



**CPF/PASSAPORTE:** \_\_\_\_\_

**PROCESSO DE SELEÇÃO E ADMISSÃO AO CURSO DE  
MESTRADO EM QUÍMICA APLICADA  
PARA O SEMESTRE 2020/1  
EDITAL PPGQ Nº 001/2020**

**Prova Escrita**

**Instruções:**

- 1) O candidato deverá identificar-se apenas com o número de seu CPF (brasileiros/estrangeiros) ou passaporte (estrangeiros) no local indicado do caderno de questões, bem como nas folhas pautadas. Não poderá haver qualquer outra identificação do candidato, sob pena de sua desclassificação.
- 2) As respostas devem estar exclusivamente nas folhas pautadas, escritas com caneta esferográfica preta ou azul, sob pena de não serem corrigidas.
- 3) É permitido o uso de calculadora científica não gráfica.
- 4) Todas as questões terão o mesmo valor. Em caso de anulação de alguma questão, a pontuação correspondente será distribuída igualmente entre as demais questões.
- 5) O candidato poderá destacar e levar consigo a última folha desse caderno de questões, denominada rascunho. Não é permitida a remoção de qualquer outra folha do caderno de questões sob pena de desclassificação.
- 6) O período de realização das provas é de 4 horas. O candidato deverá devolver o caderno de questões ao término da prova

**CPF/PASSAPORTE:** \_\_\_\_\_

**Questão 1)** A fórmula empírica de um composto pode ser determinada se a composição percentual deste for conhecida, sendo que os dados da composição percentual podem vir de uma análise por combustão. Nessa técnica, cada elemento no composto combina-se com oxigênio para produzir o óxido correspondente, conforme ilustrado na imagem a seguir.

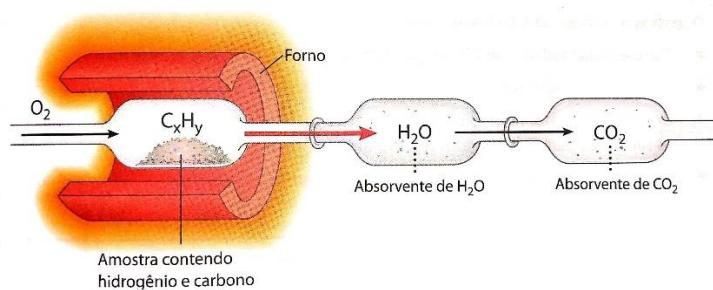


Figura 1. Análise por combustão de um hidrocarboneto.

Quando 1,125 g de um hidrocarboneto líquido,  $C_xH_y$ , foi queimado em um aparelho como o mostrado na Figura acima, 3,447 g de  $CO_2$  e 1,647 g de  $H_2O$  foram produzidos. Em um experimento separado, determinou-se que a massa molar do composto é 86,2 g  $mol^{-1}$ . Determine as fórmulas empírica e molecular para o hidrocarboneto desconhecido,  $C_xH_y$ . Apresente seus cálculos.



**CPF/PASSAPORTE:** \_\_\_\_\_

**Questão 2)** O principal fator quando se consideram substâncias como combustíveis é a quantidade de energia que eles podem fornecer. No entanto, uma reação de combustão altamente exotérmica não é o único fator. Um veículo tem de transportar o combustível que se utiliza, e, assim, parte da energia será consumida no transporte do combustível bem como do veículo.

Esse consumo de energia depende da massa de combustível transportada. Por essa razão, um bom combustível precisa fornecer alta energia por unidade de massa, isto é, ele tem que ter uma *alta densidade de energia*. Os valores de entalpia de combustão para alguns combustíveis são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Valores da variação da entalpia de combustão para diferentes combustíveis.

	<b>Composição típica</b>	<b>Massa molar (g mol<sup>-1</sup>)</b>	<b>Δ<sub>c</sub>H (kJ mol<sup>-1</sup>)</b>
Gasolina	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> *	114	-5470
Óleo diesel	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> *	282	-8090
Gás natural	CH <sub>4</sub>	16	-890
Hidrogênio	H <sub>2</sub>	2	-286
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	32	-726
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	-1367
MTBE**	CH <sub>3</sub> OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	88	-3369

\*Gasolina e óleo diesel são misturas complexas de hidrocarbonetos. Em média, suas propriedades se assemelham às do C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> e C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>, respectivamente.

