



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0303045-8 A**



(22) Data de Depósito: 15/07/2003
(43) Data de Publicação: 05/04/2005
(RPI 1787)

(51) Int. Cl.⁷.:
G09B 23/26

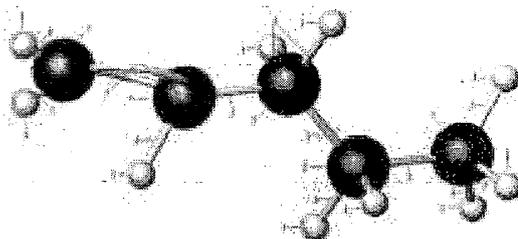
(54) Título: **DISPOSITIVO PARA O ENSINO DA QUÍMICA**

(71) Depositante(s): Universidade Federal de São Carlos (BR/SP)

(72) Inventor(es): Luiz Henrique Ferreira, Dácio Rodney Hartwig

(74) Procurador: Gabriel Augusto Godoy

(57) Resumo: "DISPOSITIVO PARA O ENSINO DA QUÍMICA". É descrito um dispositivo para o ensino da química, que compreende a) um conjunto de modelos atômicos, baseados em toda a tabela periódica, contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e demais propriedades periódicas e b) bastões (3,4) para efetuar a ligação dos modelos de a), de maneira a formar estruturas químicas aceitas pela IUPAC, o conjunto de modelos e bastões de ligação sendo utilizado em combinação com uma balança para pesagem dos ditos modelos antes e depois das reações químicas. No dispositivo da invenção a relação de massas entre os diferentes modelos, assim como a relação dos diâmetros dos modelos é respeitada e contempla os valores aceitos pela IUPAC. O dispositivo da invenção permite realizar simulações, a nível macroscópico, de conceitos químicos como espectroscopia vibracional, relação de massas entre átomos, massa molar, balanceamento das equações químicas, leis ponderais das reações químicas, cálculo estequiométrico, fórmula mínima molecular e percentual, equilíbrio químico, grau de ionização de eletrólitos fortes, fracos e de não eletrólitos, e concentração de soluções.





DISPOSITIVO PARA O ENSINO DA QUÍMICA

CAMPO DA INVENÇÃO

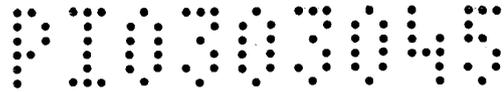
A presente invenção diz respeito a um dispositivo para o ensino da química. Mais especificamente, o dispositivo da invenção constituído de
5 modelos atômicos unidos por bastões está baseado na escala de volumes e massas atômicas, e pode ser utilizado em conjunto com uma balança para pesagem dos modelos. Ainda mais especificamente, o dispositivo da invenção compreende a) um conjunto de modelos atômicos, baseados em toda a tabela periódica, contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e
10 demais propriedades periódicas e b) bastões para efetuar a ligação dos modelos de "a)", de maneira a formar estruturas químicas aceitas pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

De um modo geral, a tecnologia do ensino de química através de
15 modelos tridimensionais é limitada à geometria de estruturas químicas, permitindo o estudo unicamente da estereoquímica de moléculas orgânicas.

Assim, a patente US 2.052.457 trata de modelos especialmente adaptados para ilustrar os elétrons planetários e de valência de um átomo, as mudanças eletrônicas quando os átomos se unem para formar moléculas, a
20 estrutura eletrônica dos vários tipos de moléculas incluindo os tipos polar, semi-polar e não polar, e podem ser construídos para representar a estrutura eletrônica de qualquer tipo de átomo ou molécula. Cada modelo compreende uma seção de um corpo principal que é uma bola esférica de borracha macia que representa o núcleo do átomo, esse corpo sendo provido com uma série
25 de fendas ou aberturas nas quais são adaptados um número correspondente de tubos, dos quais quatro são arranjados em relação tetraédrica e radial ao centro da bola esférica.

A patente US 2.974.425 trata de um dispositivo adequado para compor modelos moleculares no qual meios de conexão são usados, os quais são
30 unidos ao núcleo de um átomo e assumem uma angularidade, que é característica e corresponde à natureza e estado do respectivo átomo O meio

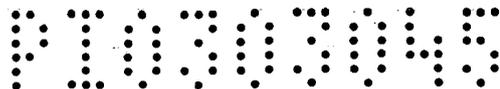


de conexão compreende varetas e tubos dispostos nos seus lugares de inserção de tal modo que por inserção telescópica de certas varetas de um elemento em tubos de outro elemento, vários modelos para moléculas podem ser formados.

5 A patente US 3.510.962 trata de um modelo educacional de estrutura molecular para uso no ensino de estereoquímica usando blocos poliédricos representando átomos em moléculas e varetas que podem ser inseridas em furos nesses poliedros para interconectar os mesmos e que ilustram comprimentos de ligação e ângulos de ligação em moléculas. Os poliedros têm
10 14, 20 ou 26 facetas. Os ângulos de ligação para representar as estruturas moleculares de compostos inorgânicos ou orgânicos são providos pela seleção de facetas específicas dos blocos poliédricos a partir dos quais se estendem perpendicularmente as varetas. A tecnologia proposta apresenta a particularidade de ser aplicável especialmente à simulação de estruturas
15 cristalinas, embora permita a representação de outras estruturas químicas. Ao contrário do presente pedido, não respeita as relações de massa e volume existentes entre os elementos químicos e portanto, é de abrangência bastante limitada.

20 A patente US 3.604.130 e sua correspondente GB 1.235.406 trata de um dispositivo para o ensino de química que compreende um conjunto de esferas e semi-esferas que se encaixando umas às outras formam estruturas moleculares. Embora seja muito representativa da interpenetração de nuvens eletrônicas em ligações químicas, não pode ser aplicada ao ensino de conceitos importantes como aqueles que envolvem as diversas relações
25 matemáticas nos fenômenos químicos, assim como não pode ser utilizada para simular as diversas formas de vibrações de elementos químicos ligados entre si.

30 A patente US 3.841.001 trata de modelos tridimensionais que compreendem corpos esféricos providos de soquete e braços com projeção radial de modo que as distâncias interatômicas são respeitadas. Embora seja feita referência ao raio de van der Waal's, este é usado apenas como



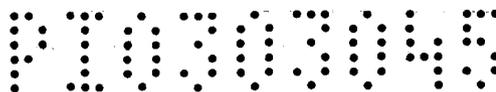
referência para a definição do comprimento de ligações químicas. Já na presente invenção o raio de van der Waal's é utilizado como referência para os volumes dos diferentes elementos químicos e ainda, respeita as relações de massa existentes entre estes.

5 A patente US 4.378.218 trata da simulação apenas de estruturas moleculares de proteínas. As estruturas ali descritas são portanto específicas para proteínas e não podem ser utilizadas para outras representações, por exemplo, uma molécula de água.

As principais limitações dos modelos existentes podem ser assim resumidas: a-) Não respeitam as relações de massas e volumes dos diferentes
10 elementos químicos, como consta da tabela periódica; b-) Não trazem os elementos que permitem a simulação de reações químicas inorgânicas, ficando limitados à "montagem" de moléculas orgânicas; c-) Não podem ser utilizados no ensino de conceitos químicos que envolvem cálculos, tais como as leis
15 ponderais, o balanceamento de equações, a estequiometria, etc.; d-) Se utilizados no ensino fundamental ou médio, induzem o aluno à formação de conceitos não aceitos cientificamente, já que exigem o conhecimento prévio das propriedades periódicas e que não estão aí contemplados.

Portanto, nenhum documento publicado, de modo isolado ou combinado
20 a outro documento propõe, simultaneamente, um dispositivo para o ensino da química que compreende modelos atômicos que respeitam as relações de massa e de volume dos diferentes elementos químicos, bem como seus ângulos de ligação e bastões para ligar os diferentes elementos químicos do dito modelo atômico, tal dispositivo sendo descrito e reivindicado no presente
25 pedido.

O dispositivo aqui proposto contempla todas as propriedades periódicas, de modo a realizar simulações, a nível macroscópico, dos mais diversos conceitos químicos, tais como espectroscopia vibracional, relação de massas entre átomos, massa molar, balanceamento das equações químicas, leis
30 ponderais das reações químicas, cálculo estequiométrico, fórmula mínima



molecular e percentual, equilíbrio químico, grau de ionização de eletrólitos fortes, fracos e de não eletrólitos, concentração de soluções, etc.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De um modo geral a presente invenção trata de um dispositivo para o ensino de química que compreende:

- a) um conjunto de modelos atômicos, baseados em toda a tabela periódica, contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e demais propriedades periódicas; e
- b) bastões para efetuar a ligação dos modelos de "a)", de maneira a formar estruturas químicas aceitas pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), onde o conjunto de modelos e bastões de ligação é utilizado em combinação com uma balança para pesagem dos ditos modelos antes e depois da simulação de reações químicas.

Assim, a presente invenção provê um dispositivo para o ensino da química que compreende modelos atômicos e bastões de ligação com base na tabela periódica, o dispositivo contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e outras propriedades periódicas.

A invenção provê ainda um dispositivo para o ensino da química que permite realizar simulações, a nível macroscópico, de conceitos químicos como espectroscopia vibracional, relação de massas entre átomos, massa molar, balanceamento das equações químicas, leis ponderais das reações químicas, cálculo estequiométrico, fórmula mínima molecular e percentual, equilíbrio químico, grau de ionização de eletrólitos fortes, fracos e de não eletrólitos, e concentração de soluções.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa representa o elemento químico hidrogênio (1).

A FIGURA 2 anexa é uma vista do furo (2).

A FIGURA 3 anexa representa um bastão (3) de conexão, grande.

A FIGURA 4 anexa representa um bastão (4) de conexão, pequeno.

A FIGURA 5 anexa representa o elemento químico carbono (5) com quatro furos (2) eqüidistantes entre si ao longo da superfície esférica.



A FIGURA 6 anexa representa uma mola (6) utilizada para simular movimentos em ligações químicas impossíveis de serem feitos com os bastões (3,4).

5 As FIGURAS 7A, 7B e 7C anexas ilustram exemplos de conexões feitas com os bastões (3) entre átomos de hidrogênio, carbono-hidrogênio e carbono-carbono, respectivamente.

As FIGURAS 8A, 8B e 8C anexas ilustram exemplos de conexões feitas com os bastões (4) entre átomos de hidrogênio, carbono-hidrogênio e carbono-carbono, respectivamente.

10 A FIGURA 9 anexa é uma representação em perspectiva de uma montagem de uma estrutura orgânica que se pode fazer utilizando bastões (3), grandes.

A FIGURA 10 anexa é uma representação em perspectiva de uma montagem de uma estrutura orgânica que se pode fazer utilizando o bastão (4),
15 pequeno.

A FIGURAS 11 e 12 representam uma mesma estrutura cristalina que se pode obter também por meio da conexão de átomos com os bastões (3) e (4), respectivamente.

A FIGURA 13 anexa ilustra uma estrutura construída com uma mola (6).

20 As FIGURAS 14 a 26 ilustram simulações dos modos de vibração de elementos ligados quimicamente entre si.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

Sob um aspecto, a invenção trata de um dispositivo para o ensino da química.

25 Sob um outro aspecto, a invenção trata das diversas aplicações didáticas nas quais o dispositivo pode ser utilizado.

O dispositivo da invenção compreende pois, basicamente modelos atômicos unidos por bastões, ditos modelos sendo construídos em conformidade com todas as propriedades periódicas dos elementos químicos.

30 O dispositivo é adequadamente utilizado em conjunto com uma balança para pesagem dos modelos antes e depois das reações químicas.



- **Modelos**

O modelo, esférico ou poliédrico, poderá ser confeccionado em plástico, madeira, metal, material cerâmico, vidro, borracha, resina, parafina ou cera e deverá conter furos (2) em número igual ao de ligações químicas que o elemento que representa pode realizar, dispostos com ângulos entre si, também representativos das ligações químicas que o dito modelo pode realizar.

O diâmetro dos modelos varia entre 1,0 e 100 mm para aquele que representa o átomo de menor volume, tendo todos os demais elementos diâmetros proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.

O diâmetro dos furos (2) deverá estar compreendido no intervalo de 0,001 a 0,5 do diâmetro total do modelo, esférico ou poliédrico. A cavidade caracterizada pelo furo poderá ter suas paredes internas lisas, próprias para receber os bastões (3,4) que nela se encaixam por simples pressão ou ter qualquer irregularidade (2a) em conformação oposta à do bastão, com qualquer geometria que proporcione o encaixe tipo macho e fêmea, também por simples pressão.

Uma variação possível desta forma de encaixe compreende a confecção tanto dos furos (2) quanto do bastão (3,4) de maneira a dotá-los de roscas apropriadas para que estas partes possam ser unidas e desunidas por simples movimento giratório manual.

As massas dos modelos variam entre 0,1 e 100 gramas para aquele que representa o átomo de menor massa, tendo todos os demais elementos massas proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.

A relação de massas entre os diferentes modelos aqui descritos, assim como a de seus diâmetros deverá ser respeitada e deverá contemplar os valores aceitos pela IUPAC, admitindo-se uma margem de erro de até 30% (trinta por cento), podendo estas relações ser aplicadas em conjunto ou individualmente, conforme os conceitos que se deseja representar.



