

## CUESTIONES (50 % de la nota)

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Todas las preguntas tienen idéntica puntuación (0.5 puntos) Tiempo: 50 minutos.

---

### Cuestión 1

Para un ascenso que se produce una vez se ha alcanzado la saturación, diga si las siguientes magnitudes suben, bajan o permanecen constantes:

- (1) Humedad absoluta.
- (2) Humedad específica.
- (3) Temperatura.
- (4) Humedad relativa.

### Cuestión 2

Explique las diferencias entre una anticiclón frío y uno cálido. Justifique, con argumentos físicos, porqué se dan dichas diferencias.

### Cuestión 3

Defina temperatura de rocío y nivel de saturación por ascenso adiabático.

### Cuestión 4

Defina frente y superficie frontal.

### Cuestión 5

Si la altura de la troposfera fuera constante e independiente de la latitud,

- (a) la presión atmosférica sería mucho mayor en los polos que en el ecuador.
- (b) la presión atmosférica sería mucho mayor en el ecuador que en los polos.
- (c) no existirían corrientes de chorro.
- (d) no habría tropopausa.

### Cuestión 6

Una inversión térmica

- (a) Señala una región de la atmósfera en la que el gradiente adiabático es negativo.
- (b) Señala una altura de la atmósfera en la que la temperatura pasa de positiva a negativa.
- (c) Se llama a la atmósfera con gradiente subadiabático, luego es sinónimo de atmósfera estable.
- (d) Señala una región de la atmósfera en la que el gradiente térmico es negativo.

### Cuestión 7

Cuando en verano llega una masa de aire cálido a la península Ibérica procedente del Sahara, ¿por qué además de altas temperaturas produce gran estabilidad atmosférica?

### Cuestión 8

En el hemisferio Norte, si estamos en el mar y tenemos delante un centro de bajas presiones, ¿nos sería más fácil navegar dejando la borrasca a la derecha o a la izquierda? ¿por qué?

### Cuestión 9

Señale dos causas naturales de carácter no periódico que puedan contribuir al cambio climático.

### Cuestión 10

Explique cuál sería el principal efecto sobre el Monzón en la región inter-tropical si el eje de rotación de la Tierra fuera perpendicular al plano de la eclíptica.

**EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)**

Tiempo: 60 minutos.

**Problema 1** (2 puntos)

Sea una masa de aire con humedad absoluta de  $8\text{g/m}^3$ , siendo su temperatura de  $20^\circ\text{C}$  y la temperatura del aire circundante de  $15^\circ\text{C}$ , además se sabe que la presión atmosférica es de  $1013,25\text{ hPa}$ .

1. Calcule la humedad específica de la masa de aire.
2. Determine su índice de enfriamiento para ascenso adiabático.
3. Si el gradiente de enfriamiento de la atmósfera es,  $\alpha = 0,0065^\circ\text{C/m}$ , calcule la altura hasta la que ascendera la masa de aire.
4. Suponga para la misma masa de aire un ascenso politrópico en el que se alcanza un nivel de equilibrio  $400\text{ m}$  superior al del apartado anterior. Calcule el calor específico de dicha evolución politrópica.

**Problema 2** (1.5 puntos)

En la novela de ciencia ficción “Mundo Anillo” de Larry Niven, el autor inventa un mundo artificial con forma de corteza cilíndrica de espesor despreciable frente a la altura y al radio de dicho cilindro (o anillo plano), en el centro mismo de cuyo eje se halla una estrella. Suponiendo que la estrella tiene el tamaño y la temperatura de nuestro Sol ( $R_s = 6,5 \cdot 10^5\text{ Km}$ ,  $T_s = 6000\text{ K}$ ), que el radio del cilindro es igual al de la órbita terrestre ( $d = 1,5 \cdot 10^8\text{ Km}$ ) y que la altura del cilindro es mucho menor que este radio. Calcule la temperatura de equilibrio en el caso de que el material del cilindro sea un aislante térmico perfecto.

**Problema 3** (1.5 punto)

Una masa de aire, que se encuentra en la falda de una montaña con una temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , una humedad relativa  $h = 70\%$  a una presión de  $1013\text{ hPa}$ , inicia el ascenso por una de sus vertientes. En estas condiciones,

1. ¿ Qué altura tendrá la montaña si se observa la formación de nubes  $200\text{ m}$  por debajo de la cima ?
2. ¿ Qué cantidad de vapor de agua por  $\text{kg}$  de aire seco se habrá condensado en la masa de aire si la humedad específica, medida cuando la masa ha descendido hasta la base por la otra vertiente, es  $q = 0,005$ ?

