



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

PRIMER EJERCICIO

Pregunta n.º 1:

Indique en cuál de los siguientes diagramas meteorológicos las isobaras, adiabáticas e isotermas son todas líneas rectas:

- A) Diagrama oblicuo.
- B) Diagrama de Refsdal.
- C) Diagrama de Stüve.
- D) Tefigrama

Pregunta n.º 2:

Una capa atmosférica, inicialmente no saturada, se satura durante un ascenso y en ella la temperatura potencial del termómetro húmedo (θ') varía con la altura (z) según la expresión

$$\theta' = 3 - 2z$$

¿Qué tipo de estratificación presentaba la capa originalmente?

- A) Potencialmente inestable.
- B) Potencialmente estable.
- C) Potencialmente neutral.
- D) No se puede determinar el tipo de estratificación sin conocer las áreas del estrato antes y después del ascenso y las presiones de los niveles de partida y de llegada.

Pregunta n.º 3:

La característica más notable de las observaciones que es incapaz de reproducir un modelo de balance de energía de dimensión uno que represente el transporte de calor con un coeficiente de difusión constante es:

- A) La amortiguación de la temperatura en superficie en la región ecuatorial.
- B) El avance y retroceso de la capa de hielo.
- C) El gradiente meridional de temperatura en superficie.
- D) La retroalimentación hielo-albedo.

Pregunta n.º 4:

Las ecuaciones de Navier-Stokes que describen el movimiento de un fluido son equivalentes a las ecuaciones de Euler siempre que:

- A) El flujo sea estacionario y el valor del número de Reynolds sea $\gg 1$.
- B) El flujo sea incompresible y el valor del número de Reynolds sea $\ll 1$.
- C) El flujo sea estacionario y el gradiente de presión se anule.
- D) El flujo sea incompresible y el gradiente de presión se anule.

Pregunta n.º 5:

Un gas que obedece la ecuación de estado $[p+(2/V^2)](V-1)=RT$, se expande de forma isoterma y reversible desde un volumen inicial de 4 litros hasta un volumen final de 7 litros. ¿Qué variación de calor se ha producido en este proceso?

- A) $R T \ln 2$
- B) $2 R T \ln 2$
- C) $3 R T / 14$
- D) $R T [(3/14) + 2 \ln 2]$



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 6:

Señale la afirmación falsa relativa a las corrientes en chorro troposféricas:

- A) Tanto en invierno como en verano, el eje del chorro está localizado exactamente debajo de la tropopausa a la altura en que se anula el gradiente meridiano de temperatura.
- B) La velocidad en cada chorro es uniforme.
- C) Los mapas medios mensuales tienden a suavizar la estructura real de la corriente en chorro.
- D) El máximo de velocidad del viento zonal es mucho mayor en invierno que en verano.

Pregunta n.º 7:

Uno de los procesos que se sugieren como posible mecanismo de inicio de las perturbaciones ecuatoriales es la “inestabilidad condicional de segundo orden” (ICSO; en inglés, CISK), que...

- A) Está asociada al proceso de interacción entre la convección forzada de los cúmulos y la convergencia en niveles bajos producida por las perturbaciones ecuatoriales a escala sinóptica, que lleva a un crecimiento inestable del sistema a gran escala.
- B) Es un tipo de inestabilidad barotrópica del flujo medio debido a la cizalladura lateral.
- C) Es una clase de inestabilidad dinámica asociada a una discontinuidad de la velocidad del viento en el límite de separación de dos capas de aire adyacentes en latitudes ecuatoriales y que produce grandes desarrollos verticales.
- D) Está asociada a la existencia de un viento térmico en una atmósfera ecuatorial en equilibrio cuasigeostrófico.

Pregunta n.º 8:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones, relativas a la salinidad, es cierta:

- A) En un litro de agua de mar hay, por término medio, unos 60 gramos de sal.
- B) La salinidad influye más que la temperatura del agua en las variaciones de la densidad del agua marina para las latitudes altas.
- C) La salinidad media de la superficie del mar es mayor en las latitudes ecuatoriales que en las latitudes subtropicales.
- D) La salinidad media de las aguas profundas varía notablemente con la latitud, siendo máxima en las latitudes ecuatoriales.

Pregunta n.º 9:

¿A qué se denomina “nucleación homogénea”?

- A) A la condensación de vapor de agua sobre partículas higroscópicas de igual composición.
- B) A la condensación de vapor de agua sobre partículas higroscópicas de igual tamaño.
- C) A la condensación de vapor de agua en ausencia de aerosoles.
- D) A la condensación de vapor de agua sobre una superficie de agua líquida.

Pregunta n.º 10:

Señale el valor del ángulo (en radianes) que forma el viento con las isobaras en la capa superficial de la capa límite planetaria sabiendo que las ecuaciones de la espiral de Ekman modificada, obtenidas al combinar el perfil logarítmico de la capa superficial con la espiral de Ekman clásica, vienen dadas por:

$$u = u_g [1 - (\frac{1}{2})\sqrt{2} e^{-\gamma z} \cos(\gamma z + \pi/12)]$$

$$v = u_g (\frac{1}{2})\sqrt{2} e^{-\gamma z} \sin(\gamma z + \pi/12)$$

- A) $\pi/3$.
- B) $\pi/4$.
- C) $\pi/6$.
- D) $\pi/12$.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 11:

¿Cuál de los siguientes términos no está asociado a las bases de datos relacionales?

- A) Foreign key (clave secundaria).
- B) Index (índice).
- C) Primary key (clave primaria).
- D) Data mining.

Pregunta n.º 12:

Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

- A) A igualdad de presión, el gradiente adiabático del aire saturado disminuye al aumentar la temperatura.
- B) A igualdad de expansión relativa, el aire condensa más vapor en el ascenso pseudoadiabático que en el adiabático.
- C) Según el esquema de Von Bezold, en la evolución pseudoadiabática del aire saturado se distinguen cuatro zonas: seca, lluvia, granizo y nieve.
- D) En el esquema de Von Bezold, la zona del granizo es isoterma.

Pregunta n.º 13:

Dentro del ciclo de vida de un proyecto, la técnica del *Earned Value* (Valor Acumulado) se utiliza:

- A) Antes de planificar el proyecto.
- B) Durante la planificación.
- C) En la especificación de requisitos.
- D) Durante el seguimiento del proyecto para predecir el costo y la duración a la finalización del proyecto.

Pregunta n.º 14:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- A) En el hemisferio sur el flujo inercial es siempre ciclónico.
- B) La aproximación ciclostrófica es válida cuando la fuerza centrífuga es despreciable frente a la fuerza de Coriolis.
- C) En el flujo anticiclónico, el viento del gradiente es menor que el viento geostrófico.
- D) Las tres afirmaciones anteriores son falsas.

Pregunta n.º 15:

En el diseño de bases de datos relacionales, ¿cuál de las siguientes formas normales es más restrictiva?

- A) 1.ª forma normal.
- B) 3.ª forma normal.
- C) Forma Normal de Boyce-Codd.
- D) Forma normal superior.

Pregunta n.º 16:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones, relativas a la termodinámica de los procesos irreversibles, es falsa:

- A) El teorema de la reciprocidad de Onsager establece cómo se relacionan dos procesos irreversibles que contribuyen simultáneamente al aumento de la entropía de un sistema.
- B) El teorema de Prigogine postula que los estados estacionarios irreversibles producen entropía a un ritmo mínimo.
- C) Si un sistema se desvía de la región donde la relación entre fuerzas y flujos es lineal, el teorema de Prigogine ya no es válido.
- D) Los estados estacionarios, tanto en la región lineal como en la no lineal, son siempre estables.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 17:

El calentamiento diferencial entre los trópicos y el polo en la estratosfera...

- A) Intensifica la corriente en chorro estratosférica en latitudes altas en el hemisferio estival.
- B) Es el responsable directo de las entradas de gases de la baja estratosfera en la alta troposfera subtropical.
- C) Es el responsable directo de las entradas de gases de la alta troposfera en la baja estratosfera subtropical.
- D) Intensifica la corriente en chorro estratosférica en latitudes altas en el hemisferio invernal.

Pregunta n.º 18:

Indique la afirmación incorrecta relativa a una onda plana y monocromática que se propaga en el espacio exterior:

- A) El campo eléctrico y el campo magnético están en fase y son distintos en magnitud.
- B) El vector de Poynting es perpendicular a los vectores campo eléctrico y campo magnético.
- C) La intensidad de la onda coincide con el valor medio del vector de Poynting.
- D) Las densidades de energía eléctrica y de energía magnética son distintas.

