra mettre 9.474 kilos de glace

Chapitre 4

Transfert de chaleur

4.1 Théorie

4.1.1 Conduction

Transfert par le plus proche voisin principalement dans les solides.

La Chaleur Q transmise pendant une durée Δt au travers d'une surface S dépend de :

Historique : $Q = \lambda * \frac{S}{e} * (T1 - T2) * \Delta t = [J]$

— $S[m^2]$ = une surface
— $e[m]$ = une épaisseur
— $\lambda[\frac{J}{m*K*s}]$ = la conductivité thermique du matériau
— $\Delta t[s]$ = la difference de temps
— $T1[K]$ = Temperature environnement 1
— $T2[K]$ = Temperature environnement 2

Resistance thermique

— $Rtot = \frac{e1}{\lambda 1} + \frac{e2}{\lambda 2} + \frac{e3}{\lambda 3}$
— $Rtot = \Sigma_{i=1}^{n} = \frac{ei}{\lambda i}[\frac{m^2*K*s}{J}]$
— $Q = \frac{1}{Rtot} * S * (T1 - T2) * \Delta t$

4.1.2 Convection

Transfert par déplacement de matière dans les fluides (liquides-gaz).

— $Q = S * \alpha * (T1 - T2) * \Delta t$
— $P = \frac{Q}{\Delta t}[W]$

Valeurs

— S = une surface
— $\alpha[\frac{J}{m^2*K*s}]$ = coefficient de convection
— $T1[K]$ = Temperature environnement 1
— $T2[K]$ = Temperature environnement 2
— $\Delta t[s]$ = la difference de temps

4.1.3 Rayonnement

Transfert par onde électromagnétique.
— Wolololooo

4.2 Exercices

4.2.1 Exercice 1-1

Enoncé

Une vitre dont la surface est de $2m^2$ et de $3mm$ d'épaisseur, on l'augmente à $1cm$ puis on prend les vitres de $3mm$ et on en met une de chaque coté en gardant une epaisseur totale de $1cm$. *Calculer le transfert par minute pour une vitre de 3mm, une vitre de 1cm et une vitre de 1cm composé de deux verres de 3mm séparé par de l'air.*

Valeurs

- $T1 = 20°C$
- $T2 = -5°C$
- $\Delta t = 60[s]$
- $eVerre1 = 0.003[m]$
- $eVerre2 = 0.01[m]$
- $eAir = 0.004[m]$
- $\lambda Verre = 0.72[\frac{J}{m*K*s}]$
- $\lambda Air = 0.025[\frac{J}{m*K*s}]$
- $\Delta t = 60[s]$

Reponse

Vitre de 3mm
- $Rtot1 = \frac{eVerre1}{\lambda Verre} = \frac{0.003}{0.72} = \frac{1}{240}[\frac{m^2*K*s}{J}]$
- $Q1 = \frac{1}{Rtot1} * S * \Delta t * (T1 - T2) = 240 * 2 * 60 * (20 - -5) = \underline{720000[J]}$

Vitre de 1cm
- $Rtot2 = \frac{eVerre2}{\lambda Verre} = \frac{0.01}{0.72} = \frac{1}{72}[\frac{m^2*K*s}{J}]$
- $Q2 = \frac{1}{Rtot2} * S * \Delta t * (T1 - T2) = 72 * 2 * 60 * (20 - -5) = \underline{216000[J]}$

Vitre de 1cm avec 2 vitres de 3mm à chaque bout
- $Rtot3 = Rtot1 * 2 + \frac{eAir}{\lambda Air} = \frac{2}{240} + \frac{0.004}{0.025} = \frac{2}{240} + \frac{4}{25} = \frac{101}{600}[\frac{m^2*K*s}{J}]$
- $Q3 = \frac{1}{Rtot3} * S * \Delta t * (T1 - T2) = \frac{600}{101} * 2 * 60 * (20 - -5) = \underline{17821.78218[J]}$

4.2.2 Exercice 1-2

Enoncé

La pièce pert $17821[J]$ avec une température de $20°C$ au départ. Quel est sa temperature sachant que la pièce fait $10m$ par $10m$ sur une hauteur de $3m$ et que la masse volumique de l'air est de $1.225[\frac{kg}{m^3}]$. La chaleur massique de l'air est de $1000[\frac{J}{kg*K}]$. *Quel est la temperature finale de la pièce ?*

Valeurs

Air (1)
$Cm = 1000[\frac{J}{kg*K}]$
$Ti = 20°C$
$V = 10*10*3 = 300m^3$
$\rho = 1.225[\frac{kg}{m^3}]$
$m = V*\rho = 300*1.225 = 367.5[kg]$