Datos:  $E(20^\circ\text{C}) = 23,48\text{ hPa}$ .

## EXAMEN DE PRÁCTICAS

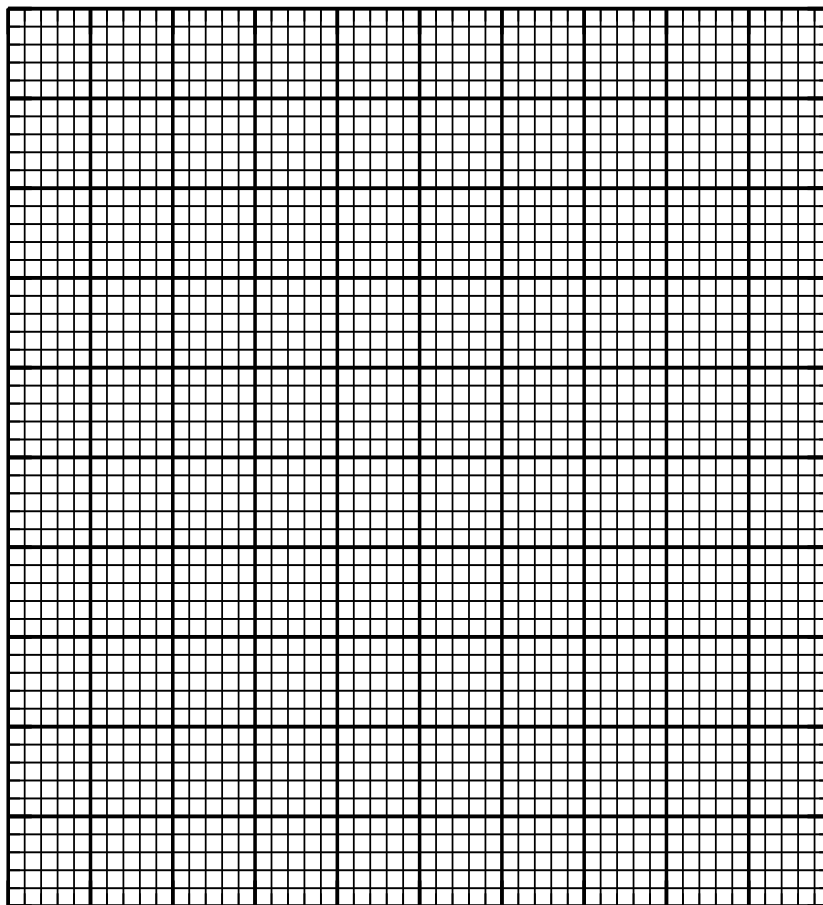
Tiempo: 40 minutos.

---

1. Se obtienen los siguientes datos en la práctica número 1 donde se estudia la dependencia de la radiación con el ángulo de incidencia:

$\alpha$	0°	20°	45°	65°	90°
Voltaje (V)	11	9.3	8.1	5.2	1
Voltaje <sub>f</sub> (V)	1.1	1.2	1.2	0.9	0.8

Represente gráficamente los datos experimentales de forma que pueda verificarse si éstos se aproximan a una recta. Indique sobre cada punto el par (x,y) que ha empleado.





**CUESTIONES (50 % de la nota)**

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Todas las cuestiones tienen idéntica puntuación (1 punto/cuestión).

---

**Cuestión 1**

La troposfera y la estratosfera son las dos primeras capas de la atmósfera terrestre. ¿Qué nombre recibe la zona de separación entre estas dos capas? Dibuje un esquema simplificado en el que se indique cómo es la variación de la temperatura con la altura en estas dos capas indicando en dicho esquema donde se encuentra la zona que separa troposfera y estratosfera.

**Cuestión 2**

Represente un diagrama de presión de vapor de saturación frente a la temperatura en el que se indique: un punto A a temperatura  $T$  y con una humedad relativa  $h_A$  del 50%, y un punto B, con idéntica humedad absoluta que el punto A pero una temperatura  $T_B = 1,5T_A$ . ¿La humedad relativa del punto B es mayor o menor que la del punto A?

Nota.- Puede demostrarse fácilmente de forma gráfica.

**Cuestión 3**

Enumere dos tipos de nubes que suelen estar asociadas a precipitación y otros dos tipos de nubes en los que no suele aparecer precipitación, indicando en cada caso si dichas nubes son altas, medias, bajas o de desarrollo vertical.

