

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
FÍSICA COMPUTACIONAL I

---

**Actividad 1**  
**Atmósfera de la Tierra**

---

*Alumno:*  
Gómez García  
Manuel Ignacio

*Profesor:*  
Lizarraga Celaya  
Carlos

10 de febrero, 2018  
Hermosillo, Sonora



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**

La atmósfera de la Tierra está compuesta principalmente de gases, gracias a la gravedad del planeta. Es debido a la ella que existe la vida pues genera presión que da lugar al agua, nos protege de la radiación emitada por el Sol, disminuyendo así la cantidad y calentando la Tierra lo necesario.

El volumen de la atmósfera es un 78.09% nitrógeno, 20.95% oxígeno, 0.93% argón, 0.04% dióxido de carbono, y el resto corresponde a otro tipo de gases.

La atmósfera cuenta con una masa aproximadamente de  $5.15 \times 10^{18}$  kg, de los cuales  $\frac{3}{4}$  se encuentran entre los primeros 11 km de la superficie. A lo largo de ella, conforme aumenta la altitud, podemos distinguir distintas capas y que son clasificadas en base a características como su temperatura y composición.

## 1 Composición

Los tres mayores constituyentes de la atmósfera son nitrógeno, oxígeno y argón, mientras que el vapor de agua apenas representa el 0.25%; su concentración varía alrededor de 10 ppm por volumen en las zonas más heladas hasta 5% por volumen en las más calientes. Los gases restantes son rastros del efecto invernadero, siendo estos dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, y ozono, así como otro tanto más de restos químicos provenientes de la contaminación de gases de origen natural, aerosoles, o bien, por las fábricas.

## 2 Estructura de la atmósfera

En general, la presión y densidad disminuye conforme aumenta la altitud, sin embargo con la temperatura es algo más complicado que eso debido a que se mantiene relativamente constante, por lo cual es necesario medir estos cambios con ciertos dispositivos, en base a ello se ha dividido la atmósfera en cinco distintas capas.

La figura 1 ilustra el cómo se han dividido las capas atmosféricas.

### 2.1 Troposfera

La troposfera es la capa de la atmósfera donde habitamos los seres vivos y abarca cerca de los primeros 12 km de altitud, aunque esta altitud varía según la ubicación (9 km en los polos y 17 km en el ecuador).

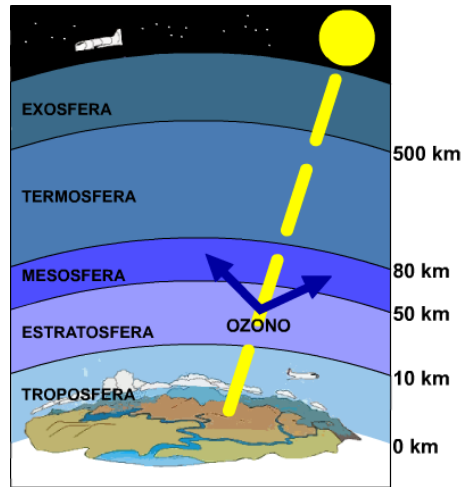


Figure 1: Capas de la atmósfera.

Aunque ocurren ciertas variaciones, la temperatura desciende conforme se asciende a través de la atmósfera ya que existe una transferencia de energía con la superficie del planeta. Contendida en esta capa encontramos el 80% de la masa atmosférica y dentro de los primeros 5.6 km, el 50% de la masa total, convirtiendo a ésta en la capa más densa de todas.

Aquí es donde vuelan las aeronaves propulsadas por hélices.

## 2.2 Estratosfera

Esta capa comienza en la tropopausa y termina alrededor de los 50 o 55 km de altitud.

La presión atmosférica en el borde superior de la capa es  $\frac{1}{1000}$  de la presión a nivel del mar. Aquí es donde encontraremos la capa de ozono, es donde se encuentra una alta concentración de este gas, es por ello que en esta capa incrementa la temperatura conforme la altitud pues los rayos UV son retenidos por el gas provocando que la temperatura asciende desde  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la parte superior.

Esta es el punto más alto a donde pueden llegar las aeronaves impulsadas por jet.

### **2.3 Mesosfera**

Siendo la tercer capa más alta y abarcando entre los 50 km (mesopausa) hasta 80-85 km de altitud tenemos a la mesosfera.

Conforme se aumenta la altitud, la temperatura comienza a descender en este punto, al punto de ser este el espacio más helado del planeta con una temperatura promedio de  $-85^{\circ}\text{C}$ .

