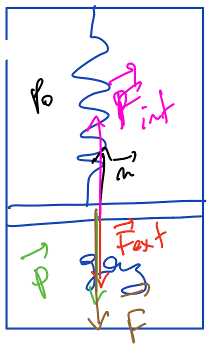
Exercice 2 :



→ Equilibre mécanique :

Plaçons-nous à l'équilibre mécanique atteint par le gaz. Sa pression est alors P_g.

Faisons le bilan des forces appliquées au piston :

→ Action de l'air situé au dessus : $\vec{F_{ext}} = -P_0 S \vec{n}$ avec S la surface du piston et $\vec{n}$ un vecteur unitaire $\perp \vec{n}$.

→ Action du gaz : $\vec{F_{int}} = P_g S \vec{n}$.

→ Poids : $\vec{P} = -m_p g \vec{n}$

→ Action de rappel du ressort : $\vec{F} = -k\, b\, \vec{n}$

L'équilibre mécanique du piston est traduit par :

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{F_{int}} + \vec{F_{ext}} = \vec{0}.$$

$$\left(-m_p g - kb + P_g S - P_0 S\right)\vec{n} = \vec{0}$$

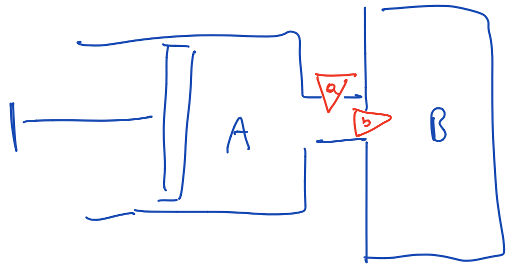
Projetons sur $\vec{n}$:

$$\boxed{P_g = P_0 + \frac{k}{S} b + \frac{m_p g}{S}}$$

cm → m

AN : $\boxed{P_g} = 0{,}95 \times 10^5 + \dfrac{6{,}0 \times 10^3 \times \underbrace{1{,}0 \times 10^{-2}}}{35 \times \underbrace{10^{-4}}_{cm^2 \to m^2}} + \dfrac{1{,}0 \times 9{,}81}{35 \times \underbrace{10^{-4}}_{cm^2 \to m^2}} = \boxed{1{,}2 \text{ bar}}.$

Exercice 3



1) (a) Ext $\to$ A

(b) A $\to$ B

2) Isotherme : T = cte : $\boxed{T_0}$.

(1) n_p ?

Lors de l'aller, le gaz occupe un volume V_p à une température T_0 et une pression P_0. Ce gaz peut être décrit par la loi des GP, donc :

$$\boxed{n_p = \frac{P_0 V_p}{T_0 R}}$$

(2) La transformation subie par le système {gaz dans la chambre à air} est :

EI		EF
P_0		P_1
V_0	Transfo $\longrightarrow$	V_0
T_0		T_0
n_0		$n_0 + n_p$

Ainsi, d'après la loi des gaz parfaits appliquée au système :

$$P_1 V_0 = (n_0 + n_p) R T_0$$

Soit, $P_1 = \frac{n_0 R T_0}{V_0} + \frac{P_0 V_p}{R T_0} \times \frac{R T_0}{V_0} = \frac{n_0 R T_0}{V_0} + \frac{P_0 V_p}{V_0}$

Or, à l'état initial, cette loi donne : $\frac{n_0 R T_0}{V_0} = P_0$

Donc, $\boxed{P_1 = P_0\left(1+\frac{V_p}{V_0}\right)}$ $\qquad$ $\underline{\text{AN}}$: $P_1 = 10^5\left(1+\frac{0,2}{5}\right) = 1,04$ bar

3) Etudions la transformation du même système entre le début et l'état d'eq suivant le k-ième aller retour :

$$\underset{\text{EI}}{\boxed{\begin{array}{c} P_0 \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 \end{array}}} \xrightarrow{\text{Transfo}} \underset{\text{EF}_k}{\boxed{\begin{array}{c} P_k \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 + k \times n_p \end{array}}}$$

La loi des gaz parfaits donne :

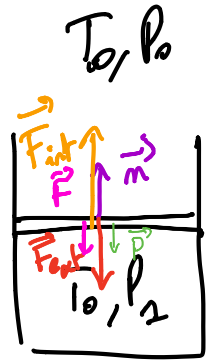
$$P_k = \frac{(n_0 + k n_p)RT_0}{V_0} = P_0 + k\frac{P_0 V_p}{V_0} = P_0\left(1+\frac{k V_p}{V_0}\right)$$

Or, on veut k tel que $P_k = 5$ bar :

$$k = \left(\frac{P_k}{P_0} - 1\right)\frac{V_0}{V_p}$$

$\underline{\text{AN}}$: $\boxed{k \simeq 100}$ coups de pompe.