**Cuestión 4**

Diga cuál de las siguientes afirmaciones es cierta si nos referimos a una zona en la que exista una borrasca fría:

- (1) El gradiente de presión y temperatura tienen sentidos diferentes.
- (2) Se asocia con procesos de divergencia en superficie y convergencia a una altura cercana a la de la tropopausa.
- (3) En un mapa sinóptico de superficie viene marcada por una zona de bajas presiones, mientras que en un mapa de altura (500 hPa) viene señalada por una zona de altas presiones.
- (4) En un mapa sinóptico de superficie viene marcada por una zona de bajas presiones, mientras que en un mapa de altura (500 hPa) viene señalada por una zona de bajas presiones.

**Cuestión 5**

Una posible consecuencia de un calentamiento global en la Tierra es la subida del nivel del mar. Explique a qué se debe esta subida y si el impacto de dicha subida del nivel del mar será idéntico en todas las costas terrestres.

**EXAMEN DE PROBLEMAS (50% de la nota)**

---

**Problema 1** (2.5 puntos)

Se dispone una habitación con una presión  $p_0 = 1013$  hPa y con la temperatura y humedad relativa reguladas, de forma que permanecen constantes, siendo  $T_0 = 300$  K y  $h_0 = 60\%$ . En dicha habitación se introduce una esfera hueca, que llamaremos  $A$ , con una pared que conduce bien el calor.

Inicialmente el aire en el interior de la esfera se encuentra a una presión  $p_{0A} = p_{0B} = 1013$  hPa y no está saturado. La temperatura inicial de esta masa de aire en la esfera es  $T_{0A} = 275$  K y su tensión de vapor  $e_{0A} = 3,05$  hPa.

1. Calcule la humedad relativa en el interior de la esfera en el momento en el que se introduce en la habitación.
2. Una vez que ha pasado un período largo de tiempo y la esfera se encuentra en equilibrio térmico con la habitación, calcule el valor de la humedad relativa en el interior de la esfera.
3. Razone si inicialmente, al introducir la esfera en la habitación, o una vez alcanzado el equilibrio térmico, es posible que se haya condensado agua en la superficie de la esfera, indicando si dicha condensación ha tenido lugar en la cara exterior o en la cara interior de la esfera.

Nota.- Utilice la ecuación de Magnus o Clausius Clapeyron si fuese necesario

**Problema 2** (2.5 puntos)

Sea una burbuja de aire seco de 10 m de radio y densidad aproximada de  $1.2$  kg/m<sup>3</sup>. Dicha burbuja se encuentra a  $0,5^\circ\text{C}$  por encima de la temperatura del entorno y recibe una potencia solar de  $1400$  W/m<sup>2</sup>, aunque sólo absorbe el  $10\%$  de la energía recibida. La burbuja asciende siguiendo un proceso politrópico, pudiendo considerarse que  $T/T' \approx 1$ , hasta una altura de equilibrio de  $1000$  m, momento en el cual deja de absorber radiación solar.

1. Calcule la potencia que absorbe la burbuja en una instante cualquiera del ascenso.
2. Calcule el tiempo que tarda en realizar el ascenso.

Dato:  $\alpha = 0,006^\circ\text{C}/\text{m}$ .

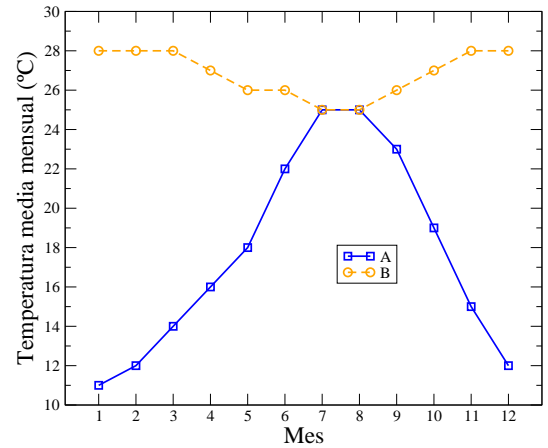


**CUESTIONES (50 % de la nota)**

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Todas las cuestiones tienen idéntica puntuación (1 punto/cuestión).

**Cuestión 1**

En la figura adjunta se representa la temperatura media mensual de dos ciudades, Huelva ( $37^{\circ}17'N$ ) y Recife (Brasil,  $8^{\circ}04'S$ ). Identifica qué curva corresponde a Huelva y cuál a Recife razonando tu elección. Relaciona el patrón de temperaturas obtenido con el régimen de irradiación solar y otros posibles controles de temperatura.

