

AC 14 41

Introducción a las ciencias físico-naturales. Origen y clasificación de los errores. Guión número seis.

Origen y clasificación de los errores. Aunque la física es una ciencia exacta, la aguja de la lectura de un instrumento físico no nos proporciona el valor exacto de la cantidad que se está midiendo. Todas las medidas de la ciencia son inexactas en cierta cuantía, tal como es una longitud, un intervalo de tiempo o una temperatura.

Sin embargo, parece razonable suponer que existe un valor aproximado y vamos a tratar de encontrar los límites entre los cuales yace este valor. Cuanto más próximos estén estos límites, tanto o más aproximado será el valor encontrado. Resumiendo, como no podemos determinar el valor exacto, trataremos de encontrar su valor más aproximado y de estimar su precisión utilizando un conjunto de medidas.

Las medidas relativas a la obtención de datos sobre un determinado fenómeno físico pueden clasificarse en dos categorías, directas e indirectas. Si tratamos de medir una longitud con una regla o una intensidad con un amperímetro, por ejemplo, diremos que estamos realizando una medida directa. Si, por el contrario, tratamos de medir una resistencia eléctrica y no disponemos de un aparato que mida directamente resistencias, mediremos la intensidad que la atraviesa y el voltaje aplicado a sus extremos y obtendremos, posteriormente, mediante la ley de Ohm, esta resistencia buscada.

Se dice, entonces, que se ha realizado una medida indirecta. Imaginemos que tratamos de medir una distancia con una regla, para lo cual hacemos coincidir el cero de nuestra regla con el origen de dicha longitud. El extremo nos quedará entre dos divisiones.

Entonces, nosotros sabremos de discernir cuál de ambas divisiones quedaría más cerca. Podríamos pensar, ingenuamente, que una división podría haber coincidido con el extremo de nuestra distancia. Esto es posible, pero supongamos que poseemos una lupa suficientemente potente y examinamos con ella el final de nuestra longitud que aparentemente coincide con una raya de la regla.

Observaríamos, entonces, que la raya tiene una anchura no despreciable y que deberíamos usar una regla más finamente dividida para decidir cuál era el valor de esa distancia. Es obvio que este sencillo razonamiento puede extenderse a otras situaciones muy diversas. De aquí que no sea posible conocer el valor verdadero de las cantidades medidas y también la necesidad de conocer la precisión o aproximación de la medida, pues es evidente que el conocimiento de una medida será tanto mejor cuanto mayor sea la precisión con que se realizó.

El concepto de precisión está relacionado con la libre distribución de error asociada a un experimento determinado o bien a un tipo particular de experimentos. Con este sentido se

utiliza muy a menudo la expresión precisión del aparato. La exactitud o aproximación la utilizamos en un sentido relacionado con los errores sistemáticos.

Hemos visto que no podemos obtener un grado absoluto de precisión en las medidas. Esta falta la representamos mediante el concepto de error de la medida. Evidentemente la magnitud de estos errores puede reducirse aumentando la precisión mencionada.

De aquí la necesidad de conocer sus causas y la eliminación de algunas de ellas si fuera posible. Los errores pueden dividirse en dos clases. Errores sistemáticos y errores accidentales.

A su vez, los errores sistemáticos pueden dividirse en varias clases. Teóricos, instrumentales, personales y equivocaciones. Los expondremos por el orden que los hemos enunciado.

Los errores teóricos son del tipo debido a la expansión con la temperatura del recipiente de medida, empuje hidrostático del aire sobre las pesas en las balanzas, refracción de la luz en la observación, fricción del aire en las medidas de la aceleración de la gravedad, variación del voltaje al medir el paso de corriente a través del voltímetro, etc. Son efectos reproducidos y a menudo mayores que los errores accidentales que pueden surgir en tales medidas. Estos son errores cuando se desconocen.

Una vez conocidos, pueden medirse si es necesario o más generalmente, eliminarse calculando la magnitud de su efecto y haciendo la corrección adecuada. Por ejemplo, si una distancia importante en un aparato se define por la longitud de una barra de acero de coeficiente de expansión térmica conocido, cuya temperatura cambia durante el curso del experimento, entonces cualquier medida con este aparato contiene un error sistemático si el cambio de temperatura no se tiene en cuenta. El error se elimina midiendo la longitud a una temperatura y calculándola para otras.

