



Olimpíadas de Química

Olimpíadas de Química

8 de março 2014 (Semifinal)

Pergunta	I	II	III	Total
Classificação	30	40	30	100

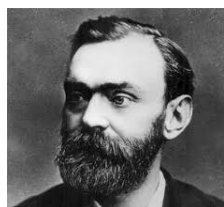
Pergunta I

1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
3	5	5	4	4	3	3	3

Pergunta II

1)	2)	3a)	3b)	4a)	4b)	5a)	5b)
5	5	4	3	4	10	4	5

**Nota: Apresente todos os cálculos que efetuar.
Não pode utilizar calculadoras gráficas ou alfanuméricas**



Alfred Nobel, químico sueco que inventou a dinamite, deixou grande parte da sua fortuna para criar cinco prémios a atribuir a pessoas que se distinguiram por feitos ou trabalhos relevantes nas áreas da Química, Física, Medicina, Literatura e da Paz. Em 10 de dezembro de 1901, cinco anos após a morte de Alfred Nobel, foram atribuídos os primeiros cinco prémios e desde então têm sido atribuídos praticamente todos os anos. Nem sempre são atribuídos prémios em todas as áreas e durante a Segunda Guerra Mundial não foram atribuídos quaisquer prémios. Portugal teve dois laureados com o prémio Nobel, José Saramago (em 1998 Nobel da Literatura) e António Egas Moniz (em 1949 Nobel da Medicina)

I

Em 2010, Akira Suzuki, Ei-ichi Negishi e Richard F. Heck, receberam o prémio Nobel da Química pela aplicação de compostos de paládio como catalisadores em síntese orgânica.

Isótopos estáveis do paládio (Pd)						
Número atómico (Z)	46	46	46	46	46	46
Número de massa (A)	102	104	105	106	108	110
Abundância relativa	1,020 %	11,14 %	22,33 %	27,33 %	26,46 %	11,72 %
Massa isotópica relativa	101,905609	103,904026	104,905075	105,903475	107,903894	109,905169

1) Represente simbolicamente o isótopo mais abundante do paládio.



2) Indique qual é a constituição atómica do isótopo menos abundante do paládio.

46 prótons
46 eletrões
56 neutrões

3) Um dos catalisadores de paládio mais usados, por ser também dos mais baratos, é o acetato de paládio $[\text{Pd}(\text{OOCCH}_3)_2]$. Indique a constituição atómica do ião de paládio presente neste sal.

Pd²⁺ (devem considerar o mais abundante, caso utilizem outro e a resposta estiver certa só se deve dar 50% da cotação)