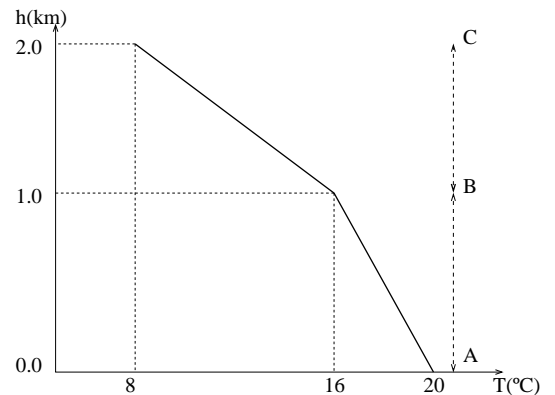
**Cuestión 2**

Represente un diagrama de presión de vapor de saturación frente a la temperatura en el que se indique: un punto A a temperatura  $T$  y con una humedad relativa  $h_A$  del 50 %, y un punto B, con idéntica razón de mezcla que el punto A, pero una temperatura  $T_B = 1,5T_A$ . ¿La humedad relativa del punto B es mayor o menor que la del punto A?

Nota.- Puede demostrarse fácilmente de forma gráfica.

**Cuestión 3**

En la figura adjunta se representa el resultado de un sondeo de temperatura en altura. Se sabe que el gradiente seudoadiabático para la atmósfera es  $\Gamma_{seud} = 6,0$  K/km. ¿Qué puedes decir acerca de la estabilidad atmosférica en los intervalos AB y BC?

**Cuestión 4**

Diga si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- (1) Los cirrostratos y los cirrocúmulos son nubes altas formadas por cristales de hielo.
- (2) Los cumulonimbos y altocúmulos son nubes asociadas a fenómenos de tipo tormentoso con aparato eléctrico.
- (3) La niebla de irradiación se facilita por la presencia de vientos fríos e intensos.
- (4) La niebla de advección requiere necesariamente la presencia de viento sobre una superficie fría.

**Cuestión 5**

Diga si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- (1) El Younger-Dryas es un fenómeno que toma su nombre del menor de los hijos de un climatólogo.
- (2) Entre los tres cambios posibles de parámetros orbitales el que desplaza los cambios estacionales a lo largo del año es el de la precesión.
- (3) El fenómeno del agujero en la capa de ozono estratosférica en las latitudes antárticas está íntimamente relacionado con el calentamiento global.
- (4) La subida del nivel del mar en una situación de calentamiento global se debe exclusivamente a la fusión de los casquetes polares y de los hielos continentales.

**EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)**

---

**Problema 1** (2.5 puntos)

Sea una masa de aire húmedo con una temperatura,  $T = 20^\circ\text{C}$ , una humedad específica de 3 g/kg y una presión,  $P = 1013$  hPa. Calcule:

1. Su densidad.
2. Su humedad relativa.
3. Su temperatura de rocío.
4. Su humedad absoluta.

Nota.- Utilice la ecuación de Magnus o Clausius Clapeyron si fuese necesario.

**Problema 2** (2.5 puntos)

Sea una burbuja de aire seco de 10 m de radio y densidad aproximada de  $1.2 \text{ kg/m}^3$ . Dicha burbuja se encuentra a  $0,5^\circ\text{C}$  por encima de la temperatura del entorno y recibe una potencia solar de  $1400 \text{ W/m}^2$ , aunque sólo absorbe el 10 % de la energía recibida. La burbuja asciende siguiendo un proceso politrópico, pudiendo considerarse que  $T/T' \approx 1$ , hasta una altura de equilibrio de 1000 m, momento en el cual deja de absorber radiación solar.

1. Calcule la potencia que absorbe la burbuja en una instante cualquiera del ascenso.
2. Calcule el tiempo que tarda en realizar el ascenso.

Dato:  $\alpha = 0,006^\circ\text{C/m}$ .



**CUESTIONES (50 % de la nota)**

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Las cuestiones 1-6 valen 1.5 puntos y las 7-8 0.5 puntos cada una.

---

**Cuestión 1**

Sean dos masas de aire con temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , siendo  $T_2 > T_1$ . Si ambas masas poseen una humedad relativa del 100 % y en ambas se reduce su temperatura  $1^\circ\text{C}$ , diga en cuál de ellas se produce más condensación de vapor de agua y por qué.

**Cuestión 2**

A partir de la ecuación del gas ideal demuestre la relación que existe entre  $m$  (proporción de mezcla),  $P$  (presión) y  $e$  (presión parcial de vapor).

