

---

KIT QUANTUM (Q)

# Química Quântica:

Laboratório para alunos do ensino  
fundamental

*Manual do aluno*



WOMEN SUPPORTING  
WOMEN IN THE SCIENCES

# Conheça um Cientista

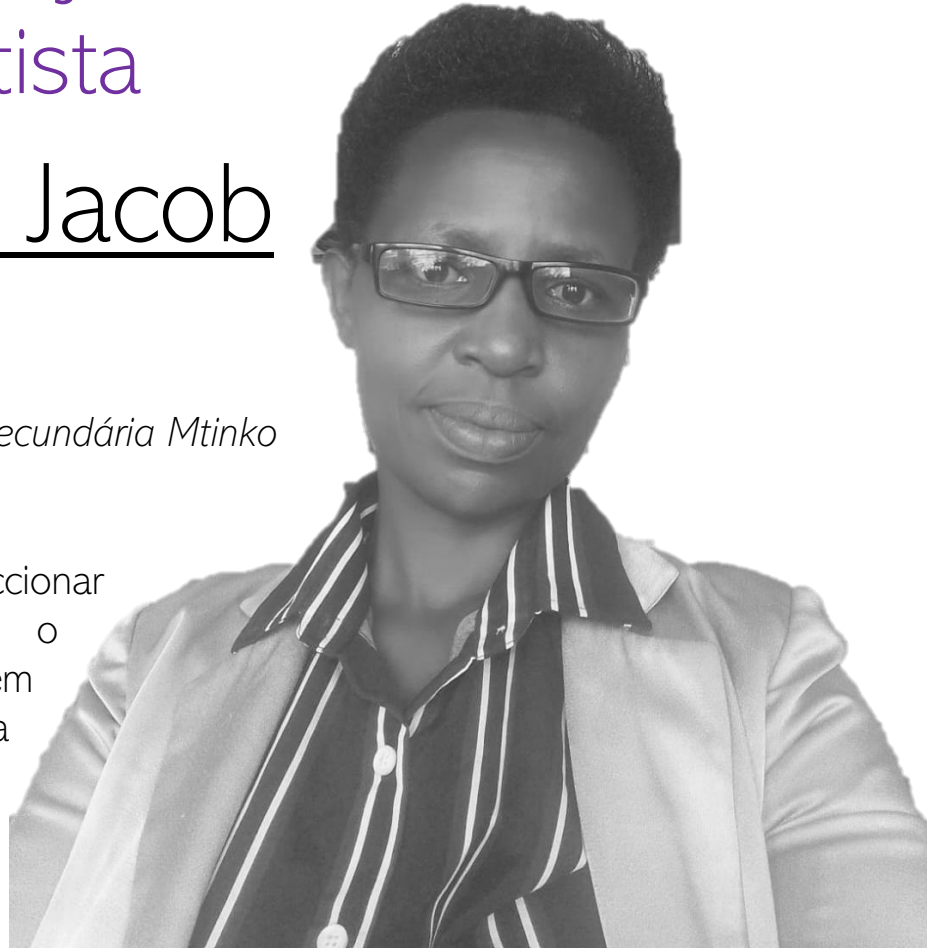
Esther Jacob

Tarimo

*Professora, Escola Secundária Mtinko*

## Sobre mim:

Comecei a leccionar enquanto cursava o Bacharelato em Educação Secundária e, posteriormente, concluí o Bacharelato em Física e



Matemática. Ainda não era o suficiente para mim, então decidi cursar o Mestrado em Física na Universidade de Dodoma. Meu projecto de dissertação de mestrado se concentrou em estudos de primeiros princípios das propriedades electrónicas, ópticas e elásticas do coríndon de diferentes locais de mineração na Tanzânia. Tenho interesse em pesquisa em física, especialmente no que se refere à computação quântica.

## Meu conselho para estudantes interessados em ciências:

- Não se preocupe se não entender tudo de primeira.
- Não tenha medo de questionar as coisas.
- Continue aprendendo, seja paciente e aproveite a jornada.

