MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université de Mila
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Mécanique
1eme Année Master Génie Mécanique : Energétique
A.U 2019/2020, Semestre 2

TD N 01 : Ecoulement Compressible unidimensionnel
Module : Dynamique Des Gaz
Responsable du module : Dr. A.E. BOUCHOUCHA

Exercice 1 :

1) au niveau de la mer (T=289°k)

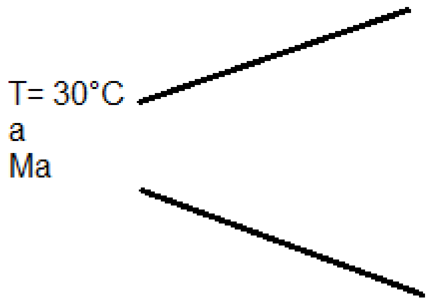
$$Ma = \frac{U}{a} = \frac{U}{\sqrt{\gamma RT}} = \frac{400}{\sqrt{1{,}4\,.287.289}} = \frac{400}{341} = 1.17$$

2) d'une altitude donnée (T=217°k)

$$Ma = \frac{U}{a} = \frac{U}{\sqrt{\gamma RT}} = \frac{400}{\sqrt{1{,}4\,.287.217}} = \frac{400}{295} = 1.36$$

On note que le nombre de Mach dépendant de la vitesse du son qui elle dépend de l'état au fluide.

Exercice 2:



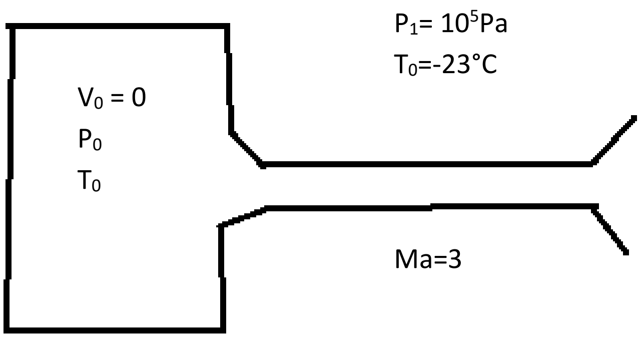
1) a $=\sqrt{\gamma r T} = \sqrt{1{,}4.287.(30+273)} = 349$ m/s
2) $Ma = \frac{U}{a} = \frac{200}{349} = 0.573$

à l'entre (Ma<1) (l'écoulement) du diffuseur est subsonique.

Exercice 3:

$T_0 = ?$

$P_0 = ?$



$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{\gamma-1}{2} Ma^2$

$T_0 = T.\left(1 + \frac{\gamma-1}{2} Ma^2\right)$

$T_0 = 250.\left(1 + \frac{1.4-1}{2} 3^2\right)$

$T_0 = 700°K$

$\frac{P_0}{P} = \left(\frac{T_0}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow P_0 = 3.673.10^6 N/m^2$

$m^{\cdot} = \rho_1 . s_1 . v_1 = \frac{P_1}{rT_1} . s_1 Ma.\sqrt{\gamma r T_1}$

$= P_1 . s_1 Ma.\sqrt{\frac{\gamma}{rT_1}}$

$= 10^5 . 10^{-2} . 3.\sqrt{\frac{1,4}{287.250}} = 13.25 kg/s$

vitesse au col Ma=1

$Ma = 1 = \frac{U^*}{a^*} \Rightarrow U^* = \sqrt{\gamma r T^*}$

Pour un gaz parfait (air) on a : $= \frac{T_0}{T^*} = 1.2$

$T^* = \frac{T_0}{1.2} = 583.3°K.$

$U^* = \sqrt{1,7.287.583,3} = 484 m/s.$

Section au col :