**46 prótons
60 neutrões
44 eletrões**

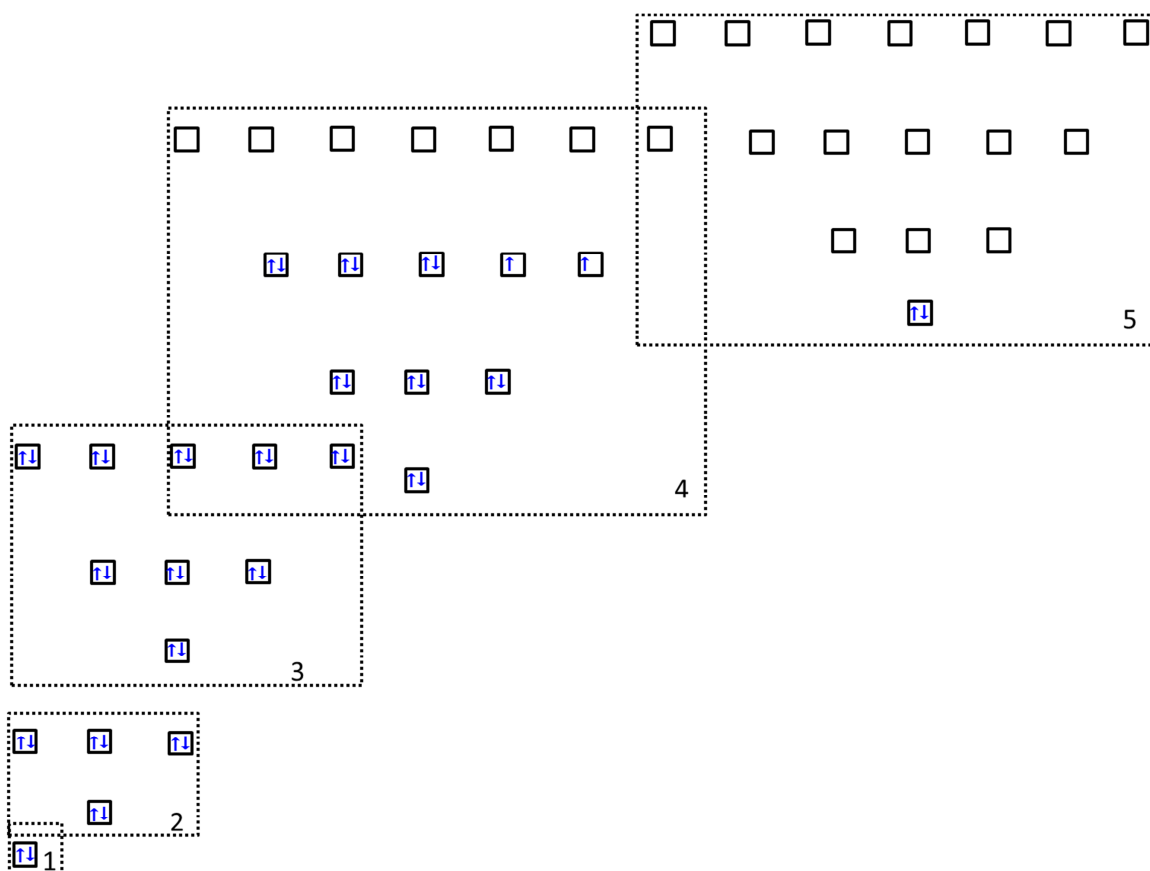
- 4) Calcule a massa atómica relativa do paládio, $A_r(\text{Pd})$. Apresente o resultado com o número de algarismos significativos que achar adequados.

$$A_r(\text{Pd}) = \frac{1,020 \times 101,905609 + 11,14 \times 103,904026 + 22,33 \times 104,905075 + 27,33 \times 105,903475 + 26,46 \times 107,903894 + 11,72 \times 109,90516995}{100}$$

$$\Leftrightarrow A_r(\text{Pd}) = 106,4$$

Dar 50% da cotação se usarem duas casas decimais (106,42)

- 5) Utilize o esquema para representar a configuração eletrónica do átomo de paládio.



Considerando que se trata da aplicação de conhecimentos a novas situações, podemos ser flexíveis na correção.

- 6) Indique os princípios e/ou regras que utilizou para responder à questão anterior.

**Princípio de energia mínima
Princípio da exclusão de Pauli
Regra de Hund**

- 7) Indique a configuração eletrónica do cerne do átomo de paládio.



Considerando que se trata da aplicação de conhecimentos a novas situações, podemos ser flexíveis na correção, mas terá de ser coerente com a resposta dada em 5)

- 8) Escreva a configuração eletrónica de valência do átomo de paládio no estado fundamental.

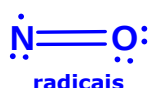


Considerando que se trata da aplicação de conhecimentos a novas situações, podemos ser flexíveis na correção, mas terá de ser coerente com a resposta dada em 5)

II

Em 1998 Ferid Murad, Louis Ignarro e Robert F. Furchgott foram laureados com o prémio Nobel da Medicina, pela descoberta da importância do monóxido de nitrogénio (NO) nos sistemas biológicos. Esta descoberta foi particularmente importante, pois o monóxido de nitrogénio é um gás instável, considerado tóxico e responsável pela destruição da camada de ozono. [Nota: $A_r(O)=15,999$; $A_r(N)=14,006$; $N_A=6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$]

- 1) Escreva a fórmula de estrutura de Lewis do monóxido de nitrogénio. Indique a designação usual para este tipo de espécies químicas.



