

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2024**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

**Entrelinha 1,5**

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

17 Páginas

## VERSÃO 1

A prova inclui 15 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

## TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

## FORMULÁRIO

### • Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

### • Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

com  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  expresso em  $\text{mol dm}^{-3}$

### • Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p \qquad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum_i W_i = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

### • Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

### • Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

<b>1</b>	<b>2</b>	<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>18</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b> <b>He</b> 4,00	<b>3</b> <b>Li</b> 6,94	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01	Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa		<b>11</b> <b>Na</b> 22,99	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,31	<b>13</b> <b>Al</b> 26,98	<b>14</b> <b>Si</b> 28,09	<b>15</b> <b>P</b> 30,97	<b>16</b> <b>S</b> 32,06	<b>17</b> <b>Cl</b> 35,45	<b>18</b> <b>Ar</b> 39,95	<b>19</b> <b>K</b> 39,10	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08	<b>21</b> <b>Sc</b> 44,96	<b>22</b> <b>Ti</b> 47,87	<b>23</b> <b>V</b> 50,94	<b>24</b> <b>Cr</b> 52,00	<b>25</b> <b>Mn</b> 54,94	<b>26</b> <b>Fe</b> 55,85	<b>27</b> <b>Co</b> 58,93	<b>28</b> <b>Ni</b> 58,69	<b>29</b> <b>Cu</b> 63,55	<b>30</b> <b>Zn</b> 65,38	<b>31</b> <b>Ga</b> 69,72	<b>32</b> <b>Ge</b> 72,63	<b>33</b> <b>As</b> 74,92	<b>34</b> <b>Se</b> 78,97	<b>35</b> <b>Br</b> 79,90	<b>36</b> <b>Kr</b> 83,80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>37</b> <b>Rb</b> 85,47	<b>38</b> <b>Sr</b> 87,62	<b>39</b> <b>Y</b> 88,91	<b>40</b> <b>Zr</b> 91,22	<b>41</b> <b>Nb</b> 92,91	<b>42</b> <b>Mo</b> 