Protón

*Para otros usos de este término, véase*[*Protón (desambiguación)*](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n_%28desambiguaci%C3%B3n%29)*.*

|  |
| --- |
| **Protón p, p+, N+** |
| Protón-Estructura de Quarks.pngEstructura de [quarks](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark) de un protón. |
| **Composición** | 2 [quark arriba](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark_arriba), 1 [quark abajo](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark_abajo) |
| **Familia** | [Fermión](https://es.wikipedia.org/wiki/Fermi%C3%B3n) |
| **Grupo** | [Hadrón](https://es.wikipedia.org/wiki/Hadr%C3%B3n) |
| [**Interacción**](https://es.wikipedia.org/wiki/Interacciones_fundamentales) | [Gravedad](https://es.wikipedia.org/wiki/Gravedad), [Débil](https://es.wikipedia.org/wiki/Interacci%C3%B3n_d%C3%A9bil), [Nuclear fuerte](https://es.wikipedia.org/wiki/Interacci%C3%B3n_nuclear_fuerte) o [Electromagnética](https://es.wikipedia.org/wiki/Interacci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica) |
| [**Antipartícula**](https://es.wikipedia.org/wiki/Antipart%C3%ADcula) | [Antiprotón](https://es.wikipedia.org/wiki/Antiprot%C3%B3n) |
| **Teorizada** | [William Prout](https://es.wikipedia.org/wiki/William_Prout) (1815) |
| **Descubierta** | [Ernest Rutherford](https://es.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford) (1919) |
| [**Masa**](https://es.wikipedia.org/wiki/Masa_invariante) | 1,672 621 898×10−27 [kg](https://es.wikipedia.org/wiki/Kilogramo)[1](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-masa-1)938,272 013(23) M[eV](https://es.wikipedia.org/wiki/Electronvoltio)/[c](https://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad_de_la_luz)21.007276466812 [uma](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_masa_at%C3%B3mica%22%20%5Co%20%22Unidad%20de%20masa%20at%C3%B3mica) |
| [**Vida media**](https://es.wikipedia.org/wiki/Vida_media) | > 1035 años |
| [**Carga eléctrica**](https://es.wikipedia.org/wiki/Carga_el%C3%A9ctrica) | 1,602 176 487 × 10–19 [C](https://es.wikipedia.org/wiki/Culombio) |
| **Radio de carga** | 0,875(7) [fm](https://es.wikipedia.org/wiki/Femt%C3%B3metro%22%20%5Co%20%22Femt%C3%B3metro) |
| [**Dipolo eléctrico**](https://es.wikipedia.org/wiki/Dipolo_el%C3%A9ctrico) | <5,4×10−24 e·cm |
| [**Polarizabilidad**](https://es.wikipedia.org/wiki/Polarizabilidad) | 1,20(6)×10−3 fm3 |
| [**Momento magnético**](https://es.wikipedia.org/wiki/Momento_magn%C3%A9tico) | 2,792847351(28) [μ](https://es.wikipedia.org/wiki/Magnet%C3%B3n_nuclear%22%20%5Co%20%22Magnet%C3%B3n%20nuclear)[N](https://es.wikipedia.org/wiki/Magnet%C3%B3n_nuclear%22%20%5Co%20%22Magnet%C3%B3n%20nuclear) |
| **Polarizabilidad magnética** | 1,9(5)×10−4 fm3 |
| [**Espín**](https://es.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%ADn) | 1⁄2 |
| [**Isospín**](https://es.wikipedia.org/wiki/Isosp%C3%ADn) | 1⁄2 |
| [**Paridad**](https://es.wikipedia.org/wiki/Paridad_%28f%C3%ADsica%29) | +1 |
| **Condensado** | [*I*](https://es.wikipedia.org/wiki/Isosp%C3%ADn)([*J*](https://es.wikipedia.org/wiki/Momento_angular)[*P*](https://es.wikipedia.org/wiki/Paridad_%28f%C3%ADsica%29)) = 1/2(1/2+) |
| [[editar datos en Wikidata](https://www.wikidata.org/wiki/Q2294)] |

En física, el **protón** (del [griego](https://es.wikipedia.org/wiki/Idioma_griego) πρῶτον, *prōton* 'primero') es una [partícula subatómica](https://es.wikipedia.org/wiki/Part%C3%ADcula_subat%C3%B3mica) con una [carga eléctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Carga_el%C3%A9ctrica) elemental positiva 1 (1,6 × 10-19 [C](https://es.wikipedia.org/wiki/Coulomb)), igual en [valor absoluto](https://es.wikipedia.org/wiki/Valor_absoluto) y de signo contrario a la del electrón, y una masa 1836 veces superior a la de un [electrón](https://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3n).