- 2) Sabendo que a massa de monóxido de nitrogénio existente por metro cúbico (m^3) de ar estratosférico é $1,6 \times 10^{-7} \text{ kg}$, calcule o número correspondente de moléculas de monóxido de nitrogénio.

$$M_r(\text{NO}) = 15,999 + 14,006 = 30,005 \text{ g/mol}$$

$$1,6 \times 10^{-7} \text{ kg} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$30,005 / 6,022 \times 10^{23} = 1,6 \times 10^{-4} / y \Leftrightarrow y = 3,2 \times 10^{18}$$

- 3) Sabendo que o monóxido de nitrogénio reage com o ozono produzindo oxigénio molecular e dióxido de nitrogénio:
- (a) Escreva a equação química que traduz esta reação de destruição do ozono estratosférico.



- (b) Calcule a quantidade de ozono que é destruído pelo monóxido de nitrogénio existente num m^3 de ar estratosférico.

$$1,6 \times 10^{-4} \text{ g} \Leftrightarrow 5,3 \times 10^{-6} \text{ mol de NO}$$

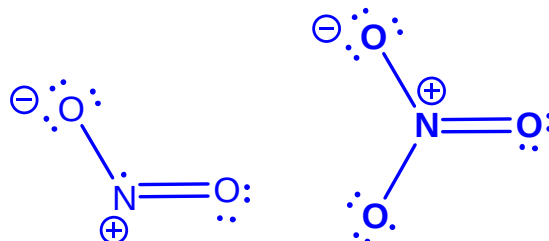
$$1 \text{ mol de NO reage com 1 mol de O}_3 \text{ então num m}^3 \text{ temos } 5,3 \times 10^{-6} \text{ mol de O}_3$$

- 4) Na atmosfera existem outros óxidos de nitrogénio, o dióxido (NO_2) e o trióxido (NO_3) de nitrogénio.
- (a) Escreva a equação química que traduz a produção de trióxido de nitrogénio a partir do dióxido de nitrogénio e de ozono.



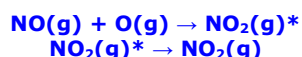
Esta é a mais usual nos manuais, podem ser aceites outras desde que quimicamente acertadas

- (b) Escreva as fórmulas de estrutura do dióxido de nitrogénio e do trióxido de nitrogénio.



- 5) Nas viagens espaciais, os astronautas americanos comentam que há um brilho laranja na cauda do vaivém e os cientistas acham que este brilho resulta da reação de átomos de oxigénio com monóxido de nitrogénio que origina dióxido de nitrogénio excitado (NO_2^*). Esta espécie excitada quando regressa ao estado fundamental emite fotões com comprimentos de onda na zona do laranja (frequências entre $5,1 \times 10^{14}$ a $4,9 \times 10^{14}$ Hz). Dois outros laureados com o prémio Nobel da Física, Max Planck (em 1918) e Albert Einstein (em 1921) relacionaram a energia de um fotão com a frequência da radiação. Em homenagem a Max Planck a constante de proporcionalidade tem o seu nome (constante de Planck $h = 6,6260693 \times 10^{-34}$ J.s).

- (a) Escreva as equações químicas que traduzem as transformações descritas.



Devem escrever as duas, pois são pedidas as equações. Só uma implica descontar

- (b) Calcule os correspondentes valores de energia libertada por mole de NO_2 que regressa ao estado fundamental.

$E = h\nu$ (há alguns manuais que têm hf)

$$E = h\nu = 5,1 \times 10^{14} \times 6,6260693 \times 10^{-34} \times 6,02 \times 10^{23} = 204 \text{ kJ/mol}$$

$$E = h\nu = 4,9 \times 10^{14} \times 6,6260693 \times 10^{-34} \times 6,02 \times 10^{23} = 196 \text{ kJ/mol}$$

III

A entrega dos prémios Nobel iniciou-se em 1901, tendo o da Química sido atribuído, até agora, 105 vezes. O primeiro ano em que não foi atribuído foi em 1916 e isto repetiu-se por mais **(1)** anos, três dos quais em consequência da Segunda Guerra Mundial. Ao longo destes anos foram atribuídos prémios a **(2)** cientistas pelo seu contributo no desenvolvimento da Química. Embora o número mais correto seja 165, pois há um cientista que recebeu o prémio em dois anos diferentes (Frederick Sanger, em 1958 e 1980).