Quando conectados os modelos de maneira a representar uma estrutura química (molécula, arranjo iônico, cristalino ou qualquer outro aceito pela IUPAC), a massa correspondente ao bastão (3,4), descrito a seguir, que faz a ligação entre os elementos poderá ou não ser incorporada a esses últimos de maneira a preservar a relação de massas descrita anteriormente para os modelos participantes da ligação.

Os modelos poderão ser identificados por cores, números, escrita ou símbolos, devendo nos dois últimos casos serem empregadas identificações aceitas pela IUPAC.

10 • Bastões de ligação

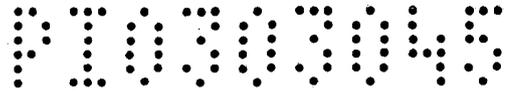
Os bastões (3,4) para ligação química podem ser confeccionados em plástico, madeira, metal, material cerâmico, vidro, borracha, resina, parafina ou cera.

A geometria dos bastões (3,4) deverá permitir a ligação de dois modelos de elementos, conforme descrito acima, constituindo assim um bastão (3,4) que será conectado aos furos (2) dos modelos. Os bastões (3,4) deverão ter seção transversal circular nas extremidades que correspondem aos pontos de encaixe e entre esses pontos, qualquer forma variável, compreendendo as variações entre a circular e a poligonal.

A fixação dos bastões (3,4) aos modelos atômicos pode ser feita por saliências (3a, 4a), correspondentes à saliência (2a) do furo (2), conforme indicado nas Figuras 3 e 4 respectivamente.

O comprimento dos bastões (3,4) deverá ser o suficiente para conectar os elementos, de maneira que esses tenham distância entre si representativa das ligações químicas, preferencialmente aquelas aceitas pela IUPAC e envolvidas na simulação desejada, podendo variar dentro do intervalo compreendido entre 0,01 (um centésimo) e 15 (quinze) vezes o diâmetro do menor elemento utilizado na simulação.

O bastão (3) representa por exemplo uma ligação mais adequada ao ensino de conceitos envolvendo geometria molecular e o bastão (4), uma ligação similar àquela que pode ser feita com o bastão (3), sendo mais



adequada para a simulação de fenômenos relacionados à massa dos elementos constituintes da espécie química em estudo.

Para simulações de vibração molecular, a ligação deverá ser confeccionada parcial ou totalmente na forma de mola (6) ou borracha, flexíveis
5 o suficiente para permitir movimentos de deformação axial simétrica, deformação axial assimétrica, deformação angular simétrica no plano, deformação angular simétrica fora do plano, deformação angular assimétrica no plano e deformação angular assimétrica fora do plano. As diversas possibilidades de vibração estão representadas pelas FIGURAS 14 a 26.

10 Nestas figuras as setas indicam o sentido do movimento que as esferas podem fazer, quando esses movimentos se dão no plano do papel. Movimentos acima do plano do papel são representados pelo sinal positivo (\oplus), nas figuras 20, 24 e 25. Movimentos abaixo do plano do papel são representados pelo sinal negativo (\ominus), nas figuras 20, 24 e 25. O hachurado e
15 o pontilhado que aparecem nas FIGURAS 21, 22, 23, 24, 25 e 26 indicam respectivamente elementos sem movimento que estão acima e abaixo do plano do papel.

A presente invenção será a seguir ilustrada por exemplos das várias aplicações possíveis dos modelos e bastões, que no entanto não devem ser
20 considerados limitativos da mesma.

EXEMPLO 1

Este Exemplo ilustra o uso do dispositivo didático da invenção para o estudo da relação de massas entre átomos.

25 A massa dos modelos dos diferentes átomos guarda a mesma relação das massas atômicas. Assim, sejam os átomos de cálcio e oxigênio, cujas massas atômicas são respectivamente iguais a 40 e 16 e, portanto uma relação de 5:2. No modelo aqui proposto ao se pesar tais átomos, encontra-se a mesma relação (5:2). O mesmo ocorrerá para quaisquer outras combinações que forem efetuadas, utilizando dois ou mais elementos. Considerando-se o
30 respeito às relações entre massas atômicas, os diversos conceitos que podem ser abordados serão facilmente explorados com o auxílio de uma balança



simples ou, na falta desta, por cálculos que levam em consideração a massa do elemento gravada em sua superfície. Neste caso, problemas que geralmente são propostos aos alunos poderão ser acompanhados pela simulação feita através da pesagem de espécies químicas antes e depois da ocorrência do fenômeno em questão.

EXEMPLO 2

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para a espectroscopia vibracional.

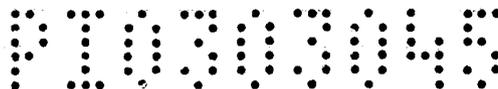
Elementos químicos ligados quimicamente constituem uma molécula, um arranjo desordenado ou ainda, um arranjo cristalino. Dois átomos ligados quimicamente em uma molécula movimentam-se um em relação ao outro em torno da ligação que os mantém unidos. As possibilidades de movimento constituem uma importante informação para os químicos sobre a constituição da molécula. Desta forma, as diversas possibilidades de movimento constituem a base da espectroscopia vibracional e exigem do aluno raciocínio abstrato para uma perfeita compreensão destes fenômenos. As FIGURAS 14 a 26 ilustram movimentos que podem ser feitos com o presente modelo, simulando assim os movimentos que somente podem ser detectados com sofisticados equipamentos, sem que jamais o aprendiz possa vê-los.

EXEMPLO 3

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo do conceito de massa molar. A realização de sucessivas pesagens, por adição unitária, de quaisquer tipo de espécies químicas (elementos, moléculas, íons, etc), permitirá que uma tabela de massas em função do número de espécies seja construída de maneira que, após um determinado número de dados, os resultados sejam extrapolados para o número de Avogadro. Esta extrapolação poderá ser feita por meio de cálculo ou ainda por análise gráfica (massa x número de espécies).

EXEMPLO 4

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o balanceamento das equações químicas. Balancear uma equação química



tem por princípio a compreensão de que em uma reação química a massa dos reagentes deve ser igual à dos produtos obtidos. Embora simples, este conceito normalmente é trabalhado no ensino de química com a utilização exclusivamente de lousa, onde por meio de fórmulas se tenta chegar aos

5 coeficientes que garantem a conservação de massa. Com o presente modelo pode-se construir as espécies reagentes de maneira que ao rearranjá-las em moléculas de produtos da reação, nenhuma espécie deverá sobrar, como por exemplo ocorre na seguinte reação: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Neste caso, o aluno

10 poderá montar um número par qualquer de moléculas de hidrogênio e a metade deste número de moléculas de oxigênio, conforme os coeficientes da reação. Quando for feito o rearranjo destas moléculas para que sejam formadas as moléculas de água, o mesmo perceberá que nenhum elemento ou molécula reagente estará sobrando.

EXEMPLO 5

15 Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o cálculo das fórmulas mínimas. Cada composto tem uma representação para a reunião de suas partes, chamada fórmula química. A fórmula mínima, ou empírica, indica a menor relação entre o número de átomos dos elementos que a constituem. Desta forma, para o cálculo da fórmula mínima de um certo óxido

20 de ferro, por exemplo, pode-se propor aos estudantes que uma análise química mostrou que tal substância apresenta 5,6 g de ferro e 2,4 g de oxigênio e que o mesmo deverá propor a menor relação possível entre os números de átomos destes elementos a partir das massas citadas. Como o presente modelo respeita a relação de massas aceita pela IUPAC, fica fácil para o estudante

25 reunir um conjunto de esferas representativas de ferro e de oxigênio representativo das massas citadas, ou de qualquer múltiplo destas, e pela simples contagem das esferas determinar a menor relação entre estas. No exemplo citado chega-se à relação de 1,5:1,0 (oxigênio para ferro, respectivamente), o que corresponde à fórmula $\text{Fe}_{1,0}\text{O}_{1,5}$, ou como é mais

30 corretamente expresso, Fe_2O_3 .



EXEMPLO 6

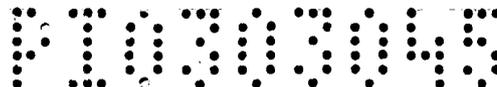
Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o cálculo de fórmulas moleculares. A fórmula molecular indica quais são os átomos e o número destes presentes em uma molécula. A fórmula molecular é expressa sempre por um múltiplo inteiro da fórmula mínima [fórmula molecular = (fórmula mínima)_n]. Assim, pode-se utilizar o modelo para o cálculo da fórmula mínima de uma substância constituída pelos elementos nitrogênio e oxigênio com massa molar igual à 92, cujo resultado será N₂O₄. Neste caso, o estudante deverá apenas efetuar o cálculo da massa molar de NO₂ (igual a 46) e descobrir qual número inteiro deve ser o múltiplo que relaciona 46 com 92 (neste caso 2). Assim, um conceito tido como difícil de ser ensinado pode ser trabalhado mais facilmente com a utilização do modelo proposto.

EXEMPLO 7

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o cálculo de fórmulas percentuais ou composição centesimal, a partir de fórmulas moleculares. A fórmula percentual expressa a porcentagem em massa dos elementos químicos presentes em uma substância. Como exemplo, podemos citar o cálculo da fórmula percentual para a molécula de água. Neste caso, sabe-se que para cada 18 g de moléculas de água, 16 g correspondem à massa de oxigênio e 2 g à massa de hidrogênio. Estes valores podem ser facilmente obtidos pela simples pesagem das esferas do presente modelo, correspondentes a esses elementos químicos. Assim, pode-se prosseguir com o cálculo que deverá dar como resultados 11,11% de hidrogênio e 88,88% de oxigênio.

EXEMPLO 8

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o ensino do conceito de reagente limitante. Conceitualmente, neste caso o princípio da lei de conservação de massa também está implícito e poderá ser aplicado utilizando, por exemplo, a mesma reação descrita no exemplo 4. No entanto, qualquer proporção de reagentes diferente daquele expresso pelos coeficientes estequiométricos poderá levar a formação de produtos (água,



neste caso) com a conseqüente sobra de moléculas reagentes. As outras espécies reagentes, que foram totalmente consumidas serão representativas do reagente limitante.

EXEMPLO 9

5 Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o ensino das leis ponderais das reações químicas. As Lei ponderais se referem às relações de massa entre reagentes e produtos de uma reação química. As principais leis ponderais são: a) Lei de conservação da massa ou Lei de Lavoisier; b) Lei de Proust da proporção constante e c) Lei de Dalton das
10 proporções múltiplas.

Seguem exemplos de cada uma destas Leis:

- a) Com o presente modelo, tal como aqui proposto, propicia-se que o cálculo estequiométrico seja trabalhado tanto nos níveis mais avançados como naqueles de caráter introdutório, como ocorre no
15 seguinte exemplo: Sabe-se que em 36 g de água (H_2O) existem 4 g de hidrogênio e 32 g de oxigênio. Quantos gramas de hidrogênio existem em 72 g de água? Com a utilização do presente modelo, pode-se sugerir aos alunos que esses montem as moléculas de água e introduzam-nas na balança de maneira a obter massa total
20 correspondente a 72 g de moléculas. Posteriormente, os mesmos poderão desfazer as moléculas e efetuar a pesagem de suas partes (elementos químicos) constituintes de maneira a determinar a massa de hidrogênio solicitada no problema. Diversas variações deste exemplo, que ilustra a Lei de Lavoisier, podem ser simuladas com o
25 presente modelo;
- b) b) A Lei de Proust pode ser assim expressa: qualquer composto, independentemente de sua origem, tem uma relação constante entre as massas de seus elementos constituintes. Desta forma, pode-se simular uma reação de decomposição da água, por exemplo,
30 obtendo-se hidrogênio e oxigênio. Neste caso, a simulação irá mostrar que a massa obtida dos produtos (hidrogênio e oxigênio)



mantém uma proporção de 1:8, independentemente da massa inicial de água utilizada;

- 5 c) A Lei de Dalton pode ser assim enunciada: quando uma massa fixa de um elemento "A" reage com diferentes massas de outro elemento "B", formando compostos distintos, as massas de "B" apresentam entre si proporção de números inteiros pequenos, como por exemplo, 1 para 1, três para 2 e assim por diante. Utilizando o presente modelo
- 10 pode-se, por exemplo simular, as reações que ocorrem entre 4 g de enxofre e três diferentes massas de oxigênio para que se formem três diferentes óxidos: SO, SO₂ e SO₃. Neste caso, a simulação irá mostrar que para a formação destes compostos o consumo de oxigênio será de 2 g, 4 g e 6 g, respectivamente. Assim, das massas de oxigênio deduz-se a proporção de 1:2:3, confirmando a Lei de Dalton.

15 EXEMPLO 10

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o equilíbrio químico.

Uma das características do equilíbrio químico é a formação de uma mistura de reagentes e produtos com composição química bem definida.