Experimentalmente, se observa el protón como estable, con un límite inferior en su [vida media](https://es.wikipedia.org/wiki/Vida_media) de unos 1035 años, aunque [algunas teorías](https://es.wikipedia.org/wiki/Desintegraci%C3%B3n_del_prot%C3%B3n) predicen que el protón puede desintegrarse en otras partículas.[2](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-2) Originalmente se pensó que el protón era una [partícula elemental](https://es.wikipedia.org/wiki/Part%C3%ADcula_elemental) pero desde la década de 1970 existe una evidencia sólida de que es una partícula compuesta. Para la [cromodinámica cuántica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cromodin%C3%A1mica_cu%C3%A1ntica%22%20%5Co%20%22Cromodin%C3%A1mica%20cu%C3%A1ntica) el protón es una partícula formada por la unión estable de tres [quarks](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark).[3](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-Feynman-3)

El protón y el [neutrón](https://es.wikipedia.org/wiki/Neutr%C3%B3n), en conjunto, se conocen como [nucleones](https://es.wikipedia.org/wiki/Nucle%C3%B3n), ya que conforman el núcleo de los átomos. En un átomo, el número de protones en el núcleo determina las propiedades químicas del átomo y qué [elemento químico](https://es.wikipedia.org/wiki/Elemento_qu%C3%ADmico) es. El [núcleo](https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAcleo_at%C3%B3mico) del [isótopo](https://es.wikipedia.org/wiki/Is%C3%B3topo) más común del [átomo](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81tomo) de [hidrógeno](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno) (también el átomo estable más simple posible) está formado por un único protón. Al tener igual carga, los protones se repelen entre sí. Sin embargo, pueden estar agrupados por la acción de la[fuerza nuclear fuerte](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_nuclear_fuerte), que a ciertas distancias es superior a la repulsión de la [fuerza electromagnética](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_electromagn%C3%A9tica). No obstante, cuando el átomo es grande (como los átomos de[Uranio](https://es.wikipedia.org/wiki/Uranio)), la repulsión electromagnética puede [desintegrarlo progresivamente](https://es.wikipedia.org/wiki/Radioactividad).[4](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-4)

## **Historia[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=1" \o "Editar sección: Historia)]**

Generalmente se le acredita a [Ernest Rutherford](https://es.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford%22%20%5Co%20%22Ernest%20Rutherford) el descubrimiento del protón. En el año 1918 Rutherford descubrió que cuando se disparan partículas alfa contra un gas de [nitrógeno](https://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno), sus [detectores de centelleo](https://es.wikipedia.org/wiki/Centelleador) muestran los signos de núcleos de [hidrógeno](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno). Rutherford determinó que el único sitio del cual podían provenir estos núcleos era del nitrógeno y que por tanto el nitrógeno debía contener núcleos de hidrógeno. Por estas razones Rutherford sugirió que el núcleo de hidrógeno, que en la época se sabía que su [número atómico](https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_at%C3%B3mico) era 1, debía ser una partícula fundamental.[5](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-5)

Antes que Rutherford, [Eugene Goldstein](https://es.wikipedia.org/wiki/Eugene_Goldstein) había observado [rayos catódicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Rayos_cat%C3%B3dicos) compuestos de iones cargados positivamente en 1886. Luego del descubrimiento del electrón por [J.J. Thomson](https://es.wikipedia.org/wiki/Joseph_John_Thomson), Goldstein sugirió que puesto que el átomo era eléctricamente neutro, el mismo debía contener partículas cargadas positivamente. Goldstein usó los rayos canales y pudo calcular la razón carga/masa. Encontró que dichas razones cambiaban cuando variaban los gases que usaba en el tubo de rayos catódicos. Lo que Goldstein creía que eran protones resultaron ser iones positivos. Sin embargo, sus trabajos fueron largamente ignorados por la comunidad de físicos.