# Declaração de missão

A missão deste laboratório é ensinar alunos do ensino fundamental (idades entre 5 e 11 anos) sobre átomos por meio de actividades práticas.

## Índice

1. Introdução aos kits de laboratório WS2 .....	4
1.1. Informações sobre WS2 .....	4
1.2. Vocabulário-chave.....	4
1.3. Pergunta-chave.....	5
1.4. Objectivo .....	5
2. Contexto dos Tópicos Principais .....	5
2.1. O Átomo.....	5
2.2. Lista de suprimentos.....	7
2.3. Informações de segurança .....	7
3. Experimentos.....	8
3.1. Parte I. Modelos Atômicos de Doces .....	8
3.1.1. Perguntas pré-actividade .....	8
3.1.2. Materiais.....	8
3.1.3. Procedimento e Análise (trabalho em grupos de 2 a 4) .....	9
3.1.4. Perguntas pós-actividade.....	10
4. Desafio de Extensão .....	11
4.1 Perguntas de extensão.....	12
4.2 Esboço de extensão.....	13
5. Fontes .....	14
6. Apêndice.....	14

# 1. Introdução aos kits de laboratório WS2

## 1.1. Informações sobre WS2

A Women Supporting Women in the Sciences (WS2), uma organização internacional que une e apoia mulheres de nível de pós-graduação e profissional e aliadas em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), recebeu um Fundo de Inovação da Sociedade Americana de Física (APS) em 2020 para formar equipes internacionais para projectar e distribuir kits de laboratório de física e ciência dos materiais de baixo custo para alunos do ensino fundamental e médio, predominantemente na África Oriental. Os kits de laboratório utilizaram recursos locais e incluíram tópicos especialmente relevantes para meninas, a fim de estimular seu interesse em disciplinas STEM. De 2020 a 2023, mais de 5.100 alunos da África Oriental em mais de 40 escolas se envolveram com nossos kits de laboratório, sendo 62% meninas.

A WS2 recebeu seu segundo Fundo de Inovação da APS em 2025 para apoiar outra Iniciativa de Kits de Laboratório, desta vez com foco em tópicos quânticos. Para mais informações sobre a WS2, visite nosso site em [ws2global.org](https://ws2global.org).

O WS2 é patrocinado pelo Fundo de Inovação da APS, pelo Fórum de Educação da APS, pelo Centro de Pesquisa em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Northwestern e pelo Departamento de Assuntos Estudantis Multiculturais da Universidade Northwestern. O WS2 é extremamente grato aos voluntários responsáveis pelo design do kit de laboratório pelo seu trabalho árduo e aos consultores externos (SciBridge e Projekt Inspire) pela orientação. O WS2 também agradece e reconhece o PhysicsQuest (<https://www.aps.org/initiatives/physics-education/physicsquest>) e o Quantum Explorations Student Toolbox (QuEST) pelos experimentos que serviram de base para o conteúdo do kit de laboratório.

## 1.2. Vocabulário-chave

- Átomo: a menor unidade de um elemento que ainda é esse elemento
- Elétron: partícula com carga negativa que forma uma "nuvem" ao redor do núcleo do átomo
- Núcleo: centro denso do átomo, constituído por nêutrons e prótons

## 1.3. Pergunta-chave

- Quais são as principais características do modelo atômico de Rutherford?

## 1.4. Objectivo

O objectivo deste manual de laboratório é permitir que os alunos compreendam os átomos por meio da teoria e da demonstração. O manual apresenta aos alunos os modelos atômicos.