20 Assim, pode-se utilizar o modelo para representar, por exemplo, a seguinte reação: $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$. Neste caso, pode-se montar um conjunto que representa um determinado número de moléculas de H₂ e igual número de moléculas de I₂, conforme os coeficientes estequiométricos desta reação e posteriormente produzir, a partir das moléculas formadas, um determinado

25 número de moléculas de HI de maneira que todo tipo de molécula representada na reação esteja representada na situação de equilíbrio químico (coexistência de todas as espécies). Desta forma, a proporção entre as espécies químicas obtidas quando o equilíbrio químico é atingido será também representativa das concentrações das mesmas, já que estas ocupam o mesmo volume do

30 recipiente que as contém. A aplicação da expressão para o cálculo da constante de equilíbrio poderá desta forma ser utilizada, como normalmente é



feito com apenas a utilização de lousa como recurso didático. Em relação aos modelos existentes, este apresenta a vantagem de permitir que as massas de cada espécie sejam determinadas quando o equilíbrio químico é atingido.

EXEMPLO 11

5 Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo do grau de ionização de não eletrólitos e de eletrólitos fracos e fortes.

Eletrólitos são espécies químicas que formam íons quando colocadas em solução aquosa. Com a utilização do presente modelo pode-se construir três conjuntos de moléculas como hexano, ácido acético e ácido clorídrico por exemplo e posteriormente manter inalterada a molécula de hexano e promover a quebra de ligações que resultam na formação dos íons correspondentes ao cloreto e hidrônio (para o ácido clorídrico) e acetato e hidrônio (para o ácido acético) separadamente. O grau de ionização reflete a proporção entre a fração de íons formados em relação ao total inicial de moléculas que foram utilizadas.

10

15 Os cálculos de massa daí resultantes são significativamente facilitados dispondo-se do modelo proposto.

EXEMPLO 12

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para a determinação da concentração de soluções. O conceito de concentração implica na compreensão de que uma determinada porção de uma ou mais espécies químicas estão dissolvidas em um solvente. Assim pode-se construir com o modelo um número de espécies, como por exemplo Na_2CO_3 (carbonato de sódio), que em solução deverá gerar duas vezes mais íons sódio do que íons carbonato. Como ambos ocupam o mesmo volume, percebe-se facilmente que a concentração de íons sódio é duas vezes maior que a de íons carbonato.

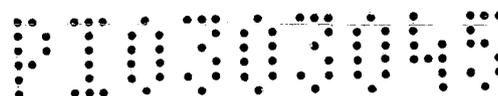
20

25 Novamente aqui os cálculos de massa tornam-se facilitados.

EXEMPLO 13

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o ensino do conceito de titulação ácido-base. Titulação de soluções é um procedimento muito utilizado em química e visa a determinação da concentração de uma solução a partir de uma outra cuja concentração é

30



conhecida. Assim, uma reação ácido-base, por exemplo, pode ser utilizada para se determinar a concentração do ácido ou da base, desde que se conheça a concentração de uma das duas soluções. Neste caso, a reação é completa quando o número de íons H^+ e OH^- em solução forem iguais, situação esta na qual a neutralização é completa. Utilizando o presente modelo, é possível simular uma titulação ácido-base por meio da construção das espécies envolvidas (H^+ e OH^-) com seus respectivos ânions ou cátions, associando estas espécies a volumes previamente determinados para cada uma das soluções. O procedimento seguinte, que envolve cálculos, fica desta forma em muito simplificado.

EXEMPLO 14

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo da variação dos volumes atômicos na tabela periódica. Na tabela periódica o volume atômico tende a aumentar de cima para baixo nos grupos e diminuir da esquerda para a direita nos períodos. Os próprios estudantes poderão confirmar ou concluir esta tendência manipulando os modelos, cujos volumes são proporcionais aos volumes aceitos pela IUPAC, de maneira a representar com base nas propriedades periódicas a tabela periódica normalmente impressa em livros.

EXEMPLO 15

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o ensino da primeira escala de massas atômicas, baseada no hidrogênio. O conhecimento da existência de uma relação de massas atômicas constitui-se em uma das maiores conquistas no desenvolvimento da química como Ciência. Diversas propriedades e Leis da química foram desenvolvidas a partir desse estudo e conseqüente descoberta. Esta escala foi desenvolvida a partir da relação das massas entre os elementos originados de um composto de fórmula conhecida, como por exemplo, a água. Sabe-se que para cada 100 g de água, 11,1 g correspondem à massa de hidrogênio e 88,9 g à massa de oxigênio, ou seja, 8 vezes mais massa de oxigênio nas 100 g. Como é possível demonstrar experimentalmente, para cada átomo de oxigênio existem dois átomos de



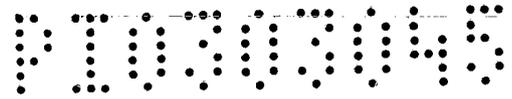
hidrogênio o que permite concluir que, com base nestes dados, um átomo de oxigênio tem massa dezesseis vezes maior que um de hidrogênio. Com o modelo aqui proposto, é possível tirar estas mesmas conclusões através da simples pesagem de uma determinada massa de moléculas de água e posteriormente dos elementos que a constituem separadamente. Esta mesma metodologia pode ser aplicada posteriormente para outros compostos (NH_3 , HCl , CH_4 , H_2S , etc.) contendo hidrogênio. O passo seguinte será a simples construção de uma tabela que apresente a disposição, em ordem crescente de massas atômicas, dos demais elementos, relativamente ao hidrogênio. O mesmo procedimento poderá ser realizado adotando-se qualquer outro elemento químico do presente modelo como padrão de massa atômica.

EXEMPLO 16

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo da Lei de Graham da difusão dos gases. A Lei de Graham da difusão dos gases estabelece que a razão entre as velocidades de difusão de dois gases "A" e "B" (V_A/V_B), submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão, é proporcional à raiz quadrada da razão entre as massas de B e de A ($\sqrt{M_B/M_A}$). Desta forma, pode-se simular o fenômeno colocando-se sobre uma mesa uma molécula de oxigênio e uma de iodo, ambas construídas com o presente modelo, e submetê-las por um curto período de tempo à ação de um ventilador. Com as medidas de tempo gasto no deslocamento e a distância percorrida por ambas, pode-se aplicar os resultados na expressão da Lei de Graham e confirmar a ocorrência do fenômeno.

EXEMPLO 17

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de fenômenos que ocorrem na superfície de eletrodos. Diversos são os fenômenos químicos que ocorrem na superfície de eletrodos, sendo a deposição metálica um dos mais estudados. Neste caso, a reação ocorre entre cátions em solução com a superfície metálica do eletrodo. Com a utilização do presente modelo pode-se simular, por exemplo, a deposição de íons níquel sobre ferro metálico, como se faz em exemplos clássicos apresentados nos



livros didáticos. Neste caso no entanto, simula-se a saída de átomos de ferro para a solução e a entrada dos íons níquel da solução para o ferro. Assim, o fenômeno pode ser muito melhor compreendido, principalmente quanto às relações numéricas entre as massas de ferro e níquel.

5

EXEMPLO 18

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de interações moleculares. A compreensão das interações que quaisquer espécies químicas (elementos, íons, moléculas, etc.) têm com aquelas que a cercam, iguais entre si ou não, formam a base para o aprendizado de vários conceitos importantes da química. Assim, por exemplo, é impossível compreender o fenômeno da tensão superficial em um líquido como a água sem imaginar como as moléculas que formam o líquido se orientam no espaço, umas em relação às outras. Com moléculas construídas com o presente modelo é possível visualizar o tipo de orientação das moléculas e assim, muito facilmente compreender o fenômeno. No caso particular desse exemplo, a interação entre as moléculas de água recebe o nome de “pontes de hidrogênio” e justificam ainda muitos comportamentos químicos da substância água.

10

15

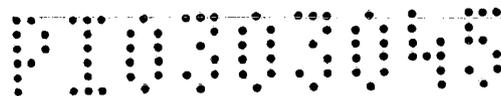
EXEMPLO 19

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de fenômenos de solubilidade e de solvatação. O fenômeno da solubilidade envolve a compreensão da interação entre solvente e soluto. Com o presente modelo é possível simular, por exemplo, que tipo de interação e orientação espacial ocorre entre as moléculas de água e o cloreto de sódio no estado cristalino quando tem início a dissolução desse último. Assim é possível visualizar como o cristal se desfaz em seus íons e como esses, já isolados do arranjo cristalino, interagem com as moléculas de água. O equilíbrio que se estabelece neste caso quando a solução é saturada, também pode ser facilmente representado pela representação simultânea da cristalização e solubilização do cloreto de sódio.

20

25

30



EXEMPLO 20

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de arranjos cristalinos. Diversas substâncias formam cristal em condições apropriadas. Embora o número de substâncias que o fazem seja
5 extremamente elevado, um pequeno número de formas geométricas é possível de ser obtido, independentemente de condições experimentais. Assim, por exemplo, pode-se simular todas as possibilidades de arranjo cristalino com o presente modelo, uma vez que este respeita os ângulos de ligação dos
10 elementos químicos e os respectivos volumes dos mesmos. Estas são as condições básicas para que uma estrutura cristalina tridimensional seja obtida, tanto para íons quanto para moléculas.

EXEMPLO 21

Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de geometria molecular. Diversas propriedades das substâncias estão
15 relacionadas diretamente à geometria molecular de suas moléculas. Ao utilizar as esferas e bastões do presente modelo, pode-se construir moléculas representando-as da maneira como é aceito pela comunidade química internacional. Assim por exemplo, uma molécula de metano terá a forma de um tetraedro, como representada nos livros didáticos. O mesmo princípio se aplica
20 a todas as moléculas construídas com o modelo, já que o ângulo de ligação estará definido nos furos que as esferas contêm. Desta forma, todas as propriedades associadas à geometria molecular poderão ser compreendidas pois estas serão de fato representativas e coerentes com todos os estudos já realizados a este respeito

25

EXEMPLO 22

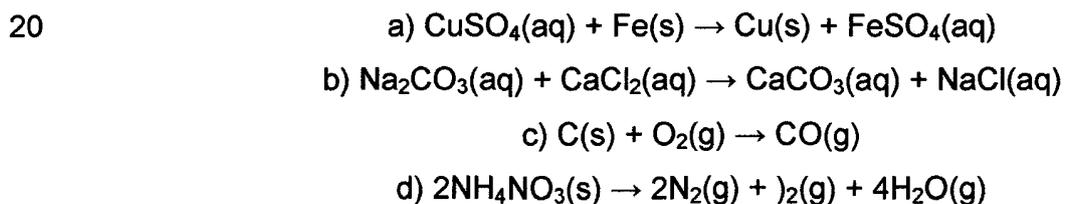
Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo de substâncias puras e misturas. No estudo de substâncias químicas, os sistemas químicos são classificados em dois grupos principais: o das misturas, que compreende a reunião de várias substâncias (margarina, por
30 exemplo) e o das substâncias puras, formados pelas mesmas espécies químicas. Uma substância pura pode ser ainda classificada como simples,



quando as moléculas são formadas por apenas um tipo de elemento químico (por exemplo O₂), ou composta, quando as moléculas são formadas por dois ou mais elementos químicos (por exemplo, H₂O). O estudo destes sistemas implica na compreensão de conceitos que somente podem ser explicados com o recurso da “visualização” do que ocorre no nível microscópico. Livros didáticos em geral, por vezes recorrem a figuras ou a cansativos textos que descrevem os diferentes sistemas. Com a utilização do presente modelo, pode-se construir espécies químicas representativas de todos os diferentes sistemas de maneira que em muito é possível facilitar a compreensão dos conceitos envolvidos.

EXEMPLO 23

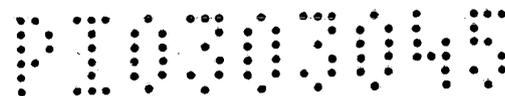
Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para a classificação dos diferentes tipos de reação química. Considerando que as possibilidades de reações químicas são praticamente infinitas, os químicos elaboraram uma classificação na qual é possível enquadrar qualquer reação. Esta classificação envolve quatro grandes grupos, a saber: a) reações de simples troca ou deslocamento; b) reações de dupla troca; c) reações de síntese e d) reações de decomposição ou análise. Como exemplo de cada grupo, podemos citar as seguintes reações:



25 Assim, através da manipulação do modelo aqui proposto, fica muito mais fácil para o estudante compreender a classificação e enquadrar qualquer reação química, orgânica ou inorgânica, em um dos quatro grupos.

EXEMPLO 24

30 Este Exemplo ilustra a aplicação do dispositivo didático da invenção para o estudo das funções orgânicas e inorgânicas. Um sistema de classificação de substâncias, denominado função química, é universalmente adotado de maneira a enquadrar qualquer substância no grupo que apresenta as mesmas



propriedades químicas, especialmente em relação à maneira como estas reagem. Uma importante subclassificação das funções considera dois grupos principais: o das funções orgânicas e o das funções inorgânicas. Para cada um destes, os elementos que constituem a molécula e a forma como seus

5 elementos estão ligados constituem fatores determinantes de suas propriedades. O estudo das diversas funções da química é universalmente feito com base nas fórmulas das substâncias, forma esta que é mais propriamente denominada de simbólica, pois nela são utilizados os símbolos dos elementos químicos apenas. Com o presente modelo, é possível construir quaisquer

10 moléculas, orgânicas e inorgânicas, e através da manipulação das partes constituintes do modelo tirar conclusões não apenas sobre qual função química se enquadra a molécula, mas também de importantes propriedades químicas resultantes da geometria que o grupo funcional apresenta. Assim, pode-se por exemplo construir uma molécula de um aldeído e estudar a influência do

15 oxigênio, na posição em que se apresenta na molécula, sobre os demais elementos constituintes desta.

