Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Puntuación (sobre diez): cuestiones 1-6 1.25 puntos, 7-8 0.75 puntos, 9-10 0.5 puntos.

Cuestión 1

Sea una porción de océano y otra de corteza continental. ¿En cuál de ellas y por qué se "sentirán" a mayor profundidad los ciclos diarios de temperatura?

Cuestión 2

Defina tensión de saturación. Considere a continuación un gas ideal, ¿cómo se calcula para él dicha tensión?

Cuestión 3

En un ascenso adiabático, antes de que se alcance la saturación, diga cómo varían las siguientes magnitudes: la presión de vapor, la proporción de mezcla, la humedad específica, la humedad relativa, humedad absoluta, tensión de saturación y temperatura. Justifique sus repuestas.

Cuestión 4

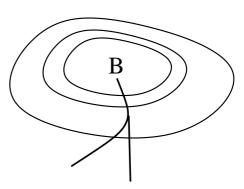
Si consideramos el viento de gradiente en la capa límite planetaria, ¿cómo se comportará en las proximidades de un centro altas presiones en el hemisferio sur? ¿Cambiaría algo este esquema si se encontrara el centro de altas presiones justo en el ecuador?

Cuestión 5

Suponiendo que la Tierra es un planeta homogéneo, describa esquemáticamente cómo sería la circulación global de la atmósfera terrestre y qué zonas serían de alta y de baja presión si: (a) La Tierra no rotara. (b) Teniendo en cuenta el efecto del movimiento de rotación terrestre.

Cuestión 6

En la figura señala cuál es el frente cálido, el frente frío y el ocluido, utilizando para ello los símbolos estándar que marcan estos frentes. Además indica el sentido de giro del aire alrededor del centro de baja presión. Haz un esquema en altura del frente cálido indicando el tipo de nubosidad que suele acompañar estos frentes.



Cuestión 7 Diga si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- 1. El índice ENSO/SOI está relacionado con los fenómenos de El Niño/La Niña y se define a partir de la diferencia de presiones en diferentes puntos del Pacífico.
- 2. La corriente de chorro polar tiene una posición variable marcada por el punto de encuentro del aire frío de la celda polar con el aire caliente de la celda de Hadley.
- 3. Las borrascas más frecuentes en latitudes medias son las llamadas ondulatorias, ya que se originan en ondulaciones del frente polar.
- 4. La zona de mal tiempo en un frente frío suele tener una profundidad de unos 100 km, aproximadamente cuatro veces superior a la zona de mal tiempo de un frente cálido.

Departamento de Física Aplicada Universidad de Huelva

Cuestión 8

Diga si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- 1. La paleoclimatología se encarga de reconstruir el clima en la Tierra previo a los registros instrumentales, que comienzan a mitad del siglo XV.
- 2. Las corrientes marinas cálidas, que se acercan al Ecuador, y frías, que se alejan del mismo, juegan junto con los vientos un importante papel en la redistribución de energía del Ecuador a los polos.
- 3. Durante el mesozoico y el cenozoico (últimos 200 millones de años) la temperatura media global de la Tierra ha sido la mayor parte del tiempo unos diez grados celsius más baja que en la actualidad.
- 4. En la actualidad se puede afirmar que la Tierra está bajo un proceso de calentamiento global del que, al menos en parte, es responsable la actividad humana.

Cuestión 9

Diga cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:

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

Cuestión 10

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

EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)

Problema 1 (2.5 puntos)

Una esfera de 2 m de radio posee una temperatura superficial de 5727°C. La esfera está recubierta de una capa de pintura de emisividad 0,2.

- 1. Determínese el flujo de radiación térmica (potencia) que recibirá una superficie circular de 2 cm de radio situada perpendicularmente al radio de la esfera y a 250 m de distancia del centro de la misma.
- 2. Si la anterior superficie circular posee una emisividad para el infrarrojo de 0,9 y se comporta como un cuerpo negro para las radiaciones visibles, calcule su temperatura de equilibrio suponiendo que las dos caras del círculo se encuentran a idéntica temperatura.