# 2. Contexto dos Tópicos Principais

## 2.1. O Átomo

O átomo é o bloco de construção básico da matéria, compondo tudo ao nosso redor. Os átomos são essencialmente a menor unidade de um elemento (exemplos de elementos são carbono, níquel, alumínio e hidrogênio) que ainda é esse elemento. Os átomos são incrivelmente pequenos e não podem ser vistos a olho nu, mas são extremamente importantes. Os átomos determinam o funcionamento das coisas, desde as cadeiras de metal em que nos sentamos até o ar que respiramos. A partir do século XIX, os cientistas tentaram descrever o átomo. Em 1808, John Dalton propôs que os átomos eram esferas sólidas, pequenas e indivisíveis. J. J. Thomson baseou-se nesse modelo e, em 1904, propôs o modelo do "pudim de ameixa", que descrevia o átomo como uma esfera de carga positiva com elétrons negativamente incorporados, como ameixas encontradas dentro de um pudim (semelhante a mirtilos ou outros pedaços de fruta dentro de um bolo ou muffin), e essas cargas opostas se igualam. Os elétrons, que são extremamente leves, desempenham um papel fundamental na forma como as reações químicas ocorrem e também são os transportadores que fluem na electricidade.

O conceito de núcleo atômico surgiu em 1911, quando Ernest Rutherford descreveu átomos com um meio denso que contém carga positiva, o chamado núcleo. Os elétrons então se movem ao redor do núcleo e o átomo consiste em muito espaço vazio (Figura 1). Rutherford chegou a essa descrição após realizar o que ficou famoso como o "experimento da folha de ouro" (veja a Figura 2). Rutherford e sua equipe miraram

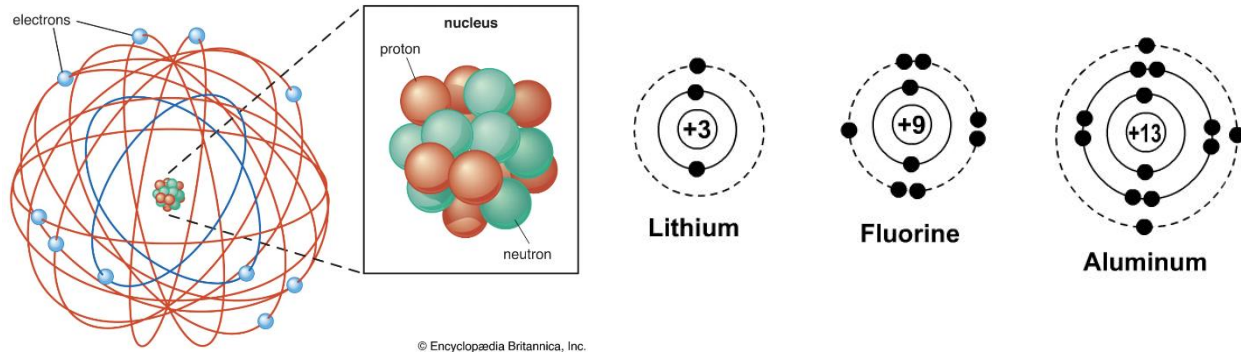


Figura 1. No modelo atômico de Rutherford (à esquerda), o núcleo é uma densa concentração de massa no centro do átomo e há muito espaço vazio. No modelo atômico de Bohr (à direita), os elétrons orbitam o núcleo com órbitas de tamanhos e energias bem definidos. Esta foto, de autor desconhecido, está licenciada sob CC BY-SA-NC.

partículas em uma fina folha de ouro. Rutherford pensou que essas partículas passariam diretamente pela folha. A maioria dessas partículas passava pela folha, mas ocasionalmente, algumas ricocheteavam. Essa foi uma descoberta notável e levou à famosa citação de Rutherford: "Era quase tão incrível como se você disparasse uma bala de 15 polegadas em um pedaço de papel de seda e ela voltasse e atingisse você". Essa descoberta levou Rutherford a concluir que os átomos têm um núcleo denso onde a maior parte de sua massa está concentrada. Agora descrevemos o núcleo como contendo tanto prótons, que são partículas carregadas positivamente que definem a identidade de um elemento, quanto nêutrons, que são partículas sem carga e com massa semelhante à dos prótons. Para efeito de comparação, prótons e nêutrons são cerca de 2.000 vezes mais pesados que os elétrons.

