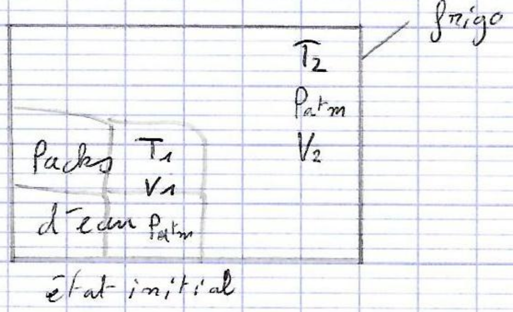
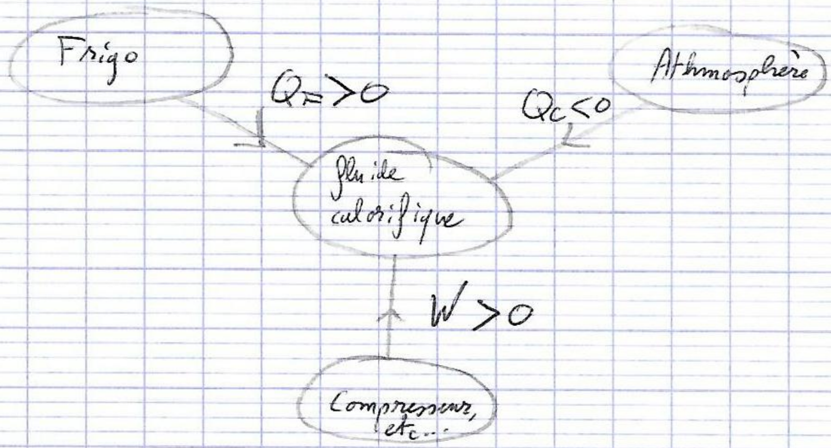
## Problème n°1 : Thermodynamique de soirée

*Exemple de solution rédigée par un ancien étudiant.*

Système : {eau + bouteilles en verre}

Schéma :




Hypothèses et modélisation :

On considère ici : – $T_1 = 16\,°C$
– $T_2 = 4\,°C$
– $e_{frigo} = 3$

– On fait l'hypothèse que le frigo reste fermé pendant la transformation

– On considère ici des bouteilles de 25 cL chaque. On a donc 24 bouteilles de 25 cL soit un volume d'eau total : $V = 6{,}0\,L$ d'où $\boxed{m_{eau} = 6{,}0\,kg}$

De plus, d'après internet, une bouteille en verre de 25 cL (type bouteille de bière) fait environ 0,15 kg.

On trouve donc $\boxed{m_{verre} = 3,6 \text{ kg}}$

Nous avons ici affaire à une transformation isochore et monobare.

Calculs:

Calculons la variation d'énergie interne de notre système:

$\Delta U = Q_c + W$ or ici $W = 0 \text{ J}$ car la transformation est isochore.

Donc $\Delta U = Q$

Or $\Delta U = C_V \Delta T$

$= c_{verre} \times m_{verre} (T_2 - T_1) + c_{eau} \times m_{eau} (T_2 - T_1)$

$= -3,3 . 10^5 \text{ J}$

On trouve donc $\underline{Q = -3,3 . 10^5 \text{ J}}$. Le frigo prélève donc $Q_c = 3,3 . 10^5 \text{ J}$ de chaleur à nos bouteilles.

L'efficacité de notre frigo est: $e = \frac{Q_c}{W} = 3$.

On en déduit que le travail à fournir vaut:

$\underline{W = \frac{Q_c}{3} = 1,1 . 10^5 \text{ J} = 30,6 \text{ W.h}}$

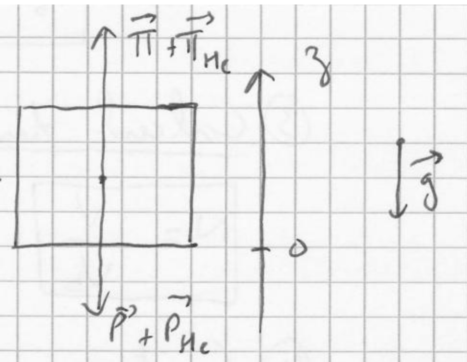
D'après les prix d'EdF, 1kWh = 0,15640 €

On devra donc payer environ $\boxed{0,5 \text{ centimes}}$

Commentaire:

Sachant que le coût en électricité par an d'un (plutôt moyen) frigo est de 40€, cela nous donne environ 11 centimes/jour. Le refroidissement de ces bouteilles rentre donc tout à fait dans l'utilisation normale d'un frigo.

**Problème n°2 : Là-haut**




Syst : { maison + ballons }

Réf : terrestre (supposé galiléen)

Repère : (Oz)

BFE :

* poids de la maison : $\vec{P} = M\vec{g}$
  avec $M = 100$ tonnes (ODG)
* poids des ballons remplis d'hélium (hyp.) :
  $\vec{P} = \rho_{He} V \vec{g}$, (on néglige le poids la masse de l'enveloppe des ballons)
+ poussée d'Archimède sur les ballons :
  $\vec{\Pi}_{He} = -\rho_{air} V \vec{g}$
* poussée d'Archimède sur la maison :
  $\vec{\Pi}$, avec $\|\vec{\Pi}\| \ll \|\vec{\Pi}_{He}\|$ car la maison est remplie d'air et le volume réel déplacé est petit devant le volume des ballons.

① Calcul du volume V des ballons : on cherche le volume minimal tel que $\sum \vec{F} = \vec{0}$ :

$$M\vec{g} + \rho_{He} V \vec{g} - \rho_{air} V \vec{g} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \boxed{V = \frac{M}{\rho_{air} - \rho_{He}}} = \frac{100.10^3}{1,2 - 0,2} \quad \boxed{V = 1.10^5 \text{ m}^3}$$

(ODG)

② Calcul du volume $V_b$ d'un ballon : les ballons utilisés sont gros ; ils font la taille d'une grande fenêtre !

On prend $D = \frac{R}{2} = 1\ m$ (ODG)

D'où $\boxed{V_b = \frac{4}{3}\pi R^3}$ $\boxed{V_b = 0{,}5\ m^3}$

③ Calcul du nombre de ballons N :

$\boxed{N = \frac{V}{V_b}}$ $\boxed{N = 2.10^5 \text{ ballons}}$

④ Critiques du résultat

ⓐ hypothèses criticables (non exhaustif)

→ masse de la maison ?? (maison en bois...)

→ masse de l'enveloppe des ballons négligeable ?

(si 1 ballon a une masse de 100 g (par ex), masse totale : 20 tonnes !!)


ⓑ Comparaison à l'affiche du film

En prenant comme échelle la taille de la maison : 10 m en ODG, on trouve que le diamètre total des ballons est ~ 60 m.

$V_{tot} = \frac{4}{3}\pi \times (30)^3 = \boxed{1.10^5\ m^3}$ si l'on suppose que $V_{tot}$ correspond au volume d'une boule, et que les ballons remplissent cette boule en entier. On retrouve le même ordre de grandeur que V calculé avec la poussée d'Archimède !!

Conclusion : l'affiche n'est pas si aberrante que ça, et il y a sans doute un stagiaire chez Pixar qui a fait le calcul !