Portanto, ao contrário dos modelos didáticos do estado da técnica, que permitem apenas que conceitos envolvendo a geometria de estruturas químicas sejam tratados no ensino desta disciplina, o avanço tecnológico da

20 presente invenção permite efetuar o estudo das relações matemáticas nos fenômenos químicos e os movimentos vibracionais que ocorrem entre diferentes elementos de uma mesma estrutura química (molécula, arranjo cristalino, etc.).

Os modelos didáticos aqui descritos podem ainda ser utilizados no

25 estudo das interações intermoleculares, assim como na simulação de mecanismos de reação, arranjos cristalinos, solubilidade, leis ponderais, etc. Enfim, o número de aplicações antes restrito a um único conceito, passa com o presente modelo a praticamente todos os conceitos químicos ensinados no nível médio, assim como uma considerável aplicação no nível superior.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para o ensino da química, caracterizado por que compreende:
 - a) um conjunto de modelos atômicos esféricos, baseados em toda a tabela periódica, contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e demais propriedades periódicas; e
 - b) bastões (3,4) para efetuar a ligação dos modelos de "a)", de maneira a formar estruturas químicas aceitas pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), onde o conjunto de modelos e bastões de ligação é utilizado em combinação com uma balança para pesagem dos ditos modelos antes e depois das reações químicas.
2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o diâmetro dos modelos varia entre 1,0 e 100 mm para aquele que representa o átomo de menor volume, tendo todos os demais elementos diâmetros proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.
3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que as massas dos modelos variam entre 0,1 e 100 gramas para aquele que representa o átomo de menor massa, tendo todos os demais elementos massas proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.
4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por que a relação de massas entre os diferentes modelos bem como a de seus diâmetros contempla os valores aceitos pela IUPAC.
5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o modelo é esférico ou poliédrico, e contém furos (2) em número igual ao de ligações químicas que o elemento que representa pode realizar.
6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que os furos (2) são dispostos com ângulos entre si, também representativos das ligações químicas que o dito modelo pode realizar.

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o diâmetro dos furos (2) deverá estar compreendido no intervalo de 0,001 a 0,5 do diâmetro total do modelo, esférico ou poliédrico.
- 5 8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o comprimento dos bastões (3,4) é suficiente para conectar os elementos representados pelos modelos, de maneira que esses tenham distância entre si representativa das ligações químicas aceitas pela IUPAC.
- 10 9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por que o comprimento dos bastões (3,4) varia dentro do intervalo compreendido entre 0,01 (um centésimo) e 15 (quinze) vezes o diâmetro do menor elemento utilizado na simulação.
10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por que os bastões (3,4) são dotados de saliências (3a, 4a) para encaixe na geometria correspondente (2a) do furo (2).
- 15 11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que alternativamente o modelo esférico ou poliédrico é unido por uma mola (6) capaz de simular espectroscopia vibracional.
12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o modelo esférico ou poliédrico é confeccionado em plástico, madeira, metal, material
20 cerâmico, vidro, borracha, resina, parafina ou cera.
13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o diâmetro dos modelos varia entre 1,0 e 100 mm para aquele que representa o átomo de menor volume, tendo todos os demais elementos diâmetros proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.
- 25 14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que as massas dos modelos variam entre 0,1 e 100 gramas para aquele que representa o átomo de menor massa, tendo todos os demais elementos massas proporcionais a este, conforme as propriedades periódicas dos elementos químicos.

15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a relação de massas entre os diferentes modelos, assim como a relação dos diâmetros dos modelos é respeitada e contempla os valores aceitos pela IUPAC.
- 5 16. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que quando conectados os modelos de maneira a representar uma estrutura química qualquer, a massa correspondente ao bastão de ligação (3.4) entre os elementos poderá ou não ser incorporada a esses últimos de maneira a preservar a relação de massas para os modelos participantes da ligação.
- 10 17. Dispositivo de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por que a estrutura química é uma molécula, arranjo iônico, cristalino ou qualquer outro aceito pela IUPAC.
- 15 18. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que permite realizar simulações, a nível macroscópico, de conceitos químicos como espectroscopia vibracional, relação de massas entre átomos, massa molar, balanceamento das equações químicas, leis ponderais das reações químicas, cálculo estequiométrico, fórmula mínima molecular e percentual, equilíbrio químico, grau de ionização de eletrólitos fortes, fracos e de não eletrólitos, e concentração de soluções.