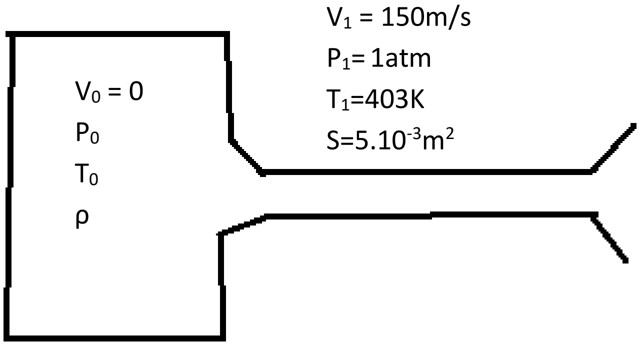
$m_1 = m^{\cdot *} = \rho^* s^* V^*$

$s^* = \frac{m^{\cdot}}{\rho^* . V^*} = \frac{m^{\cdot}}{\frac{P^*}{rT^*} . V^*}$

$\frac{P_0}{P^*} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow P^* = 1.937.10^6 N/m^2$

Donc $s^* = 2360 mm^2$

Exercice 4:



1) Appliquons l'équation d'énergie entre un point d'arrêt et a un à l'entrée de la tuyère convergent.

Cp T_0= Cp .T_1+$\frac{U_1^2}{2}$ => T_0= Cp.T_1+$\frac{U_1^2}{2C_P}$ => $T_0 = 414.25°K$

$\frac{P_0}{P^*}$ =$\left(\frac{T_0}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$=> $P_0 = 101300\left(\frac{414.25}{403}\right)^{\frac{1.4}{0.4}}$= 111560Pa

h_0= Cp T_0= 10^3.414.25 = 414250J/kg.

2) $Ma_1 = \frac{U_1}{a_1} = \frac{U_1}{\sqrt{\gamma R T_1}} = \frac{150}{\sqrt{1,4 .287.403}} = 0.372$

3) $\frac{T_2}{T_0}$ =$\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ => $T_2 = 371.17°K$

$Ma_2 = \frac{U_2}{a_2} = \frac{U_2}{\sqrt{\gamma R T_2}}$

Calculons U_2 on a : Cp T_0= Cp .T_2+$\frac{U_2^2}{2}$

=>$U_2 = \sqrt{2C_P(T_0 - T_2)}$

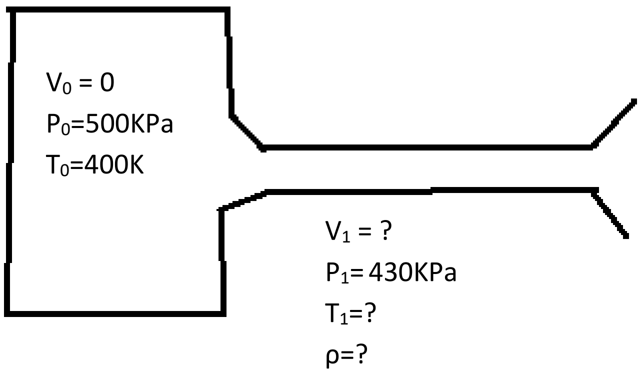
$Ma_2 == \frac{\sqrt{2C_P(T_0-T_2)}}{\sqrt{\gamma R T_2}}$ = 0.758.

On: $\dot{m} = \rho_1 . s_1 . v_1 = \dot{m} = \rho_2 . s_2 . v_2$

$\dot{m} = \rho_1 . s_1 . v_1 = \frac{P_1}{rT_1} . s_2 . v_2$= 0.687kg/s

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université de Mila
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Mécanique
1eme Année Master Génie Mécanique : Energétique
A.U 2019/2020, Semestre 2
TD N 01 : Ecoulement Compressible unidimensionnel
Module : Dynamique Des Gaz
Responsable du module : Dr. A.E. BOUCHOUCHA

Exercice 5:



$$\frac{P_0}{P_1} = \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} Ma_1^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

=>Ma_1=0.447

* $\frac{T_0}{T_1} = 1 + \frac{\gamma-1}{2} Ma^2$ => $T_1 = 384.62$ k

* $P_1 = \rho_1 . r . T_1$ => $\rho_1 = \frac{P_1}{r.T_1}$ = 3.89kg/m^3

*$Ma_1 = \frac{U_1}{a_1} = \frac{U_1}{\sqrt{\gamma R T_1}} => U_1 = Ma_1 . \sqrt{\gamma R T_1}$

$$U_1 = 175.72 m/s$$