En esta capa es donde se forman las nubes más altas, y también es donde más se consumen los meteoritos al entrar en nuestra atmósfera. Este lugar se encuentra tan alto que es inaccesible para aeronaves del tipo jet y demasiado bajo para poner equipo orbital cerca. Esta zona es mayormente donde navegan los equipos impulsados por cohetes.

### **2.4 Termosfera**

Se extiende desde la mesopausa (alrededor de 80 km de altitud) hasta los 500-1000 km, esta variación es debido a la actividad solar.

En la termosfera aumenta a medida que nos alejamos de la Tierra y puede llegar a los  $1500^{\circ}\text{C}$ , sin embargo dado a la baja densidad presente en esta ¿capa, la sensación no es verdaderamente significativa, de hecho, las moléculas viajan en promedio 1 km antes de colisionar con otra; por ello, aunque las moléculas sean altamente energéticas no se sentirían caliente al contacto humano.

A esta altura órbita la estación espacial internacional, entre 350 y 420 km.

### **2.5 Exosfera**

La exosfera es la última capa de nuestra atmósfera y abarca desde los 700 km hasta 10,000 km, donde se une al viento solar.

La capa está compuesta de extremadamente bajas densidades de hidrógeno, helio y otras tantas más moléculas pesadas incluyendo nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono. Las partículas pueden viajar cientos de kilómetros sin colisionar con otras, por ello la exosfera no se comporta como un gas, además de que muchas partículas terminan saliendo al espacio exterior debido a esto.

La mayoría de los satélites que orbitan la Tierra se ubican aquí.

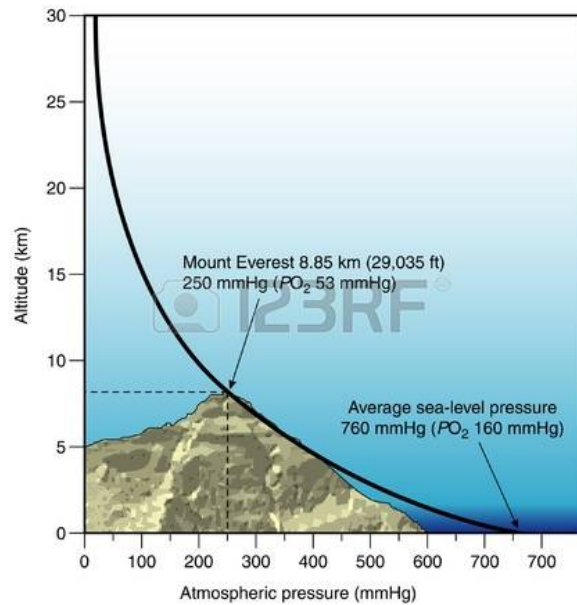


Figure 2: Gráfica de altitud contra presión

### 3 Propiedades físicas

#### 3.1 Presión y espesor

La presión atmosférica a nivel del mar es de 101325 Pascales, o bien, una atmósfera (1 atm). La masa atmosférica total es de  $5.1480 \times 10^{18}$  kg y una superficie de 51007.2 megahectareas. Debido a la naturaleza del planeta la presión varía según la locación y climade dicha zona.

La densidad en la atmósfera no es uniforme, por lo cual conforme aumenta la altitud la presión disminuye exponencialmente, provocanco así una reducción a la mitad cada 5.6 km. Sin embargo, usualmente la presión atmosférica es modelada distinta según la capa que se tome a consideración, cada una toma en cuenta gradientes de la temperatura, composición, molecular, radiación solar y gravedad.

La figura 2 muestra la variación de presión a lo largo de la atmósfera.

### 3.2 Temperatura y velocidad del sonido

La división de la atmósfera es debido a la temperatura que experimenta. Desde el nivel del mar hasta los 11 km de altitud la temperatura decrece gradualmente, tras los 11 km se mantiene prácticamente constante durante una gran distancia vertical en el resto de la troposfera. Posteriormente, cerca de los 20 km, vuelve a incrementar debido a la captura de rayos UV por la capa de ozono.

En un gas ideal, la velocidad del sonido depende únicamente de la temperatura y no de la presión o densidad, siendo así como lo hace el sonido en nuestra atmósfera.

### 3.3 Densidad y masa

La densidad del aire a nivel del mar es alrededor  $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ . En realidad la densidad no es medida sino calculada en base de la temperatura, presión y humedad aplicando la ecuación de estado del aire. Esta densidad disminuye mientras la altitud incrementa. Dichas variaciones se modelan usando fórmulas barométricas.

En promedio, la totalidad de masa presente en toda la atmósfera es de  $5 \times 10^{15}$  toneladas. Según el Centro Nacional Americano para la Investigación Atmosférica, la cantidad tiene cierto rango debido al agua de  $1.5 \times 10^{15}$  kg, dependiendo de la presión en el área.