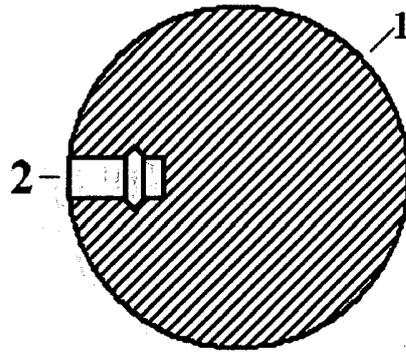


FIGURA 1

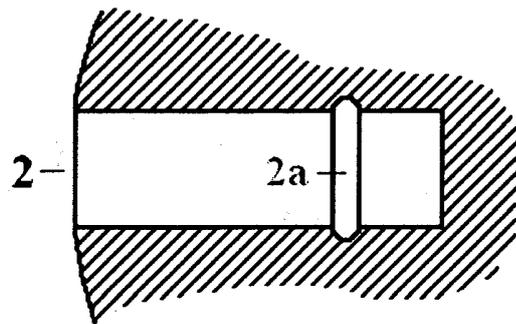


FIGURA 2

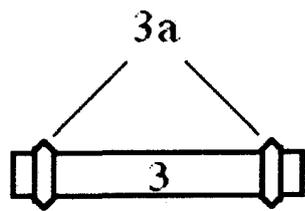


FIGURA 3

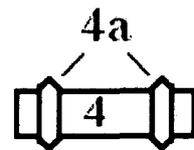


FIGURA 4

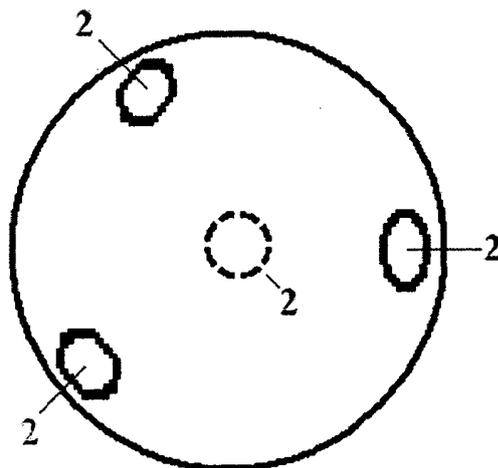


FIGURA 5

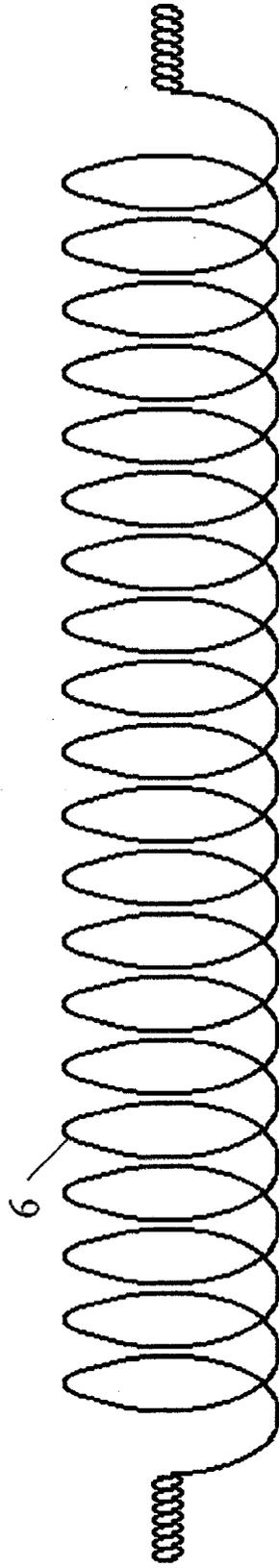


FIGURA 6

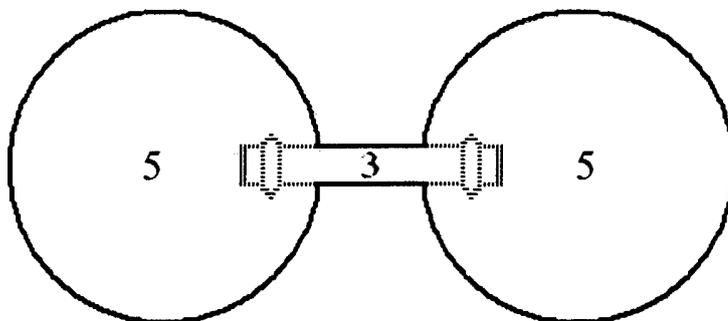


FIGURA 7A

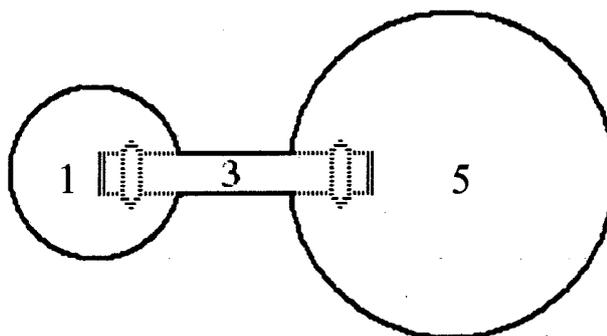


FIGURA 7B

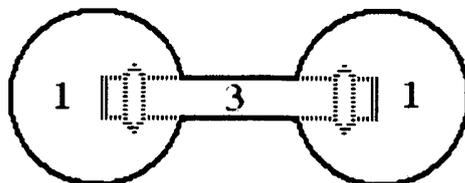


FIGURA 7C

FIGURA 7

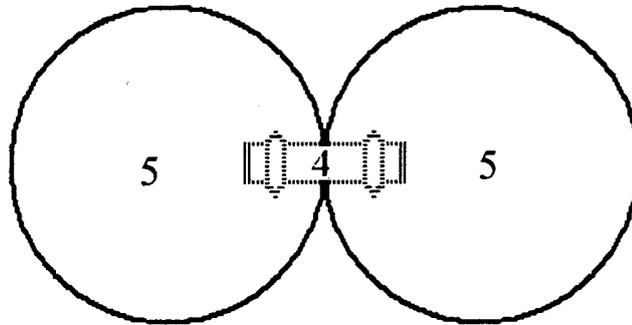


FIGURA 8A

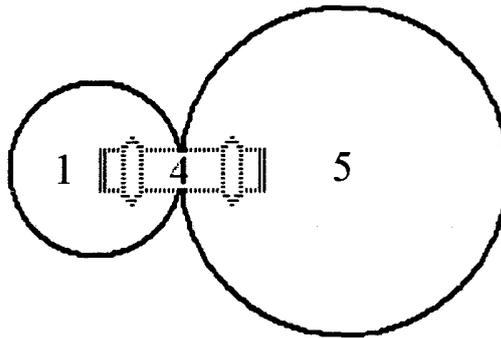


FIGURA 8B

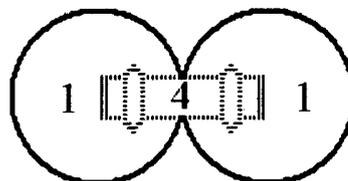


FIGURA 8C

FIGURA 8

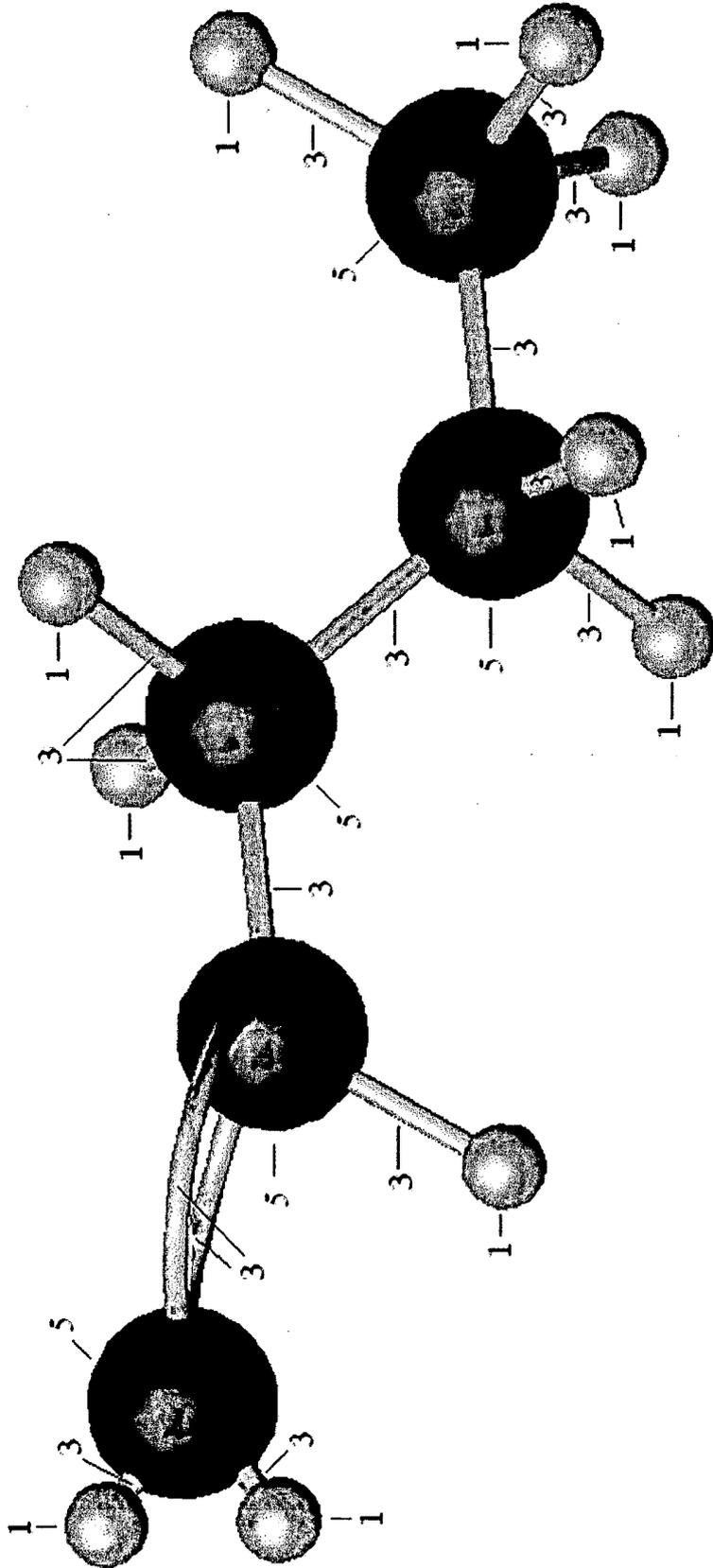