O primeiro laureado com o prémio Nobel da Química foi Jacobus H. van't Hoff, que recebeu o prémio em 1901 pela descoberta da dinâmica e da **(7)** osmótica das **(3)**. A primeira mulher a receber um prémio Nobel foi Marie Curie-Sklodowska. Em 1903 recebeu o prémio Nobel da **(6)**. Mais tarde, em 1911, recebeu o prémio Nobel da Química pela descoberta do **(4)** e do **(5)**. É interessante verificar que a sua filha, Irène Joliot-Curie, também recebeu o prémio Nobel da Química em 1935, pelo seu trabalho na síntese de novos elementos **(8)**. Com o prémio Nobel da Química foram distinguidas mais duas mulheres, Dorothy C. Hodgkin, em 1964, pela utilização de raios-X na determinação de estruturas de **(9)**

biológicas importantes, como a **(10)** B₁₂, e Ada E. Yonath, em 2009, pela determinação da **(11)** e funções dos ribossomas.

Fritz Haber, um dos proponentes do ciclo Born-Haber, recebeu o prémio Nobel da Química em 1918, pelo seu trabalho na síntese do amoníaco a partir dos elementos **(12)** e **(13)**.

Frederick Soddy e Francis W. Aston receberam o Nobel da Química, respetivamente em 1921 e 1922 pela investigação sobre **(14)** radioativos e não radioativos.

A descoberta de muitos outros elementos químicos e nalguns casos a indicação da sua localização na **(15)** garantiram o prémio Nobel da Química a outros cientistas, como seja Henri Moissan em 1906 pelo isolamento do halogéneo mais leve **(16)**, Harold Urey em 1934 pela descoberta do **(17)**, também conhecido por hidrogénio pesado e Sir William Ramsay em 1904, pela descoberta dos gases **(18)**. Outros cientistas estudaram compostos naturais, como a **(19)** pigmento das plantas, o que lhes valeu o prémio Nobel. São os casos de Richard Willstätter em 1915 e Hans Fischer em 1930. Uma outra curiosidade interessante é o facto de Hans Fischer ter sido aluno de doutoramento de H. Emil Fischer, laureado com o prémio Nobel da Química em 1902, pelo seu extraordinário trabalho na determinação estrutural de monossacarídeos, como por exemplo a **(20)**, o monossacarídeo constituinte do amido. Arthur Harden e Hans von Euler-Chelpin também trabalharam com hidratos de carbono, e receberam o prémio Nobel em 1929 pelo estudo da fermentação dos açúcares e também pelo estudo de **(21)**, compostos muito importantes na catálise de transformações nos organismos vivos. Um outro trabalho importante com biomoléculas foi a determinação estrutural de proteínas, feita por Frederick Sanger, destacando-se a determinação da estrutura da **(22)** uma proteína muito conhecida pela sua relação com a doença diabetes. Por este trabalho Sanger recebeu o prémio em 1958.

Quatro anos antes, em 1954, Linus Pauling recebeu o prémio Nobel da Química pelo seu estudo sobre a natureza das ligações químicas, como por exemplo **(23)** e **(24)**, e a sua aplicação na elucidação estrutural. Dez anos antes Otto Hahn (1944) tinha recebido o prémio Nobel pela descoberta da fissão **(25)**.

Outros estudos relacionados com elucidações estruturais foram os de Robert S. Mulliken, que em 1966 recebeu o prémio pelo desenvolvimento da teoria das **(26)** moleculares, e de Gerhard Herzberg, que recebeu o prémio em 1971, pelo estudo que desenvolveu sobre a geometria de moléculas, em particular de **(27)** livres.

De entre os muitos outros trabalhos que valeram o prémio Nobel da **(28)** e que poderiam ser referidos vamos salientar mais dois, o de Richard A. Zsigmondy com o estudo de dispersões heterogéneas, como as **(29)** e que lhe valeu o prémio em 1925, e mais recentemente, mas ainda no século passado, o trabalho sobre a formação e decomposição do **(30)**, que valeu a Paul J. Crutzen, Mario J. Molina e Frank S. Rowland o prémio Nobel em 1995.

1 ponto cada palavra