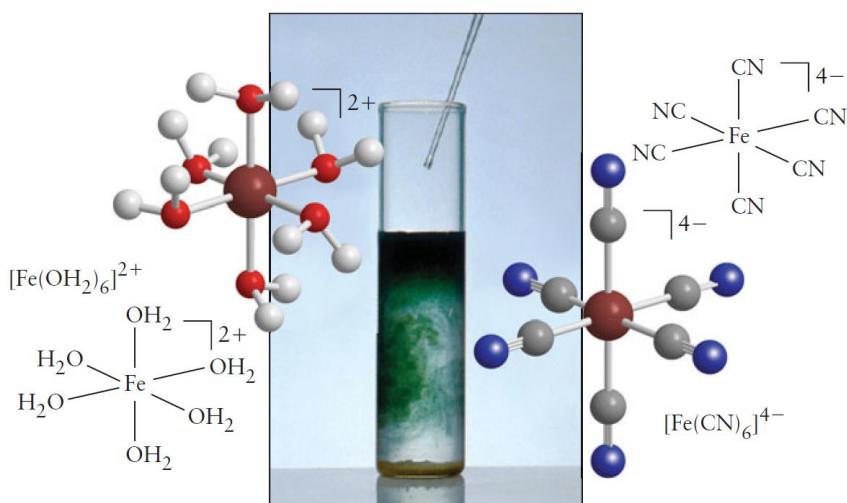
\*\*Metil *terc*-butil éter. É adicionado à gasolina para melhorar suas propriedades de ignição.

Com base no exposto acima, responda:

- Para cada composto, calcule sua densidade de energia. Sugira por que o ônibus espacial emprega hidrogênio como sua principal fonte de combustível.
- Os carros de corrida de Fórmula 1 utilizam gasolina como combustível. Nos EUA, os “carros da Indy” usam metanol. Supondo que os motores tenham desempenho igual, quais são mais eficientes em combustível: carros de Fórmula 1 ou carros da Indy?
- Compare a densidade de energia da gasolina que contém 10% de MTBE (em massa) com a densidade de energia da gasolina pura. Comente sua resposta considerando dados quantitativos.

**CPF/PASSAPORTE:** \_\_\_\_\_

**Questão 3)** Quando cianeto de potássio é adicionado a uma solução de sulfato de ferro(II) hexahidratado (praticamente incolor), os íons cianeto substituem as moléculas de água ligadas covalentemente ao centro metálico de ferro(II) produzindo um novo complexo (de coloração escura). A figura a seguir ilustra este processo.



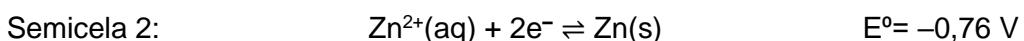
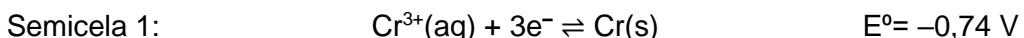
Com base nestas informações responda:

- Para o complexo  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ , qual o número de oxidação do centro metálico? Qual o nome IUPAC deste composto? Qual sua geometria?
- Escreva a reação química completa e devidamente balanceada envolvida no texto acima.
- Considerando a teoria do campo cristalino (TCC) qual composto,  $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$  ou  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  terão maior desdobramento de campo ( $\Delta_0$ )? Explique.
- Desenhe diagramas de energia segundo a TCC indicando quais destes dois compostos citados no item anterior são paramagnéticos ou quais são diamagnéticos. Explique.



**CPF/PASSAPORTE:** \_\_\_\_\_

**Questão 4)** Processos eletroquímicos são muito presentes no nosso cotidiano, tanto que um desses processos, a invenção e aperfeiçoamento das baterias de íons lítio, foi premiado no ano passado com o prêmio Nobel de Química. Agora suponha que você dispõe de duas semicelas, que consistem de uma barra de cromo metálico imersa em uma solução  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  de íons  $\text{Cr}^{3+}$  (semicela 1) e de uma barra de zinco metálico imersa em solução  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  de íons  $\text{Zn}^{2+}$  (semicela 2). O potencial medido frente a um eletrodo padrão de hidrogênio para cada semicela é:



- Use as semicelas 1 e 2 para montar uma pilha, de forma que a reação seja espontânea, escrevendo a reação global.
- Responda quem é o catodo e quem é o anodo dessa pilha.
- Indique qual é o fluxo dos elétrons.
- Qual o valor do potencial dessa pilha nas condições descritas acima?
- Qual é a energia livre dessa reação ( $\Delta G_r$ )?
- Suponha que agora o aparato é o mesmo daquele montado anteriormente, mas as concentrações das soluções não são  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ . Você sabe que a solução de íons  $\text{Zn}^{2+}$  tem concentração de  $0,010 \text{ mol L}^{-1}$  e a variação do potencial medido em relação ao anteriormente calculado foi de  $+0,04 \text{ V}$ . Qual deve ser a concentração da solução de íons  $\text{Cr}^{3+}$  desse novo sistema?