FIGURA 9

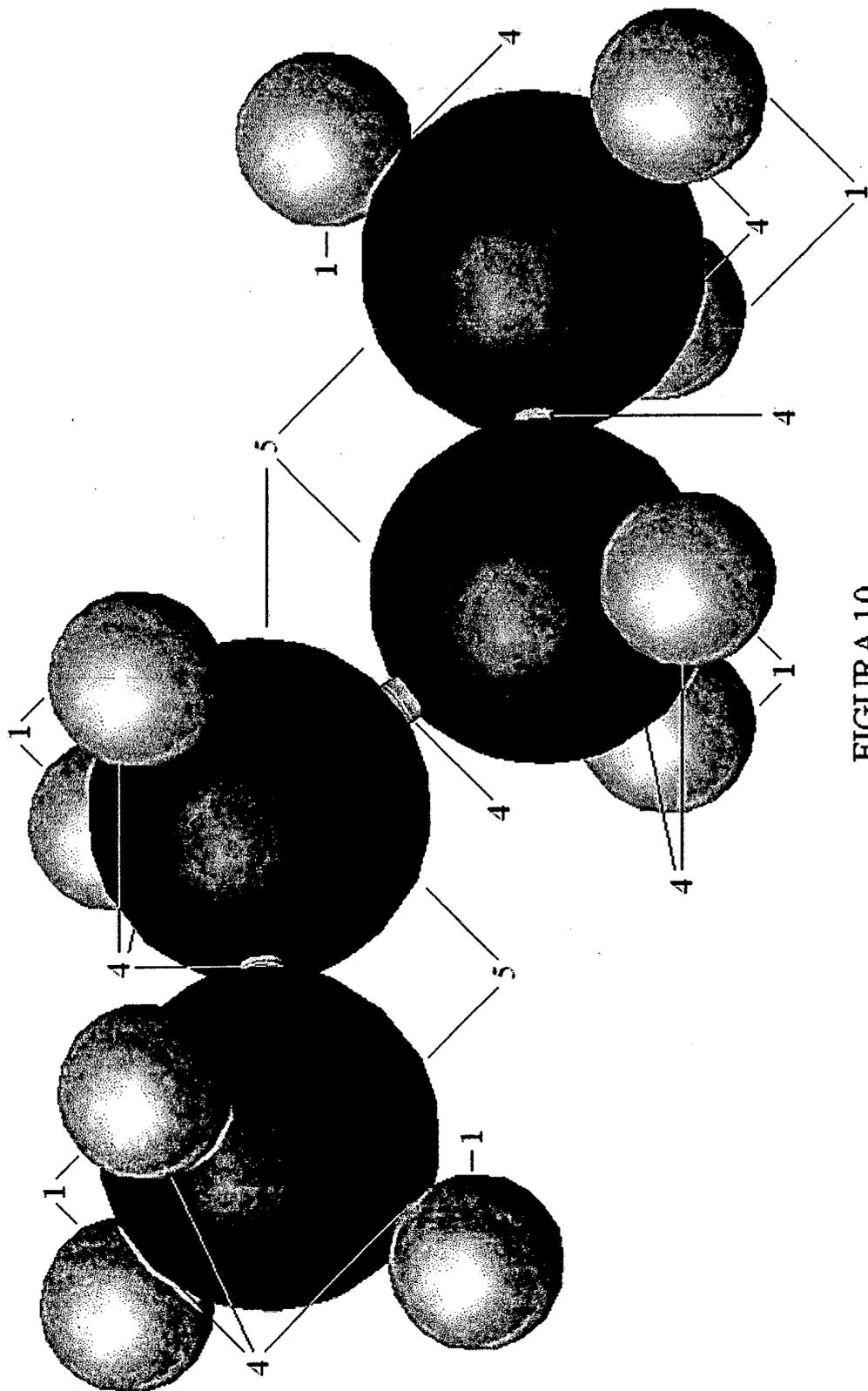


FIGURA 10

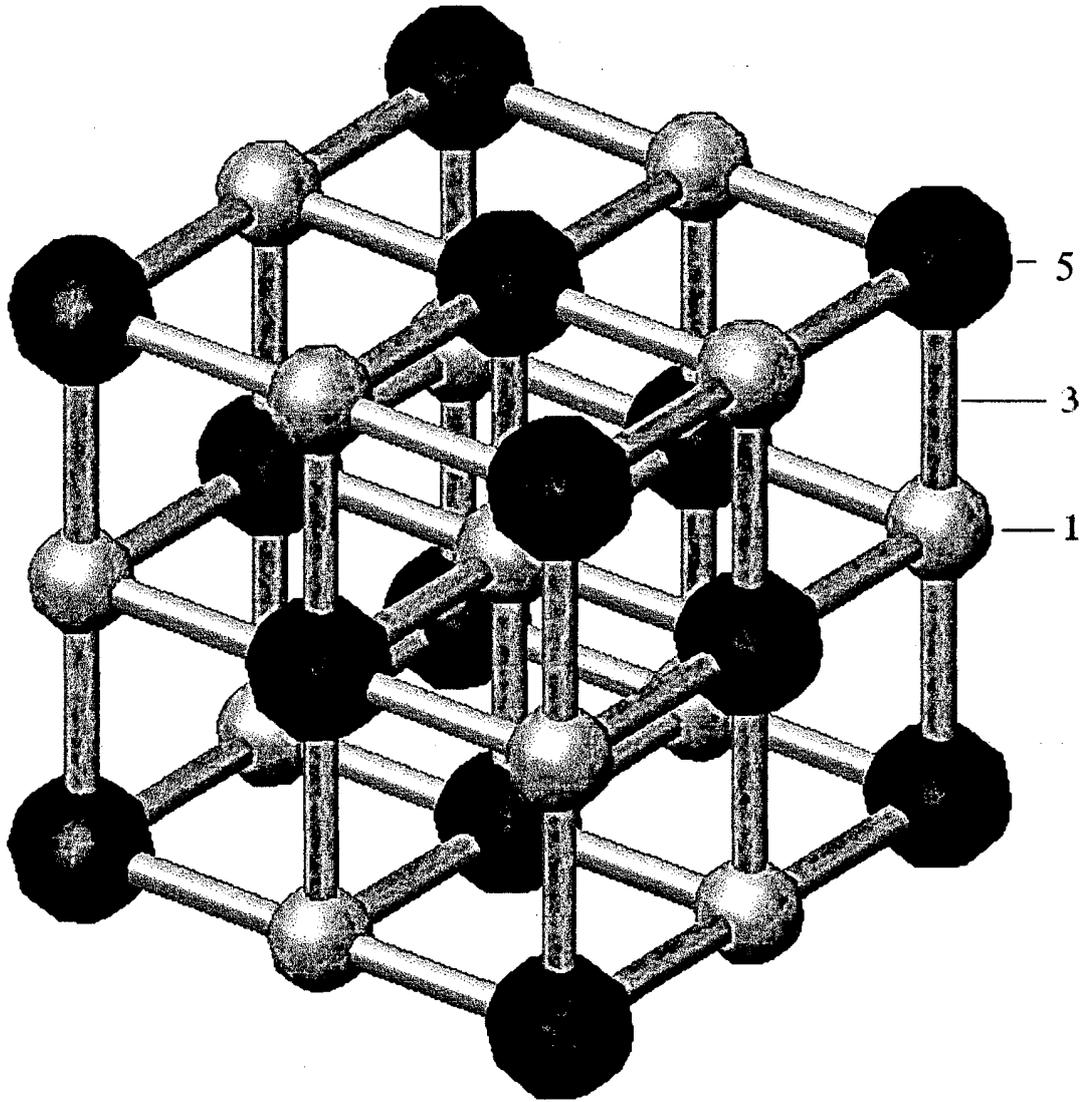


FIGURA 11

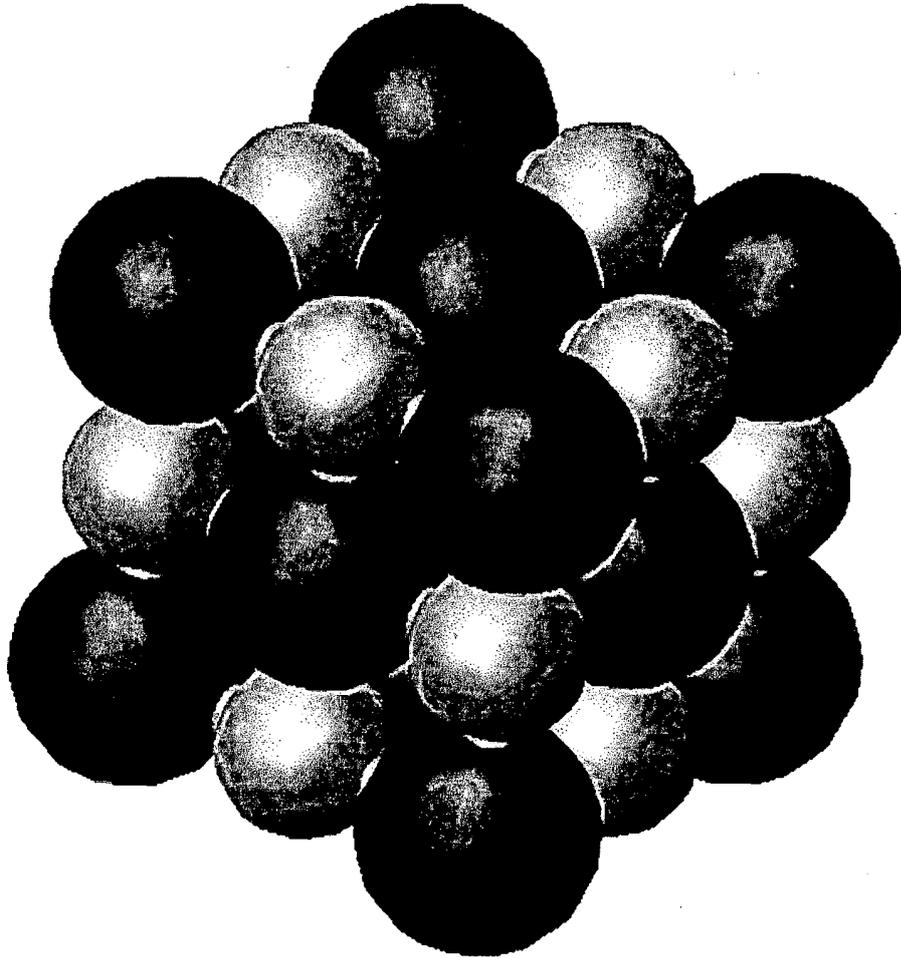


FIGURA 12

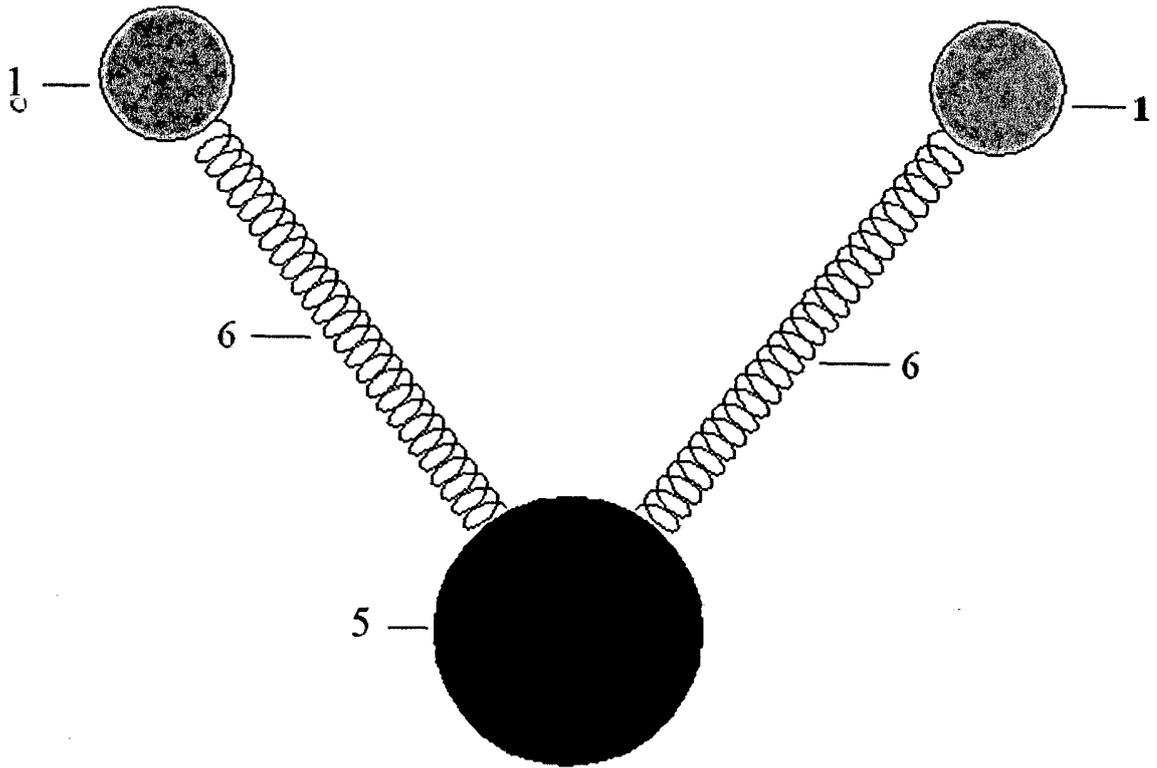


FIGURA 13

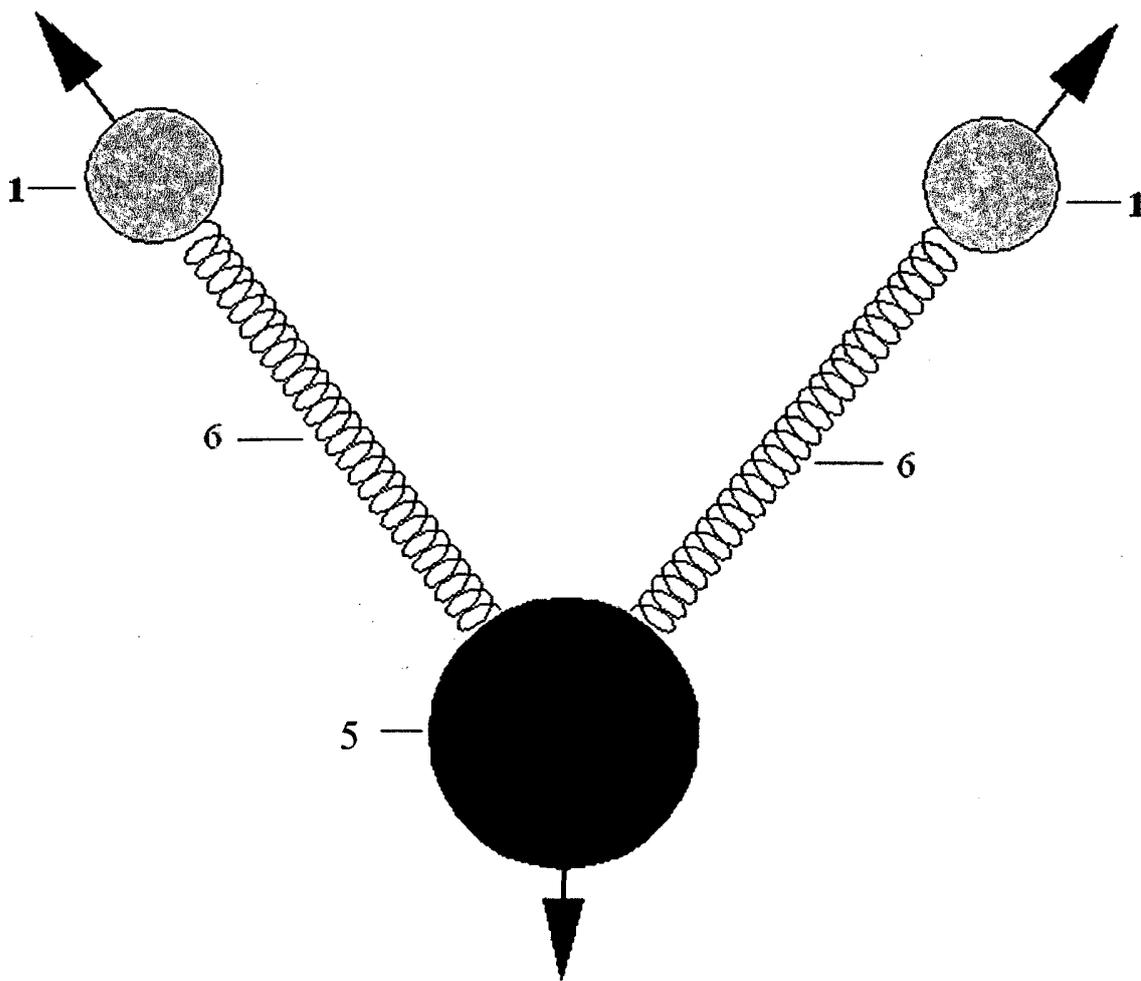


FIGURA 14

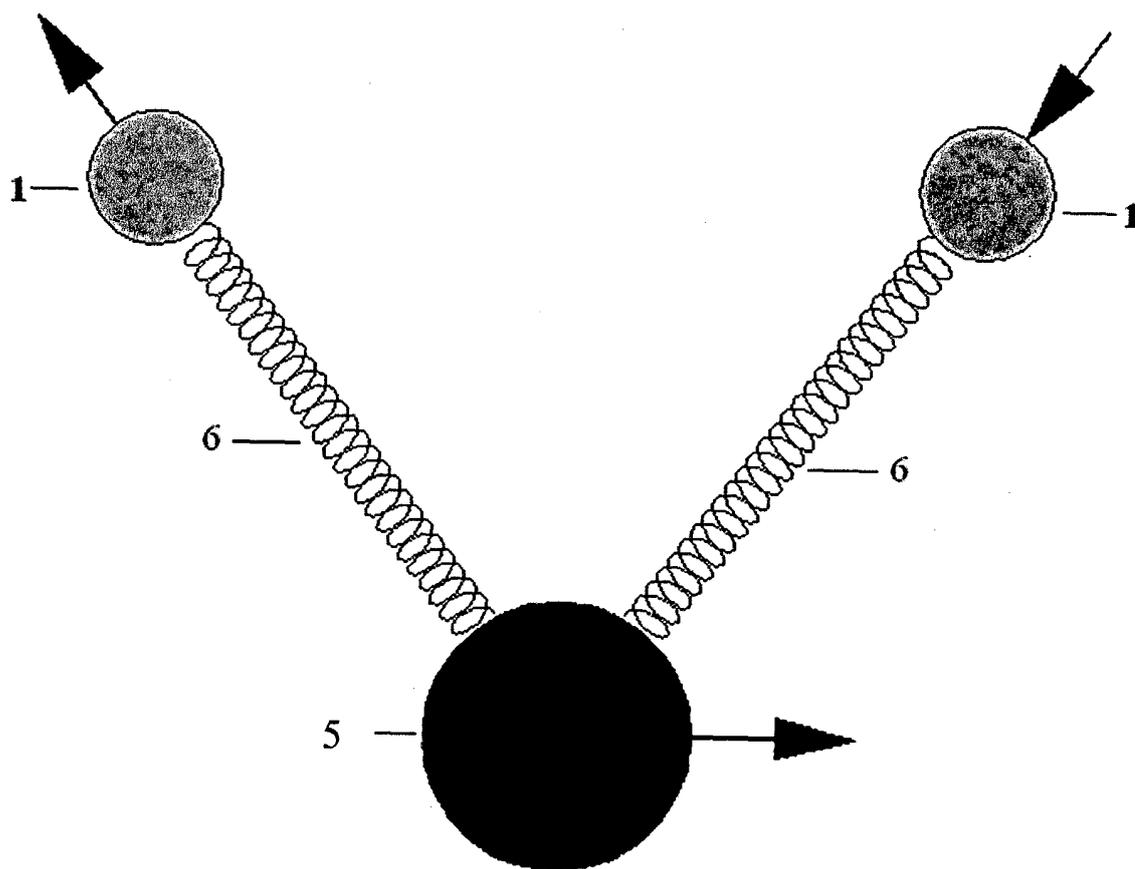


FIGURA 15

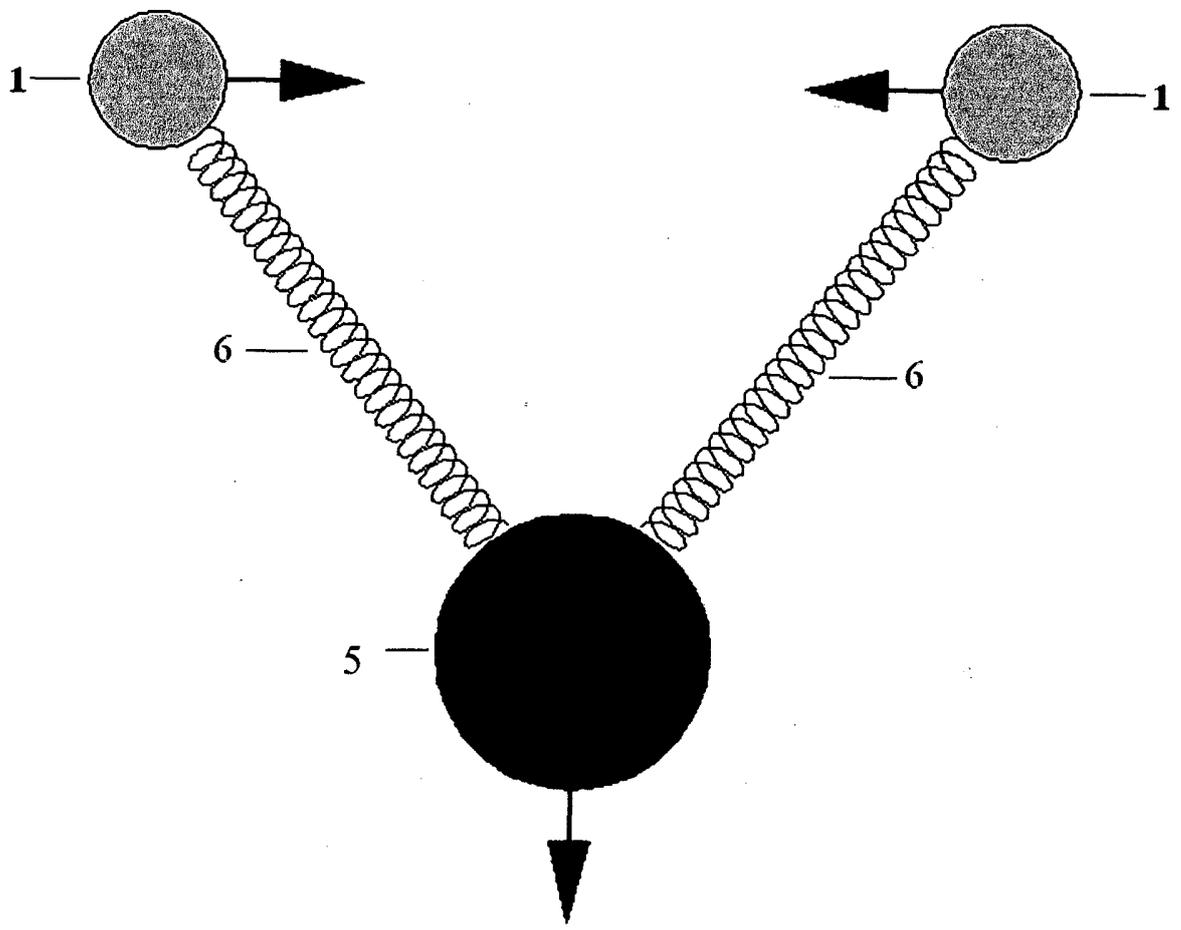


FIGURA 16

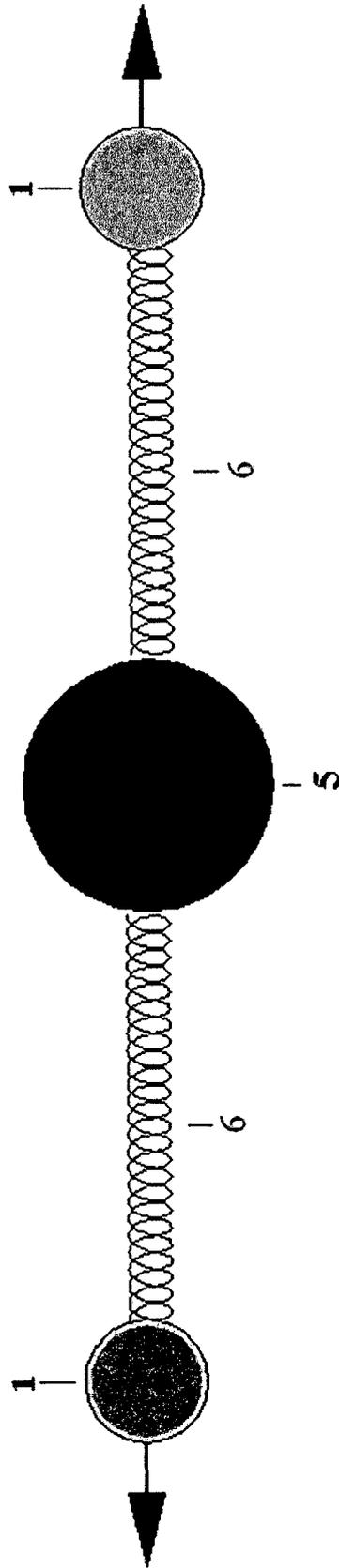


FIGURA 18

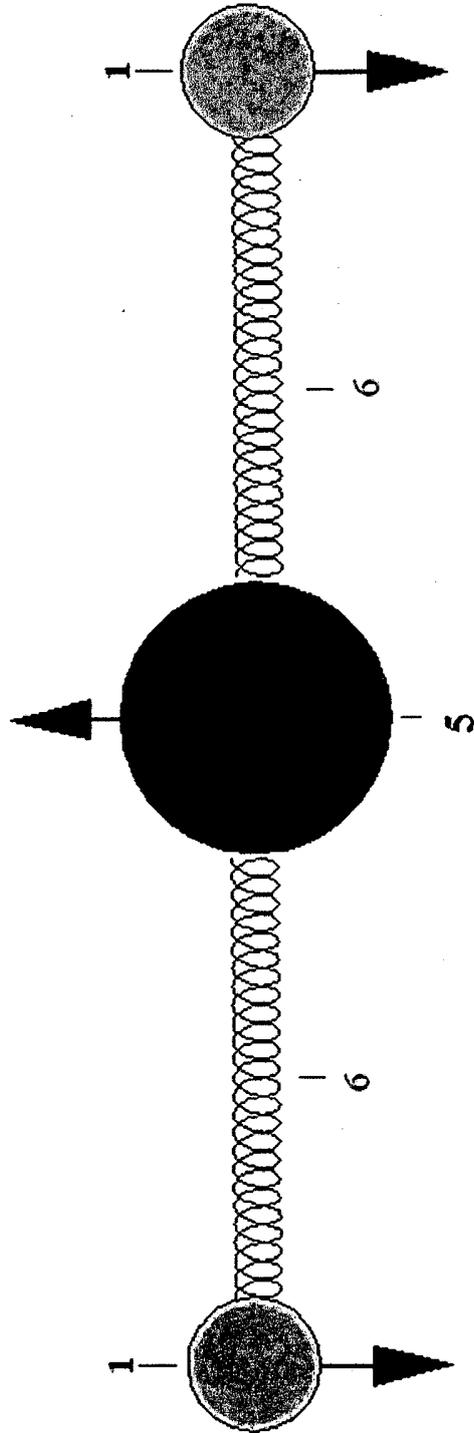


FIGURA 19

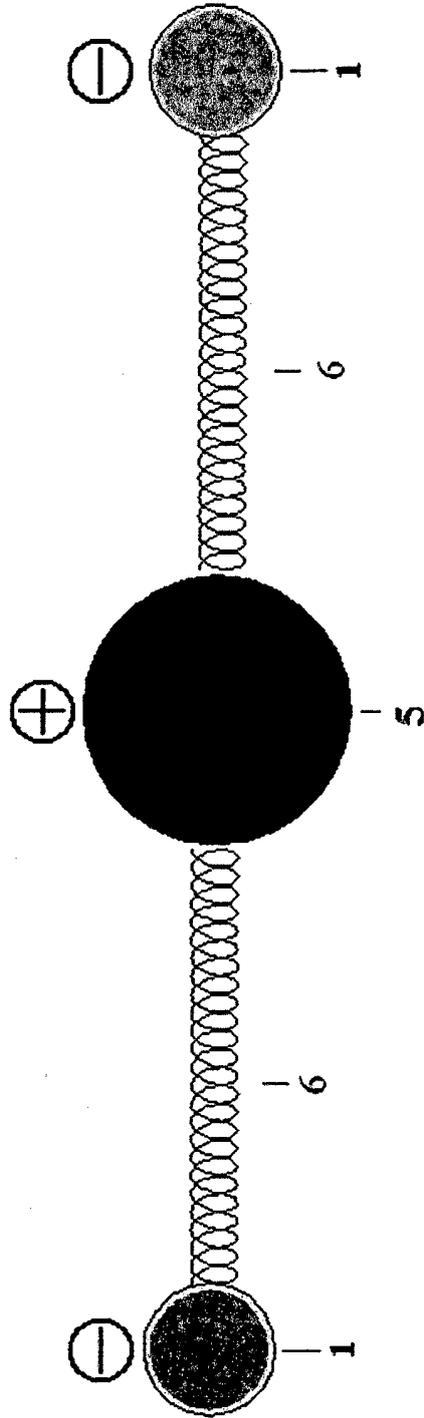


FIGURA 20

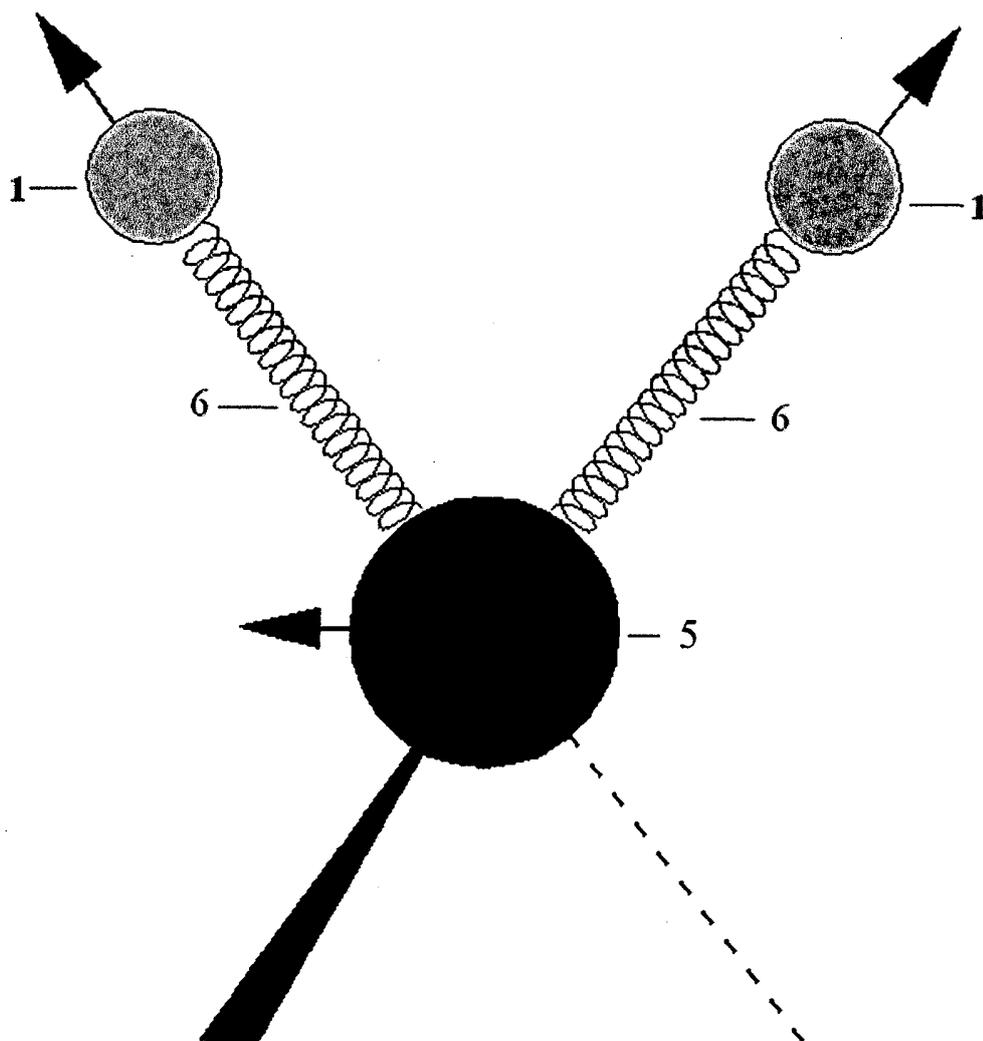


FIGURA 21

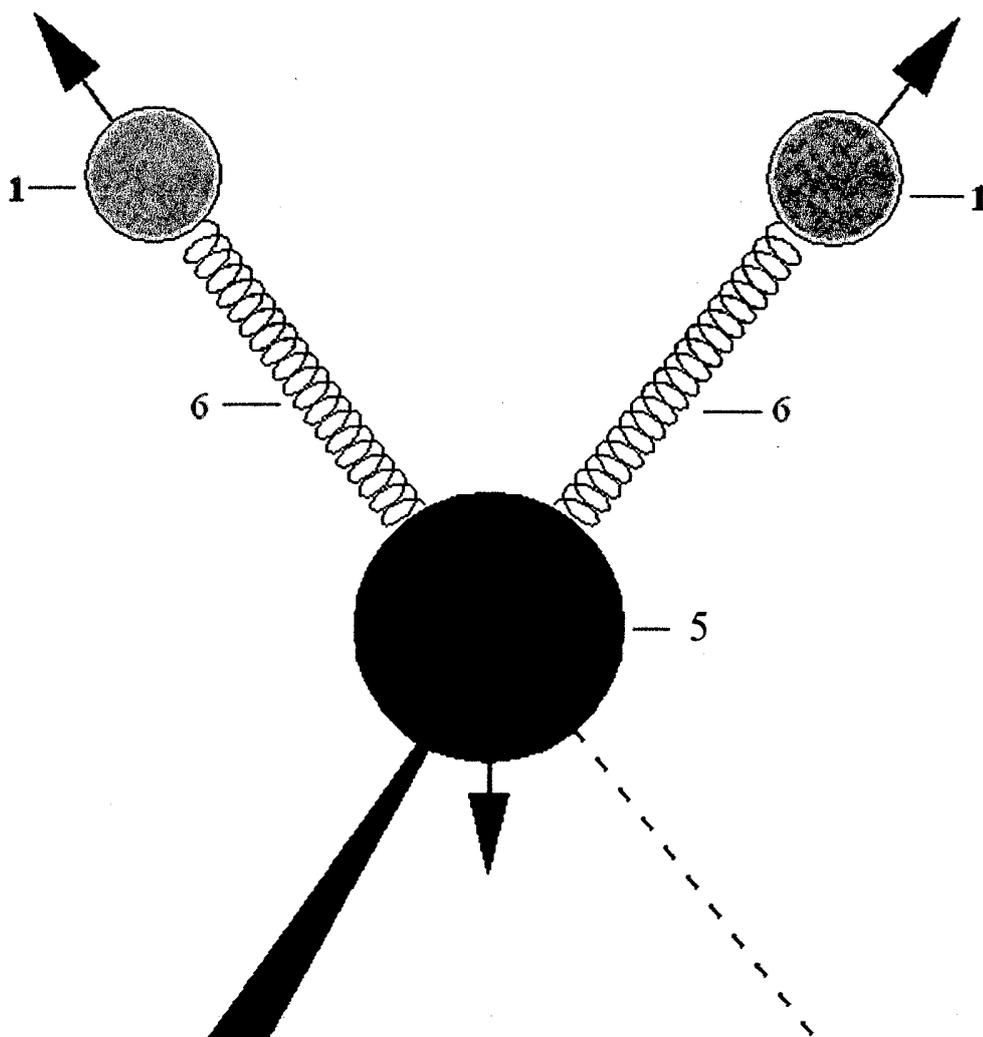


FIGURA 22