Melhorias no modo do átomo diziam respeito aos elétrons. Em 1913, Niels Bohr afirmou que os elétrons orbitam o núcleo (da mesma forma que os planetas orbitam o Sol), e que as órbitas bem definidas têm tamanhos e energias específicos (ver Figura 1), mas isso foi posteriormente aprimorado por Erwin Schrödinger em 1926, que afirmou que os elétrons são encontrados em nuvens, ou orbitais, ao redor do núcleo, que contém prótons e nêutrons. Os orbitais dos elétrons são áreas com alta probabilidade de conter elétrons. Este modelo do átomo, conhecido como modelo da mecânica quântica, é como ainda descrevemos os átomos hoje.

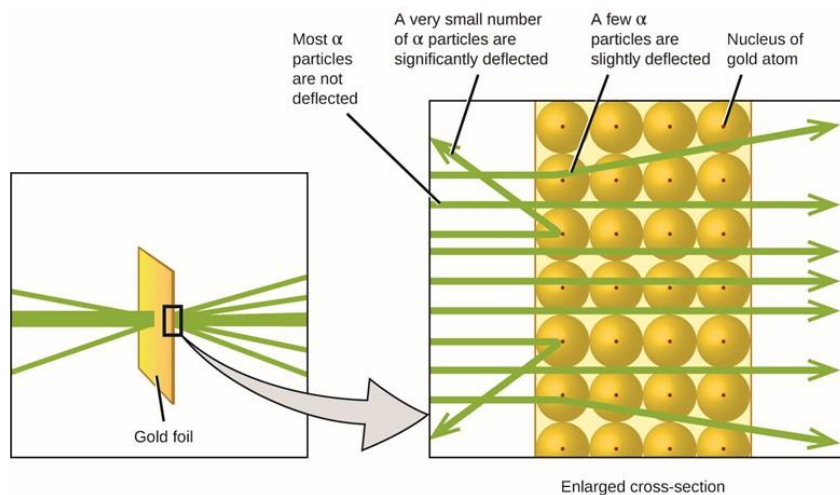


Figura 2. Esquema experimental com folha de ouro. A maioria das partículas alfa atravessou a folha de ouro, mas um número muito pequeno é desviado ao atingir o núcleo denso. Esta foto, de autor desconhecido, está licenciada sob CC BY-SA-NC.

## 2.2. Lista de suprimentos

- Balas esféricas de três cores (ou bolas de papel alumínio comprimido de três cores)
- Palitos de dente
- Barbante escuro (ou limpadores de cachimbo)
- Papel
- Marcador

## 2.3. Informações de segurança

Antes de os alunos iniciarem o laboratório, leve em consideração as seguintes questões de segurança:

- Os alunos não devem comer ou provar os itens durante os experimentos.



### 3.1.3. Procedimento e Análise (trabalho em grupos de 2 a 4)

1. Separe doces de cores diferentes (ou crie bolas de papel/alumínio com três cores diferentes).
2. Selecione 8 doces de duas cores cada e use palitos de dente para uni-los formando um núcleo compacto. Coloque esse núcleo sobre um pedaço de papel.
  - a. O que esses dois doces representam? Identifique isso no papel.
3. Use dois pedaços de barbante escuro (ou limpadores de cachimbo) e desenhe círculos concêntricos ao redor do núcleo.
  - a. O que esses círculos representam? Identifique isso no papel.
4. Selecione 8 balas da cor restante e coloque-as nos círculos concêntricos.
  - a. O que esses doces representam? Identifique isso no papel.
5. Agora, coloque 2 balas no círculo interno e 6 no círculo externo. Isso representa como os elétrons preenchem os orbitais mais externos deste elemento (o primeiro nível contém 2 elétrons e o segundo nível contém 6 elétrons, embora possa conter até 8 elétrons no total). Veja a Figura 3 para um exemplo do modelo do átomo de bala.



Figura 3. Exemplo do modelo do átomo de doce com o núcleo densamente compactado e as órbitas dos elétrons.

### 3.1.4. Perguntas pós-actividade

1. Qual elemento você modelou nesta actividade? Dica: para descobrir, conte o número de prótons e, em seguida, vá até a tabela periódica (veja o Apêndice) e encontre o elemento que possui esse número de prótons (ele estará marcado com um oito!)