## 4 Propiedades ópticas

La radiación solar es la energía que recibe la Tierra del Sol. El planeta emite cierta radiación de vuelta pero nos es imperceptible. Parte de esta radiación es absorbida y otra reflejada por la atmósfera.

### 4.1 Dispersión

Cuando la luz pasa a través de la atmósfera, los fotones se dispersan en ella. Si la luz no interacciona con la atmósfera entonces podemos llamarle una radiación directa; en cambio, cuando los rayos de luz han sido dispersados por la atmósfera se le llama radiación indirecta. Es por ello que el cielo luce azul pues se debe a las ondas generados por esta interacción y la tonalidad roja es aquella que presenta menos dispersión.

## 4.2 Absorción

Las distintas moléculas absorben distintas longitudes de onda de radiación (i.e.  $O_2$  y  $O_3$ , longitudes menores a 300 nm y  $H_2O$ , mayores a 700 nm) . En el momento que un fotón es absorbido, la molécula responsable incrementa su energía, calentando así la atmósfera aunque también se enfría al emitir radiación.

El espectro que logra traspasar se encuentra entre los 400-700 nm y continua alrededor de los 1100 nm.

## 4.3 Emisión

La emisión es lo opuesto a la absorción, representa la emisión de radiación. Esta tendencia de emisión depende de la emisión de "cuerpo negro", es por ello que los cuerpos más calientes emiten más radiación, con longitudes de onda muy cortas; mientras que los más helados, emiten menos y en con una longitud muy grande.

## 4.4 Índice de refracción

El aire presenta un índice de refracción muy cercano pero superior a 1. Esto puede ocasionar que se doblen los rayos de luz y hacer ver objetos en el horizonte antes de que estén en la verdadera posición.

La temperatura es un factor que altera el índice de refracción, haciendo que sean más notorios sus efectos cuando el gradiente de temperatura es grande.

La figura 3 es una puesta de sol, la cual resulta ser un gran ejemplo del índice de refracción que presentan la radiación solar al entrar en contacto con nuestra atmósfera.

# 5 Circulación

Circulación atmosférica es el movimiento a gran escala del aire a través de la troposfera, y los medios por los cuales el calor se distribuye alrededor de la Tierra. Este gran movimiento varía año con año pero la estructura básica se mantiene prácticamente constante ya que está determinado por la rotación del planeta y la diferencia de radiación entre el ecuador y los polos.



Figure 3: Los colores generados dependen del índice de refracción.

## 6 Apéndice

- ¿Qué fue lo que más te llamó la atención de esta actividad?

Lo más interesante de la actividad me pareció el hecho de comenzar a aprender el cómo utilizar  $\text{\LaTeX}$  pues hace tiempo ya he escuchado que es usado frecuentemente en el área de la ciencia.

- ¿Qué fue lo que se te hizo menos interesante?

Lo menos interesante me parece ser la lectura que se debe realizar para llevar a cabo la actividad.

- ¿Qué cambios harías para mejorar esta actividad?

Sería buena idea que fuese un tema libre el cual expondremos en el reporte y una guía más específica para cada sección del documento.

También sería una buena idea recibir un par de clases explicando previamente el tipo de funciones a utilizar en el archivo para ahorrar tiempo al momento de trabajar en el reporte.

- ¿Cuál es tu primera impresión de uso de  $\text{\LaTeX}$ ?

Me parece que es bastante complicado el crear documentos en esta plataforma y de momento no me ha gustado dado esa "complejidad" que encuentro en ello, preferiría utilizar un editor de textos, sin embargo no niego que la apariencia del documento es muy interesante.

- ¿El tiempo sugerido para esta actividad fue suficiente?



Me parece que sido suficiente tiempo para trabajar en la actividad pero de igual forma, si hubieramos tenido algo más de información puede que hayamos tenido que usar menos.

- ¿Encontraste algún documento o recurso en línea útil que quisieras compartir con los demás?

No considero que hayan sido muy completa la información o que tuviera una buena estructura.

## 7 Bibliografía

- Atmosphere of Earth. Consultado el 29 de enero, 2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere\\_of\\_Earth](https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Earth)
- Figura 1: Capas de la atmósfera.  
<https://programacion167.files.wordpress.com/2016/08/2-atmosfera.png?w=700>
- Figura 2: Presión atmosférica.  
<https://us.123rf.com/450wm/hfsimaging/hfsimaging1201/hfsimaging120100022/12092767-atmospheric-pressure-graph.jpg?ver=6>
- Figura 3: Puesta de sol.  
<https://wallpaperstock.net/wallpapers/thumbs1/35833hd.jpg>