THERMO - SEANCE TD 8 - GROUPE 1S2.

Voir notebook des 1S1 (première page) pour les annonces relatives au D.S. du 02/12.

EXERCICE 3 - TRAVAIL REÇU PAR UN GAZ POUR DIFFERENTS CHEMINS SUIVIS.

SYNONYME DE "TRANSFORMATION"

ETAPE 1 Exprimer le volume final (V_B) en fonction du volume initial.

D'après l'énoncé, on connaît $\begin{cases} P_B = 3P_A \\ T_B = T_A \end{cases}$

On sait aussi que le gaz est supposé parfait. La loi d'état s'applique pour les états d'équilibre, notamment A et B.

$$\begin{cases} P_A V_A = nRT_A & (*) \\ P_B V_B = nRT_B & (**) \end{cases}$$

Substituons $P_B = 3P_A$ et $T_B = T_A$ dans $(**)$:

$$P_B V_B = nRT_B \Rightarrow 3P_A V_B = nRT_A$$

Isolons maintenant V_B : $V_B = \frac{nRT_A}{3P_A}$

Isolons V_A dans $(*)$: $V_A = \frac{nRT_A}{P_A}$

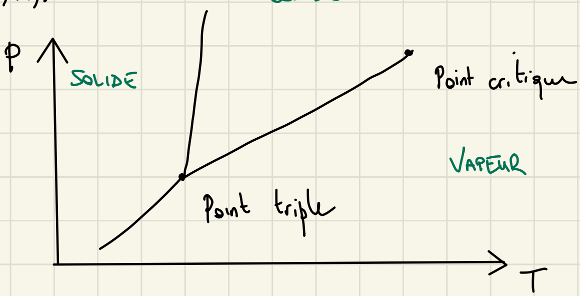
$$V_B = \frac{V_A}{3}$$

Utilisons $\begin{cases} P_B = 3P_A \\ V_B = \dfrac{V_A}{3} \end{cases}$ pour représenter ces états A et B dans le diagramme (P,V)

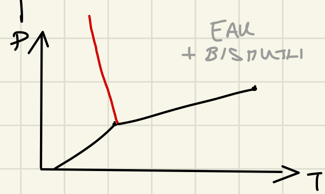
La thermo et ses diagrammes

(1) Diagramme enthalpique (T,H).

(2) Diagramme (P,T)



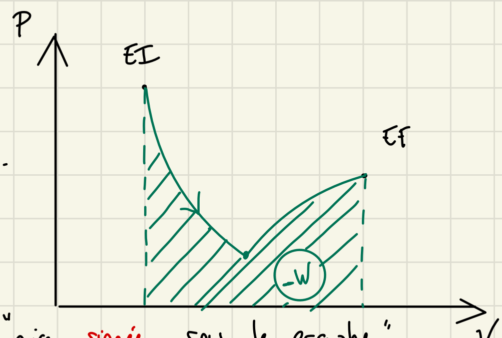
Exception : l'équilibre solide - liquide pour l'eau et le bismuth a une pente négative



(3) Diagramme (T,S) (au semestre 2)

(4) Diagramme (P,V), dit diagramme de Clapeyron

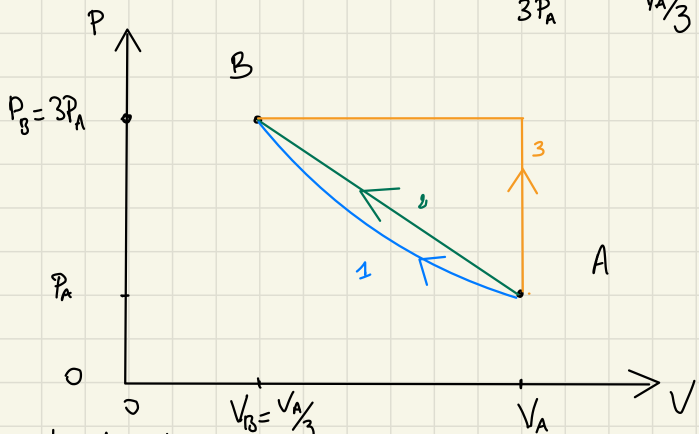
Ce diagramme permet une représentation (et donc un calcul) graphique du travail (pour des transformations quasi-statiques).



$$W_{QS} = -\int_{EI}^{EF} P\,dV = -\int_a^b f(x)\,dx$$ "aire signée sous le graphe"

① Représenter les états $A\ (P_A, V_A)$ et $B\ (P_B, V_B)$ dans ce diagramme

$P_B = 3P_A$, $V_B = V_A/3$



② Représenter les trois transformations :

(2) Droite dans le diagramme (P,V)

(3) Isochore puis isobare

(1) Isotherme (rappel : gaz parfait donc $PV = nRT$)