95,95	<b>43</b> <b>Tc</b>	<b>44</b> <b>Ru</b> 101,07	<b>45</b> <b>Rh</b> 102,91	<b>46</b> <b>Pd</b> 106,42	<b>47</b> <b>Ag</b> 107,87	<b>48</b> <b>Cd</b> 112,41	<b>49</b> <b>In</b> 114,82	<b>50</b> <b>Sn</b> 118,71	<b>51</b> <b>Sb</b> 121,76	<b>52</b> <b>Te</b> 127,60	<b>53</b> <b>I</b> 126,90	<b>54</b> <b>Xe</b> 131,29	<b>55</b> <b>Cs</b> 132,91	<b>56</b> <b>Ba</b> 137,33	<b>57-71</b> <b>Lantanídeos</b>	<b>72</b> <b>Hf</b> 178,49	<b>73</b> <b>Ta</b> 180,95	<b>74</b> <b>W</b> 183,84	<b>75</b> <b>Re</b> 186,21	<b>76</b> <b>Os</b> 190,23	<b>77</b> <b>Ir</b> 192,22	<b>78</b> <b>Pt</b> 195,08	<b>79</b> <b>Au</b> 196,97	<b>80</b> <b>Hg</b> 200,59	<b>81</b> <b>Tl</b> 204,38	<b>82</b> <b>Pb</b> 207,2	<b>83</b> <b>Bi</b> 208,98	<b>84</b> <b>Po</b>	<b>85</b> <b>At</b>	<b>86</b> <b>Rn</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<b>87</b> <b>Fr</b>	<b>88</b> <b>Ra</b>	<b>89-103</b> <b>Actínídeos</b>	<b>104</b> <b>Rf</b>	<b>105</b> <b>Db</b>	<b>106</b> <b>Sg</b>	<b>107</b> <b>Bh</b>	<b>108</b> <b>Hs</b>	<b>109</b> <b>Mt</b>	<b>110</b> <b>Ds</b>	<b>111</b> <b>Rg</b>	<b>112</b> <b>Cn</b>	<b>113</b> <b>Nh</b>	<b>114</b> <b>Fl</b>	<b>115</b> <b>Mc</b>	<b>116</b> <b>Lv</b>	<b>117</b> <b>Ts</b>	<b>118</b> <b>Og</b>	<b>119</b> <b>Uu</b>	<b>120</b> <b>Uub</b>	<b>121</b> <b>Uut</b>	<b>122</b> <b>Uuq</b>	<b>123</b> <b>Uuq</b>	<b>124</b> <b>Uuq</b>	<b>125</b> <b>Uuq</b>	<b>126</b> <b>Uuq</b>	<b>127</b> <b>Uuq</b>	<b>128</b> <b>Uuq</b>	<b>129</b> <b>Uuq</b>	<b>130</b> <b>Uuq</b>	<b>131</b> <b>Uuq</b>	<b>132</b> <b>Uuq</b>	<b>133</b> <b>Uuq</b>	<b>134</b> <b>Uuq</b>	<b>135</b> <b>Uuq</b>	<b>136</b> <b>Uuq</b>	<b>137</b> <b>Uuq</b>	<b>138</b> <b>Uuq</b>	<b>139</b> <b>Uuq</b>	<b>140</b> <b>Uuq</b>	<b>141</b> <b>Uuq</b>	<b>142</b> <b>Uuq</b>	<b>143</b> <b>Uuq</b>	<b>144</b> <b>Uuq</b>	<b>145</b> <b>Uuq</b>	<b>146</b> <b>Uuq</b>	<b>147</b> <b>Uuq</b>	<b>148</b> <b>Uuq</b>	<b>149</b> <b>Uuq</b>	<b>150</b> <b>Uuq</b>	<b>151</b> <b>Uuq</b>	<b>152</b> <b>Uuq</b>	<b>153</b> <b>Uuq</b>	<b>154</b> <b>Uuq</b>	<b>155</b> <b>Uuq</b>	<b>156</b> <b>Uuq</b>	<b>157</b> <b>Uuq</b>	