Problema 2 (2.5 puntos)

Yolanda es una observadora de la AEMET y observa que las condiciones atmosféricas en Huelva a las 14.00 del día 27 de enero son $p_0 = 995,0$ hPa, $T_0 = 13,9$ °C y h = 70%.

- 1. En primer lugar se pide que, usando esos datos y la fórmula de Magnus o de Clausius-Clapeyron si fuera necesario, caracterice totalmente la masa de aire sobre Huelva calculando su humedad absoluta, su razón de mezcla y su temperatura de rocío.
- 2. Yolanda observa que sobre Huelva hay nubes medias, aproximadamente a una altura de 2500 m. ¿Podrías ayudar a Yolanda a decidir si dichas nubes se han formado por ascenso ciclónico del aire en superficie?

Nota: si fuese necesario se puede considerar $\bar{r} \simeq r, \; \bar{c}_{ps} \simeq c_{ps}, \; \bar{\Gamma} \simeq \Gamma \; \text{y} \; T_0/T_0' \simeq 1.$

	Hempo. 40 minutos.
1.	Si en el laboratorio hay una temperatura de 22,3°C y el punto de rocío vale 3,8°C, diga cuánto vale la humedad relativa (no emplee ninguna fórmula empírica, sólo las tablas que aparecen en el cuadernillo de prácticas).
2.	A partir de la siguiente clave SYNOP, diga todo lo que sepa de la precipitación recogida, de la presión a nivel de superficie y del punto de rocío (transcriba EXCLUSIVAMENTE los campos que se piden: 08353 12968 43607 10182 21054 40246 63002

3.	En la práctica de cálculo del coeficiente adiabático del aire se miden los siguientes tiempos es
	segundos, correspondientes a 500 oscilaciones: 174, 172, 170, 171, 177. Calcule la media y e
	error del periodo de oscilación.

4. Al determinar la densidad normalizada del aire se obtuvo: presión parcial de vapor 15 hPa, temperatura 20° C, presión 1000 hPa, densidad del aire húmedo 1.25 kg/m³. Calcule la densidad del aire normalizada.

(Todas las preguntas valen 7/3 puntos. Total 7 puntos. El examen debe contestarse exclusivamente en esta página)

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Puntuación: 1 a la 6: 1.5 puntos/cuest.; 7,8: 0.5 puntos/cuest..

Cuestión 1

Describa brevemente el mecanismo conocido como efecto invernadero y sus consecuencias en el caso de la Tierra. Cite tres gases de efecto invernadero en orden de potencial de calentamiento global creciente. ¿Es cierto que el dióxido de carbono tiene el mayor potencial de calentamiento global de todos los gases de efecto invernadero?

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_A y con una humedad relativa h_A del 25 %, y un punto B, a una temperatura $T_B = 1,1T_A$ y con la misma temperatura de rocío que T_A . Calcula la relación que hay entre la presión de vapor en los puntos A y B.

Cuestión 3

¿Qué es la célula de Hadley?

Cuestión 4

Explique qué se representa en un mapa de altura.

Cuestión 5

Indique si es verdadera o falsa cada una de estas afirmaciones:

- 1. En el viento geostrófico interviene única y exclusivamente la fuerza debida al gradiente de presiones.
- 2. En el viento geostrófico se asume un campo de presiones en superficie formado por líneas isóbaras paralelas.
- 3. La fuerza de Coriolis aumenta el módulo de la velocidad (acelera) de las masas de aire.
- 4. En altura el viento es perpendicular a las líneas isóbaras.

Cuestión 6

Diga si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- (1) La litosfera, a diferencia de la hidrosfera, muestra una gran homogeneidad y una alta conductividad y capacidad calorífica.
- (2) Los cuatro componentes del sistema climático son la litosfera, la hidrosfera, la criosfera y la atmósfera.
- (3) Los dos factores más importantes que condicionan la estructura de la atmósfera terrestre son, por orden de importancia creciente, la gravedad y la rotación terrestre.
- (4) La troposfera, estratosfera y mesosfera son capas de la atmósfera definidas de acuerdo con la composición del aire a diferente altura, teniendo lugar la inmensa mayoría de los fenómenos meteorológicos en la troposfera.