G.P. : $PV = nRT$ constant pour une isotherme

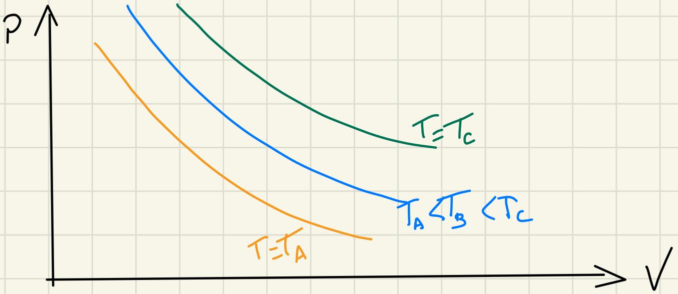
$\Rightarrow PV = \text{constante}$

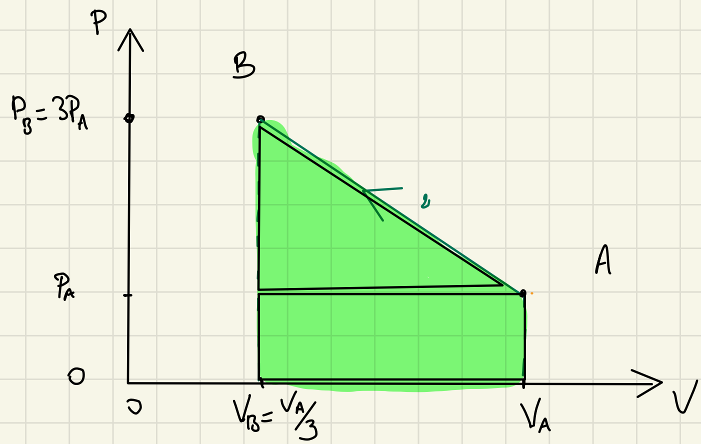
$$yx = K \Rightarrow y = \frac{K}{x}$$

(On $f_K : x \longmapsto \frac{K}{x}$ avec $K > 0$

$f_K''(x) = \left(\frac{K}{x}\right)'' = \left(-\frac{K}{x^2}\right)' = +\frac{2K}{x^3} > 0 \Rightarrow f_K$ convexe)

Isothermes ds (P,V)
pour un gaz parfait
= HYPERBOLES





$W_2 = ?$

$$W_2 = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV$$

Or $P>0$ mais $V_A > V_B$

" borne inférieur > borne supérieure "

$$\int_a^b f(x)\,dx = -\int_b^a f(x)\,dx$$

CHASLES

Donc $W_2 = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV = \int_{V_B}^{V_A} P\,dV > 0 \Rightarrow$ " $W_2 = +$ AIRE "

$$W_2 = (V_A - V_B)(P_A - 0) + \frac{(V_A - V_B)(\overbrace{P_B}^{=3P_A} - P_A)}{2}$$

$$= (V_A - V_B)\left(P_A + \frac{P_B - P_A}{2}\right) = (V_A - \underbrace{V_B}_{=V_A/3})\left(\frac{P_A + P_B}{2}\right)$$

$W_2 = \frac{2}{3} V_A \times 2P_A$

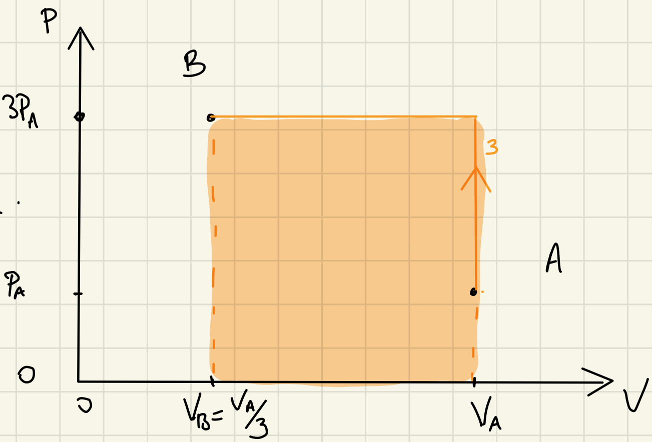
$= \frac{4}{3} P_A V_A$

$\Rightarrow \boxed{W_2 = \frac{4}{3} nRT_A}$

$W_3 = ?$

Le même raisonnement qu'à la question précédente s'applique.

$W_3 > 0$



$W_3 = + \text{Aire}$

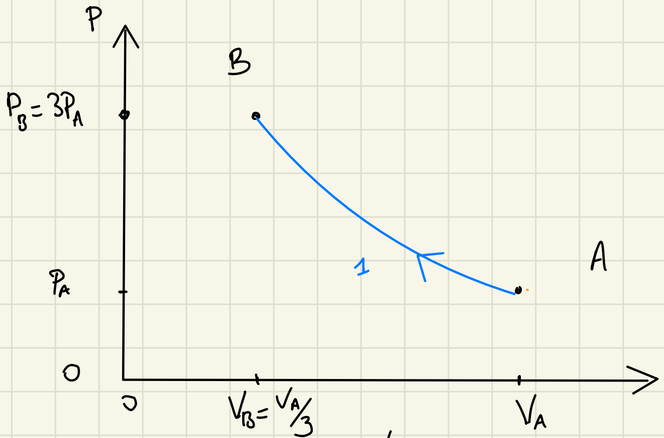
$= + (V_A - V_B)(P_B - 0)$

$= \left(V_A - \frac{V_A}{3}\right)(3P_A - 0)$

$= \frac{2}{3} V_A \cdot 3P_A$

$W_3 = 2P_AV_A$

$\boxed{W_3 = 2nRT_A}$



$W_1 = ?$

$$W_1 = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV$$

Or . $PV = nRT_A$ (isotherme)

donc $P = \frac{nRT_A}{V}$

On obtient : $W_1 = -\int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT_A}{V} dV = -nRT_A \int_{V_A}^{V_B} \frac{1}{V} dV$

$W_1 = -nRT_A [\ln V]_{V_A}^{V_B} = -nRT_A \left(\ln \frac{V_A}{3} - \ln V_A\right)$

Or : $\ln\left(\frac{V_A}{3}\right) - \ln(V_A) = \ln\left(\frac{V_A/3}{V_A}\right) = \ln\left(\frac{1}{3}\right) = -\ln 3$

On trouve enfin $\boxed{W_1 = nRT_A \ln 3}$

On vérifie bien $3 > 1$

(ln est une fonction croissante) $\ln 3 > \ln 1 = 0$

donc $W_1 > 0$