<b>158</b> <b>Uuq</b>	<b>159</b> <b>Uuq</b>	<b>160</b> <b>Uuq</b>	<b>161</b> <b>Uuq</b>	<b>162</b> <b>Uuq</b>	<b>163</b> <b>Uuq</b>	<b>164</b> <b>Uuq</b>	<b>165</b> <b>Uuq</b>	<b>166</b> <b>Uuq</b>	<b>167</b> <b>Uuq</b>	<b>168</b> <b>Uuq</b>	<b>169</b> <b>Uuq</b>	<b>170</b> <b>Uuq</b>	<b>171</b> <b>Uuq</b>	<b>172</b> <b>Uuq</b>	<b>173</b> <b>Uuq</b>	<b>174</b> <b>Uuq</b>	<b>175</b> <b>Uuq</b>	<b>176</b> <b>Uuq</b>	<b>177</b> <b>Uuq</b>	<b>178</b> <b>Uuq</b>	<b>179</b> <b>Uuq</b>	<b>180</b> <b>Uuq</b>	<b>181</b> <b>Uuq</b>	<b>182</b> <b>Uuq</b>	<b>183</b> <b>Uuq</b>	<b>184</b> <b>Uuq</b>	<b>185</b> <b>Uuq</b>	<b>186</b> <b>Uuq</b>	<b>187</b> <b>Uuq</b>	<b>188</b> <b>Uuq</b>	<b>189</b> <b>Uuq</b>	<b>190</b> <b>Uuq</b>	<b>191</b> <b>Uuq</b>	<b>192</b> <b>Uuq</b>	<b>193</b> <b>Uuq</b>	<b>194</b> <b>Uuq</b>	<b>195</b> <b>Uuq</b>	<b>196</b> <b>Uuq</b>	<b>197</b> <b>Uuq</b>	<b>198</b> <b>Uuq</b>	<b>199</b> <b>Uuq</b>	<b>200</b> <b>Uuq</b>	<b>201</b> <b>Uuq</b>	<b>202</b> <b>Uuq</b>	<b>203</b> <b>Uuq</b>	<b>204</b> <b>Uuq</b>	<b>205</b> <b>Uuq</b>	<b>206</b> <b>Uuq</b>	<b>207</b> <b>Uuq</b>	<b>208</b> <b>Uuq</b>	<b>209</b> <b>Uuq</b>	<b>210</b> <b>Uuq</b>	<b>211</b> <b>Uuq</b>	<b>212</b> <b>Uuq</b>	<b>213</b> <b>Uuq</b>	<b>214</b> <b>Uuq</b>	<b>215</b> <b>Uuq</b>	<b>216</b> <b>Uuq</b>	<b>217</b> <b>Uuq</b>	<b>218</b> <b>Uuq</b>	<b>219</b> <b>Uuq</b>	<b>220</b> <b>Uuq</b>	<b>221</b> <b>Uuq</b>	<b>222</b> <b>Uuq</b>	<b>223</b> <b>Uuq</b>	<b>224</b> <b>Uuq</b>	<b>225</b> <b>Uuq</b>	<b>226</b> <b>Uuq</b>	<b>227</b> <b>Uuq</b>	<b>228</b> <b>Uuq</b>	<b>229</b> <b>Uuq</b>	<b>230</b> <b>Uuq</b>	<b>231</b> <b>Uuq</b>	<b>232</b> <b>Uuq</b>	<b>233</b> <b>Uuq</b>	<b>234</b> <b>Uuq</b>	<b>235</b> <b>Uuq</b>	<b>236</b> <b>Uuq</b>	<b>237</b> <b>Uuq</b>	<b>238</b> <b>Uuq</b>	<b>239</b> <b>Uuq</b>	<b>240</b> <b>Uuq</b>	<b>241</b> <b>Uuq</b>	<b>242</b> <b>Uuq</b>	<b>243</b> <b>Uuq</b>	<b>244</b> <b>Uuq</b>	<b>245</b> <b>Uuq</b>	<b>246</b> <b>Uuq</b>	<b>247</b> <b>Uuq</b>	<b>248</b> <b>Uuq</b>	<b>249</b> <b>Uuq</b>	<b>250</b> <b>Uuq</b>	<b>251</b> <b>Uuq</b>	<b>252</b> <b>Uuq</b>	<b>253</b> <b>Uuq</b>	