**Cuestión 3**

Defina viento geostrófico y viento de gradiente.

**Cuestión 4**

Sean dos ciudades del hemisferio norte situadas a idéntica latitud,  $70^\circ\text{N}$ . Se observa que la oscilación térmica anual de una de las ciudades es muy superior a la de la otra. Explique el porqué.

**Cuestión 5**

Explique brevemente qué es un mecanismo de retroalimentación, citando uno de retroalimentación positiva y otro de retroalimentación negativa.

**Cuestión 6**

¿Qué es la "NAO"? Describa este fenómeno muy brevemente.

**Cuestión 7**

Diga cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:

1. La emisividad depende de la longitud de onda, es decir de la temperatura del cuerpo que emite.
2. Un cuerpo negro tiene una emisividad igual a 1 y un coeficiente de absorción igual a 0.
3. La emisividad siempre es 1 porque todos los cuerpos son negros.
4. La emisividad y el coeficiente de absorción sólo son iguales en los cuerpos negros.

**Cuestión 8**

El mayor calentamiento por radiación de la superficie terrestre comparada con la atmósfera se encuentra en el origen de los fenómenos meteorológicos. Ese mayor calentamiento se debe a (señale la respuesta correcta):

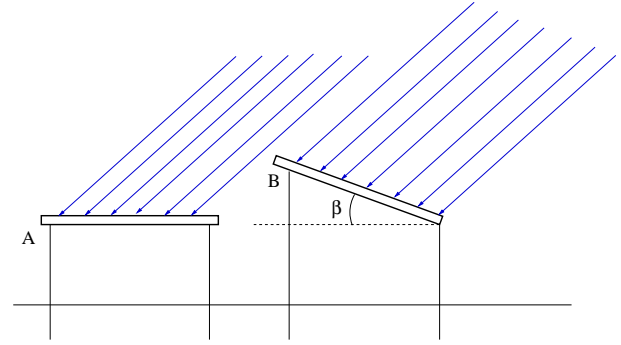
1. Que la Tierra tiene forma esférica y la radiación incide de forma desigual en diferentes latitudes y momentos del año.
2. No existe dicho calentamiento debido a que la superficie terrestre y la atmósfera se encuentran en equilibrio radiativo.
3. Que la atmósfera transmite gran parte de la radiación de onda corta y absorbe en mucha mayor medida la radiación de onda larga.
4. Que la atmósfera transmite gran parte de la radiación de onda larga y absorbe en mucha mayor medida la radiación de onda corta.

## EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)

---

### Problema 1 (2.5 puntos)

Se disponen dos placas delgadas y buenas conductoras del calor (ver figura) en un lugar del hemisferio boreal cuya latitud es  $\lambda$  el día del solsticio de invierno. Dichas placas poseen diferente emisividad para la radiación de onda corta ( $\epsilon_s = 0,9$ ) y de onda larga ( $\epsilon_l = 0,3$ ). Si son las doce del mediodía y se supone que las placas alcanzan el equilibrio muy rápidamente, se pide:



1. Si la temperatura de equilibrio de la placa A es  $T_{eA} = 358,5$  K, calcule el valor de la latitud,  $\lambda$ , del lugar donde se han colocado las placas.
2. Si la placa B se inclina un ángulo  $\beta$ , como se indica en la figura, ¿qué valor de  $\beta$  hará máxima la temperatura de equilibrio de la placa B? Para dicho valor de  $\beta$ , ¿cuánto vale el cociente  $T_{eA}/T_{eB}$ ?
3. Si  $T_{eA}/T_{eB} = 0,886$ , ¿qué valor tiene el ángulo  $\beta$ ?

Dato: Valor de la constante solar:  $S = 1400$  W/m<sup>2</sup>.

### Problema 2 (2.5 puntos)

Sea una masa de aire húmedo con una temperatura  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ , una humedad relativa  $h = 60\%$  y a una presión  $P = 1013$  hPa, rodeada de una atmósfera con  $T'_0 = 15^\circ\text{C}$ . Al elevarse dicha masa de aire se observa que alcanza una altura de equilibrio  $z_e = 2500$  m.

1. Calcule la humedad específica, la densidad y el gradiente de ascenso adiabático de la burbuja antes de comenzar su ascenso.
2. Calcule el valor del gradiente térmico de la atmósfera,  $\alpha$ .
3. Calcule a qué altura se halla el nivel de condensación para la burbuja del problema y discuta el resultado.

Nota.- Utilice la ecuación de Magnus o Clausius Clapeyron si fuese necesario.