Exercice 1



Bilan des forces appliquées au piston :

→ Poids : $\vec{P} = m\vec{g} = -mg\vec{n}$

→ Force pressante exercée par l'air extérieur : $\vec{F}_{ext} = -P_0 S \vec{n}$

→ Force pressante exercée par le gaz : $\vec{F}_{int} = P_{int} S \vec{n}$

→ Force de réaction de la masse M sur la paroi : $\vec{F} = -Mg\vec{n}$

1) → Eq thermique : $T_0 = T_0$.

→ Eq mécanique : Paroi mobile est au repos :

$$\vec{P} + \vec{F}_{ext} + \vec{F}_{int} = \vec{0}$$

En projetant sur $\vec{n}$: $-mg - P_0 S + P_1 S = 0$

$$\Rightarrow \boxed{P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}}$$

D'après la loi des gaz parfaits :

$$V_1 = \frac{nRT_0}{P_1} \quad \text{or} \quad V_1 = h_1 S$$

Donc, $\boxed{h_1 = \frac{nRT_0}{P_0 S + mg}}$

2) Etat(2) : Eq → T, P_0

Eq méca : $P_2 = P_0 + \frac{mg}{S}$

$$V_2 = \frac{nRT}{P_2} \Rightarrow \boxed{h_2 = \frac{nRT}{P_0 S + mg}}$$

3) Etat (3) : Equilibre mécanique :

$$\vec{P} + \vec{F_{ext}} + \vec{F_{int}} + \vec{F} = \vec{0}.$$

$$P_3 = P_0 + \frac{(m+M)g}{S}$$

tjs dg

$\tau_{Eq\ méca} \ll \tau_{Eq\ thermique}$

LGP : $V_3 = \frac{nRT}{P_3}$ ← ok ← eq méca.

D'où, $\boxed{h_3 = \frac{nRT}{P_0 S + (m+M)g}}$

4) Eq thermique : $T_{int} = T_0$

$$\boxed{h_4 = \frac{nRT_0}{P_0 S + (m+M)g}}$$

(1)	(2)	(3)	(4)
T_0	$T_{ext} = T$	Eq méca	$T_0 = T_0$
$P_0 + \frac{mg}{S}$		Eq ~~ther~~ ;	$P_{int} = P_{ext}$.
		$T_{ext} = T_0$ $T_{int} = T$	

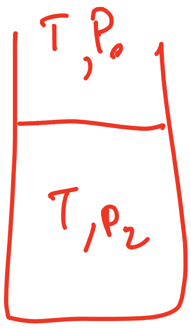
⚠ $P_{ext} \neq P_0$

↳ Pression qui agit sur le gaz.

→ Paroi sans masse. → P_{ext}

$\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \shortparallel$

→ Rajoute une masse → $P_0 + \frac{mg}{S}$



$$h_2 = \frac{nRT}{P_0 S + mg} \qquad h_1 = \frac{nRT_0}{P_0 S + mg}$$

Si $T > T_0$

$h_2 > h_1$

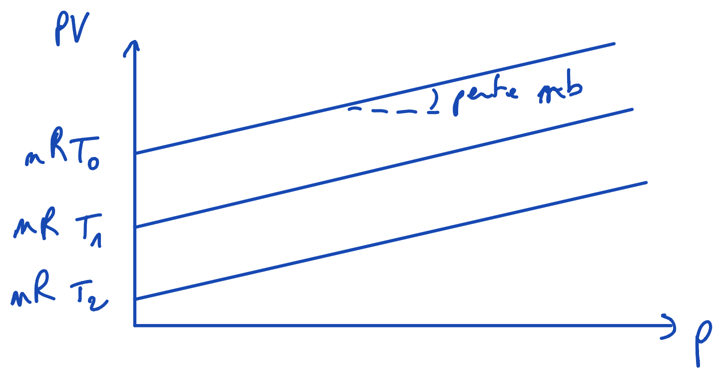
Exercice 4 :

1) On sait que $V_m = \frac{V}{n}$ ⇝ volume du système

$$P\left(\frac{V}{n} - b\right) = RT \Rightarrow \boxed{P(V - nb) = nRT}$$

2) Amagat (PV, P)

$PV = nRT + nbP$ → affine !



Mesure de b :

→ n connu

→ on mesure P, V, T pour une transfo

→ pente donne b.

3) b est homogène à un volume molaire.

4) $\lim_{P \to \infty} V = nb = V_{lim}$

b est donc le volume propre d'une mole des constituants du gaz.

→ b représente le fait que les constituants ne sont pas ponctuels

5) Terme correctif de la pression

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

la pression est plus faible que celle prévue par le modèle du GP.

Plus V_m augmente moins ce terme a d'impact sur la pression → Plus le système est dense, plus le terme a de l'impact → Les interactions entre particules sont prises en compte.