Pregunta n.º 19:

En una transformación reversible y adiabática experimentada por un mol de monóxido de carbono que se comporta como un gas perfecto, el volumen en el estado final es la mitad que el del estado inicial. En este proceso, la presión final, respecto de la inicial, se habrá multiplicado por un factor:

- A) 2
- B) $2^{1,40}$
- C) $2^{1,50}$
- D) $2^{1,67}$

Pregunta n.º 20:

Señale cuál de los siguientes sistemas de ecuaciones, que relacionan las variables (x_1 , x_2 , x_3) con las (u_1 , u_2 , u_3) en función del tiempo t , describe el movimiento de un medio continuo:

- A) $x_1 = t u_1$; $x_2 = -t u_2$; $x_3 = 4$.
- B) $x_1 = e^t u_1$; $x_2 = e^t u_2$; $x_3 = e^t u_3$.
- C) $x_1 = e^t u_1 + 2u_2 + t$; $x_2 = u_3$; $x_3 = 2e^t u_1 + 4u_2 - t$.
- D) $x_1 = e^t u_1$; $x_2 = e^t u_2 + u_3$; $x_3 = e^t u_1 + e^t u_2 + u_3$.

Pregunta n.º 21:

Una columna cilíndrica de aire se desplaza, en un principio, de forma adiabática y sin rozamiento. Indique en cuál de las situaciones propuestas puede producirse una disminución de la componente vertical de la vorticidad relativa de la columna, al pasar del estado inicial al estado final, de forma compatible con la conservación de la vorticidad potencial:

- A) Suponiendo fluido incompresible homogéneo y partiendo de flujo zonal del este (*estado inicial*), la columna se desvía hacia el sur (*estado final*) manteniendo constante en todo momento su extensión vertical.
- B) Suponiendo fluido incompresible homogéneo y partiendo de flujo zonal del oeste (*estado inicial*), la columna se desvía hacia el norte (*estado final*) manteniendo constante en todo momento su extensión vertical.
- C) Suponiendo fluido incompresible homogéneo y con flujo zonal del oeste (*estado inicial*), la columna disminuye su extensión vertical (*estado final*).
- D) Suponiendo fluido barotrópico y partiendo de flujo zonal del este (*estado inicial*), la columna se desvía hacia el sur (*estado final*) manteniendo constante en todo momento su extensión vertical.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 22:

En la oscilación cuasibienal (QBO)...

- A) El cambio de vientos del este al oeste se propaga de las capas altas de la atmósfera a las capas bajas con más rapidez que el cambio de vientos del oeste al este.
- B) El cambio de la dirección del viento provocado por la QBO es más gradual en latitudes medias que en los trópicos.
- C) El período de la QBO es muy regular y es de 27 meses.
- D) La QBO se origina por forzamientos entre ondas propagándose hacia abajo en la estratosfera y el flujo medio.

Pregunta n.º 23:

Señale a qué época geológica corresponden las siguientes características: “período de gran tranquilidad geológica sin orogenia ni glaciaciones (según la mayoría de autores), caracterizado por el inicio de la fragmentación del Pangea y por un clima cálido con escasos cambios estacionales y una distribución concéntrica de la humedad alrededor de la Tierra”:

- A) Era Arcaica.
- B) Era Cenozoica.
- C) Era Mesozoica.
- D) Era Paleozoica.

Pregunta n.º 24:

Se denomina “sensibilidad del clima” a:

- A) El aumento de las emisiones de radiación infrarroja al espacio para un incremento de temperatura dado.
- B) El cambio que se produce, en condiciones de equilibrio, en la temperatura del aire en la superficie terrestre cuando el forzamiento radiativo varía en una unidad.
- C) La respuesta, en estado estacionario, del sistema climático a un forzamiento radiativo impuesto.
- D) La respuesta del sistema climático en función del tiempo, a raíz de un cambio de forzamiento variable con el tiempo.

Pregunta n.º 25:

Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

- A) En una nube típica de tormenta, el centro principal de cargas positivas se sitúa en la parte superior de la nube.
- B) Los rayos negativos son los que descargan de nube a tierra.
- C) Los rayos negativos son más frecuentes y tienen mayor intensidad que los rayos positivos.
- D) El nivel de riesgo de rayos se denomina nivel keráunico.

Pregunta n.º 26:

¿Qué velocidad de transmisión tiene un canal B dentro de RDSI?

- A) 64 kbps.
- B) 20 kbps.
- C) 10 Mbps.
- D) 1 Mbps.

Pregunta n.º 27:

Entre las incertidumbres relativas que acompañan a las estimaciones de los promedios anuales de los forzamientos radiativos globales correspondientes a diferentes agentes, las incertidumbres menores son las del forzamiento debido a:

- A) Las variaciones de la constante solar.
- B) El ozono troposférico.
- C) Los aerosoles de sulfato.
- D) Los gases atmosféricos bien mezclados.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 28:

Un haz plano monocromático incide perpendicularmente sobre una abertura practicada en un plano Π . La distribución luminosa se observa sobre una pantalla, paralela a Π , situada en el plano focal imagen P de una lente delgada convergente. Si aumentásemos las dimensiones de la abertura manteniendo su forma y posición, entonces la distribución de luz sobre P:

- A) Aumentaría de tamaño.
- B) Disminuiría de tamaño.
- C) No cambiaría de tamaño.
- D) Cambiaría de forma en su centro pero no en sus bordes.

Pregunta n.º 29:

¿En qué unidades se expresa el vector Q de Hoskins?

- A) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1} \text{K}^{-1}$.
- B) $\text{kg}^{-1} \text{m s}^{-2} \text{K}$.
- C) $\text{kg}^{-1} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$.
- D) $\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}$.

Pregunta n.º 30:

Sean (a, b, c) las componentes distintas de cero del tensor velocidad de deformación en aquella base $\{\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3\}$ en la que adopta una forma diagonal. Si ε_{ijk} representa la componente (i, j, k) del tensor completamente antisimétrico de Levi-Civita, se puede afirmar entonces que, para un fluido incompresible:

- A) $a+b+c = \sum_{ijk} \varepsilon_{ijk} v_{1i} v_{2j} v_{3k}$. ($i, j, k=1, 2, 3$)
- B) $a+b+c = \sum (v_{1i} + v_{2i} + v_{3i})^{1/2}$. ($i=1, 2, 3$)
- C) $a+b+c = \|\mathbf{v}_1\| + \|\mathbf{v}_2\| + \|\mathbf{v}_3\|$.
- D) $a+b+c=0$.

Pregunta n.º 31:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones, relativas al ozono atmosférico, es correcta:

- A) Puede producirse como consecuencia de erupciones volcánicas.
- B) La cantidad total de ozono en una columna vertical de la atmósfera es tal que si se lo transportara al nivel del mar equivaldría a una capa de unos 30 cm de espesor.
- C) Experimenta cambios estacionales, siendo su cantidad máxima en otoño y mínima en primavera.
- D) La concentración de ozono en la atmósfera es máxima a una altura de 45 km.

Pregunta n.º 32:

Establecido que un movimiento se puede calificar de *gran escala* cuando la rotación de la Tierra influye sobre él de manera significativa, y que el número de Rossby (ε) para la Corriente del Golfo vale aproximadamente $\varepsilon(30)=0,14$ a una latitud de 30°N , y $\varepsilon(60)=0,07$ a una latitud de 60°N , se puede afirmar entonces que:

- A) La Corriente del Golfo no es un movimiento de gran escala porque básicamente $\varepsilon < 0,1$ para toda la estructura.
- B) La naturaleza de la escala de la Corriente del Golfo depende de la latitud.
- C) La Corriente del Golfo es un movimiento de gran escala porque $\varepsilon < 1$.
- D) Sólo con el valor del número de Rossby no se puede establecer la naturaleza de la escala de la Corriente del Golfo.

Pregunta n.º 33:

Un avión se encuentra a una altitud de 12 000 metros, donde la aceleración de la gravedad es de $9,60 \text{ m s}^{-2}$. ¿Cuál es su altitud en metros dinámicos?

- A) 11 520.
- B) 11 755.
- C) 12 250.
- D) 12 500.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 34:

La aproximación hidrostática en las ecuaciones de conservación del momento filtra:

- A) Las ondas de gravedad y las ondas de Lamb.
- B) Las ondas de gravedad y las ondas acústicas.
- C) Las ondas de Lamb pero no las ondas de gravedad.
- D) Las ondas acústicas que se propagan verticalmente pero no las ondas de gravedad.

Pregunta n.º 35:

Señale cuál de las siguientes opciones no es una tipología de red:

- A) Anillo.
- B) Árbol.
- C) Estrella.
- D) Diferencial.

Pregunta n.º 36:

¿Cuál de las siguientes opciones no es un medio de transmisión de información de redes?

- A) Par trenzado.
- B) Cable coaxial.
- C) Fibra óptica.
- D) XRJ45.

Pregunta n.º 37:

Señale cuál de las siguientes magnitudes aumenta con la altura en la región de la atmósfera que se indica:

- A) Concentración de nitrógeno molecular en la mesosfera.
- B) Concentración de oxígeno atómico en la termosfera.
- C) Peso molecular medio en la heterosfera.
- D) Temperatura en la estratopausa.

Pregunta n.º 38:

Indique cuál es la fase siguiente a la Fase de Análisis en el proceso de desarrollo:

- A) Implementación.
- B) Pruebas.
- C) Diseño.
- D) Codificación.

