© 1995-2025 by Isidoro Martínez

SOBRE LA PRESENTACIÓN DE INFORMES ESCRITOS

Contenido 1
Formato 1
Incertidumbre 1

CONTENIDO

Conviene dividirlo en los siguientes apartados (aunque para informes cortos no es preciso enumerarlos):

- Título, autor y fecha (puede adornarse con elementos gráficos)
- Objetivo (resumen)
- Introducción (de dónde se parte, qué conocimientos se asumen, qué instalación se usa, referenciándolos)
- Desarrollo (ecuaciones numeradas, con valores conocidos y medidas directas en unidades directas y en unidades del S.I., con sus incertidumbres)
- Análisis de resultados (cálculos realizados, presentación gráfica legible, evaluación detallada)
- Conclusiones (resumen del trabajo, evaluación global del resultado, posibles mejoras y ampliaciones)
- Referencias (autor, año, "título", editorial o ubicación en Internet explícita y enlazada; e.g.:
    - Martínez, I., 2019, "Energy", http://imartinez.etsiae.upm.es/~isidoro/bk3/c01/Energy.pdf.
    - Martínez, I., 1992, "Termodinámica básica y aplicada", Ed. Dossat.
    - Martínez, I., 1976, "Floating Zone under Reduced Gravity", ESA SP-114, pp. 267-282.

FORMATO

Hay que seguir las normas internacionales de escritura científico-técnica (ISO 80000), y aquí el Real Decreto 2032/2009 por el que se establecen las unidades legales de medida (BOE de 21/1/2010, y su corrección). Todos los cálculos se realizarán utilizando el Sistema Internacional de unidades (SI, Système International; ISQ, International System of Quantities), ajustando las cifras significativas a la incertidumbre estimada.

Puede editarse todo en un documento de tipo Word (se acepta cualquier otro) con un formato tal que:

- El texto (en caracteres rectos) lleve incluidos los símbolos matemáticos (en cursiva).
- Las ecuaciones, gráficas y tablas irán numeradas y editadas en su lugar dentro del texto, con pie de figura y cabecera de tabla. Las ecuaciones físicas han de ser dimensionalmente homogéneas.
- Toda magnitud física incluirá la unidad de medida (en caracteres rectos, separada un espacio del valor numérico; e.g. 20 ºC). Para los múltiplos y submúltiplos, así como para los exponentes, solo se usarán múltiplos de 3 (e.g. 1,5 kPa y no 15 hPa, 25 mm y no 2,5 cm, $0{,}23\cdot10^{6}$ Pa y no $2{,}3\cdot10^{5}$ Pa).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre en las magnitudes físicas (también llamado error de medida, aunque se supone que se hace bien y no mal, pues el error por ignorancia o engaño es indeterminado), es una cuantificación del grado de control exigido a las condiciones iniciales y de contorno, y de la confianza en los modelos que usamos para describir la naturaleza. El coste de los procesos (desde los cálculos con de papel y lápiz, hasta los de fabricación de elementos y operación de sistemas, incluyendo la simulación numérica) suele crecer enormemente al tratar

de disminuir la incertidumbre (i.e. al aumentar la precisión), por lo que es un despilfarro exigir más precisión de la necesaria. Para muchos cálculos de ingeniería, una incertidumbre del 1 % puede ser aceptable (2 o 3 cifras significativas), aunque otras veces se requiere más, pero rara vez más de 4 o 5 cifras (no confundir cifras significativas, con decimales).

El valor exacto de una magnitud física solo existe cuando no se mide sino que se asigna (e.g. la temperatura del punto triple del agua es T_{TPW}≡273,16 K por convenio internacional; el cociente entre la longitud de una circunferencia y su diámetro es π en la idealización matemática, no en una realización práctica).

No es preciso incluir la incertidumbre en el valor si se adopta el convenio de que todas las cifras mostradas son significativas, y que por tanto la incertidumbre es de una unidad en torno a la última cifra significativa (e.g. p=94 kPa se entiende que es p=94±0,5 kPa, i.e. entre 93,5 kPa y 94,5 kPa; si la incertidumbre fuese mayor o menor convendría indicarlo explícitamente, e.g. p=94,0±0,1 kPa, o p=94±1 kPa). Otras veces se usa el convenio de una unidad a cada lado en vez de una centrada, i.e. que p=94 kPa sería p=94±1 kPa. A veces también se usa el 'y medio' de modo laxo, e.g. cuando 14,5 mm quiere indicar 14,5±0,5 mm en vez de 14,5±0,05 mm; en los informes formales hay que ser más rigurosos al indicar el margen de confianza (que puede ser no simétrico).

La incertidumbre en temperaturas puede ser difícil de interpretar, entre otras cosas porque es la única magnitud fundamental no aditiva (juntando dos masas iguales de agua a 20 ºC, el conjunto sigue 'midiendo' 20 ºC). Hay termómetros muy precisos, pero solo en un pequeño rango de temperaturas (e.g. los termómetros clínicos suelen tener una precisión de 0,1 ºC, pero solo entre 36 ºC y 42 ºC). Otros termómetros parecen tener una imprecisión enorme (e.g. un termopar, incluyendo el termómetro del punto frío, puede tener una precisión de ±2 ºC, pero basta calibrarlo cerca del punto de trabajo (o medir solo diferencias) para conseguir precisiones de ±0.1 ºC, dependiendo de la calidad de los hilos). Otro problema con las temperaturas es el uso corriente de una escala desplazada; por definición, la escala Celsius es T [ºC]≡T [K]–273,15 K, y así por ejemplo, 25 ºC son exactamente 298,15 K, aunque suele ponerse 298 K porque lo que se quiere decir comúnmente es que se mantiene T=25±0,5 ºC (o T=25,0±0,05 ºC según el caso), no que se mantiene T=298,15±0,005 ºC.

En el caso de que los ceros por la derecha de la parte entera fuesen significativos, habría que indicarlo, pero se suele sobreentender (e.g. p=100 kPa se supone que quiere decir p=100±0,5 kPa). Son errores inaceptables concluir, por ejemplo, que la media de estas 3 temperaturas, 61 ºC, 62 ºC y 64 ºC, es 62,33 ºC, o que el área de un círculo de 80 mm de diámetro es 5026 mm^2 (los valores correctos son 63 ºC o 63,3±0,4 ºC, y 5000±50 mm^2.

Para la estimación de la incertidumbre (también llamado cálculo de errores, aunque se supone que se hace bien y no mal; el error por ignorancia es inmedible), puede usarse la desviación típica de medidas redundantes, la precisión indicada en los instrumentos usados (no confundir con la resolución, y mucho menos con los registros digitales), la desviación típica de la función usada en su cálculo, etc. Para una función $u(x,y...)$, la desviación típica de la función, σ_u, en función de las desviaciones típicas de sus variables, σ_x, σ_y... es:

$$\sigma_u = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\sigma_x\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\sigma_y\right)^2 + \ldots}$$

Una última recomendación: los informes se escriben para ser leídos por otras personas, a las que hay que facilitarles la labor si queremos que aprecien nuestro trabajo.

Índice de Termodinámica