2. Este átomo estava carregado nesta actividade? Dica: para descobrir, conte o número de prótons e o número de elétrons no seu átomo. Eles são iguais? Se sim, o átomo é neutro, o que significa que não tem carga. Se forem diferentes, o átomo está carregado.
  - a. Pergunta complementar: Como você imaginaria tornar este átomo carregado?
  
3. Quais melhorias adicionais você poderia fazer em seu modelo para representar um átomo de forma mais realista? Considere os outros modelos atômicos que seguiram Rutherford. Experimente essas melhorias e registre suas observações.

## 4. Desafio de Extensão

O Desafio: Criar outro átomo de um elemento diferente

Vimos na demonstração anterior que o número de prótons determina o elemento que temos. Selecione outro elemento da tabela periódica nas duas primeiras linhas e tente modelá-lo com seus doces! Alguns pontos importantes para lembrar: para este modelo, o número de nêutrons será igual ao número de prótons em seu núcleo, um átomo neutro contém o mesmo número de elétrons e prótons, e o primeiro orbital eletrônico (círculo) pode conter 2 elétrons e o segundo orbital eletrônico (círculo) pode conter 8 elétrons.

## 4.1 Perguntas de extensão

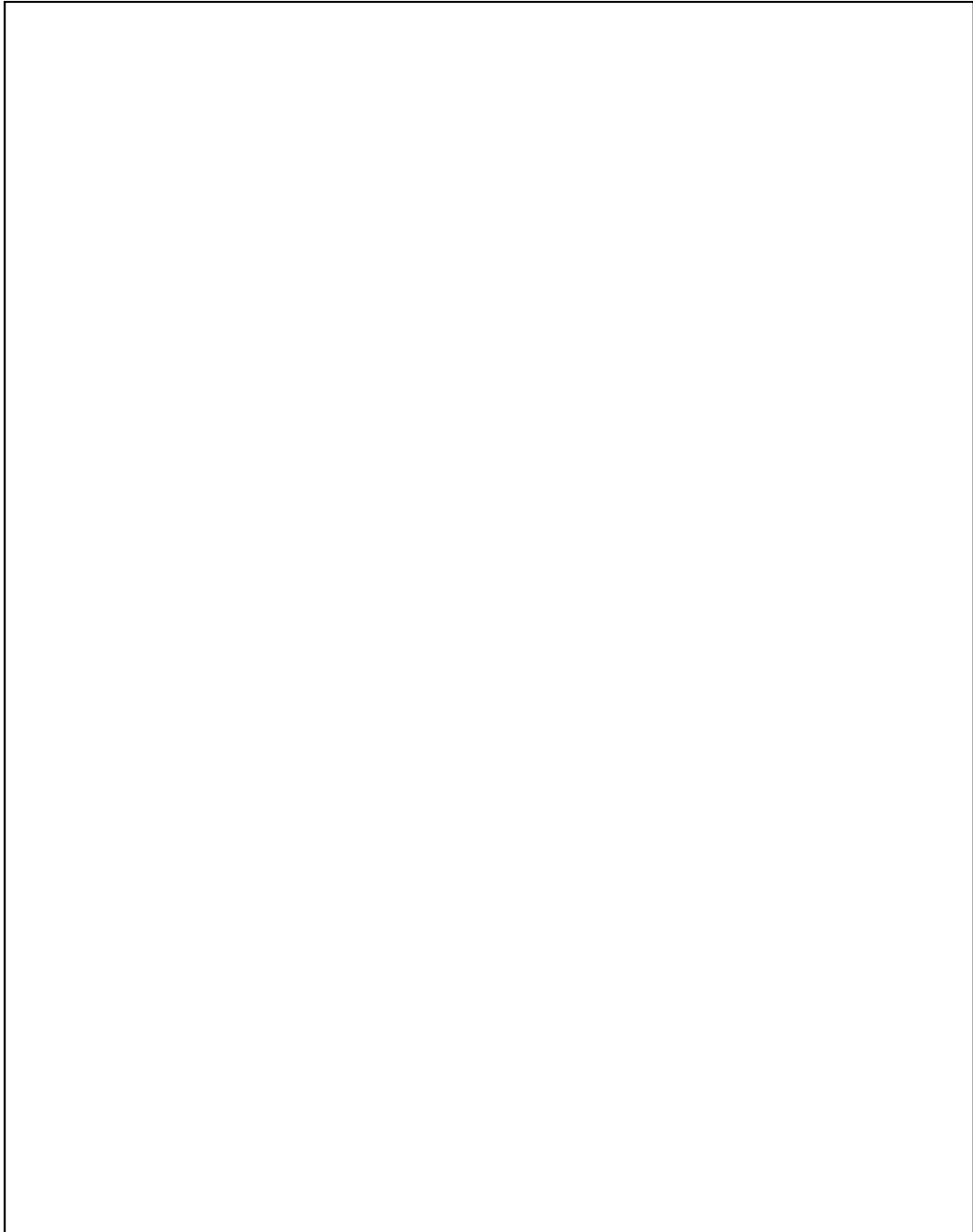
1. Qual átomo você escolheu para modelar?