Pregunta n.º 39:

¿Cuál es la magnitud de la velocidad del viento térmico en un estrato de espesor d , temperatura media T_m y gradiente horizontal de temperatura ∇T ? (f es el parámetro de Coriolis, g es la aceleración de la gravedad y R es la constante de los gases).

- A) $v_T = (f \cdot g \cdot \nabla T) / (R \cdot d \cdot T_m)$.
- B) $v_T = (g \cdot d \cdot \nabla T) / (f \cdot T_m)$.
- C) $v_T = (R \cdot d \cdot \nabla T) / (f \cdot T_m)$.
- D) $v_T = (R \cdot g \cdot \nabla T) / (f \cdot d \cdot T_m)$.

Pregunta n.º 40:

Indique cuál de las siguientes características no es típica de las nieblas de irradiación:

- A) Suelen ocurrir por la noche.
- B) Presentan escaso espesor vertical.
- C) Para su formación requieren un reposo horizontal del aire.
- D) Suelen ser intensas sobre el mar y por encima de ríos caudalosos.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 41:

Indique la afirmación incorrecta referente a la ecuación del radar en su versión más básica:

- A) Se aplica a radares monoestáticos.
- B) En su deducción se desprecian las pérdidas en el medio material o canal.
- C) En su deducción se supone que la distancia entre el objeto y el radar es mucho mayor que la longitud de onda de la señal emitida.
- D) Permite evaluar el cociente entre la potencia recibida y la transmitida, que es una función siempre mayor que uno que depende exclusivamente de la potencia de la antena, la sección eficaz del objeto iluminado y de la longitud de onda de la señal emitida.

Pregunta n.º 42:

Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

- A) La advección de vorticidad planetaria tiende a desplazar las vaguadas con movimiento retrógrado.
- B) La advección de vorticidad relativa predomina frente a la planetaria en las perturbaciones ondulatorias con longitud de onda menor que 3 000 km.
- C) Corriente abajo de una vaguada en el hemisferio norte, la advección de vorticidad relativa tiende a disminuir la vorticidad.
- D) El efecto de una advección fría por debajo de una vaguada en 500 mb es el de profundizar dicha vaguada.

Pregunta n.º 43:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones, relativas a la inestabilidad inercial, es falsa:

- A) Habrá inestabilidad inercial en el hemisferio sur si el parámetro de Coriolis es menor que la derivada parcial del viento geostrófico con respecto a la dirección de propagación del flujo básico (supuesto geostrófico).
- B) La inestabilidad inercial no constituye el proceso más importante de desarrollo de las perturbaciones meteorológicas a escala sinóptica en las latitudes medias.
- C) La inestabilidad inercial es un tipo de inestabilidad hidrodinámica.
- D) Habrá estabilidad inercial en el hemisferio norte si la vorticidad absoluta del flujo básico (supuesto geostrófico) es positiva.

Pregunta n.º 44:

Indique cuál de las siguientes características no corresponde a la Oscilación del Atlántico Norte (NAO):

- A) Su duración es menor y origina fluctuaciones climáticas más débiles que la oscilación ENSO.
- B) En su carácter positivo o negativo influyen los vientos superficiales del oeste que cruzan el Atlántico.
- C) Un índice positivo de la NAO se asocia con inviernos fríos al este de Canadá y templados en Europa.
- D) Un índice positivo de la NAO se asocia con condiciones de humedad desde Islandia hasta Escandinavia e inviernos más secos en el sur de Europa.

Pregunta n.º 45:

¿A qué clase pertenece la dirección IP 10.1.132.202?

- A) Clase A.
- B) Clase B.
- C) Clase C.
- D) Clase D.

Pregunta n.º 46:

Indique qué tipo(s) de clave(s) es(son) necesaria(s) en el cifrado de clave pública:

- A) Clave pública.
- B) Clave pública y privada.
- C) Clave privada.
- D) Clave super-pública.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 47:

Señale cuál de estas afirmaciones es cierta cuando nos referimos a redes ATM:

- A) ATM proporciona mecanismos de control de flujo y errores.
- B) Se basa en la conmutación de circuitos.
- C) Se basa en la conmutación de paquetes.
- D) Proporciona menor velocidad que las redes X.25.

Pregunta n.º 48:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones relativas a las líneas de corriente y a las trayectorias es cierta para el flujo no estacionario descrito por el campo de velocidades $v_i = x_i/(1+t)$, con $i=1,2,3$, donde t representa el tiempo y (x_1, x_2, x_3) las coordenadas de un punto genérico del campo.

- A) Las líneas de corriente y las trayectorias coinciden y son curvas.
- B) Las líneas de corriente son curvas y las trayectorias son rectas.
- C) Las líneas de corriente y las trayectorias coinciden y son rectas.
- D) Las líneas de corriente son rectas y las trayectorias son curvas.

Pregunta n.º 49:

Para convertir la información de un volumen polar, obtenida por un radar meteorológico, en información en un volumen cartesiano, el método de interpolación de orden cero está justificado...

- A) En las áreas de reflectividad superior a 20 dBZ.
- B) En las zonas más alejadas del radar.
- C) En las proximidades del radar.
- D) En las áreas de reflectividad inferior a 20 dBZ.

Pregunta n.º 50:

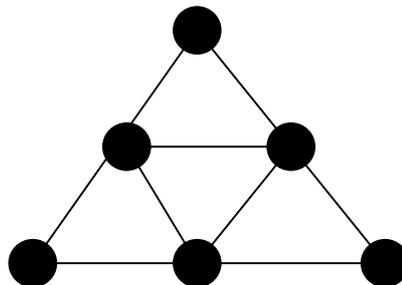
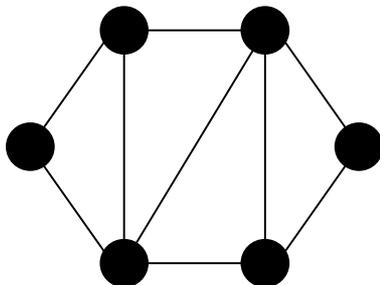
¿Qué medio simula el aspecto visual del sistema mediante la representación de los conceptos, componentes, objetos gráficos, entradas y salidas requeridas para la ejecución de cada función en respuesta a las necesidades planteadas?

- A) Prototipado.
- B) Diagrama de paquetes.
- C) Diagrama de secuencia.
- D) Diagrama de clases.

Pregunta n.º 51:

Indique cuál de las siguientes respuestas es cierta para los dos grafos de la figura

- A) Son isomorfos, pues tienen el mismo número de vértices.
- B) Son isomorfos, pues tienen el mismo número de aristas.
- C) Son isomorfos, porque se puede establecer un isomorfismo entre ellos.
- D) No son isomorfos, pues en uno hay dos vértices de grado 2 y en el otro hay tres vértices de grado 2.





Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 52:

Al estudiar la radiación de onda corta en un cierto lugar se observa que la radiación directa es de 80 unidades y que la superficie de la Tierra absorbe 90 unidades de ese tipo de radiación. Sabiendo que el albedo es del 10% y que 30 unidades de la radiación incidente en el límite superior de la atmósfera son reflejadas hacia el espacio exterior, indíquese el valor de la radiación difusa:

- A) 11.
- B) 20.
- C) 50.
- D) 53.

Pregunta n.º 53:

Un haz de radiación solar incide con un ángulo de incidencia de 60° sobre un estrato atmosférico planoparalelo de espesor óptico $\ln 2$. Una vez atravesado el estrato, la intensidad de la radiación saliente, con respecto a la que incidió sobre el estrato, será:

- A) $1/2$.
- B) $1/4$.
- C) $1/8$.
- D) $1/16$.

Pregunta n.º 54:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones, relativas a masas de aire húmedo no saturado, es correcta:

- A) La temperatura de una masa de aire húmedo es mayor que su temperatura virtual.
- B) El gradiente adiabático del aire húmedo es ligeramente mayor que el gradiente adiabático del aire seco.
- C) Para que haya estabilidad se requiere que el descenso de la temperatura virtual con la altura sea menor que el gradiente adiabático del aire húmedo.
- D) Entre dos masas de aire húmedo situadas al mismo nivel, la más densa puede ser la más caliente.

Pregunta n.º 55:

El régimen normal de presión de un lugar se caracteriza por:

- A) Una oscilación diaria con máximo a las 10 horas locales y mínimo a las 22 horas locales.
- B) Una oscilación diaria con máximo a las 22 horas locales y mínimo a las 10 horas locales.
- C) Una doble oscilación diaria con máximos a las 10 y 22 horas locales y mínimos a las 4 y 16 horas locales.
- D) Una doble oscilación diaria con máximos a las 4 y 16 horas locales y mínimos a las 10 y 22 horas locales.

Pregunta n.º 56:

Señale cuál de las siguientes características de la arquitectura cliente/servidor no es correcta:

- A) El servidor presenta a todos sus clientes una interface única y bien definida.
- B) El cliente necesita conocer la lógica del servidor.
- C) El cliente no depende de la ubicación física del servidor, ni del tipo de equipo físico en el que se encuentra, ni de su sistema operativo.
- D) El cliente necesita conocer sólo su interface externa.

