ISA – TU Delft

<https://www.youtube.com/watch?v=epWSEcC0m7g>

Indiano

<https://www.youtube.com/watch?v=3yqp3HdDYkI>

This is the first video in the course bundle of Flight Mechanics Video Courses. In this video, we will be covering the concepts of Standard atmosphere, properties, and altitudes. visit : www.gateaerovision.com

<https://www.youtube.com/watch?v=U-Yu46Kk1EM>

Structure of the Atmosphere

[Will Liebhaber](https://www.youtube.com/channel/UCZ3K5kyDC8F4EjCI4v825pA)

Pubblicato il 19 giu 2016

ISCRIVITI 15.000

The atmosphere is an envelope of air, made up of various gasses, that surrounds the Earth and rests on its surface. The atmosphere has mass, weight, and an indefinite shape. The atmosphere is

<https://www.youtube.com/watch?v=87clrOQyvGI>

# PRINCIPLES OF FLIGHT - THE ATMOSPHERE | Learn with VASAviation

<https://www.youtube.com/watch?v=xPrXZIDb6kk>

# International Standard Atmosphere 1

<https://www.youtube.com/watch?v=IrMSh6fDgpk>

# Atmosphere: Properties and Standard Atmosphere | Flight Dynamics | GATE Part 1

<https://www.youtube.com/watch?v=3swa0xz6DoM>

# Environmental sciencesThe Atmosphere

<https://www.youtube.com/watch?v=6LkmD6B2ncs>

### <http://www.centrometeo.com/articoli-reportage-approfondimenti/fisica-atmosferica/4142-struttura-atmosfera-temp>

### *Ma perché la T ha questo andamento tipico "medio"?*

Ebbene tutto dipende da come la radiazione solare interagisce con l'atmosfera attraverso i fenomeni di assorbimento e conversione in calore dell'energia solare. In particolare:   
- la luce visibile attraversa l'atmosfera senza quasi essere assorbita, ma arriva al suolo e agli oceani riscaldandoli. Essi poi riemettono l'energia assorbita sottoforma di radiazione infrarossa, rispetto alla quale l'atmosfera risulta invece opaca. E così l'atmosfera si riscalda dal basso, conferendo alla temperatura l'andamento che si osserva in Troposfera.   
- arrivati in Stratosfera l'effetto prevalente non è dato dal riscaldamento dal basso (ormai troppo "lontano") ma dal riscaldamento che l'atmosfera subisce a causa dell'assorbimento degli UV (ultravioletti) da parte dell'ozono, abbondantemente presente a tali quote (massimo assorbimento intorno alla Stratopausa).   
- in Termosfera, invece, l'atmosfera si surriscalda per assorbimento e interazioni con altre radiazioni.

<http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article?id=1439:0245-perche-la-temperatura-diminuisce-salendo-di-quota>

## 0245. Perchè la temperatura diminuisce salendo di quota?

|  |  |
| --- | --- |
| **espertomini** | Sono sempre stato incuriosito dal fatto: la temperatura diminuisce salendo di quota? Perchè? Avevo capito che l’aria calda sale. (Fabio Cabrini) (2122) |
|  |