Cuestión 7

Si el eje de rotación de la Tierra fuera perpendicular al plano de la eclípica (señale la respuesta verdadera):

- (1) el cinturón de convergencia intertropical se situaría persistentemente en el Ecuador, y desaparecería el fenómeno de los Monzones en todo el mundo.
- (2) el cinturón de convergencia intertropical desaparecería, y con él los centros de bajas presiones y el Monzón.
- (3) el cinturón de convergencia intertropical se desplazaría a lo largo del año desde un trópico al otro y generaría anualmente un Monzón húmedo y otro seco en latitudes intertropicales.
- (4) desaparecería la subsidencia de la "latitud de los caballos" con lo que la célula de Hadley se extendería hasta los polos y explicaría los desplazamientos globales de masas de aire en el planeta.

Cuestión 8

Son consideradas causas naturales de la variación del clima terrestre (señale la respuesta falsa):

- (1) Las oscilaciones periódicas de, en torno a 11 años, en el número de manchas solares.
- (2) La inyección de masas de aerosoles en las capas altas de la atmósfera debido a las erupciones volcánicas.
- (3) La variación de los parámetros orbitales de la Tierra, como la excentricidad orbital o el ángulo de inclinación del eje de rotación respecto de la eclíptica.
- (4) La ciclogénesis en el frente polar.

EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)

Problema 1 (2.5 puntos)

Sea una esfera hueca de 1,0 m de radio sobre la que incide un flujo luminoso visible, desde una dirección concreta, de 2200,0 W/m². Esta esfera posee una emisividad en el infrarrojo del 100%, mientras que su emisividad para el visible es del 35%. Dentro de la esfera existe aire húmedo, que en el momento de introducirse en su interior poseía una humedad relativa del 70%. Calcule

- 1. Potencia total recibida y potencia total absorbida por la esfera.
- 2. La temperatura de equilibrio de la esfera.
- 3. Si a la temperatura de equilibrio la humedad relativa del aire del interior de la esfera es del 90 %, calcule la temperatura inicial del aire, suponiendo que en todo momento la presión en el interior de la esfera permanece constante.
- 4. Calcule la temperatura de rocío del aire en el interior de la esfera.
- 5. Si en el interior de la esfera, a la temperatura de equilibrio, la presión es de 101325 Pa, calcule la humedad específica de la masa de aire.

Problema 2 (2.5 puntos)

Una masa de aire no saturado se encuentra en la atmósfera a una altura de equilibrio H_e y a temperatura T_e . Dicha masa de aire tiene una humedad específica q=2,0 g/kg y se ve atrapada en un movimiento de subsidencia por encontrarse sobre una zona de altas presiones en superficie. Al pasar por una altura $H_1=1000$ m la temperatura de la masa de aire es $T_1=10^{\circ}$ C. Se pide

- 1. El gradiente adiabático, $\bar{\Gamma}$, para dicha masa de aire.
- 2. Sabiendo que el gradiente térmico de la atmósfera es $\alpha=6.5~{\rm K/km}$ y la temperatura de la atmósfera en la superficie es $T'_{sup}=12{\rm °C}$, calcule la temperatura de la masa de aire cuando alcanza el suelo, T_{sup} .
- 3. Calcule el valor de H_e y T_e .
- 4. ¿A qué altura en el movimiento de subsidencia es posible que tenga lugar la condensación de parte del vapor de agua y aparezcan nubes en la masa de aire?