<b>254</b> <b>Uuq</b>	<b>255</b> <b>Uuq</b>	<b>256</b> <b>Uuq</b>	<b>257</b> <b>Uuq</b>	<b>258</b> <b>Uuq</b>	<b>259</b> <b>Uuq</b>	<b>260</b> <b>Uuq</b>	<b>261</b> <b>Uuq</b>	<b>262</b> <b>Uuq</b>	<b>263</b> <b>Uuq</b>	<b>264</b> <b>Uuq</b>	<b>265</b> <b>Uuq</b>	<b>266</b> <b>Uuq</b>	<b>267</b> <b>Uuq</b>	<b>268</b> <b>Uuq</b>	<b>269</b> <b>Uuq</b>	<b>270</b> <b>Uuq</b>	<b>271</b> <b>Uuq</b>	<b>272</b> <b>Uuq</b>	<b>273</b> <b>Uuq</b>	<b>274</b> <b>Uuq</b>	<b>275</b> <b>Uuq</b>	<b>276</b> <b>Uuq</b>	<b>277</b> <b>Uuq</b>	<b>278</b> <b>Uuq</b>	<b>279</b> <b>Uuq</b>	<b>280</b> <b>Uuq</b>	<b>281</b> <b>Uuq</b>	<b>282</b> <b>Uuq</b>	<b>283</b> <b>Uuq</b>	<b>284</b> <b>Uuq</b>	<b>285</b> <b>Uuq</b>	<b>286</b> <b>Uuq</b>	<b>287</b> <b>Uuq</b>	<b>288</b> <b>Uuq</b>	<b>289</b> <b>Uuq</b>	<b>290</b> <b>Uuq</b>	<b>291</b> <b>Uuq</b>	<b>292</b> <b>Uuq</b>	<b>293</b> <b>Uuq</b>	<b>294</b> <b>Uuq</b>	<b>295</b> <b>Uuq</b>	<b>296</b> <b>Uuq</b>	<b>297</b> <b>Uuq</b>	<b>298</b> <b>Uuq</b>	<b>299</b> <b>Uuq</b>	<b>300</b> <b>Uuq</b>	<b>301</b> <b>Uuq</b>	<b>302</b> <b>Uuq</b>	<b>303</b> <b>Uuq</b>	<b>304</b> <b>Uuq</b>	<b>305</b> <b>Uuq</b>	<b>306</b> <b>Uuq</b>	<b>307</b> <b>Uuq</b>	<b>308</b> <b>Uuq</b>	<b>309</b> <b>Uuq</b>	<b>310</b> <b>Uuq</b>	<b>311</b> <b>Uuq</b>	<b>312</b> <b>Uuq</b>	<b>313</b> <b>Uuq</b>	<b>314</b> <b>Uuq</b>	<b>315</b> <b>Uuq</b>	<b>316</b> <b>Uuq</b>	<b>317</b> <b>Uuq</b>	<b>318</b> <b>Uuq</b>	<b>319</b> <b>Uuq</b>	<b>320</b> <b>Uuq</b>	<b>321</b> <b>Uuq</b>	<b>322</b> <b>Uuq</b>	<b>323</b> <b>Uuq</b>	<b>324</b> <b>Uuq</b>	<b>325</b> <b>Uuq</b>	<b>326</b> <b>Uuq</b>	<b>327</b> <b>Uuq</b>	<b>328</b> <b>Uuq</b>	<b>329</b> <b>Uuq</b>	<b>330</b> <b>Uuq</b>	<b>331</b> <b>Uuq</b>	<b>332</b> <b>Uuq</b>	<b>333</b> <b>Uuq</b>	<b>334</b> <b>Uuq</b>	<b>335</b> <b>Uuq</b>	<b>336</b> <b>Uuq</b>	<b>337</b> <b>Uuq</b>	<b>338</b> <b>Uuq</b>	<b>339</b> <b>Uuq</b>	<b>340</b> <b>Uuq</b>	<b>341</b> <b>Uuq</b>	<b>342</b> <b>Uuq</b>	<b>343</b> <b>Uuq</b>	<b>344</b> <b>Uuq</b>	<b>345</b> <b>Uuq</b>	<b>346</b> <b>Uuq</b>	<b>347</b> <b>Uuq</b>	<b>348</b> <b>Uuq</b>	