

***PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO EN EL
CUERPO SUPERIOR DE METEORÓLOGOS
DEL ESTADO OEP2019-2020***

PROMOCIÓN INTERNA

CONVOCATORIA ORDINARIA

TERCER EJERCICIO



TRIBUNAL CALIFICADOR DEL PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO EN EL CUERPO SUPERIOR DE METEORÓLOGOS DEL ESTADO. RESOLUCIÓN 11631 de 30 de junio de 2021. BOE núm. 166 de 13 de julio de 2021

TERCER EJERCICIO



PROBLEMA DE METEOROLOGÍA/CLIMATOLOGÍA Nº 1 [20 PUNTOS]

PARTE A [8 puntos]

Una burbuja de aire seco asciende verticalmente en la atmósfera estándar desde la superficie. Determine el gradiente térmico vertical que esta experimenta si:

- La burbuja asciende por vía adiabática reversible desde la superficie. Suponga que, al iniciar el movimiento, su temperatura y la del medio son prácticamente iguales. **(2 puntos)**
- La burbuja intercambia energía en forma de calor con el entorno mediante un proceso diabático politrópico cuyo calor específico se puede aproximar por un valor constante "C". Suponga que, al iniciar el movimiento, su temperatura y la del medio son prácticamente iguales. **(2 puntos)**
- En relación con el resultado obtenido en el apartado anterior, discuta, en términos térmicos y energéticos, la evolución de la burbuja de aire en función del signo y el valor de C. **(4 puntos)**

PARTE B [12 puntos]

Durante una noche de invierno en el interior continental de la Península Ibérica, una masa atmosférica próxima al suelo que presenta una presión de $P_0 = 948$ hPa, con temperatura $T_0 = 4.5$ °C y humedad relativa $HR_0 = 90\%$, pierde 3018 J/kg de energía en forma calor por radiación. Suponiendo que los elementos diferenciales de las ecuaciones implicadas en el proceso isobárico pueden aproximarse por variaciones y que tanto los calores específicos como los latentes son independientes de la temperatura, determine:

- El enfriamiento que sufrirá la masa de aire hasta alcanzar la saturación. **(2 puntos)**
- La pérdida de energía en forma de calor que experimentará la masa de aire hasta alcanzar la saturación. ¿Coincide este valor con el dado por el enunciado? Explique por qué. **(2 puntos)**
- El enfriamiento total que experimentará la masa de aire. **(2.5 puntos)**
- Represente el proceso completo en un diagrama tensión de vapor-temperatura y explíquelo. **(1.5 puntos)**
- El descenso total de la tensión de vapor de la masa de aire. **(2 punto)**
- ¿Se formará una niebla radiativa? Razone la respuesta. **(2 puntos)**

DATOS: Aceleración de la gravedad en la superficie terrestre: $g = 9.81$ m/s²; Calor específico a presión constante del aire seco: $C_{pd} = 1005$ J/kgK; Constante del vapor de agua: $R_v = 461.5$ J/kgK; Constante del aire seco: $R_d = 287.05$ J/kgK; y Calor latente de condensación: $L_v = 2.49 \cdot 10^6$ J/kg.



TRIBUNAL CALIFICADOR DEL PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO EN EL CUERPO SUPERIOR DE METEORÓLOGOS DEL ESTADO.
RESOLUCIÓN 11631 de 30 de junio de 2021. BOE núm. 166 de 13 de julio de 2021

TERCER EJERCICIO



PROBLEMA DE METEOROLOGÍA/CLIMATOLOGÍA Nº 2 [20 PUNTOS]

Considere un movimiento curvilíneo horizontal caracterizado por el radio de curvatura de la trayectoria, R , y en la que v es la velocidad tangencial (siempre positiva). Se definen las coordenadas curvilíneas (s, n) , donde s es la coordenada tangencial orientada en el sentido del movimiento y n es la coordenada normal al movimiento. Los vectores unitarios tangente y normal son \vec{i} y \vec{j} respectivamente. El radio de curvatura R es positiva si el giro es ciclónico y negativo si es anticiclónico.

En este sistema de coordenadas, las ecuaciones del movimiento horizontal se descomponen en:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial \varphi}{\partial s} \quad (1) \qquad \frac{v^2}{R} + f v = -\frac{\partial \varphi}{\partial n} \quad (2)$$

Donde φ es el geopotencial y $f = 2\omega \sin(\theta)$ es el parámetro de Coriolis para la latitud θ y ω velocidad de rotación de la Tierra.

