Individuazione delle forze di volume.

Si considerano le interazioni fondamentali e si verifichi se, per il sistema atmosferico, sono rilevanti e qual'è la forma funzionale assunta. Si tenga presente che l'oggetto da considerare è un volume unitario di fluido atmosferico

Le interazioni fondamentali sono:

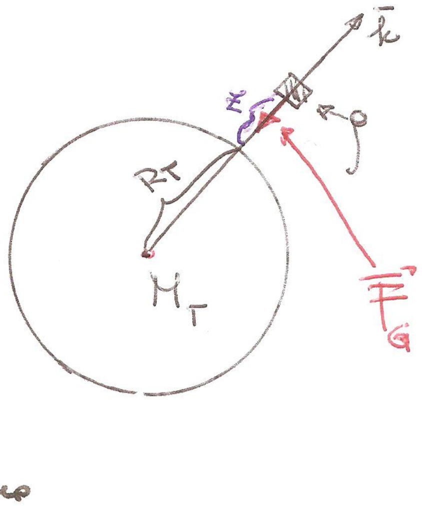
- gravitazionale - elettromagnetica (debole) - nucleare

Consideriamo la gravitazionale.

Il volume d'aria è immerso nel campo gravitazionale terrestre (quello solare e delle altre masse planetarie o satellitari (Luna) viene considerato trascurabile rispetto a quello terrestre.

La quasi totalità della massa terrestre appartiene alla parte solida (e liquida) del pianeta, quindi il contributo dell'atmosfera è trascurabile rispetto alla prima.

$$\vec{F}_G = -\gamma \frac{M_T \rho}{(R_T + z)^2} \vec{k}$$



γ = costante gravitazione universale

M_T = massa Terra

ρ = densità volume aria

R_T = raggio medio terrestre

$\vec{k}$ = versore forza

z = altezza del volume rispetto alla superficie planetaria

Osservazione

z nei problemi trattati in fisica dell'atmosfera è sempre molto piccolo rispetto a R_T

$R_T \simeq 6380$ km $\qquad 0 \le z < 100$ km $\qquad (0 \le z < 20$ km$)$ Troposfera

Pertanto è possibile esprimere $\vec{F}_G$ in forma semplificata notando che:

$$\vec{F}_G = -\gamma \frac{M_T \rho}{(R_T + z)^2}\vec{k} = -\gamma \frac{M_T \rho}{R_T^2} \frac{\vec{k}}{\left(1 + \frac{z}{R_T}\right)^2} \qquad \text{con } 0 < \frac{z}{R_T} \ll 1$$

Ricordando che lo sviluppo in serie di $\dfrac{1}{\left(1 + \frac{z}{R_T}\right)^2}$ troncato al primo termine è un'ottima approssimazione della funzione

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{z}{R_T}\right)^2} = 1 - 2\frac{z}{R_T} + 3\left(\frac{z}{R_T}\right)^2 + \dots \simeq 1$$

La correzione del secondo addendo è al più di $\sim \frac{1}{30}$, ma per la troposfera è $\sim \frac{1}{160}$ al più quindi con ottima approssimazione:

$$\vec{F}_G = -\gamma \frac{M_T}{R_T^2} \rho \vec{k}$$

Se definiamo $g_0 := \gamma \dfrac{M_T}{R_T^2}$ accelerazione di gravità

$$\boxed{\vec{F}_G = -g_0 \rho \vec{k}}$$

Consideriamo l'elettromagnetica

La manifestazione delle forze di natura elettromagnetica richiede la presenza di cariche libere, eventualmente in moto, e la presenza di campi elettrici e magnetici

A partire dalla forza di Lorentz agente su una carica

$$\bar{f} = q(\bar{E} + \bar{v} \times \bar{B})$$

$\bar{E}$ campo elettrico

$\bar{B}$ campo magnetico

q: carica elettrica in movimento

$\bar{v}$: velocità della carica

Se il volume considerato ha densità ρ ed è unitario e le cariche in esso presenti sono esprimibili tramite la funzione $\mathcal{N}(\bar{r},t)$ dove $\mathcal{N}$ è la carica per unità di massa, allora la carica elettrica del volume è

$q = \rho \cdot \mathcal{N}$ inoltre il volume, quindi la carica in esso contenuta si muove di velocità $\vec{v}$ da cui

La forza di natura elettromagnetica agente nel volume unitario $\vec{F}_{em}$ assume la seguente forma:

$$\vec{F}_{em} = \rho \mathcal{N} (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

Ricordiamo che la troposfera è considerabile elettricamente neutra con ottima approssimazione pertanto

$$\mathcal{N} \simeq 0 \Longrightarrow \boxed{\vec{F}_{em} \simeq 0} \quad \text{(in troposfera)}$$

Consideriamo le nucleari (e deboli)

Si tratta di forze importanti in scala sub atomica. I limiti che abbiamo assunto per garantire la continuità del mezzo atmosferico ci impongono di considerare effetti che sono importanti a scale spaziali molto maggiori rispetto a quelle tipiche delle interazioni nucleari. Inoltre il numero di eventuali interazioni (es raggi cosmici atmosfera) non si manifesta in modo apprezzabile sulla conservazione della quantità di moto di un volume unitario di aria.

Quindi se indichiamo con $\vec{F}_{v}$ le forze di natura sub atomica agenti nel volume unitario possiamo considerare, con ottima approssimazione:

$$\boxed{\overline{F}_{v} \simeq 0}$$