## **Los protones en física de partículas[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=2" \o "Editar sección: Los protones en física de partículas)]**

### Radio del protón**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=3" \o "Editar sección: Radio del protón)]**

Las últimas observaciones experimentales, ponen el radio del protón en 8,4184(67) × 10-16 m.[6](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-6) [7](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-7)

* Radio del protón = 2 h / π c mp+ = 8,41235641483227·10-16 m
* Radio del protón = 2 λp+ / π = 8,41235641483233·10-16 m
* h es la [constante de Planck](https://es.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Planck).
* [π](https://es.wikipedia.org/wiki/%CE%A0) es 3,14159265358979...
* c es la [velocidad de la luz](https://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad_de_la_luz).
* mp+ es la masa del protón.[1](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-masa-1)
* λp+ es la [longitud de onda Compton](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Compton) del protón.[8](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-compton-8)

### Descripción**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=4" \o "Editar sección: Descripción)]**

Los protones no se consideran partículas elementales, sino partículas compuestas por tres [partículas elementales](https://es.wikipedia.org/wiki/Part%C3%ADculas_elementales) de [espín](https://es.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%ADn) 1/2:[9](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-9) dos [quarks](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark) arriba y un quark abajo, las cuales también están unidas por la fuerza nuclear fuerte mediada por [gluones](https://es.wikipedia.org/wiki/Glu%C3%B3n). La masa de estos tres quarks sólo supone un 1% de la masa del protón.[10](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-10) El resto proviene del cómputo de la energía de enlace al considerar el mar de gluones y los pares quark-antiquark que los rodean.[11](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-11) La evidencia de que el protón no era una partícula elemental sino compuesta proviene de experimentos realizados durante los [años 1970](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1970) que dieron lugar al modelo de [partones](https://es.wikipedia.org/wiki/Part%C3%B3n%22%20%5Co%20%22Part%C3%B3n), después reformulado dentro de la [cromodinámica cuántica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cromodin%C3%A1mica_cu%C3%A1ntica%22%20%5Co%20%22Cromodin%C3%A1mica%20cu%C3%A1ntica).[3](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-Feynman-3)

En cuanto a su clasificación, los protones son partículas de [espín](https://es.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%ADn) 1/2, por lo tanto [fermiones](https://es.wikipedia.org/wiki/Fermiones) (partículas de espín semientero). Al experimentar la interacción nuclear fuerte decimos que son [hadrones](https://es.wikipedia.org/wiki/Hadrones), y dentro del conjunto de hadrones, [bariones](https://es.wikipedia.org/wiki/Bariones%22%20%5Co%20%22Bariones), que es como se designa a los hadrones que a su vez son fermiones.

### Estabilidad**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=5" \o "Editar sección: Estabilidad)]**

Al ser los protones los bariones más ligeros, la conservación del número bariónico nos llevaría a conjeturar su estabilidad. De hecho, la [desintegración](https://es.wikipedia.org/wiki/Desintegraci%C3%B3n_del_prot%C3%B3n) espontánea de los protones libres nunca ha sido observada. Sin embargo, algunas teorías que no conservan el número bariónico, entre las que se encuentran las [teorías de la gran unificación](https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADas_de_la_gran_unificaci%C3%B3n), predicen procesos del tipo:

p → e+ + π0

p → μ + π0

donde un protón se desintegraría, hipotéticamente, en un positrón y en un pión neutro; o en un muon y un pión neutro.

Distintos montajes experimentales buscaron estas hipotéticas desintegraciones sin éxito en enormes cámaras subterráneas llenas de agua. El detector de partículas [Super-Kamiokande](https://es.wikipedia.org/wiki/Super-Kamiokande%22%20%5Co%20%22Super-Kamiokande) en Japón, aunque no encontró ninguna de estos sucesos, estableció experimentalmente límites inferiores a la vida media de un protón del orden de 1033 años.[12](https://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n#cite_note-12)