1.	Si en el laboratorio hay una temperatura de 22,7°C y el punto de rocío vale 3,2°C, diga cuánto vale la humedad relativa (no emplee ninguna fórmula empírica, sólo las tablas que aparecen en el cuadernillo de prácticas).
2.	A partir de la siguiente clave SYNOP, diga todo lo que sepa sobre el viento existente y sobre la presión a nivel del mar (transcriba EXCLUSIVAMENTE los campos que se piden): 08353 12968 43607 10182 21054 40246 63002

3. En la práctica de cálculo del coeficiente adiabático del aire se miden los siguientes tiempos en segundos, correspondientes a 500 oscilaciones: 174, 172, 170, 171, 177. Calcule la media y el error del periodo de oscilación.

4. Al determinar la densidad normalizada del aire se obtuvo: presión parcial de vapor 17 hPa, temperatura 22° C, presión 1000 hPa, densidad del aire húmedo 1.25 kg/m³. Calcule la densidad del aire normalizada.

Responde brevemente a las siguientes cuestiones. Puntuación: 1-6 valen 1.5 puntos, 7-8 0.5 puntos.

Cuestión 1

uQué diferencia existe entre la meteorología y la climatología? Cite cuatro parámetros meteorológicos relevantes, indicando los aparatos con los que se lleva a cabo su medida.

Cuestión 2

Una masa de aire asciende al encontrar en su trayectoria una montaña. Se conoce su temperatura, humedad relativa y razón de mezcla iniciales y se observa que al alcanzar la cima de la montaña se forman nubes con precipitación. Razone si los tres parámetros antes citados crecen, decrecen o permanecen constantes durante el ascenso, en la cima de la montaña y al descender por la otra cara de la montaña.

Cuestión 3

Represente un diagrama de presión de vapor de saturación frente a la temperatura en el que se indique: un punto A a temperatura T_A y con una humedad relativa h_A del 50%, y un punto B, con $T_B < T_A$, y con la misma temperatura de rocío que T_A . Calcula la relación que hay entre la presión de vapor en los puntos A y B y razona qué punto, A o B, posee una mayor humedad relativa.

Cuestión 4

Defina viento geostrófico y viento de gradiente. Explique sus diferencias.

Cuestión 5

Indique si es verdadera o falsa cada una de estas afirmaciones:

- (1) Los anticiclones favorecen las inversiones térmicas.
- (2) Los anticiclones presentan convergencia en niveles bajos.
- (3) En el hemisferio norte los anticiclones giran en el sentido opuesto al de las agujas del reloj.
- (4) El aire en el interior de los anticiclones asciende lentamente.

Cuestión 6

Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- (1) En general la oscilación térmica diaria es creciente con la latitud, siendo máxima en los polos.
- (2) La oscilación térmica anual es creciente con la latitud, aunque en el caso del Hemisferio norte no es máxima en el polo sino antes de llegar al mismo.
- (3) La curva de temperatura a lo largo del día sigue a la curva de emisión de onda larga, alcanzándose la temperatura máxima y mínima en los puntos de máxima y mínima emitancia de onda larga.
- (4) La curva de temperatura a lo largo del día sigue a la curva de recepción de onda corta, alcanzándose la temperatura máxima y mínima en los puntos de máxima y mínima irradiancia solar.

Cuestión 7

¿Cuál de los siguientes fenómenos se asocia al reforzamiento del fenómeno de *upwelling* en las costas de Perú y Ecuador y a un incremento de las precipitaciones en el sudeste asiático?

- El niño (ENSO)
- La NAO (North Atlantic Oscillation)
- La niña
- El PUS (Pacific Upwelling Season)

Cuestión 8

¿Qué mecanismo nos permite predecir que en unos 11500 años durante el mes de agosto será invierno en el hemisferio norte?

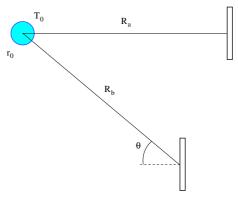
- (1) La variación de la excentricidad de la órbita terrestre.
- (2) El movimiento de traslación de la Tierra hace que nunca pueda darse tal hecho.
- (3) El enfriamiento global por el aumento del albedo lunar.
- (4) El movimiento de precesión del eje de la Tierra.

EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)

Problema 1 (2.5 puntos)

Una esfera de radio $r_0=10,0$ cm se encuentra a una temperatura $T_0=6000$ K. Se disponen dos placas delgadas conductoras del calor a una distancia $R_a=R_b=20,0$ m de la esfera. La placa a es perpendicular a la línea que une la placa y la esfera, mientras que la normal a la placa b forma un ángulo $\theta=40^\circ$ con dicha línea. Ambas placas tienen una superficie S=0,2 m² y se comportan como cuerpos negros para la radiación de onda larga. Se pide

- 1. Calcular la potencia recibida por las placas a y b.
- 2. Si el coeficiente de absorción de la placa a para la radiación de onda corta es $\alpha_a=0,45$, calcula la potencia absorbida por dicha placa y su temperatura de equilibrio.
- 3. Sabiendo que la temperatura de equilibrio de la placa b es igual a la temperatura de equilibrio de la placa a, calcular el valor del coeficiente de absorción de la placa b.



Problema 2 (2.5 puntos)

Sea una masa de aire húmedo con una temperatura, $T=25\,^{\circ}\mathrm{C}$, 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 condensación por ascenso adiabático.
- 4. Su humedad absoluta.

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

	Si en el laboratorio se mide una temperatura 11,8°C y un punto de rocío de 5,2°C. Calcule la relativa empleando una tabla de tensiones de saturación y las correspondientes interpolaciones la	
2.	Calcule la densidad del agua para 13,2°C usando una tabla de densidades y una interpolación l	ineal.
3.	En la práctica de cálculo del coeficiente adiabático del aire se miden los siguientes tiempos en s	segundos,
	correspondientes a 500 oscilaciones: 174, 172, 170, 171, 177. Calcule la media y el error del p oscilación.	

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

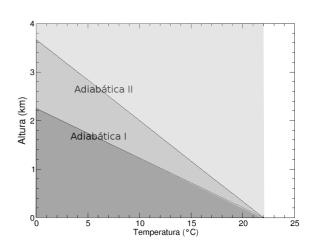
En la dinámica atmosférica la mayoría de los movimientos son horizontales, aunque el ascenso de masas de aire, siendo minoritario, juega un papel muy relevante. Explique el porqué de esta relevancia de los movimientos verticales y cuáles son los modos principales de ascenso de aire en la atmósfera.

Cuestión 2

Explique en qué consiste la teoría de Milankovitch.

Cuestión 3

En la figura se muestran dos curvas de evolución. Indique cuál de ellas es la adiabática seca y cuál es la seudoadiabática. Dibuje una curva de estado que indique una atmósfera totalmente estable.



Cuestión 4

Represente un diagrama de presión de vapor de saturación frente a la temperatura en el que se indique: un punto A a temperatura T_A y con una humedad relativa h_A del 50%, y un punto B, con $T_B < T_A$, y con la misma temperatura de rocío que T_A . Calcula la relación que hay entre la presión de vapor en los puntos A y B y razona qué punto, A o B, posee una mayor humedad relativa.

Cuestión 5

Indique si es verdadero o falso:

- (1) Las manchas solares implican una disminución de la radiación solar recibida en la Tierra.
- (2) Su número suele variar con una periodicidad de once años
- (3) Se han registrado largos periodos en los que apenas había, como durante la "Pequeña Edad de Hielo" (mínimo de Maunder)
- (4) Su variación da lugar a variaciones de la constante solar de hasta 1 W/m².

Cuestión 6

Diga si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- (1) Las nubes pueden estar formadas por cristales de hielo o por minúsculas gotas de agua líquida, pero no de una mezcla de ambos al ser esta termodinámicamente inestable.
- (2) Los tres géneros de nubes medias son los altocumulus, altostratus y nimbostratus.
- (3) Los cirros son nubes bajas que se caracterizan por un delicado aspecto fibroso.
- (4) La niebla de advección precisa de la existencia de vientos sostenidos para su formación.