|  |
| --- |
| *sem_esperto_verde*  Nella porzione di atmosfera [icona_glossario](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article) detta troposfera [icona_glossario](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article), che dal suolo si estende fino a 15 km di altezza, la temperatura diminuisce con la quota di 6,5°C per ogni km. La radiazione solare , che giunge sul nostro pianeta, viene riflessa dal sistema atmosfera-terra per il 33% e assorbita dalla terra per il 67%. La temperatura della superficie terrestre è circa un ventesimo di quella del bordo solare (circa 5700 K, espressa in gradi kelvin (K), in onore del fisico britannico Lord Kelvin [icona_biografia](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article)), per cui le radiazioni più intense rilasciate dalla terra hanno una lunghezza d’onda venti volte maggiore di quelle corrispondenti emesse dall’astro (legge di Wien [icona_biografia](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article) ).  ScienzaPerTutti_sole  Le prime onde elettromagnetiche appartengono all’infrarosso e sono dette lunghe, quelle solari col massimo di radianza nel visibile sono denominate corte. Il vapore acqueo, l’anidride carbonica, il metano assorbono la radiazione infrarossa. Ma l’atmosfera tende a mantenere costante la sua temperatura media rigettando la radiazione ricevuta. Si viene a creare un duplice flusso di raggi infrarossi verso l’alto e il basso con un valore netto che si allontana dalla terra per consentire il bilancio energetico con la radiazione solare. Dunque, l’atmosfera viene riscaldata prevalentemente dalla terra e perciò aumentando la quota l’aria diventa più fredda. La terra può essere assimilata ad una grande piastra a sua volta riscaldata dall’energia solare. Allontanandosi dalla piastra diminuisce la temperatura trasmessa all’aria.  *sem_esperto_rosso*  La potenza media solare che raggiunge la superficie atmosferica di un metro quadrato, disposta perpendicolarmente alla direzione della radiazione, è di 1367 W; questa quantità I si chiama costante solare. Siccome l’irraggiamento è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente, la potenza emessa per metro quadro dalla superficie solare è maggiore di I. Poiché la Terra si trova a un’unità astronomica = 149,6 milioni di km dal Sole e questo ha un raggio di 696000 km, il rapporto delle suddette distanze al quadrato ammonta a 46200, che moltiplicato per I fornisce l’irraggiamento alla superficie solare. La legge di Stefan [icona_biografia](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article) – Boltzmann [icona_biografia](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article) afferma che un corpo nero, a una temperatura assoluta T, irraggia una potenza per metro quadrato pari S = n T4, dove n = 5,67 10-8 W/(m2K4). Trattando il Sole come un corpo nero, si ricava la sua temperatura superficiale con la formula T = radice quarta di (S/n) = 5777 K. Un altro indizio su questa temperatura si estrae dalla legge dello spostamento di Wien per cui ?T = 2,8978 10-3m K, essendo ? la lunghezza d’onda cui corrisponde la radiazione più intensa del corpo nero. Dalla misura di ? = 0,476 10-6 m, ottenuta dallo spettro solare, si giunge a T = 6088 K. Questa temperatura è compatibile col valore precedente considerando che la radiazione proviene anche dall’interno del sole più caldo. La potenza solare che colpisce la terra intercetta un cerchio massimo terrestre di area A e vale IA, ma al suolo ne ritroviamo una frazione ossia 0,67 IA, che deve essere irradiata da tutta la superficie del pianeta (4 A). Dunque, l’irraggiamento infrarosso della terra risulta (0,67 I A)/(4 A) = 229 W/m2 a cui è associato, in base alla legge di Stefan-Boltzmann, la temperatura di emissione T = radice quarta di (S/n) = 252 K. La temperatura media della terra di 15°C, ovvero 288K, è più alta di quella calcolata. Però, la temperatura della troposfera scende fino a –55°C cioè 218° K. La media di 253° K tra 218° K e 288° K è molto vicina al valore desunto dalla formula di Stefan-Boltzmann. Per interpretare più specificamente il fenomeno, bisogna dividere l’intervallo infrarosso delle lunghezze d’onda in tre insiemi, in modo che l’atmosfera sia opaca, parzialmente opaca, trasparente alla radiazione inclusa nei suddetti insiemi. La prima frazione viene continuamente assorbita e riemessa dall’atmosfera, fino a raggiungere i limiti della troposfera, in cui viene a mancare il vapore acqueo che produce principalmente il meccanismo. Questa radiazione viene emanata alla temperatura della zona terminale troposferica di –55°C. La terza frazione della radiazione, non assorbita dall’atmosfera, deve essere considerata emessa alla temperatura del suolo di 15°C. La parte rimanente caratterizzata dalla parziale opacità, va trattata ad una temperatura intermedia tra 15°C e –55°C.  Nell’ipotesi che le trasformazioni termodinamiche dell’aria siano adiabatiche, ossia senza scambi di calore, si può giustificare l’entità del gradiente termico della troposfera. Una massa d’aria, che sale adiabaticamente, incontra una minore pressione, si espande e compie lavoro, a discapito della sua energia interna, che fa diminuire la sua temperatura. Poiché nell’adiabatica p = b Ta, si ha che la pressione p dell’aria è proporzionale, tramite un coefficiente b, alla temperatura assoluta T elevata ad a = Cp/R, dove Cp è il calore specifico molare dell’aria a pressione costante e R = 8,315 J/(mole K) è la costante dei gas. Dalla precedente relazione si ricava che dp = a p dT /T. Per la legge di Stivino [icona_biografia](http://scienzapertutti.infn.it/component/content/article) , la variazione di pressione con la quota h vale dp = -g dh pM/(RT), in cui M è la massa molare, g è l’accelerazione di gravità, pM/(RT) è la densità che discende dall’equazione di stato dei gas perfetti. Uguagliando le due espressioni di dp e semplificando, si perviene al gradiente termico adiabatico dT/dh = -Mg/Cp. Da M = 28,8 grammi/mole (80% di azoto e 20% di ossigeno), g = 9,806 m/s2, Cp = 7R/2 (azoto e ossigeno sono biatomici), scaturisce che dT/dh = -9,7 °C/km. Il gradiente effettivo di –6,5 °C/km è minore ma dello stesso ordine di grandezza. Ciò significa che gli spostamenti verticali dell’aria sono abbastanza adiabatici, però intervengono altri fenomeni come la condensazione del vapore acqueo che comporta il rilascio del calore latente.  *sem_esperto_verde*  Il decremento della temperatura con la quota subisce in prossimità del suolo delle eccezioni, per esempio la radiazione notturna può provocare un raffreddamento più rapido della superficie terrestre rispetto all’atmosfera con una conseguente inversione del gradiente termico in vicinanza del suolo. Il bilancio tra l’energia entrante e quella uscente nel sistema terra-atmosfera è verificato a livello globale, ma localmente si riscontrano delle differenze. Le zone a bassa latitudine ricevono più energia perché la superficie terrestre è più ortogonale ai raggi solari. L’inverso si realizza per le porzioni ad alte latitudini. Quindi le prime zone tendono a riscaldarsi e le altre a raffreddarsi. La circolazione generale dell’atmosfera provvede a mantenere stazionaria la temperatura media dei vari luoghi. Oltre la troposfera troviamo la stratosfera in cui la temperatura cresce con l’altezza per la presenza dell’ozono che assorbe i raggi ultravioletti solari. Poi incontriamo la mesosfera in cui la temperatura riprende a diminuire. Quindi inizia la termosfera, dove la temperatura aumenta fino a 200-300°C e negli strati più alti può raggiungere anche i 1000°C. Ciò avviene perché le molecole e gli atomi vengono continuamente dissociati e assorbono larghe bande dei raggi ultravioletti. Nell’aria poco densa cresce molto il cammino libero medio e il concetto di temperatura come espressione dell’energia cinetica media tende a perdere il suo significato.  Pasquale Catone – Docente di Fisica |