### Antiprotón**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=6" \o "Editar sección: Antiprotón)]**

El [*antiprotón*](https://es.wikipedia.org/wiki/Antiprot%C3%B3n) es la [antipartícula](https://es.wikipedia.org/wiki/Antipart%C3%ADcula) del protón. Se conoce también como protón negativo. Se diferencia del protón en que su carga es negativa y en que no forma parte de los núcleos atómicos. El [antiprotón](https://es.wikipedia.org/wiki/Antiprot%C3%B3n) es estable en el vacío y no se desintegra espontáneamente. Sin embargo, cuando un antiprotón colisiona con un protón, ambas partículas se transforman en [mesones](https://es.wikipedia.org/wiki/Mes%C3%B3n_%28part%C3%ADcula%29), cuya vida media es extremadamente breve (véase[Radiactividad](https://es.wikipedia.org/wiki/Radiactividad)). Si bien la existencia de esta partícula elemental se postuló por primera vez en la década de 1930, el antiprotón no se identificó hasta [1955](https://es.wikipedia.org/wiki/1955), en el Laboratorio de Radiación de la Universidad de California, por [Emilio Segre](https://es.wikipedia.org/wiki/Emilio_Segre) y [Owen Chamberlain](https://es.wikipedia.org/wiki/Owen_Chamberlain), razón por la cual les fue concedido el [Premio Nobel de Física](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo%3APremio_Nobel_de_F%C3%ADsica) en [1959](https://es.wikipedia.org/wiki/1959).

## **Los protones en química[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=7" \o "Editar sección: Los protones en química)]**

### Número atómico**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=8" \o "Editar sección: Número atómico)]**

En [química](https://es.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica), el número de protones en el núcleo de un átomo se conoce como [número atómico](https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_at%C3%B3mico) ( Z ), y determina el elemento químico al que pertenece el átomo. Por ejemplo, el número atómico del cloro es 17, de modo que todo átomo de cloro tiene 17 protones y todos los átomos con 17 protones son átomos de cloro. Las propiedades químicas de cada átomo se determina por el número de electrones, lo que para los átomos neutros es igual a la cantidad de protones para que la carga total sea cero. Por ejemplo, un átomo de cloro neutro tiene 17 protones y 17 electrones, mientras que un ion de cloro Cl - tiene 17 protones y 18 electrones, por lo que resulta una carga total de -1. Todos los átomos de un elemento dado no son necesariamente idénticos, ya que el número de neutrones puede variar para formar los diferentes [isótopos](https://es.wikipedia.org/wiki/Is%C3%B3topo), y los niveles de energía pueden variar en la formación de diferentes isómeros nucleares.

### Catión hidrógeno**[[editar](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=9" \o "Editar sección: Catión hidrógeno)]**

*Artículo principal:*[Hidrón](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3n%22%20%5Co%20%22Hidr%C3%B3n)

En [física](https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica) y [química](https://es.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica), el término *protón* puede referirse al [catión](https://es.wikipedia.org/wiki/Cati%C3%B3n) de hidrógeno (H+). En este contexto, un emisor de protones es un [ácido](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido), y un receptor de protones una [base](https://es.wikipedia.org/wiki/Base_%28qu%C3%ADmica%29). Esta especie, H+, es inestable en[disolución](https://es.wikipedia.org/wiki/Disoluci%C3%B3n), por lo que siempre se encuentra unida a otros átomos. En soluciones acuosas forma el ion [hidronio](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidronio) u [oxonio](https://es.wikipedia.org/wiki/Oxonio%22%20%5Co%20%22Oxonio) ([H](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno)3[O](https://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno)+), donde el protón está unido de forma covalente a una molécula de agua. En este caso se dice que se encuentra hidratado, pero también pueden existir especies de hidratación superior.

### Aplicaciones tecnológicas**[**[**editar**](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%B3n&action=edit&section=10)**]**

Los protones tienen un [espín](https://es.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%ADn) intrínseco. Esta propiedad se aprovecha en la [espectroscopia](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia) de [resonancia magnética nuclear](https://es.wikipedia.org/wiki/Resonancia_magn%C3%A9tica_nuclear) (RMN). En esta técnica, a una sustancia se le aplica un campo magnético para detectar la corteza alrededor de los protones en los núcleos de esta sustancia, que proporcionan las nubes de electrones colindantes. Puede usarse posteriormente esta información para reconstruir la estructura molecular de una molécula bajo estudio; éste sigue siendo llamado un protón en cualquier tipo de enlace que se quiera establecer.