Considere  $T = 25^\circ\text{C}$  e  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ . Mostre todos os seus cálculos.



CPF/PASSAPORTE: \_\_\_\_\_

**Tabela Periódica dos Elementos**

<b>1</b> H 1,01																<b>18</b> He 4,00	
<b>3</b> Li 6,94	<b>4</b> Be 9,01																
<b>11</b> Na 23,0	<b>12</b> Mg 24,3	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	
<b>19</b> K 39,1	<b>20</b> Ca 40,1	<b>21</b> Sc 45,0	<b>22</b> Ti 47,9	<b>23</b> V 50,9	<b>24</b> Cr 52,0	<b>25</b> Mn 54,9	<b>26</b> Fe 55,8	<b>27</b> Co 58,9	<b>28</b> Ni 58,7	<b>29</b> Cu 63,5	<b>30</b> Zn 65,4	<b>31</b> Ga 69,7	<b>32</b> Ge 72,6	<b>33</b> As 74,9	<b>34</b> Se 79,0	<b>35</b> Br 79,9	<b>36</b> Kr 83,8
<b>37</b> Rb 85,5	<b>38</b> Sr 87,6	<b>39</b> Y 88,9	<b>40</b> Zr 91,2	<b>41</b> Nb 92,9	<b>42</b> Mo (98)	<b>43</b> Tc 101	<b>44</b> Ru 103	<b>45</b> Rh 106	<b>46</b> Pd 108	<b>47</b> Ag 112	<b>48</b> Cd 115	<b>49</b> In 119	<b>50</b> Sn 122	<b>51</b> Sb 128	<b>52</b> Te 127	<b>53</b> I 131	<b>54</b> Xe
<b>55</b> Cs 133	<b>56</b> Ba 137	<b>57-71</b> Série dos Lantânidios (99)	<b>72</b> Hf 178	<b>73</b> Ta 181	<b>74</b> W 184	<b>75</b> Re 186	<b>76</b> Os 190	<b>77</b> Ir 192	<b>78</b> Pt 195	<b>79</b> Au 197	<b>80</b> Hg 201	<b>81</b> Tl 204	<b>82</b> Pb 207	<b>83</b> Bi 209	<b>84</b> Po (209)	<b>85</b> At (210)	<b>86</b> Rn (222)
<b>87</b> Fr (223)	<b>88</b> Ra (226)	<b>89-103</b> Série dos Actinídeos (261)	<b>104</b> Rf (262)	<b>105</b> Db (266)	<b>106</b> Sg (264)	<b>107</b> Bh (277)	<b>108</b> Hs (268)	<b>109</b> Mt (271)	<b>110</b> Ds (272)	<b>111</b> Rg							
Série dos Lantânidios																	
<b>57</b> La 139	<b>58</b> Ce 140	<b>59</b> Pr 141	<b>60</b> Nd (145)	<b>61</b> Pm 150	<b>62</b> Sm 152	<b>63</b> Eu 157	<b>64</b> Gd 159	<b>65</b> Tb 163	<b>66</b> Dy 165	<b>67</b> Ho 167	<b>68</b> Er 169	<b>69</b> Tm 173	<b>70</b> Yb 175	<b>71</b> Lu			
Série dos Actinídeos																	
<b>89</b> Ac (227)	<b>90</b> Th 232	<b>91</b> Pa 231	<b>92</b> U (237)	<b>93</b> Np (244)	<b>94</b> Pu (243)	<b>95</b> Am (247)	<b>96</b> Cm (247)	<b>97</b> Bk (247)	<b>98</b> Cf (251)	<b>99</b> Es (252)	<b>100</b> Fm (257)	<b>101</b> Md (258)	<b>102</b> No (259)	<b>103</b> Lr (262)			

( ) = n.º de massa do  
isótopo mais estável

(IUPAC, 22/06/2007)