2. Quantos prótons e nêutrons você precisa?

3. Quantos elétrons você precisa? Onde eles ficarão nos seus dois orbitais?

## 4.2 Esboço de extensão

Esboce o modelo do seu átomo e tente criá-lo com seus doces!



# 5. Fontes

Átomos e modelos atômicos:

<https://medium.com/@Intlink.edu/a-timeline-of-atomic-models-cb2607b1da85>

# 6. Apêndice

**PERIODIC TABLE**  
**Atomic Properties of the Elements**

NIST  
National Institute of  
Standards and Technology  
U.S. Department of Commerce

Frequently used fundamental physical constants  
For the most accurate values of these and other constants, visit [physics.nist.gov/constants](http://physics.nist.gov/constants)  
1 second = 9 192 631 770 periods of radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of <sup>133</sup>Cs

Physical Measurement Laboratory  
[www.nist.gov/pml](http://www.nist.gov/pml)

Standard Reference Data  
[www.nist.gov/srd](http://www.nist.gov/srd)

■ Solids  
■ Liquids  
■ Gases  
■ Artificially Prepared

1 1A <b>H</b> Hydrogen 1.008 1s 13,5984	2 2A <b>Li</b> Lithium 6,94 1s <sup>2</sup> 2s 5,3917	<b>Be</b> Beryllium 9,0121831 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 9,3227	Frequently used fundamental physical constants																13 3A <b>B</b> Boron 10,81 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p 8,2960	14 4A <b>C</b> Carbon 12,011 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup> 11,2603	15 5A <b>N</b> Nitrogen 14,007 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> 14,5541	16 6A <b>O</b> Oxygen 15,999 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> 13,6181	17 7A <b>F</b> Fluorine 18,99840316 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> 17,4229	18 8A <b>Ne</b> Neon 20,1797 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 21,5645									
3 <b>Na</b> Sodium 22,98976928 (Ne)3s 5,1391	4 <b>Mg</b> Magnesium 24,305 (Ne)3s <sup>2</sup> 7,6462	3 3B <b>K</b> Potassium 39,0983 (Ar)4s 4,3407	4 4B <b>Ca</b> Calcium 40,078 (Ar)3d <sup>1</sup> 4s 6,1132	5 5B <b>Sc</b> Scandium 44,955908 (Ar)3d <sup>1</sup> 4s 6,5815	6 6B <b>Ti</b> Titanium 50,9415 (Ar)3d <sup>2</sup> 4s 6,7462	7 7B <b>V</b> Vanadium 50,9415 (Ar)3d <sup>3</sup> 4s 6,7462	8 8B <b>Cr</b> Chromium 51,9961 (Ar)3d <sup>5</sup> 4s 7,4340	9 9B <b>Mn</b> Manganese 54,938044 (Ar)3d <sup>5</sup> 4s 7,4340	10 10B <b>Fe</b> Iron 55,845 (Ar)3d <sup>6</sup> 4s 7,9025	11 11B <b>Co</b> Cobalt 58,933194 (Ar)3d <sup>7</sup> 4s 7,3810	12 12B <b>Ni</b> Nickel 58,6934 (Ar)3d <sup>8</sup> 4s 7,6399	13 13B <b>Cu</b> Copper 63,546 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 7,7264	14 14B <b>Zn</b> Zinc 65,38 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 9,3942	15 15B <b>Ga</b> Gallium 69,723 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 5,9993	16 16B <b>Ge</b> Germanium 72,630 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 7,8994	17 17B <b>As</b> Arsenic 74,921595 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 6,7896	18 18B <b>Se</b> Selenium 78,971 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 9,7524	19 19B <b>Br</b> Bromine 79,904 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 11,8138	20 20B <b>Kr</b> Krypton 83,798 (Ar)3d <sup>10</sup> 4s 13,9996														