<b>349</b> <b>Uuq</b>	<b>350</b> <b>Uuq</b>	<b>351</b> <b>Uuq</b>	<b>352</b> <b>Uuq</b>	<b>353</b> <b>Uuq</b>	<b>354</b> <b>Uuq</b>	<b>355</b> <b>Uuq</b>	<b>356</b> <b>Uuq</b>	<b>357</b> <b>Uuq</b>	<b>358</b> <b>Uuq</b>	<b>359</b> <b>Uuq</b>	<b>360</b> <b>Uuq</b>	<b>361</b> <b>Uuq</b>	<b>362</b> <b>Uuq</b>	<b>363</b> <b>Uuq</b>	<b>364</b> <b>Uuq</b>	<b>365</b> <b>Uuq</b>	<b>366</b> <b>Uuq</b>	<b>367</b> <b>Uuq</b>	<b>368</b> <b>Uuq</b>	<b>369</b> <b>Uuq</b>	<b>370</b> <b>Uuq</b>	<b>371</b> <b>Uuq</b>	<b>372</b> <b>Uuq</b>	<b>373</b> <b>Uuq</b>	<b>374</b> <b>Uuq</b>	<b>375</b> <b>Uuq</b>	<b>376</b> <b>Uuq</b>	<b>377</b> <b>Uuq</b>	<b>378</b> <b>Uuq</b>	<b>379</b> <b>Uuq</b>	<b>380</b> <b>Uuq</b>	<b>381</b> <b>Uuq</b>	<b>382</b> <b>Uuq</b>	<b>383</b> <b>Uuq</b>	<b>384</b> <b>Uuq</b>	<b>385</b> <b>Uuq</b>	<b>386</b> <b>Uuq</b>	<b>387</b> <b>Uuq</b>	<b>388</b> <b>Uuq</b>	<b>389</b> <b>Uuq</b>	<b>390</b> <b>Uuq</b>	<b>391</b> <b>Uuq</b>	<b>392</b> <b>Uuq</b>	<b>393</b> <b>Uuq</b>	<b>394</b> <b>Uuq</b>	<b>395</b> <b>Uuq</b>	<b>396</b> <b>Uuq</b>	<b>397</b> <b>Uuq</b>	<b>398</b> <b>Uuq</b>	<b>399</b> <b>Uuq</b>	<b>400</b> <b>Uuq</b>	<b>401</b> <b>Uuq</b>	<b>402</b> <b>Uuq</b>	<b>403</b> <b>Uuq</b>	<b>404</b> <b>Uuq</b>	<b>405</b> <b>Uuq</b>	<b>406</b> <b>Uuq</b>	<b>407</b> <b>Uuq</b>	<b>408</b> <b>Uuq</b>	<b>409</b> <b>Uuq</b>	<b>410</b> <b>Uuq</b>	<b>411</b> <b>Uuq</b>	<b>412</b> <b>Uuq</b>	<b>413</b> <b>Uuq</b>	<b>414</b> <b>Uuq</b>	<b>415</b> <b>Uuq</b>	<b>416</b> <b>Uuq</b>	<b>417</b> <b>Uuq</b>	<b>418</b> <b>Uuq</b>	<b>419</b> <b>Uuq</b>	<b>420</b> <b>Uuq</b>	<b>421</b> <b>Uuq</b>	<b>422</b> <b>Uuq</b>	<b>423</b> <b>Uuq</b>	<b>424</b> <b>Uuq</b>	<b>425</b> <b>Uuq</b>	<b>426</b> <b>Uuq</b>	<b>427</b> <b>Uuq</b>	<b>428</b> <b>Uuq</b>	<b>429</b> <b>Uuq</b>	<b>430</b> <b>Uuq</b>	<b>431</b> <b>Uuq</b>	<b>432</b> <b>Uuq</b>	<b>433</b> <b>Uuq</b>	<b>434</b> <b>Uuq</b>	<b>435</b> <b>Uuq</b>	<b>436</b> <b>Uuq</b>	<b>437</b> <b>Uuq</b>	<b>438</b> <b>Uuq</b>	<b>439</b> <b>Uuq</b>	<b>440</b> <b>Uuq</b>	<b>441</b> <b>Uuq</b>	<b>442</b> <b>Uuq</b>	<b>443</b> <b>Uuq</b>	