Reponse

Calcul de Q : $Q = Cm*m*(Tf - Ti)$
— $-17821 = 1000*367.5*(Tf - 20)$
— $\frac{-17821}{367500} = -0.048492517 = (Tf - 20)$
— $Tf = 19.95150748°C$
Avec simple vitrage
— $-720000 = 1000*367.5*(Tf - 20)$
— $\frac{-720000}{367500} = -1.959183673 = (Tf - 20)$
— $Tf = 18.04081633°C$

Ecoulé	Double vitrage	Simple vitrage
0 minute	$20°C$	$20°C$
1 minute	$19.95°C$	$18.04°C$
2 minutes	$19.90°C$	$16.23°C$

Chapitre 5

Dilatation - Contraction

5.1 Théorie

Conséquence d'un changement de température Par exemple, les rails étaient pas collées pour éviter les problèmes liés à la dilatation. On met maintenant des éléments ductiles (qui peut être allongé sans se rompre)

Sans espace, les rails vont "flamber" c'est à dire faire une courbure et ça risque de se fissurer et tout casser

5.1.1 Solides

Si on prend un rail et qu'on augmente la température, la longueur augmente de chaque côté de $\frac{\Delta l}{2}$. Si un coté est bloqué, l'autre coté augmente de Δl.

$\Delta l = \alpha * l1 * (T2 - T1)$

— $\Delta l = [m]$

— $\alpha[\frac{1}{K}]$ = le Coefficient de dilatation linéaire

— $l1 = [m]$

— $(T2 - T1) = Kou°C$

$l2 = l1 + \Delta l$

$l2 = l1 + \alpha * l1 * (T2 - T1)$

$l2 = l1(1 + \alpha * (T2 - T1)$

En 3D il faut faire la même chose dans chaque direction

5.1.2 Liquides

Il faut prendre en compte le récipient qui est solide.Dans les liquides ça dilate beaucoup plus. On va faire directement de la dilatation volumique

— $V2 = V1 + \Delta V$

— $\Delta V = \gamma * V1 * \Delta T$

— $\gamma[\frac{1}{K}] = =$ Coefficient de dilatation volumique

5.1.3 Gazs

Ils se dilatent presque tous de la même manière. (Si à la même pression) $\gamma\frac{1}{273}[\frac{1}{K}]$

Loi des gazs parfaits $\frac{P*V}{T} = constante$

— $P[Pa]ou[bar]$
— $Vvolume[m^3]ou[l]$
— $T = [K]$

5.2 Exercices

5.2.1 Exercice 1

Enoncé

Calculez la variation max de la hauteur du Burj Khalifa.

Valeurs

Burj Khalifa
— hauteur à $30°C = 828[m]$
— $Tmin = 10°C$
— $Tmax = 48°C$
— $\alpha beton = 10^{-5}[\frac{1}{K}]$

Reponse

Calcul de Δl à $Tmin$ $\Delta l = \alpha * l * (T2 - T1)$
— $\Delta l = 10^{-5} * 828 * (10 - 30) = -0.1656[m]$
Calcul de $\Delta l2$ à $Tmax$ $\Delta l2 = \alpha * l * (T2 - T1)$
— $\Delta l2 = 10^{-5} * 828 * (48 - 30) = 0.14904[m]$
Calcul de différence max $\Delta l2 - \Delta l = \Delta Max$
— $\Delta Max = 0.14904 - (-0.1656) = 0.31464[m]$

5.2.2 Exercice 2

Enoncé

On a 6 barres de zinc de 3 longueurs différentes. *Calculer la difference de temperature pour que les 2 rails avec 1mm d'écart se touchent si :*

— *Les deux rails font* $1[m]$
— *Les deux rails font* $1[m]$ *et sont contre quelque chose*
— *Un rail fait* $2.2[m]$ *et l'autre fait* $1[m]$

Valeurs

—
— $\alpha zinc = 35 * 10^{-6}[\frac{1}{K}]$

Réponses

Cas 1 : $\Delta l = 1[mm] = 0.001[m]$
— $\Delta l = \alpha * 1 * x$
— $x = \frac{\Delta l}{\alpha} = \frac{0.001}{35*10^{-6}} = 28.57°C$
Cas 2 : $\Delta l = 0.5[mm] = 0.0005[m]$
— $\Delta l = \alpha * 1 * x$
— $x = \frac{\Delta l}{\alpha} = \frac{0.0005}{35*10^{-6}} = 14.29°C$
Cas 3 : $\frac{\Delta l1}{2} + \frac{\Delta l2}{2} = 1[mm] = 0.001[m]$
— $\Delta l = \alpha * 1 * x + \alpha * 2.2 * x$
— $0.001 = x(35 * 10^{-6} + 2.2 * 35 * 10^{-6})$
— $x = \frac{0.001}{(35*10^{-6}+2.2*35*10^{-6})} = 8.93°C$