5 <b>Rb</b> Rubidium 85,4678 (Kr)5s 4,7171	6 <b>Sr</b> Strontium 87,62 (Kr)5s 5,6949	7 <b>Y</b> Yttrium 88,90584 (Kr)4d <sup>1</sup> 5s 6,2173	8 <b>Zr</b> Zirconium 91,224 (Kr)4d <sup>2</sup> 5s 6,6339	9 <b>Nb</b> Niobium 92,90637 (Kr)4d <sup>4</sup> 5s 6,7589	10 <b>Mo</b> Molybdenum 95,96 (Kr)4d <sup>5</sup> 5s 7,0924	11 <b>Tc</b> Technetium (99) (Kr)4d <sup>5</sup> 5s 7,1194	12 <b>Ru</b> Ruthenium 101,07 (Kr)4d <sup>7</sup> 5s 7,3605	13 <b>Rh</b> Rhodium 102,90550 (Kr)4d <sup>8</sup> 5s 7,4589	14 <b>Pd</b> Palladium 106,42 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 8,3369	15 <b>Ag</b> Silver 107,8682 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 7,5762	16 <b>Cd</b> Cadmium 112,414 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 8,9938	17 <b>In</b> Indium 114,818 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 5,7864	18 <b>Sn</b> Tin 118,710 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 7,3439	19 <b>Sb</b> Antimony 121,760 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 8,6084	20 <b>Te</b> Tellurium 127,60 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 9,0097	21 <b>I</b> Iodine 126,90447 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 10,4513	22 <b>Xe</b> Xenon 131,29 (Kr)4d <sup>10</sup> 5s 12,1298	23 <b>Ba</b> Barium 137,327 (Xe)6s 3,8939	24 <b>Hf</b> Hafnium 178,49 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s 6,8251	25 <b>Ta</b> Tantalum 180,94788 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s 7,5496	26 <b>W</b> Tungsten 183,84 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s 7,8640	27 <b>Re</b> Rhenium 186,207 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s 7,8335	28 <b>Os</b> Osmium 190,23 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s 8,4382	29 <b>Ir</b> Iridium 192,227 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s 8,9670	30 <b>Pt</b> Platinum 195,084 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s 8,9588	31 <b>Au</b> Gold 196,966569 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s 9,2256	32 <b>Hg</b> Mercury 200,592 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s 10,4375	33 <b>Tl</b> Thallium 204,38 (Hg)6p 7,1676	34 <b>Pb</b> Lead 208,98040 (Hg)6p 7,2855	35 <b>Bi</b> Bismuth 208,98040 (Hg)6p 7,2855	36 <b>Po</b> Polonium (209) (Hg)6p 8,414	37 <b>At</b> Astatine (210) (Hg)6p 8,31751	38 <b>Rn</b> Radon (222) (Hg)6p 10,7485
6 <b>Cs</b> Cesium 132,9054520 (Xe)6s 3,8939	7 <b>Ba</b> Barium 137,327 (Xe)6s 5,2117	8 <b>Ra</b> Radium (226) (Rn)7s 4,0727	9 <b>Fr</b> Francium (223) (Rn)7s 6,0727	10 <b>Rf</b> Rutherfordium (261) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s 6,01	11 <b>Db</b> Dubnium (268) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s 6,6	12 <b>Sg</b> Seaborgium (271) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s 7,8	13 <b>Bh</b> Bohrium (272) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>5</sup> 7s 7,7	14 <b>Hs</b> Hassium (270) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>6</sup> 7s 7,6	15 <b>Mt</b> Meitnerium (276) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>7</sup> 7s 7,6	16 <b>Ds</b> Darmstadtium (281) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>8</sup> 7s 7,6	17 <b>Rg</b> Roentgenium (280) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>9</sup> 7s 7,6	18 <b>Cn</b> Copernicium (285) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	19 <b>Uut</b> Ununtrium (284) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	20 <b>Fl</b> Flerovium (289) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	21 <b>Uup</b> Ununpentium (293) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	22 <b>Lv</b> Livermorium (293) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	23 <b>Uus</b> Ununseptium (294) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6	24 <b>Uuo</b> Ununoctium (294) (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s 7,6															