Pregunta n.º 57:

Si en el canal IR de un satélite meteorológico se aprecia una banda brillante que resulta poco perceptible en los canales WV y VIS, entonces nos hallamos ante...

- A) Una banda de nubes tipo cirro.
- B) Una niebla.
- C) Una banda de estratos.
- D) El tope de un sistema convectivo.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 58:

La llamada “corriente aire-tierra”, que constituye la transferencia de carga eléctrica de la atmósfera a la tierra, está integrada por las tres componentes principales siguientes:

- A) Corriente de buen tiempo, corriente de precipitación y corriente de convección.
- B) Corriente de conducción aire-tierra, corriente de compensación y corriente de precipitación.
- C) Corriente de convección, corriente de buen tiempo y corriente de compensación.
- D) Corriente de compensación, corriente de convección y corriente de precipitación.

Pregunta n.º 59:

Un frente en el que el aire caliente asciende a lo largo de la superficie de discontinuidad subyacente se denomina:

- A) Frente anabático.
- B) Frente de avance.
- C) Frente ocluido.
- D) Frente catabático.

Pregunta n.º 60:

Una partícula de aire, más fría que el aire ambiente, desciende un kilómetro de forma espontánea y adiabática en un estrato atmosférico cuyo gradiente térmico vertical es constante e igual a $0,68^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m. Tras ese descenso se observa que la partícula se ha parado y que su temperatura y la del exterior son iguales. ¿Qué diferencia de temperaturas existía entre el exterior y la partícula cuando ésta inició su movimiento?

- A) $0,6^{\circ}\text{C}$.
- B) $3,0^{\circ}\text{C}$.
- C) $6,8^{\circ}\text{C}$.
- D) $9,8^{\circ}\text{C}$.

Pregunta n.º 61:

Indique cuál de las siguientes sustancias se caracteriza por originar forzamientos radiativos negativos:

- A) Los aerosoles troposféricos resultantes de la quema de combustibles de origen fósil.
- B) El dióxido de carbono.
- C) El metano.
- D) Las tres sustancias anteriores son ejemplos típicos de forzamientos radiativos positivos.

Pregunta n.º 62:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- A) La presión saturante del vapor de agua sobre agua subfundida es menor que sobre hielo a la misma temperatura.
- B) La teoría de la destilación es incapaz de explicar la formación de pedrisco.
- C) En condiciones favorables para los dos mecanismos productores de precipitación, el proceso de destilación es más rápido que el de coalescencia para radios pequeños de gotas nubosas ($r < 0,3 \mu\text{m}$).
- D) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

Pregunta n.º 63:

Señale en cuál de los siguientes fenómenos ópticos la refracción no desempeña un papel fundamental para su formación:

- A) Arco iris secundario.
- B) Centelleo.
- C) Gloria.
- D) Halo lunar.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 64:

Señale cuál de las siguientes aproximaciones no es válida para obtener, a partir de la ecuación de la vorticidad en coordenadas isobáricas, la expresión de la ecuación cuasigeostrófica de la vorticidad para movimientos a escala sinóptica en latitudes medias:

- A) Despreciar el término de advección vertical.
- B) Despreciar la vorticidad relativa frente al parámetro de Coriolis en el término de divergencia.
- C) Reemplazar el viento horizontal por su valor geostrófico en el término de divergencia.
- D) Sustituir la vorticidad relativa por su valor geostrófico en todos los términos.

Pregunta n.º 65:

Sea $\mathbf{v}(\mathbf{x}, t)$ el campo de velocidades correspondiente a un flujo no estacionario. Si S es una superficie elíptica en el plano XY de semiejes a y b , centrada en el origen de coordenadas, entonces el flujo de la vorticidad a través de S en el instante t vale:

- A) $\pi \cdot (ab) \cdot \|\mathbf{v}(0, t)\|$.
- B) $(\pi/2) \cdot (ab) \cdot \|\mathbf{v}(0, t)\|$.
- C) $(\pi/4) \cdot (ab) \cdot \|\mathbf{v}(0, t)\|$.
- D) 0.

Pregunta n.º 66:

(PREGUNTA ANULADA POR EL TRIBUNAL).

Pregunta n.º 67:

En un cierto observatorio la temperatura media anual del período 1971-2000 es de 1,6°C y la precipitación anual media es de 432 mm. Sabiendo que las temperaturas y precipitaciones medias mensuales correspondientes a ese período son las de la tabla adjunta, señale qué tipo de clima se asocia a este observatorio de acuerdo con la clasificación de Köppen.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T (°C)	-4,8	-5,1	-4,0	-1,9	2,0	5,5	8,8	9,8	7,2	2,5	-0,2	-3,0
P (mm)	30	22	25	23	29	30	37	48	52	53	35	30

- A) Bosque frío con invierno seco.
- B) Bosque frío sin estación seca.
- C) Glacial.
- D) Tundra.

Pregunta n.º 68:

La velocidad terminal (v) de determinadas gotas nubosas de las nubes cálidas obedece la ley de Stokes. Según esta ley, v será proporcional a la siguiente potencia del radio de cada gota (r):

- A) -3.
- B) -1.
- C) 2.
- D) 3.

Pregunta n.º 69:

La estrategia de la *corrección de flujo* se aplica en los modelos climáticos globales de circulación océano-atmósfera...

- A) Para contrarrestar los errores sistemáticos del modelo.
- B) Para evitar la deriva climática del modelo.
- C) Para alcanzar la consistencia interna de la componente oceánica.
- D) Para alcanzar la consistencia entre las componentes atmosférica y oceánica.

Pregunta n.º 70:

Indique cuál de las siguientes opciones no es una capa del modelo TCP/IP:

- A) Transporte.
- B) Conexión.
- C) Internet.
- D) Aplicación.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 71:

Señale la respuesta falsa relativa al concepto de frente:

- A) Si el campo de vientos es geostrofico, el frente ideal es estacionario.
- B) La componente del viento normal a una superficie frontal ideal es la misma en las dos masas de aire.
- C) En un frente, la temperatura virtual presenta una discontinuidad de primer orden.
- D) La componente del gradiente horizontal de presión paralela al frente es igual en ambas masas de aire.

Pregunta n.º 72:

Cuando una computadora de un solo procesador es capaz de ejecutar varios programas a la vez se emplea el término:

- A) Multicanal.
- B) Multitarea.
- C) Multiprocesamiento.
- D) Multiplexado.

Pregunta n.º 73:

Indique cuál de las siguientes magnitudes no presenta discontinuidad alguna en las transiciones de fase de primer orden:

- A) Densidad.
- B) Entalpía.
- C) Función de Helmholtz
- D) Ninguna de las anteriores.

Pregunta n.º 74:

Señale qué ondas no son dispersivas:

- A) Ondas acústicas.
- B) Ondas de gravedad.
- C) Ondas de inercia.
- D) Ondas de Rossby.

Pregunta n.º 75:

Indique la afirmación incorrecta relativa al chip que constituye la CPU (Unidad Central de Proceso) de los ordenadores más recientes:

- A) Tienen 6 ó 7 capas de interconexiones de cobre.
- B) Su arquitectura suele ser del tipo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*).
- C) En su fabricación se utiliza como material de partida silicio monocristalino convencional o expandido (*strained*).
- D) Su nivel de complejidad es muy elevado, aunque no ha superado todavía los 5 millones de transistores.

Pregunta n.º 76:

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

- A) Una partícula que se halla en reposo sobre la superficie de la Tierra y es observada en un sistema de referencia que gira con ésta, está sometida a una fuerza centrífuga que se anula en los polos.
- B) La aceleración de la gravedad que experimenta un cuerpo sobre la superficie terrestre se dirige siempre hacia el centro de la Tierra.
- C) La aceleración de Coriolis de un cuerpo en movimiento es perpendicular a su velocidad relativa respecto al sistema inercial terrestre.
- D) El peso aparente de los objetos que se mueven hacia el este disminuye por efecto de la componente vertical de la fuerza de Coriolis.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 77:

¿En qué caso coinciden las circulaciones absoluta y relativa a lo largo de una línea cerrada de fluido atmosférico?

- A) Cuando el fluido es barotrópico.
- B) Cuando la circulación se realiza en un elemento de fluido a una latitud media de 0°.
- C) Cuando la circulación se realiza en un elemento de fluido a una latitud media de 90°.
- D) En ningún caso.

Pregunta n.º 78:

¿Cuál de estas características no se puede aplicar al lenguaje XML?

- A) Estructurado.
- B) Orientado a objetos.
- C) Lenguaje de marcas.
- D) Extensible.

Pregunta n.º 79:

Señale cuál de las siguientes magnitudes se conserva en una expansión adiabática saturada:

- A) Humedad relativa.
- B) Temperatura adiabática del termómetro húmedo.
- C) Temperatura potencial.
- D) Temperatura del punto de rocío.