Los errores instrumentales son del tipo de error en la división de las escalas graduadas, de círculos graduados que debieron ser concéntricos, desigualdad de los brazos de las balanzas, inexactitud del calibrado. Estos errores pueden eliminarse o corregirse aplicando experimentalmente determinadas correcciones o diseñando el experimento de tal manera que se eliminen sus efectos. Los errores personales se deben a peculiaridades personales del observador que pueden responder a una señal o demasiado pronto o demasiado tarde o que estima una cantidad más pequeña de lo que es en realidad.

El carácter y magnitud de estos errores pueden determinarse por estudio del observador. Las equivocaciones, estrictamente hablando, no son errores. Estos no ocurrirían si el observador tiene cuidado.

Sin embargo, hasta los mejores observadores relajan su vigilancia y cometen equivocaciones. Generalmente, estas confusiones pueden detectarse si cada observación se registra inmediatamente en una hoja de datos y no se altera. En cuanto a los errores accidentales, obedecen a causas accidentales.

Si, por ejemplo, medimos la longitud de una mesa de laboratorio con un metro correctamente dividido y corregido, observaremos que, aun repitiendo la medida en las mismas condiciones, las medidas no son iguales. Esto es debido a que cuando los errores sistemáticos han sido todos eliminados, quedan aún unos errores que son la principal fuente de imprecisión. Afortunadamente, se ha encontrado que estos errores accidentales siguen una ley matemática conocida como distribución normal o de Gauss.

Estudiando la probabilidad de que ocurran tales errores y su distribución, se puede aumentar grandemente la precisión en las medidas. Error absoluto y error relativo Matemáticamente, suele definirse el error absoluto como la diferencia entre el valor verdadero y el valor medido de una determinada magnitud. Pero, si tal, como hemos comentado anteriormente, el único método para el conocimiento de una magnitud es la medida, ¿cómo podemos conocer el valor verdadero? Evidentemente, esto no es posible y tampoco lo sería conocer el valor absoluto.

Sin embargo, es posible saber cuál es el máximo error que se ha podido cometer. En cuanto al error relativo, es el resultado entre el error absoluto y el valor verdadero. Pero, como este valor lo desconocemos, podemos tomar como definición la razón del error absoluto al valor medido.

Ahora vamos a hablar de la media aritmética y del error cuadrático medio. Supóngase que se hacen n mediciones sucesivas de alguna cantidad física y se obtiene cierto espectro de valores. Puede demostrarse que el mejor valor de la magnitud que se está tratando de medir es la media aritmética.

La demostración de la sección anterior fue establecida por Gauss. Por supuesto, un experimento real solamente tendrá un conjunto de n mediciones y una media aritmética. Pero la idea básica es que este conjunto es una muestra al azar de la distribución de mediciones individuales y la media aritmética es el miembro correspondiente de la distribución de los mismos.

La cantidad que se toma como la medida del error en el promedio o media aritmética se denomina error típico en el promedio o error cuadrático medio valor que decrece al aumentar el número n de medidas. También se utiliza para caracterizar un error la llamada desviación típica. Los experimentos que realizan los científicos conducen a encontrar las leyes que gobiernan a los fenómenos naturales.

Es decir, a encontrar la dependencia de una magnitud con otra o con otras. El resultado de esta relación es cierta función matemática. Es decir, debemos encontrar relaciones entre la causa y el efecto.

Por último, diremos que en relación con las mediciones en las ciencias experimentales, los gráficos tienen tres aplicaciones principales. A. La determinación del valor de alguna magnitud, por lo general la pendiente o la intersección de una línea recta que representa la relación entre dos variables. B. La ayuda visual.

Este segundo uso es el más importante pues da una idea muy clara de cómo va variando una magnitud, efecto, a lo largo de las diferentes situaciones que se producen al variar las otras magnitudes, causas. Este uso visual es también muy útil en la comparación de los resultados experimentales con una curva teórica cuando ambos se representan en la misma gráfica. En general, un despliegue gráfico de mediciones es de un valor incalculable para mostrar qué ocurre en el experimento.

Y C. Representación de una relación empírica entre dos magnitudes. Subtítulos realizados por la comunidad de Amara.org