7 <b>Ce</b> Cerium 140,116 (Xe)4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 5,5386	8 <b>Pr</b> Praseodymium 140,907 (Xe)4f <sup>2</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 5,473	9 <b>Nd</b> Neodymium 144,242 (Xe)4f <sup>3</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 5,5250	10 <b>Pm</b> Promethium (145) (Xe)4f <sup>4</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 5,582	11 <b>Sm</b> Samarium 150,36 (Xe)4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 5,6437	12 <b>Eu</b> Europium 151,964 (Xe)4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> 5,6704	13 <b>Gd</b> Gadolinium 157,25 (Xe)4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 6,1498	14 <b>Tb</b> Terbium 158,92535 (Xe)4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup> 5,8638	15 <b>Dy</b> Dysprosium 162,500 (Xe)4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 5,9391	16 <b>Ho</b> Holmium 164,93033 (Xe)4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup> 6,0215	17 <b>Er</b> Erbium 167,259 (Xe)4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup> 6,1077	18 <b>Tm</b> Thulium 168,93422 (Xe)4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup> 6,1843	19 <b>Yb</b> Ytterbium 173,054 (Xe)4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup> 6,2542	20 <b>Lu</b> Lutetium 174,967 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 5,4259	21 <b>Ac</b> Actinium (227) (Rn)5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 5,3802	22 <b>Th</b> Thorium 232,0377 (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 6,3067	23 <b>Pa</b> Protactinium 231,03588 (Rn)5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 5,89	24 <b>U</b> Uranium 238,02891 (Rn)5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 6,1941	25 <b>Np</b> Neptunium (237) (Rn)5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 6,2655	26 <b>Pu</b> Plutonium (244) (Rn)5f <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 6,0258	27 <b>Am</b> Americium (243) (Rn)5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup> 5,9738	28 <b>Cm</b> Curium (247) (Rn)5f <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup> 5,9914	29 <b>Bk</b> Berkelium (247) (Rn)5f <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup> 6,1978	30 <b>Cf</b> Californium (251) (Rn)5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 6,2817	31 <b>Es</b> Einsteinium (252) (Rn)5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup> 6,3676	32 <b>Fm</b> Fermium (257) (Rn)5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup> 6,50	33 <b>Md</b> Mendelevium (258) (Rn)5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup> 6,58	34 <b>No</b> Nobelium (259) (Rn)5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup> 6,65	35 <b>Lr</b> Lawrencium (262) (Rn)5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup> 4,90					

\*Based upon <sup>12</sup>C, ( ) indicates the mass number of the longest-lived isotope. \*IUPAC conventional atomic weights; standard atomic weights for these elements are expressed in intervals; see [purl.org](http://purl.org) for an explanation and values. For a description of the data, visit [physics.nist.gov/data](http://physics.nist.gov/data) NIST SP 966 (September 2014)

Esta foto de autor desconhecido está licenciada sob CC BY-SA