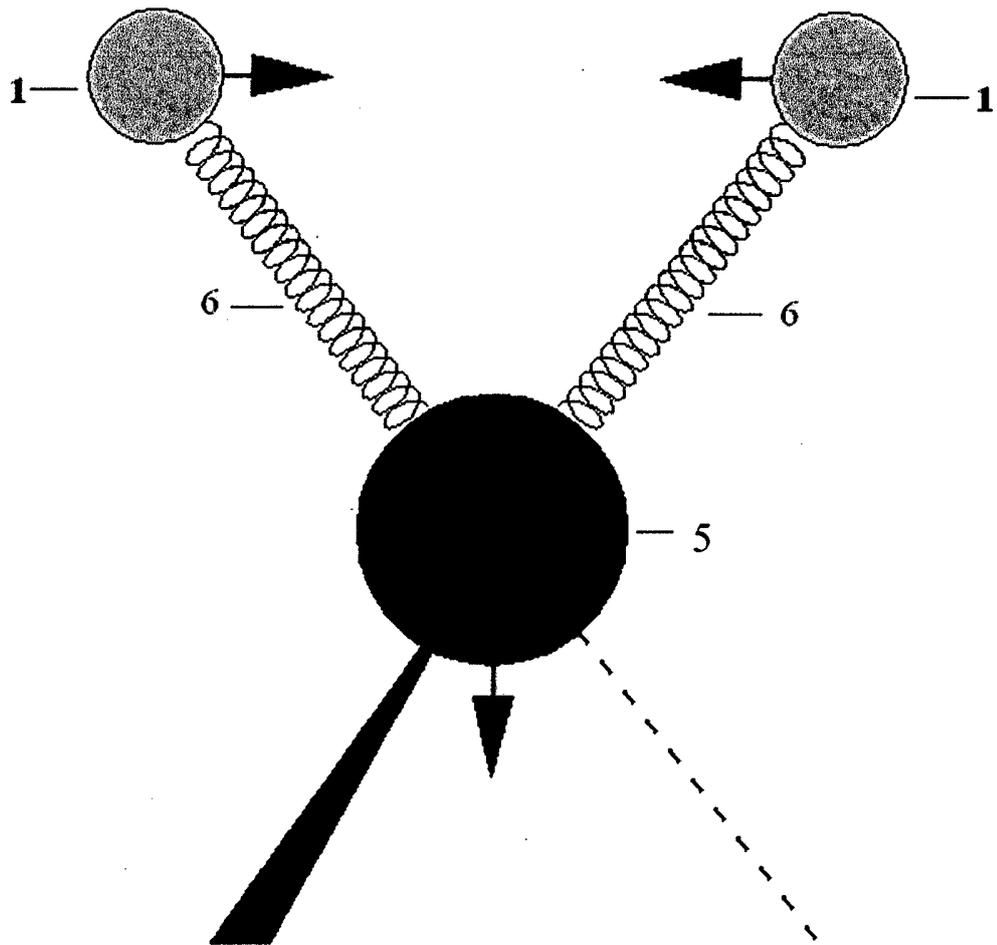


FIGURA 23

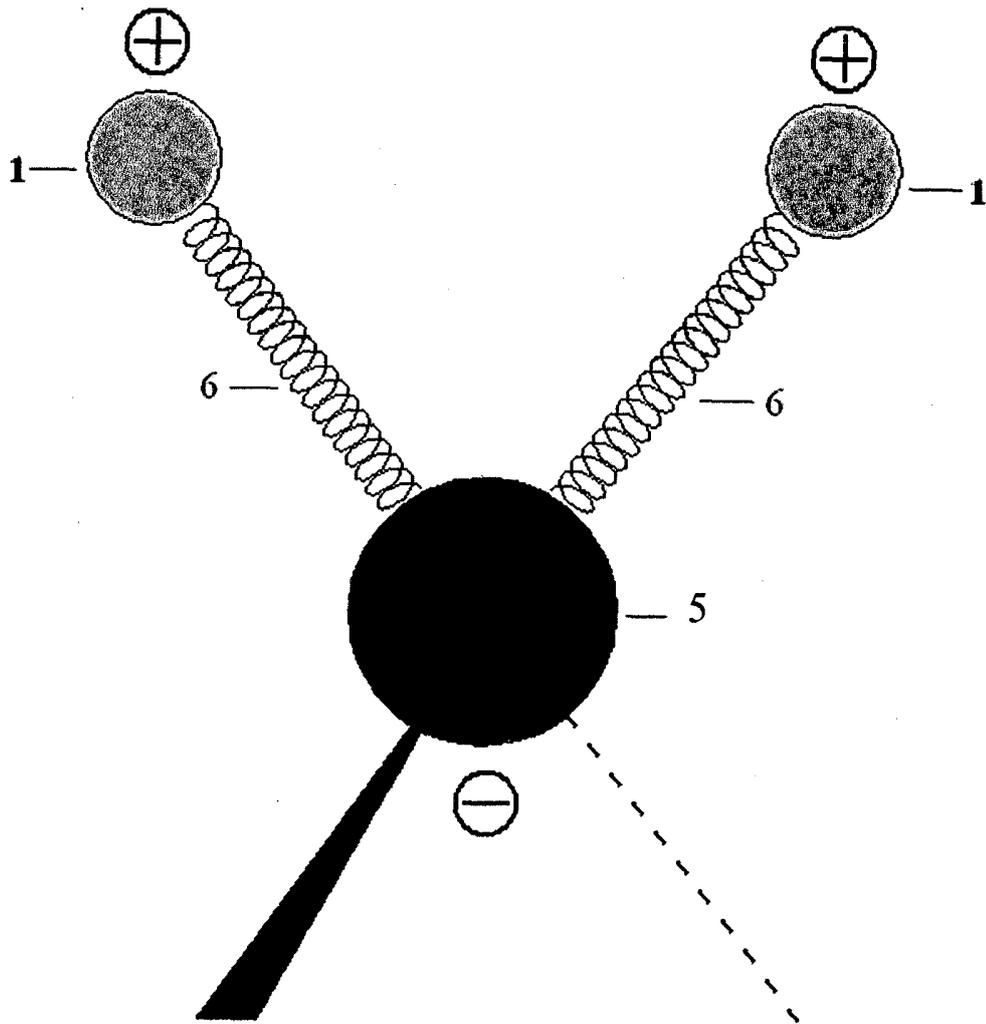


FIGURA 24

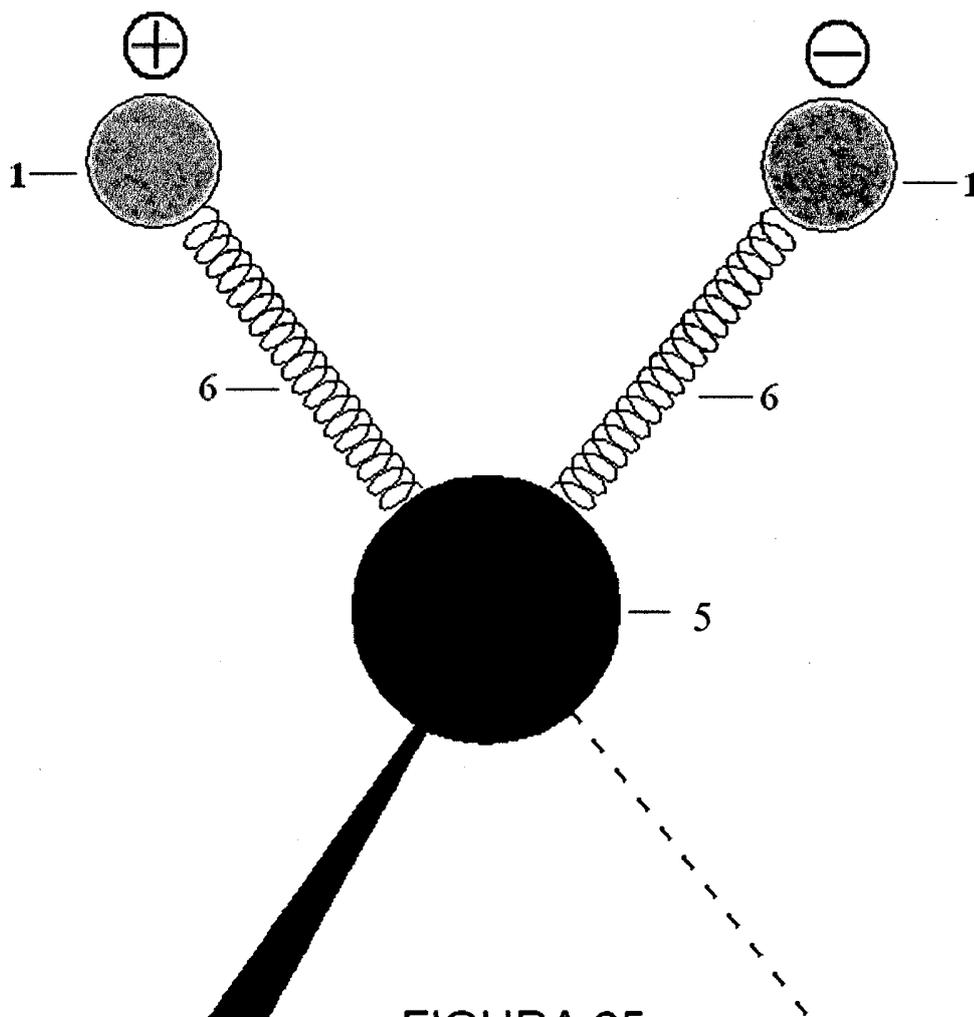


FIGURA 25

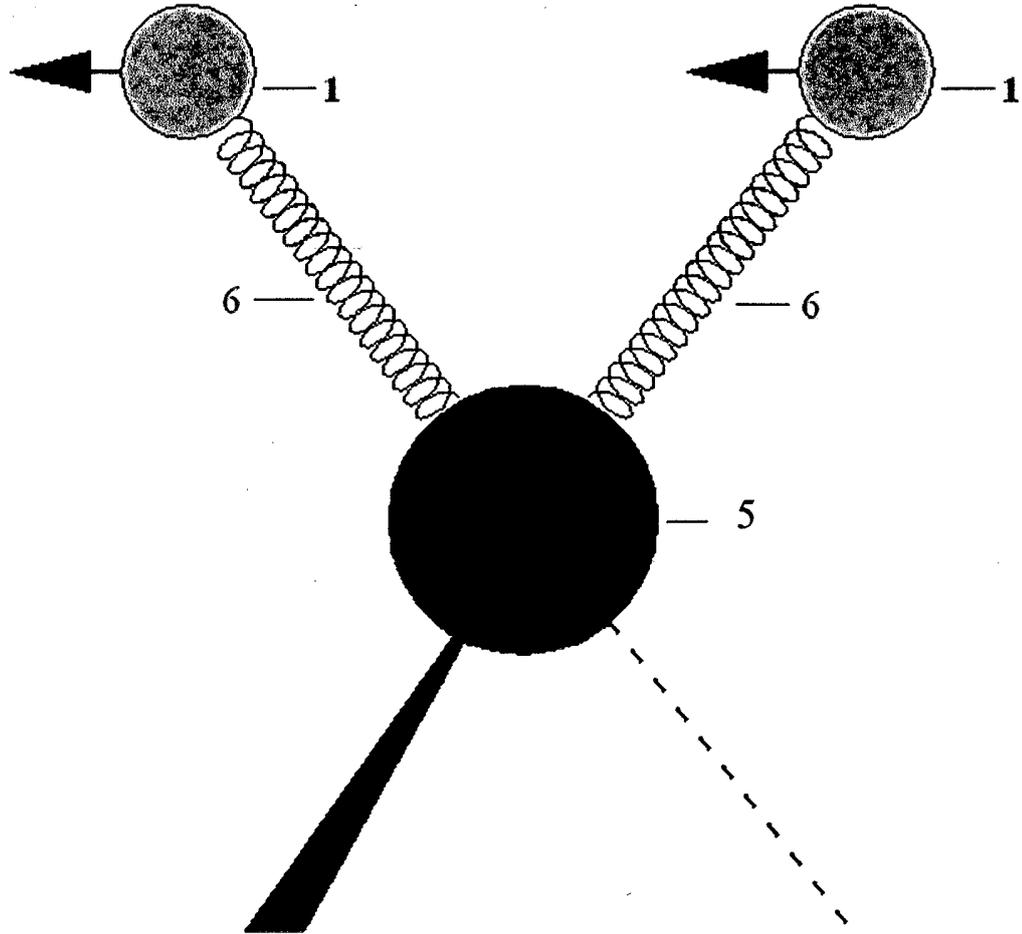


FIGURA 26

RESUMO

DISPOSITIVO PARA O ENSINO DA QUÍMICA

É descrito um dispositivo para o ensino da química, que compreende a) um conjunto de modelos atômicos, baseados em toda a tabela periódica, contemplando a escala de massas atômicas, volumes atômicos e demais propriedades periódicas e b) bastões (3,4) para efetuar a ligação dos modelos de a), de maneira a formar estruturas químicas aceitas pela IUPAC, o conjunto de modelos e bastões de ligação sendo utilizado em combinação com uma balança para pesagem dos ditos modelos antes e depois das reações químicas. No dispositivo da invenção a relação de massas entre os diferentes modelos, assim como a relação dos diâmetros dos modelos é respeitada e contempla os valores aceitos pela IUPAC. O dispositivo da invenção permite realizar simulações, a nível macroscópico, de conceitos químicos como espectroscopia vibracional, relação de massas entre átomos, massa molar, balanceamento das equações químicas, leis ponderais das reações químicas, cálculo estequiométrico, fórmula mínima molecular e percentual, equilíbrio químico, grau de ionização de eletrólitos fortes, fracos e de não eletrólitos, e concentração de soluções.