Pregunta n.º 80:

El método de Thornthwaite para calcular la evapotranspiración potencial mensual (ETP) utiliza la fórmula

$$ETP = 1,6 \alpha (10 t/I)^a$$

donde la ETP se mide en cm. Indique qué significado tiene “ α ” en la fórmula anterior:

- A) Es una constante universal.
- B) Es un factor de corrección que depende de la latitud y del mes.
- C) Es un índice que depende de la precipitación anual.
- D) Es un parámetro que depende de las temperaturas mensuales medias.

Pregunta n.º 81:

¿Cuál de los siguientes términos no está relacionado con los data warehouse?

- A) Data mining.
- B) Data mart.
- C) OLAP.
- D) Data finding.

Pregunta n.º 82:

Para elaborar perfiles verticales de temperatura, los radiómetros de los satélites efectúan medidas de radiancia a determinadas longitudes de onda superiores a 4 μm ...

- A) Porque la resolución espectral de los radiómetros presenta un máximo entre los 4 μm y los 5 μm .
- B) Para evitar la contaminación de la emisión atmosférica con radiación solar dispersa.
- C) Porque los perfiles de absorción de los gases atmosféricos a longitudes de onda menores presentan más incertidumbres.
- D) Porque entre los 4 μm y los 5 μm el CO_2 presenta una intensa banda de absorción.

Pregunta n.º 83:

Indique la afirmación incorrecta relativa a lenguajes orientados a objetos:

- A) El término programación orientada a objetos se refiere a un estilo de programación.
- B) Pueden ser de tipo imperativo o declarativo.
- C) Se basan, entre otros, en los conceptos siguientes: clase, objeto y herencia.
- D) Los lenguajes *Smalltalk* y *C* son de este tipo.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Pregunta n.º 84:

La molécula lineal de CO₂ presenta una banda de absorción muy intensa, y crítica para el balance radiativo en la estratosfera, en la región infrarroja del espectro próxima a los 15 µm. Esta banda de absorción está originada por transiciones:

- A) Vibracionales de los modos longitudinales de oscilación del CO₂.
- B) Vibro-rotacionales del modo transversal de oscilación del CO₂.
- C) Rotacionales puras.
- D) Vibro-rotacionales de los modos longitudinales de oscilación del CO₂.

Pregunta n.º 85:

Indique cuál de los siguientes no puede considerarse como un factor del clima:

- A) Las mareas lunares.
- B) El movimiento diurno terrestre.
- C) La presión atmosférica.
- D) El relieve.

Pregunta n.º 86:

Indique cuál de los siguientes componentes de la criosfera presenta una mayor variabilidad temporal:

- A) Cubierta de nieve.
- B) Glaciares de latitudes medias.
- C) Hielo marino.
- D) Permafrost.

Pregunta n.º 87:

Señale en cuál de los siguientes lugares presenta un menor valor el índice de Bowen:

- A) Cordillera de los Alpes.
- B) Desierto del Sahara.
- C) Siberia.
- D) Superficie del Océano Atlántico Norte.

Pregunta n.º 88:

Señale cuál de las siguientes opciones no es una técnica de representación de conocimiento:

- A) Marcos.
- B) Reglas.
- C) Lógica (Cláusulas de Horn).
- D) Lógica (Micin).

Pregunta n.º 89:

Un aumento intenso del promedio anual de la precipitación en toda la zona del Atlántico Norte:

- A) Reducirá el gradiente vertical de salinidad en la picnoclina.
- B) Reducirá la velocidad de formación de aguas profundas.
- C) Aumentará la velocidad de formación de aguas profundas.
- D) Alterará significativamente el espesor de la capa de mezcla superficial del océano.

Pregunta n.º 90:

Indique cuál de las siguientes opciones no es un shell de UNIX:

- A) Aaron Shell (ash).
- B) Bourne Shell (sh).
- C) Korn Shell (ksh).
- D) C Shell (csh).



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

SEGUNDO EJERCICIO. Prueba Voluntaria de Francés (I)

Variabilidad climática dans le Pacifique tropical: la preuve par le corail

Dans un article paru dans *Nature*, des spécialistes de l'IRD révèlent que l'épisode de refroidissement connu dans l'hémisphère Nord sous le nom de Younger Dryas (12.000 ans avant notre ère) a été marqué dans le Pacifique par l'absence de la Zone de convergence Sud Pacifique et le rapprochement des eaux tropicales de l'équateur. Ce constat montre les liens existant entre basses et hautes latitudes et fournit des contraintes pour l'établissement de modèles climatiques océan-atmosphère. Grâce aux analyses géochimiques (rapport strontium/calcium et isotopes de l'oxygène) réalisées sur une carotte d'un corail de Vanuatu appartenant à l'espèce *Diploastrea heliopora*, l'évolution des températures et des salinités de surface de la mer ainsi que le régime des précipitations sur cette période ont pu être reconstitués.

La période du Younger Dryas, il y a environ 12.000 ans, a été marquée par un refroidissement climatique majeur avec une baisse de température de 2 à 10°C dans l'hémisphère nord, tandis qu'un réchauffement était observé dans l'antarctique est. Jusqu'à présent, trop peu de données étaient disponibles ou concluantes pour permettre aux paléoclimatologues de retracer cet événement climatique dans les latitudes tempérées du sud et les tropiques. Des chercheurs de l'IRD ont prélevé au cours d'un forage sur l'île d'Espirito Santo, au Vanuatu, une carotte de 2 m dans un corail fossile géant de l'espèce *Diploastrea heliopora*, encore préservé en condition de croissance. L'âge de ce spécimen a été évalué entre 12.449 et 11.719 ans calendaires, ce qui signifie qu'il couvre pratiquement toute la période du Younger Dryas. Grâce à ce fossile unique, la signature tropicale de ce refroidissement climatique majeur a pu être précisément mise en évidence.

Avec les coraux, dont le squelette minéral croît régulièrement à raison de plusieurs millimètres par an durant des siècles, les chercheurs disposent d'un témoin des conditions environnementales les plus anciennes. En particulier, leurs teneurs en éléments chimiques comme le strontium ou en isotopes de l'oxygène dépend de la température de l'eau de mer au moment de leur vie. Les coraux du genre *Porites* qui grossissent d'environ un centimètre par an sont les plus usités comme paléothermomètres, mais les *Diploastrea* utilisés dans cette étude présentent l'avantage de croître plus lentement. De plus, il n'existe qu'une seule espèce de ce marqueur, *Diploastrea heliopora*, ce qui élimine les variations inter-spécifiques, sources d'incertitudes.

Les chercheurs de l'IRD, associés à des collègues australiens et américains, ont d'abord comparé les données de températures de surface de l'océan, issues des analyses du taux de Sr/Ca chez les *Diploastrea* et les *Porites* modernes issus respectivement de Nouvelle-Calédonie et d'Indonésie. La similitude des résultats a permis aux spécialistes de valider d'une part l'utilisation des *Diploastrea* comme paléothermomètre et, d'autre part, de calibrer les données obtenues par ce corail dans les temps modernes, avant de l'utiliser comme marqueur paléoclimatique sur des formes fossiles de Vanuatu.

Les courbes de température reconstituées à partir du *Diploastrea* fossile montrent que durant la période du Younger Dryas, la température des eaux océaniques de surface au Vanuatu était en moyenne inférieure d'environ 4,5°C comparée à nos jours. Par ailleurs, les données indiquent des variations interdécennales importantes. Les périodes au cours desquelles les températures des eaux océaniques de surface étaient relativement chaudes coïncident avec des amplitudes annuelles d'environ 3°C, similaires à celles actuellement observées au Vanuatu. En revanche, les périodes relativement froides étaient marquées par des amplitudes annuelles plus fortes, d'environ 5 à 6°C, comme celles observées de nos jours en Nouvelle-Calédonie, 7 à 10° de latitude plus au sud que le Vanuatu. Ces données indiquent une remontée de la thermocline et suggèrent que le refroidissement du Younger Dryas résulte du resserrement des eaux tropicales du Pacifique sud vers l'équateur.

De plus, l'analyse couplée des rapports Sr/Ca et d'isotopes 18O de l'oxygène aux échelles de temps bi-annuelle et mensuelle a fourni des informations sur les échanges océan-atmosphère au cours de cette période, et notamment sur le rapport évaporation/précipitation.