Si se supone que nos encontramos en el hemisferio Norte:

PARTE A [4 puntos]

Demuestre que las ecuaciones (1) y (2) son, efectivamente, las ecuaciones del movimiento partiendo de la ecuación del momento en coordenadas cartesianas. Para ello, recuerde que:

$$\frac{d\vec{i}}{ds} = \frac{\vec{j}}{R}$$

(4 puntos)

PARTE B [6 puntos]

- Resuelva la ecuación (2) y halle la expresión de v . **(1 punto)**
- Si suponemos que el gradiente radial de geopotencial es negativo, demuestre que su valor absoluto es relativamente bajo en el seno de un anticiclón y puede alcanzar valores más altos en un ciclón. **(3 puntos)**
- Demuestre que el viento geostrófico sobreestima el viento real en un ciclón y que lo subestima en un anticiclón. **(2 puntos)**

Recuerde que el viento geostrófico (v_g) puede describirse como:

$$f v_g = -\frac{\partial \varphi}{\partial n}$$



PARTE C [10 puntos]

- a) ¿Por qué el flujo en un tornado puede considerarse ciclostrófico? Si suponemos que la hipótesis hidrostática sigue siendo válida, ¿cuál sería la ecuación que rige el movimiento de un flujo ciclostrófico? **(1 punto)**
- b) Si se supone que el tornado gira de forma rígida con velocidad w y que la temperatura T es uniforme, indique cómo varían radialmente el geopotencial y la presión. **(4 puntos)**
- c) Si se observa que a cien metros del centro del tornado temperatura es $T = 288 K$, la velocidad del viento es $v = 100 m/s$ y la presión es $P = 1000 hPa$, ¿qué valor tendría la presión en el centro del tornado? **(2 puntos)**
- d) Estime la fuerza por unidad de superficie ejercida por un tornado sobre el tejado de una casa al pasar este por encima de ella. Asimismo, explique por qué al paso de un tornado se recomienda dejar las ventanas abiertas. **(3 puntos)**

DATOS: Constante del aire seco: $R_d = 287.05 J/kgK$

PROBLEMA DE METEOROLOGÍA/CLIMATOLOGÍA Nº 3 [20 PUNTOS]

PARTE A [6 puntos]

En la siguiente figura se muestra la regresión de un cierto índice sobre las variables de presión a nivel del mar (unidades de hPa por desviación estándar del índice, izquierda, periodo 1901-2014) y precipitación (unidades de mm/día por desviación estándar del índice, derecha, periodo 1901-2013) para la estación de invierno tardío (promedios de enero a marzo, un dato por año). La tendencia lineal fue eliminada de las series temporales antes de realizar la regresión. Los contornos muestran las regiones donde la regresión es estadísticamente significativa con un nivel de significación α de 0.05.

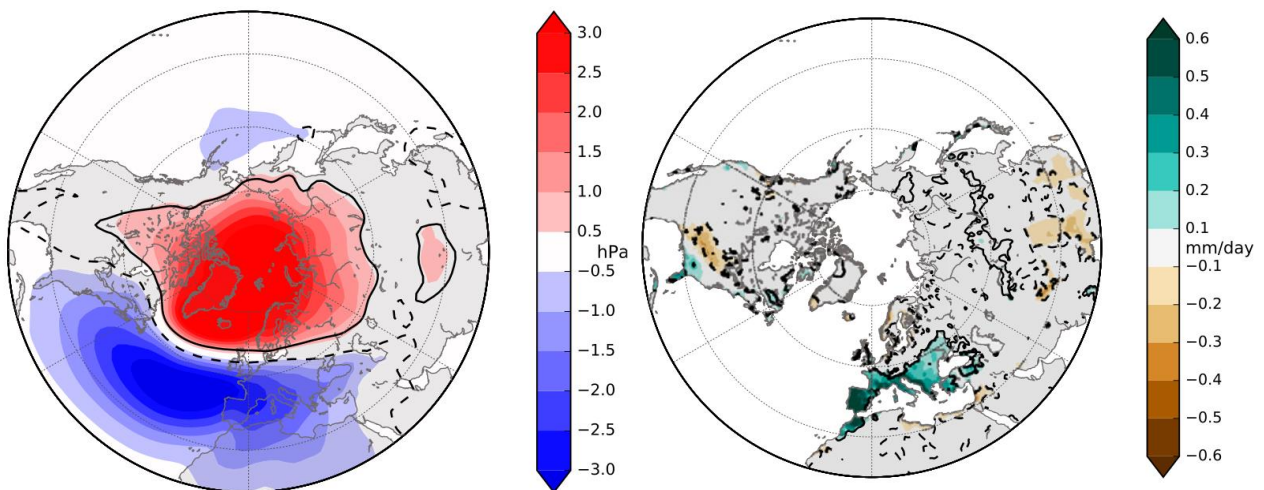


Figura adaptada de Mezzina et al. (2021).