<b>444</b> <b>Uuq</b>	<b>445</b> <b>Uuq</b>	<b>446</b> <b>Uuq</b>	<b>447</b> <b>Uuq</b>	<b>448</b> <b>Uuq</b>	<b>449</b> <b>Uuq</b>	<b>450</b> <b>Uuq</b>	<b>451</b> <b>Uuq</b>	<b>452</b> <b>Uuq</b>	<b>453</b> <b>Uuq</b>	<b>454</b> <b>Uuq</b>	<b>455</b> <b>Uuq</b>	<b>456</b> <b>Uuq</b>	<b>457</b> <b>Uuq</b>	<b>458</b> <b>Uuq</b>	<b>459</b> <b>Uuq</b>	<b>460</b> <b>Uuq</b>	<b>461</b> <b>Uuq</b>	<b>462</b> <b>Uuq</b>	<b>463</b> <b>Uuq</b>	<b>464</b> <b>Uuq</b>	<b>465</b> <b>Uuq</b>	<b>466</b> <b>Uuq</b>	<b>467</b> <b>Uuq</b>	<b>468</b> <b>Uuq</b>	<b>469</b> <b>Uuq</b>	<b>470</b> <b>Uuq</b>	<b>471</b> <b>Uuq</b>	<b>472</b> <b>Uuq</b>	<b>473</b> <b>Uuq</b>	<b>474</b> <b>Uuq</b>	<b>475</b> <b>Uuq</b>	<b>476</b> <b>Uuq</b>	<b>477</b> <b>Uuq</b>	<b>478</b> <b>Uuq</b>	<b>479</b> <b>Uuq</b>	<b>480</b> <b>Uuq</b>	<b>481</b> <b>Uuq</b>	<b>482</b> <b>Uuq</b>	<b>483</b> <b>Uuq</b>	<b>484</b> <b>Uuq</b>	<b>485</b> <b>Uuq</b>	<b>486</b> <b>Uuq</b>	<b>487</b> <b>Uuq</b>	<b>488</b> <b>Uuq</b>	<b>489</b> <b>Uuq</b>	<b>490</b> <b>Uuq</b>	<b>491</b> <b>Uuq</b>	<b>492</b> <b>Uuq</b>	<b>493</b> <b>Uuq</b>	<b>494</b> <b>Uuq</b>	<b>495</b> <b>Uuq</b>	<b>496</b> <b>Uuq</b>	<b>497</b> <b>Uuq</b>	<b>498</b> <b>Uuq</b>	<b>499</b> <b>Uuq</b>	<b>500</b> <b>Uuq</b>	<b>501</b> <b>Uuq</b>	<b>502</b> <b>Uuq</b>	<b>503</b> <b>Uuq</b>	<b>504</b> <b>Uuq</b>	<b>505</b> <b>Uuq</b>	<b>506</b> <b>Uuq</b>	<b>507</b> <b>Uuq</b>	<b>508</b> <b>Uuq</b>	<b>509</b> <b>Uuq</b>	<b>510</b> <b>Uuq</b>	<b>511</b> <b>Uuq</b>	<b>512</b> <b>Uuq</b>	<b>513</b> <b>Uuq</b>	<b>514</b> <b>Uuq</b>	<b>515</b> <b>Uuq</b>	<b>516</b> <b>Uuq</b>	<b>517</b> <b>Uuq</b>	<b>518</b> <b>Uuq</b>	<b>519</b> <b>Uuq</b>	<b>520</b> <b>Uuq</b>	<b>521</b> <b>Uuq</b>	<b>522</b> <b>Uuq</b>	<b>523</b> <b>Uuq</b>	<b>524</b> <b>Uuq</b>	<b>525</b> <b>Uuq</b>	<b>526</b> <b>Uuq</b>	<b>527</b> <b>Uuq</b>	<b>528</b> <b>Uuq</b>	<b>529</b> <b>Uuq</b>	<b>530</b> <b>Uuq</b>	<b>531</b> <b>Uuq</b>	<b>532</b> <b>Uuq</b>	<b>533</b> <b>Uuq</b>	<b>534</b> <b>Uuq</b>	<b>535</b> <b>Uuq</b>	<b>536</b> <b>Uuq</b>	<b>537</b> <b>Uuq</b>	<b>538</b> <b>Uuq</b>	<b></b>