En effet, la teneur en 18O contenu dans les coraux dépend de la température et de la salinité des eaux de surface. Elle affiche des variations saisonnières liées aux précipitations, appauvries en 18O par rapport à l'eau de mer. De nos jours au Vanuatu, la concentration en 18O et la salinité des eaux de surface diminuent lorsque la température augmente, en raison de l'activité intense, pendant l'été austral, de la zone de convergence des Alizés du Pacifique sud (ZCPS) qui amène de fortes pluies. À l'inverse, dans la région subtropicale du Pacifique sud-ouest, qui n'est pas affectée par les précipitations venant de la ZCPS, la température et la salinité des eaux océaniques de surface sont positivement corrélées. C'est pourquoi dans les environnements océaniques subtropicaux où l'évaporation dépasse largement la précipitation, la salinité et la concentration en 18O augmentent avec la température des eaux de surface. Cette situation est similaire à celle observée au Vanuatu pendant la période du Younger Dryas, mais opposée à celle qui y existe aujourd'hui. Les données tirées du *Diploastrea* suggèrent donc fortement que la zone de convergence du Pacifique sud n'existait pas durant la période du Younger Dryas. Ce scénario climatique ressemble au phénomène observé de nos jours lors d'un événement El Niño, au cours duquel la masse d'eau chaude du Pacifique ouest se contracte vers l'équateur, la ZCPS se déplaçant alors vers le nord pour fusionner avec la zone de convergence intertropicale. Ces résultats devraient aussi permettre en particulier d'améliorer les modèles utilisés en climatologie et de mieux comprendre les échanges océan-atmosphère et les processus influençant l'activité des zones de convergences.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

SEGUNDO EJERCICIO. Prueba Voluntaria de Francés (II)

Forêts et crues

A l'origine des crues, il y a tout d'abord une importante quantité d'eau apportée par les pluies, la fonte des neiges ou par les deux. Puis, la nature et la structure du sol, les différents modes d'occupation de l'espace, la topographie et le réseau de drainage interviennent sur l'écoulement des eaux. L'ensemble de ces facteurs conditionne les volumes qui vont former la crue et la vitesse avec laquelle les eaux vont se concentrer sur le bassin versant.

Quand il y a trop d'eau

Lorsque la pluie excède la capacité d'infiltration des sols, l'eau s'écoule à la surface du sol pour rejoindre rapidement la rivière. Mais, l'essentiel des volumes de crues provient de l'écoulement de l'eau dans les premiers décimètres du sol. Outre les volumes transmis directement à la rivière, l'écoulement souterrain peut resurgir par endroit à la surface et ruisseler sur la pente. Les routes, les pistes forestières et les modifications hydrauliques du sol consécutives au passage d'engins forestiers peuvent avoir un rôle déterminant dans la propagation d'une crue. Ces singularités jouent souvent un rôle privilégié d'accélération du transfert des eaux.

Feuilles et racines pour modifier les chemins des eaux

Pendant les averses, la forêt peut stocker dans son feuillage 10 à 15 mm d'eau. Lors de faibles pluies, ces pertes sont suffisamment importantes pour réduire sensiblement les volumes de crue. Mais pour de fortes pluies, l'interception de celles-ci par la canopée devient négligeable.

La forêt possède en outre un réseau racinaire particulièrement développé qui constitue un réseau hydraulique préférentiel et favorise l'infiltration des eaux de pluie. Les sols forestiers sont poreux et filtrants. Ils sont susceptibles de stocker des volumes d'eau importants et favorisent aussi l'infiltration. En milieu forestier, les écoulements sont préférentiellement souterrains, les volumes écoulés rapidement moins importants... autant de facteurs réducteurs des débits de crue.

Que conclure?

Alors à la question: la déforestation a-t-elle un impact sur les crues ?, la réponse n'est pas unique. Potentiellement, les forêts ont un effet réducteur des crues par une réduction des volumes écoulés et par un ralentissement des temps de transit des eaux sur le bassin versant.

Mais ceci peut aussi être observé avec d'autres modes d'occupation de l'espace: landes, prairies...qui jouent un rôle comparable. L'opposition n'est vraiment évidente qu'en comparant des zones boisées à des zones non végétalisées: zones agricoles nues, zones urbaines...

Le type de sol doit aussi être considéré. L'effet réducteur est particulièrement marqué pour les bassins versants dont les sols sont peu profonds et peu perméables. En revanche, même en l'absence de végétation, des sols profonds et très filtrants comme les arènes granitiques ont un comportement tout à fait comparable aux sols forestiers.

Si l'impact de la forêt peut être sensible pour les crues de fréquence courante, il devient négligeable en cas de très fortes pluies qui provoquent les crues dommageables.

Malheureusement, la forêt n'est pas la parade universelle pour lutter contre les phénomènes d'inondation.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

SEGUNDO EJERCICIO. Prueba Obligatoria de Inglés (I)

The Observed Changes in the Climate System

Is the Earth's climate changing? The answer is unequivocally "Yes". A suite of observations supports this conclusion and provides insight about the rapidity of those changes. These data are also the bedrock upon which to construct the answer to the more difficult question: "Why is it changing?", which is addressed in later Sections.

This Section provides an updated summary of the observations that delineate how the climate system has changed in the past. Many of the variables of the climate system have been measured directly, i.e., the "instrumental record". For example, widespread direct measurements of surface temperature began around the middle of the 19th century. Near global observations of other surface "weather" variables, such as precipitation and winds, have been made for about a hundred years. Sea level measurements have been made for over 100 years in some places, but the network of tide gauges with long records provides only limited global coverage. Upper air observations have been made systematically only since the late 1940s. There are also long records of surface oceanic observations made from ships since the mid-19th century and by dedicated buoys since about the late 1970s. Sub-surface oceanic temperature measurements with near global coverage are now available from the late 1940s. Since the late 1970s, other data from Earth-observation satellites have been used to provide a wide range of global observations of various components of the climate system. In addition, a growing set of palaeoclimatic data, e.g., from trees, corals, sediments, and ice, are giving information about the Earth's climate of centuries and millennia before the present.

This Section places particular emphasis on current knowledge of past changes in key climate variables: temperature, precipitation and atmospheric moisture, snow cover, extent of land and sea ice, sea level, patterns in atmospheric and oceanic circulation, extreme weather and climate events, and overall features of the climate variability. The concluding part of this Section compares the observed trends in these various climate indicators to see if a collective picture emerges. The degree of this internal consistency is a critical factor in assessing the level of confidence in the current understanding of the climate system.

B.1 Observed Changes in Temperature

Temperatures in the instrumental record for land and oceans

The global average surface temperature has increased by $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ since the late 19th century. It is very likely that the 1990s was the warmest decade and 1998 the warmest year in the instrumental record since 1861 (see Figure 2). The main cause of the increased estimate of global warming of 0.15°C since the SAR is related to the record warmth of the additional six years (1995 to 2000) of data. A secondary reason is related to improved methods of estimating change. The current, slightly larger uncertainty range ($\pm 0.2^\circ\text{C}$, 95% confidence interval) is also more objectively based. Further, the scientific basis for confidence in the estimates of the increase in global temperature since the late 19th century has been strengthened since the SAR. This is due to the improvements derived from several new studies. These include an independent test of the corrections used for time-dependent biases in the sea surface temperature data and new analyses of the effect of urban "heat island" influences on global land-temperature trends. As indicated in Figure 2, most of the increase in global temperature since the late 19th century has occurred in two distinct periods: 1910 to 1945 and since 1976. The rate of increase of temperature for both periods is about $0.15^\circ\text{C}/\text{decade}$. Recent warming has been greater over land compared to oceans; the increase in sea surface temperature over the period 1950 to 1993 is about half that of the mean land-surface air temperature. The high global temperature associated with the 1997 to 1998 El Niño event stands out as an extreme event, even taking into account the recent rate of warming.

The regional patterns of the warming that occurred in the early part of the 20th century were different than those that occurred in the latter part. Figure 3 shows the regional patterns of the warming that have occurred over the full 20th century, as well as for three component time periods. The most recent period of warming (1976 to 1999) has been almost global, but the largest increases in temperature have occurred over the mid- and high latitudes of the continents in the Northern Hemisphere. Year-round cooling is evident in the northwestern North Atlantic and the central North Pacific Oceans, but the North Atlantic cooling trend has recently reversed. The recent regional patterns of temperature change have been shown to be related, in part, to various phases of atmospheric-oceanic oscillations, such as the North Atlantic-Arctic Oscillation and possibly the Pacific Decadal Oscillation. Therefore, regional temperature trends over a few decades can be strongly influenced by regional variability in the climate system and can depart appreciably from a global average. The 1910 to 1945 warming was initially concentrated in the North Atlantic. By contrast, the period 1946 to 1975 showed significant cooling in the North Atlantic, as well as much of the Northern Hemisphere, and warming in much of the Southern Hemisphere.

New analyses indicate that global ocean heat content has increased significantly since the late 1950s. More than half of the increase in heat content has occurred in the upper 300 m. of the ocean, equivalent to a rate of temperature increase in this layer of about $0.04^\circ\text{C}/\text{decade}$.

New analyses of daily maximum and minimum land-surface temperatures for 1950 to 1993 continue to show that this measure of diurnal temperature range is decreasing very widely, although not everywhere. On average, minimum temperatures are increasing at about twice the rate of maximum temperatures (0.2 versus $0.1^\circ\text{C}/\text{decade}$).



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Temperatures above the surface layer from satellite and weather balloon records

Surface, balloon and satellite temperature measurements show that the troposphere and Earth's surface have warmed and that the stratosphere has cooled. Over the shorter time period for which there have been both satellite and weather balloon data (since 1979), the balloon and satellite records show significantly less lower-tropospheric warming than observed at the surface. Analyses of temperature trends since 1958 for the lowest 8 km of the atmosphere and at the surface are in good agreement, as shown in Figure 4a, with a warming of about 0.1°C per decade. However, since the beginning of the satellite record in 1979, the temperature data from both satellites and weather balloons show a warming in the global middle-to-lower troposphere at a rate of approximately $0.05 \pm 0.10^\circ\text{C}$ per decade.