- Explique la relación existente entre el índice y las variables de presión a nivel del mar y precipitación en la región del Norte Atlántico y Europa. **(2 puntos)**
- Estime la anomalía de presión a nivel del mar en las Islas Canarias y en Galicia y de precipitación en la Península Ibérica que corresponden a un valor positivo igual a dos desviaciones estándar del índice empleado. **(2 puntos)**
- Discuta de qué índice puede tratarse y qué implicaciones tiene para la variabilidad climática en la Península Ibérica. Razone la respuesta. **(2 puntos)**



PARTE B [8 puntos]

Suponiendo la excentricidad de la órbita terrestre como 0.04 y la irradiancia solar total como 1361 Wm^{-2} cuando la distancia entre el Sol y la Tierra es igual al semieje mayor de la órbita terrestre, calcule cuál es la insolación (densidad de flujo radiativo en Wm^{-2} incidente) en el tope de la atmósfera a mediodía del solsticio de verano boreal en la latitud de 60°N para las dos siguientes condiciones:

- a) El perihelio se encuentra en el solsticio de invierno boreal y la oblicuidad de la eclíptica es de 22.5° . **(2 puntos)**
- b) El perihelio se encuentra en el solsticio de verano boreal y la oblicuidad de la eclíptica es de 24.5° . **(2 puntos)**

Discuta, asimismo:

- c) En cuál de las dos condiciones anteriores será mayor la duración del día (menor tiempo de noche). **(2 puntos)**
- d) Qué implicaciones puede tener las diferencias de insolación y duración del día para el clima en la Tierra. **(2 puntos)**

PARTE C [6 puntos]

Las siguientes figuras muestran los valores de extensión de la cobertura nivosa en el Hemisferio Norte en el mes de Abril para el periodo 1922-2018 (en millones de km^2 , varias bases de datos, izquierda) y de anomalía media anual y global de humedad específica en la superficie en el periodo 1973-2019 (en g/kg , anomalías respecto al periodo 1981-2010, varias bases de datos, derecha).

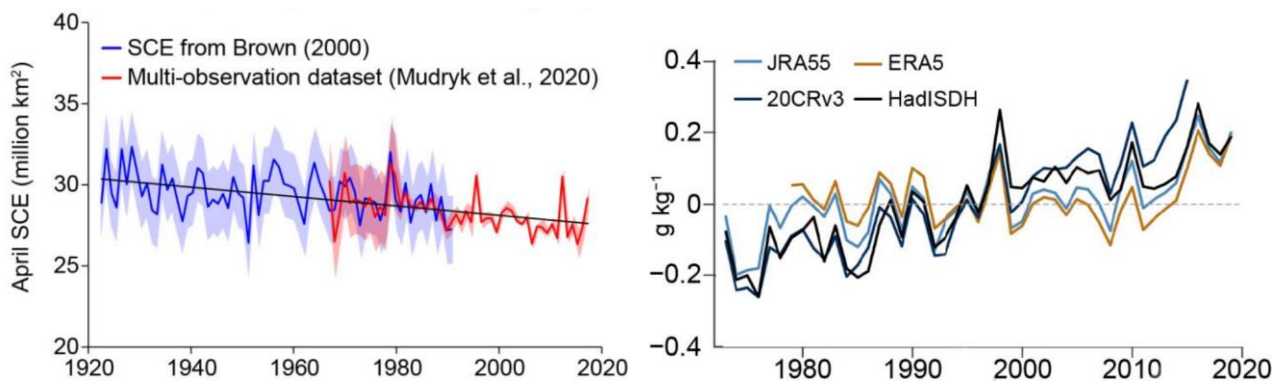


Figura adaptada de Gulev et al. (2021).



- a) Estime la tendencia de cada variable a partir de las figuras. **(2 puntos)**
- b) Discuta la tendencia que muestra la cobertura nivosa en el Hemisferio Norte en relación con el cambio climático y los procesos de retroalimentación del sistema climático. **(2 puntos)**
- c) Discuta la tendencia que muestra la humedad específica superficial en relación con el cambio climático y los procesos de retroalimentación del sistema climático. **(2 puntos)**

Referencias:

Gulev, S.K., et al. (2021) Changing state of the climate system. In *Climate Change Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., et al., (eds)]. Cambridge University Press.

Mezzina, B., García-Serrano, J., Bladé, I., & Kucharski, F. (2020). *Journal of Climate*, 33(3), 907-923.