Cuestión 7

¿A qué se llama frente en meteorología? Seleccione la respuesta correcta:

- (1) a la intersección con la superficie terrestre de la superficie que separa dos masas de aire de propiedades físicas diferentes.
- (2) a la intersección con la superficie terrestre de una superficie frontal ocluida y geoestacionaria.
- (3) a la proyección en altura de la superficie que separa dos masas de aire de propiedades físicas diferentes.
- (4) a la proyección, a una presión estándar de un bar, de la intersección de una superficie frontal de presión reducida con la tropopausa.

Cuestión 8

La corriente de chorro del Frente Polar:

- (1) se intensifica y se desplaza hacia el norte en invierno.
- (2) no varía de posición de invierno a verano, pero sí de intensidad.
- (3) aunque su trayectoria tiene variaciones, implica una circulación de aire a gran velocidad predominantemente meridional, y no zonal.
- (4) su posición viene generalmente asociada a la aparición de elevados gradientes de temperatura en superficie.

EXAMEN DE PROBLEMAS (50 % de la nota)

Problema 1 (2.5 puntos)

Sea un planeta sin atmósfera que presenta un temperatura promedio de 27°C y tiene un albedo de 0.2. Este planeta orbita en torno a una estrella situada a un distancia del planeta que es igual a 200 veces su radio (el de la estrella). Calcule:

- 1. La temperatura de la estrella.
- 2. La longitud de onda en la que la estrella posee su máximo de emisión. ¿Se trata de luz visible?
- 3. El albedo que tendría el planeta si la temperatura de éste fuera de 5°C.
- 4. La máxima temperatura que podría tener el planeta (si variase su albedo), supuestos constantes todos los parámetros orbitales y la temperatura de la estrella.

Problema 2 (2.5 puntos)

Una masa de aire, arrastrada por un frente, se encuentra con una montaña que tiene una altura $Z_M=1500$ m. A nivel del mar la presión es $p_0=1013$ hPa y la temperatura y la humedad relativa de la masa de aire, antes de comenzar el ascenso, son $T_0=25.8^{\circ}$ C y $h_0=60\%$.

La masa asciende de forma adiabática, hasta que a cierta altura comienza a condensar el vapor de agua. Desde ese punto hasta la cima la masa asciende de forma seudoadiabática con $\Gamma_s = 6.0 \text{ K/km}$.

Tras ello la masa de aire baja por la cara de sotavento de nuevo hasta encontrarse a nivel del mar. Se pide que, utilizando la ecuación de Magnus o Clausius Clapeyron si fuese necesario:

- 1. calcule la presión de vapor y la razón de mezcla de la masa antes de iniciar el ascenso.
- 2. calcule la altura a la que tiene lugar la condensación. En este punto puede realizar las aproximaciones $T/T' \simeq 1, \, \bar{c}_p \simeq c_{ps}, \, \bar{r} \simeq r_s.$
- 3. sabiendo que la presión en la cima de la montaña es $p_M = 840$ hPa, calcule temperatura, la humedad relativa del aire en la cima de la montaña y la variación de la razón de mezcla respecto al valor inicial.
- 4 (**Optativo**) calcule el valor de la temperatura, humedad relativa e incremento de la razón de mezcla respecto al valor inicial cuando la masa regresa a nivel del mar bajando por la cara de sotavento.

1. Si en el laboratorio se mide una temperatura 11,7°C y un punto de rocío de 5,5°C. Calcule la hum relativa empleando una tabla de tensiones de saturación y las correspondientes interpolaciones linea	
2. Calcule la densidad del agua para 13,5°C usando una tabla de densidades y una interpolación linea	1.
3. En la práctica de cálculo del coeficiente adiabático del aire se miden los siguientes tiempos en segu	ndos.
correspondientes a 500 oscilaciones: 174, 172, 175, 171, 177, 172, 172, 170, 171, 177. Calcule la media error del periodo de oscilación.	