The global average surface temperature has increased significantly by $0.15 \pm 0.05^\circ\text{C}/\text{decade}$. The difference in the warming rates is statistically significant. By contrast, during the period 1958 to 1978, surface temperature trends were near zero, while trends for the lowest 8 km of the atmosphere were near $0.2^\circ\text{C}/\text{decade}$. About half of the observed difference in warming since 1979 is likely to be due to the combination of the differences in spatial coverage of the surface and tropospheric observations and the physical effects of the sequence of volcanic eruptions and a substantial El Niño (see Box 4 for a general description of ENSO) that occurred within this period. The remaining difference is very likely real and not an observing bias. It arises primarily due to differences in the rate of temperature change over the tropical and sub-tropical regions, which were faster in the lowest 8 km of the atmosphere before about 1979, but which have been slower since then. There are no significant differences in warming rates over mid-latitude continental regions in the Northern Hemisphere. In the upper troposphere, no significant global temperature trends have been detected since the early 1960s. In the stratosphere, as shown in Figure 4b, both satellites and balloons show substantial cooling, punctuated by sharp warming episodes of one to two years long that are due to volcanic eruptions.

Surface temperatures during the preinstrumental period from the proxy record

It is likely that the rate and duration of the warming of the 20th century is larger than any other time during the last 1,000 years. The 1990s are likely to have been the warmest decade of the millennium in the Northern Hemisphere, and 1998 is likely to have been the warmest year. There has been a considerable advance in understanding of temperature change that occurred over the last millennium, especially from the synthesis of individual temperature reconstructions. This new detailed temperature record for the Northern Hemisphere is shown in Figure 5. The data show a relatively warm period associated with the 11th to 14th centuries and a relatively cool period associated with the 15th to 19th centuries in the Northern Hemisphere. However, evidence does not support these “Medieval Warm Period” and “Little Ice Age” periods, respectively, as being globally synchronous. As Figure 5 indicates, the rate and duration of warming of the Northern Hemisphere in the 20th century appears to have been unprecedented during the millennium, and it cannot simply be considered as a recovery from the “Little Ice Age” of the 15th to 19th centuries. These analyses are complemented by sensitivity analysis of the spatial representativeness of available palaeoclimatic data, indicating that the warmth of the recent decade is outside the 95% confidence interval of temperature uncertainty, even during the warmest periods of the last millennium. Moreover, several different analyses have now been completed, each suggesting that the Northern Hemisphere temperatures of the past decade have been warmer than any other time in the past six to ten centuries. This is the time-span over which temperatures with annual resolution can be calculated using hemispheric-wide tree-ring, ice-cores, corals, and other annually-resolved proxy data. Because less data are available, less is known about annual averages prior to 1,000 years before the present and for conditions prevailing in most of the Southern Hemisphere prior to 1861.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

SEGUNDO EJERCICIO. Prueba Obligatoria de Inglés (II)

What causes sea level to change?

The level of the sea at the shoreline is determined by many factors in the global environment that operate on a great range of time-scales, from hours (tidal) to millions of years (ocean basin changes due to tectonics and sedimentation). On the time-scale of decades to centuries, some of the largest influences on the average levels of the sea are linked to climate and climate change processes.

Firstly, as ocean water warms, it expands. On the basis of observations of ocean temperatures and model results, thermal expansion is believed to be one of the major contributors to historical sea level changes. Further, thermal expansion is expected to contribute the largest component to sea level rise over the next hundred years. Deep ocean temperatures change only slowly; therefore, thermal expansion would continue for many centuries even if the atmospheric concentrations of greenhouse gases were to stabilise.

The amount of warming and the depth of water affected vary with location. In addition, warmer water expands more than colder water for a given change in temperature. The geographical distribution of sea level change results from the geographical variation of thermal expansion, changes in salinity, winds, and ocean circulation. The range of regional variation is substantial compared with the global average sea level rise.

Sea level also changes when the mass of water in the ocean increases or decreases. This occurs when ocean water is exchanged with the water stored on land. The major land store is the water frozen in glaciers or ice sheets. Indeed, the main reason for the lower sea level during the last glacial period was the amount of water stored in the large extension of the ice sheets on the continents of the Northern Hemisphere. After thermal expansion, the melting of mountain glaciers and ice caps is expected to make the largest contribution to the rise of sea level over the next hundred years. These glaciers and ice caps make up only a few per cent of the world's land-ice area, but they are more sensitive to climate change than the larger ice sheets in Greenland and Antarctica, because the ice sheets are in colder climates with low precipitation and low melting rates. Consequently, the large ice sheets are expected to make only a small net contribution to sea level change in the coming decades.

Sea level is also influenced by processes that are not explicitly related to climate change. Terrestrial water storage (and hence, sea level) can be altered by extraction of ground water, building of reservoirs, changes in surface runoff, and seepage into deep aquifers from reservoirs and irrigation. These factors may be offsetting a significant fraction of the expected acceleration in sea level rise from thermal expansion and glacial melting. In addition, coastal subsidence in river delta regions can also influence local sea level. Vertical land movements caused by natural geological processes, such as slow movements in the Earth's mantle and tectonic displacements of the crust, can have effects on local sea level that are comparable to climate-related impacts. Lastly, on seasonal, interannual, and decadal time-scales, sea level responds to changes in atmospheric and ocean dynamics, with the most striking example occurring during El Niño events.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

TERCER EJERCICIO

Supuesto 1: Sondeo meteorológico

Para realizar este Supuesto, el opositor deberá utilizar el diagrama termodinámico que prefiera de los dos que se proporcionan (Stüve/oblicuo). Conteste razonadamente a las cuestiones que se plantean a continuación, relativas a los datos del sondeo de la página 2.

1. Dibuje las curvas de estado *presión-temperatura* (p - T) y *presión-temperatura del punto de rocío* (p - T_d).
2. Si ha elegido el diagrama de Stüve, construya la curva *presión-altura* (p - z). Si ha optado por el diagrama oblicuo, calcule la *altura* correspondiente a los siguientes niveles de presión: 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 300 hPa, 200 hPa, 150 hPa y 100 hPa.
3. Calcule la *humedad relativa* a nivel del suelo y a 700 hPa.
4. Calcule la *temperatura del termómetro húmedo* a nivel del suelo y a 700 hPa.
5. Calcule la *temperatura equivalente* a nivel del suelo y a 700 hPa.
6. Construya la curva *presión-temperatura potencial equivalente* (p - θ_e) hasta el nivel de 300 hPa.
7. 7. Estudie los tipos existentes de *advección térmica*.
8. Estudie la presencia de *inversiones* y/o de *frentes*.
9. Realice un estudio de la *estabilidad* para pequeños desplazamientos.
10. ¿Existen columnas *convectivamente inestables*? De ser así, estime el ascenso necesario para subvertirlas.
11. Determine el *nivel de formación* de los cúmulos en esta masa de aire. Estime los *niveles de equilibrio* y *de la cima* de estos cúmulos.
12. Calcule el valor de la *cantidad de agua precipitable* de esta masa de aire.
13. Utilice dos *índices* cualesquiera de *estabilidad* para estimar la *probabilidad* de aparición de *tormentas*.
14. Estudie la presencia de *tropopausas*.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

MADRID “AEROPUERTO DE BARAJAS”

INDICATIVO: 08221. LATITUD: 40°27'15"N. LONGITUD: 03°32'39"W. ALTITUD: 582 m.