5.2.3 Exercice 3

Enoncé

Il faut faire rentrer une barre de cuivre dans un emplacement d'une pièce d'acier en refroidissant le cuivre avec de l'azote liquide. On veut une tolérance de $\frac{1}{10}mm$ pour le cuivre à la température de l'azote liquide). *Calculez la longueur de la piece en cuivre à* $20°C$

Valeurs

Cuivre
— $\alpha cuivre = 16.6 * 10^{-6}[\frac{1}{K}]$
— $l2 = 11.99[cm] = 0.1199[m]$
— $l1 =?[m]$
— $T2 = 20°C$
Acier
— $\alpha acier = 11 * 10^{-6}[\frac{1}{K}]$
Azote liquide
— $Tazote = -196°C$

Réponses

— $\Delta l = \alpha * l * (T2 - Tazote)$
— $\Delta l = 16.6 * 10^{-6} * 0.1199 * (20 - (-196)) = 4.299 * 10^{-4}[m] \approx 0.04[cm]$
— $l1 = 0.1203299[m] \approx 12.03[cm]$
Autre technique
— $l2 = l1 + \Delta l$
— $11.99 = l1 + 16.6 * 10^{-6} * l1 * (-196 - 20)$
— $11.99 = l1 + l1 * (16.6 * 10^{-6} * -216) = l1 + l1 * (-3.58 * 10^{-3})$
— $11.99 = l1(1 + (-3.58 * 10^{-3})) = l1 * (0.9964144)$
— $l1 = \frac{11.99}{0.9964144} = 12.033[cm]$

5.2.4 Exercice 4

Enoncé

Un tracteur avec une capacité de reservoir à $20°C$ de $50l$. Vous le remplissez à ras bord. le réservoir métallique dilate de 1%. *Combien de m^3 de Gazoil va couler en dehors du reservoir ?*

Valeurs

Tracteur
— $Vmax20°C = 50[l] = 50[dm^3] = 0.05[m^3]$
— $Vmax80°C = 50.5[l] = 50.5[dm^3] = 0.0505[m^3]$
Gazoil
— $\gamma = 1 * 10^{-3}[\frac{1}{K}]$
— $T1 = 20°C$
— $T2 = 80°C$
— $V1 = 50[l]$
— $V2 =??[l]$

Réponses

— $\Delta V = V1 * \gamma * \Delta T$
— $\Delta V = 50 * 10^{-3} * (80 - 20) = 3[l]$
— $V2 = 50 + 3 = 53[l]$
— $Vsorti = V2 * Vmax80°C = 53 - 50.5 = 2.5[l] = 2.5[dm^3] = 0.0025[m^3]$

5.2.5 Exercice 5

Enoncé

On va faire des thermomètres :
— 1 avec du mercure
— 1 avec de l'alcool
On veut 1 $[mm]$ pour $1°C$.

Quel volume de mercure doit contenir le tube en $[mm^3]$ pour fonctionner correctement si on néglige la dilatation du tube en verre ? Si on remplace le mercure par l'alcool et que l'on garde le même volume, calculez la distance entre 2 graduations en $[mm]$

Valeurs

— $\Delta T = 1°C$
— $\Delta Volume = 0.0314[mm^3]$
Tube en verre
— $diametre 0, 2[mm]$
mercure
— $\gamma Mercure = 1.72 * 10^{-4}[\frac{1}{K}]$

alcool
— $\gamma Alcool = 1.10 * 10^{-3}[\frac{1}{K}]$

Réponses

Volume de mercure
— $V1 = \frac{\Delta V}{\gamma * \Delta T}$
— $0,0314 = V1 * 1.72 * 10^{-4} * 1$
— $V1 = \frac{0,0314}{1.72*10^{-4}} = 182.558[mm^3] = 0.182558[ml]$
ΔV alcool
— $\Delta V = V1 * \gamma * \Delta T$
— $\Delta V = 182.558 * 1.10 * 10^{-3} * 1 = 0.2008138[mm^3]$
— $hauteurTube = 0.2008138/(r^2 * \pi) = 6.392101782[mm]$
Volume du mercure = $0.183[ml]$
Graduation par degré avec l'alcool = $6.39[mm]$

5.2.6 Exercice 6

Enoncé

Trouver la pression dans l'ampoule.

Valeurs

Ampoule
— $T1 = 20°C = 293.15[K]$
— $T2 = 100°C = 373.15[K]$
— $P1 = \frac{1}{2}[bar]$
— $P2 =?$

Réponses

Calcul P2 $\frac{P1*V1}{T1} = \frac{P2*V2}{T2}$
— $\frac{0.5*1}{293.15} = \frac{P2*1}{373.15}$
— $P2 = \frac{0.5*373.15}{293.15} = 0.636[bar]$
Volume du mercure = $0.183[ml]$ Volume du mercure = $0.183[ml]$
Graduation par degré avec l'alcool = $6.39[mm]$