6) $\frac{b}{V_m} \ll 1 \Rightarrow b \ll V_m$ le terme correctif du volume est négligeable, on néglige le volume des constituants.

$$\text{Ainsi, } \left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \Rightarrow \left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

$\frac{1}{V_m^2}$

$$\text{Soit, } \left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)\left(1 - \frac{b}{V_m}\right) = \frac{RT}{V_m} \Rightarrow P = \frac{RT}{V_m\left(1 - \frac{b}{V_m}\right)} - \frac{a}{V_m^2}$$

$$DL_1 \quad \frac{1}{1 - \frac{b}{V_m}} = 1 + \frac{b}{V_m} + o\left(\frac{b}{V_m}\right)$$

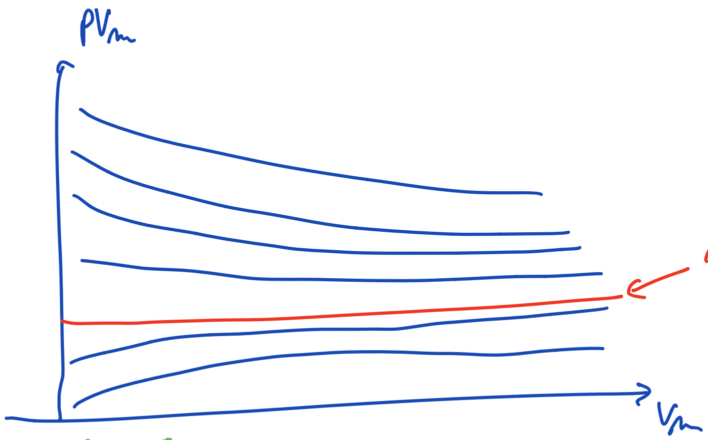
$$\text{Donc, } P = \frac{RT}{V_m}\left(1 + \frac{b}{V_m}\right) - \frac{a}{V_m^2} = \frac{RT}{V_m}\left(1 + \frac{b}{V_m} - \frac{a}{RT V_m}\right)$$

$$\text{Soit } PV_m = RT\left(1 + \frac{b - \frac{a}{RT}}{V_m}\right)$$

Posons $A(T) = b - \frac{a}{RT}$

$$\boxed{PV_m = RT\left(1 + \frac{A(T)}{V_m}\right)}$$

7)



$A(T) = 0 \rightarrow PV_m = RT$
Comportement GP.

V_m faible donc b n'est pas négligeable.

On remarque que $PV_m \xrightarrow[V_m \to \infty]{} RT$

Droite horiz $\rightarrow$ comportement GP

↳ Gaz peu dense pour grand V_m !

8) Lorsque $A(T_n) = 0 \Rightarrow b - \frac{a}{RT_n} = 0 \Rightarrow \boxed{T_n = \frac{a}{bR}}$

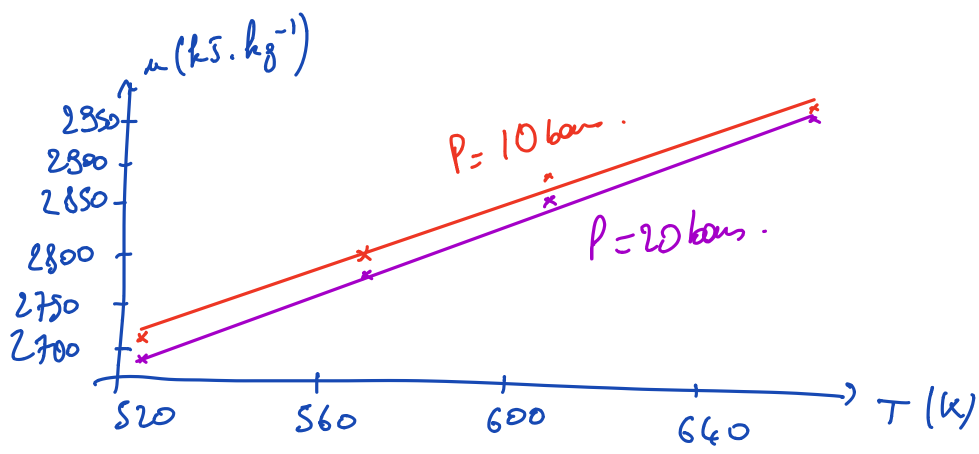
↳ $PV_m = RT_n \rightarrow$ identique à GP.

AN : $T_n = 380\,K$.

IsoT déjà présente en rouge.

Exercice 5 :

1)



2) La variation de l'énergie interne dépend de la T° mais aussi de la pression. Le gaz n'est pas parfait → il faut prendre en compte les interactions entre molécules.

3) Capa thermique à vol cst : pente de $U(T)$!

$C_{V_{10,m}} = c_{V_{10}} \times M = 29\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ($18\ g.mol^{-1}$)

→ ~~Les~~ pentes : pour 10 bars → $c_{V_{10}} = 1,63\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$

pour 20 bars → $c_{V_{20}} = 1,74\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$.

$C_{V_{20,m}} = 31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$.

Calculons pour un GP mono :

$$\rightarrow C_{V,m} = \frac{3}{2} R = 12,5\ J.K^{-1}.mol^{-1}.$$

La capa thermique de la vapeur d'eau est plus forte à cause des rotations et vibrations → Gaz triatomique.