Sondeo de las 12:00 Z del 24 de octubre de 1991

Datos de presión (*p*), temperatura (*T*), temperatura del punto de rocío (*T_d*), dirección del viento
(*ddd*) y velocidad del viento (*ff*)

<i>P</i> [en hPa]	<i>T</i> [en °C]	<i>T_d</i> [en °C]	<i>ddd/ff</i> [en °/kt]
948	12,4	3,4	40/03
850	3,4	-0,6	110/10
700	-5,7	-8,6	125/25
500	-20,5	-41,5	225/24
400	-32,3	-50,3	235/41
300	-42,3	-64,3	240/40
250	-49,7	-68,7	235/23
200	-49,7	-78,7	225/19
150	-56,1	-88,1	205/11
100	-60,5	-91,5	225/11
938	9,8	1,8	
843	2,8	-0,5	
827	2,0	0,6	
771	-0,5	-5,3	
765	-0,7	-4,9	
713	-5,1	-6,3	
620	-12,3	-14,6	
606	-12,9	-17,9	
598	-11,9	-29,9	
593	-11,7	-33,7	
451	-26,7	-44,7	
342	-39,3	-53,3	
298	-42,5	-64,5	
244	-50,5	-69,5	
240	-50,9	-69,9	
120	-61,1	-92,1	
118	-61,5	-91,5	
102	-60,1	-91,1	
918			90/08
703			125/26
676			125/25
593			200/18
362			235/43
291			245/38
250			235/23
170			225/16
153			205/12
131			230/09
106			230/13



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

TERCER EJERCICIO

Supuesto 2: Predicción

Con los campos que se proporcionan, correspondientes a los alcances H+18, H+24 y H+30 de la pasada a 00 UTC del 28 de julio de 2004, procedentes del modelo del ECMWF, analice la situación atmosférica en la Península Ibérica entre las 18 UTC del día 28 de julio y las 06 UTC del día 29 de julio contestando a cada una de las siguientes cuestiones (argumentando las respuestas):

1. ¿Qué fenómenos significativos cabe esperar de la predicción dada por el modelo y en qué zonas se localizan?
2. ¿En qué zonas se esperan los forzamientos dinámicos más altos?
3. ¿En qué zonas se localizan los forzamientos térmicos más elevados?
4. ¿Dónde cabría esperar el desarrollo de sistemas convectivos?
5. ¿Qué tiempo se espera en los Pirineos Occidentales a las 00 UTC del 29 de julio?
6. Consultando las imágenes de satélite, realice una evaluación del comportamiento del modelo durante el período considerado comparando el tipo de estructuras (zonas de vorticidad elevada, sistemas convectivos, etc.) predichas y observadas y su localización geográfica.

DOCUMENTACIÓN PROPORCIONADA POR EL TRIBUNAL PARA LA RESOLUCIÓN DE ESTE SUPUESTO (no se adjunta):

- Campos de convergencia de humedad en 850 hPa y cantidad de agua precipitable [H+18,+24,+30]; y campos de temperatura en 500 hPa y parámetro CIN (“energía de inhibición convectiva”) [H+18,+24,+30]
- Parámetros derivados obtenidos del modelo del Centro Europeo [H+18]
- Parámetros derivados obtenidos del modelo del Centro Europeo [H+24]
- Parámetros derivados obtenidos del modelo del Centro Europeo [H+30]
- Campos de presión en superficie, precipitación acumulada en 6 h, temperatura en 850 y 500 hPa, viento en 850 y 300 hPa y geopotencial en 500 y 300 hPa [H+18]
- Campos de presión en superficie, precipitación acumulada en 6 h, temperatura en 850 y 500 hPa, viento en 850 y 300 hPa y geopotencial en 500 y 300 hPa [H+24]
- Campos de presión en superficie, precipitación acumulada en 6 h, temperatura en 850 y 500 hPa, viento en 850 y 300 hPa y geopotencial en 500 y 300 hPa [H+30]
- Campos de vorticidad y de geopotencial en 300 y 500 hPa [H+18,+24,+30]
- Fotografías de satélite: canal infrarrojo y vapor de agua [día 28/07/2004 a las 18 h]
- Fotografías de satélite: canal infrarrojo y vapor de agua [día 29/07/2004 a las 00 h]
- Fotografías de satélite: canal infrarrojo y vapor de agua [día 29/07/2004 a las 06 h]



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

TERCER EJERCICIO

Supuesto 3: Balance hídrico

Confeccione las fichas hídricas que se indican, relativas a la estación meteorológica de **SANTIAGO DE COMPOSTELA “AEROPUERTO DE LABACOLLA”**, contestando de forma razonada a las siguientes cuestiones:

1. Con la ayuda del método de Thornthwaite, determine los valores mensuales (septiembre a agosto, por este orden) y anual de la evapotranspiración potencial.
2. Exprese los valores mensuales y anual de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial calculada en el punto anterior.
3. Confeccione la Ficha Hídrica del observatorio de Santiago “Labacolla” para una reserva de saturación de 75 milímetros, calculando los siguientes parámetros:
 - 3.a) Variación de la reserva (mensual, de septiembre a agosto).
 - 3.b) Reserva (mensual, de septiembre a agosto).
 - 3.c) Evaporación real (mensual y anual).
 - 3.d) Déficit (mensual y anual).
 - 3.e) Excedente (mensual y anual).
 - 3.f) Escorrentía (mensual y anual): tómese como 6 mm el valor de la escorrentía para el mes de septiembre y considérese que la escorrentía de un mes procede de la suma de la mitad del excedente del mes anterior más la mitad de la escorrentía también del mes anterior.
 - 3.g) Indique las fechas estimadas en que: (i) comienza a constituirse la reserva; (ii) se alcanza la reserva de saturación; (iii) comienza a disminuir la reserva; (iv) se agota la reserva de saturación.
4. Repítase el punto 3 pero considerando ahora una reserva de saturación de 100 milímetros.

DOCUMENTACIÓN PROPORCIONADA POR EL TRIBUNAL PARA LA RESOLUCIÓN DE ESTE SUPUESTO:

- Datos de la estación meteorológica de Santiago de Compostela “Labacolla” (se adjuntan)
- Formulación del método de Thornthwaite (no se adjunta)

SANTIAGO DE COMPOSTELA “AEROPUERTO DE LABACOLLA”: *Valores normales relativos al período 1971-2000:*

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	AÑO
<i>Temperatura (°C)</i>	17,0	13,4	10,2	8,4	7,4	8,2	9,5	10,6	12,9	16,0	18,5	18,6	12,6
<i>Precipitación (mm)</i>	127	194	200	281	259	223	145	141	147	82	39	57	1886

Las coordenadas geográficas del Aeropuerto de Santiago de Compostela son las siguientes:

Latitud: 42° 54' N Longitud: 08° 26' W Altitud: 364 m



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

TERCER EJERCICIO

Supuesto 4: Modelo climático

Considérese la siguiente expresión para un modelo de clima de balance de energía de dimensión uno, que relaciona variables que son funciones del seno de la latitud ($x = \sin\theta$):

$$QS(x)a(x) = A + BT(x) - \frac{d}{dx} \left[D(1-x^2) \frac{dT}{dx} \right]$$

En esta relación:

- i) Se admite que el flujo de energía neto que sale del cinturón de 'latitud' x debido a fenómenos de transporte meridionales admite una parametrización difusiva, con coeficiente de difusión D .
- ii) $A + BT(x)$ es el flujo de energía de onda larga emitido desde el cinturón de 'latitud' x . Donde A y B permanecen constantes.
- iii) $QS(x)a(x)$ es el flujo de energía de onda corta absorbido por el cinturón de 'latitud' x . Donde Q es la cuarta parte de la constante solar; $S(x)$ es la distribución de la insolación; y $a(x)$ es el coalbedo. Ambas funciones se pueden expresar de la forma:

$$S(x) \approx 1 + S_2 P_2(x),$$
$$a(x) \approx a_0 + a_1 P_2(x)$$

donde $P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1)$ es el polinomio de Legendre de orden 2.

- iv) La única función desconocida es $T(x)$, el promedio zonal de la temperatura en superficie para la 'latitud' x .

Se pide:

1. Expresar la distribución de T con x en forma de serie de polinomios de Legendre compuesta por n términos o sumandos. Con esa expresión en forma de serie para la temperatura, establecer la forma que adquiere la expresión del modelo de balance de energía de dimensión uno.
2. Limitar la serie en polinomios de Legendre de la temperatura hasta el término cuadrático en x y obtener los valores de los coeficientes correspondientes a los términos retenidos. Con esta expresión de orden dos obtenida para la distribución del promedio zonal de la temperatura, completar la tercera columna de la siguiente tabla.

x / θ	$T(x)$ [°C] observada	$T(x)$ [°C] calculada
0,087 / 05°N	26,4	
0,259 / 15°N	25,9	
0,423 / 25°N	22,6	
0,573 / 35°N	16,7	
0,707 / 45°N	10,0	
0,819 / 55°N	2,7	
0,906 / 65°N	-6,0	
0,966 / 75°N	-15,0	
0,996 / 85°N	-22,6	

3. Representar de manera aproximada las temperaturas T (observadas y calculadas) en función de x ; señalar las características más relevantes de las observaciones que es incapaz de reproducir el modelo de balance de energía con parametrización difusiva del término de transporte; y proponer motivos para tales deficiencias.



Tribunal Calificador de las Pruebas Selectivas para el acceso,
por promoción interna, al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
(Orden MAM/944/2004 de 15 de marzo; BOE 89, de 13 de abril).

Datos:

$$D = 0,649 \text{ Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$A = 203,3 \text{ Wm}^{-2}$$

$$B = 2,09 \text{ Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$Q = 335 \text{ Wm}^{-2}$$

$$S_2 = -0,477$$

$$a_0 = 0,68$$

$$a_1 = -0,21$$

Propiedades de los polinomios de Legendre:

1. definición:
$$P_n(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{dx^n} (x^2 - 1)^n$$

2. son ortogonales en el intervalo $[0, 1]$:
$$\int_0^1 P_n(x) P_m(x) dx = \frac{\delta_{nm}}{2n+1}$$

3. son funciones propias del operador de difusión:
$$-\frac{d}{dx} \left[(1-x^2) \frac{dP_n(x)}{dx} \right] = n(n+1) P_n(x).$$