1. As medalhas atribuídas nos Jogos Olímpicos de Tóquio, que decorreram em 2021, foram totalmente produzidas a partir de material reciclado de equipamentos eletrónicos.

A Figura 1 apresenta a massa de cada medalha, de ouro, de prata e de bronze, e a percentagem, em massa, dos elementos que as constituem.

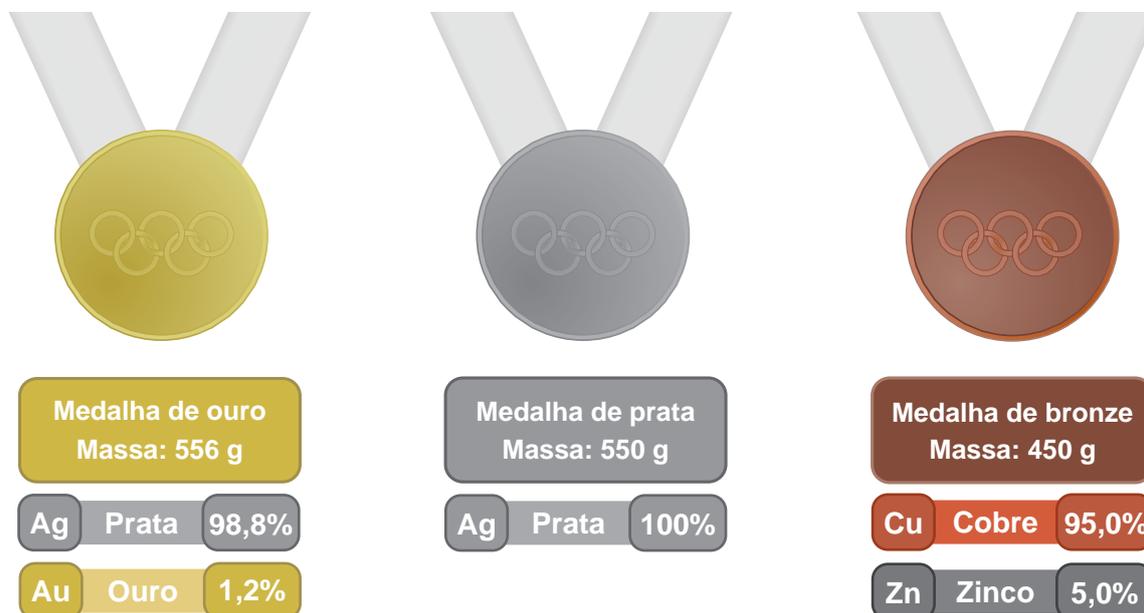


Figura 1

\* 1.1. Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A interação responsável pela formação de ligações químicas é de natureza **a)** .

Genericamente, uma interação deste tipo **b)** .

Nas medalhas, a ligação química ocorre **c)** e é designada ligação **d)** .

a)	b)	c)	d)
1. eletromagnética	1. apenas pode ser atrativa	1. por partilha localizada de eletrões	1. covalente
2. gravítica	2. apenas pode ser repulsiva	2. entre catiões e aniões	2. metálica
3. nuclear	3. pode ser atrativa ou repulsiva	3. entre catiões e eletrões livres	3. iónica

1.2. Na medalha de ouro, o número de átomos de prata, quando comparado com o número de átomos de ouro, é, aproximadamente,

(A) 183 vezes superior.

(B) 82 vezes superior.

(C) 99 vezes superior.

(D) 150 vezes superior.

\* 1.3. O cobre tem dois isótopos naturais, o cobre-63 e o cobre-65.

A massa isotópica relativa do cobre-63 é 62,93, e existem 4,653 mol deste isótopo na medalha de bronze.

Determine a percentagem, em massa, do isótopo cobre-63 no cobre da medalha.

Apresente todos os cálculos efetuados.

2. Na reciclagem de equipamentos eletrônicos, a extração de metais pode ser feita através de diferentes processos.

\* 2.1. Na pirometalurgia, removem-se os metais líquidos à medida que estes se vão fundindo por aumento da temperatura da mistura.

A tabela apresenta, para a prata, a capacidade térmica mássica (no estado sólido), o ponto de fusão (à pressão atmosférica normal) e a variação de entalpia mássica de fusão.

Capacidade térmica mássica (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	Ponto de fusão (°C)	Varição de entalpia mássica de fusão (kJ kg <sup>-1</sup> )
235	961,8	105

Considere que foram extraídos 1,40 kg de prata, no estado sólido, de diversos equipamentos eletrônicos.

Determine, em unidades SI, a potência mínima de um forno necessária para, em 600 segundos, fundir a totalidade da prata, inicialmente a 25,0 °C.

Apresente todos os cálculos efetuados.

2.2. A água régia é uma mistura de ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, e ácido clorídrico, HCl, que permite extrair o ouro presente em equipamentos eletrônicos, de acordo com a reação traduzida por



\* 2.2.1. Nesta reação, o ouro é \_\_\_\_\_, e o HNO<sub>3</sub> é o agente \_\_\_\_\_.

- (A) oxidado ... oxidante
- (B) reduzido ... redutor
- (C) oxidado ... redutor
- (D) reduzido ... oxidante

\* 2.2.2. Determine o volume mínimo da solução de HCl ( $\rho = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$ ) com 37%, em massa, de HCl ( $M = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$ ) que deve ser utilizado para a extração completa de 60,0 g de ouro.

Considere que o HNO<sub>3</sub> se encontra em excesso.

Apresente todos os cálculos efetuados.

\* **2.2.3.** O ouro pode originar um ião positivo, representado simbolicamente por  ${}^{197}_{79}\text{Au}^{3+}$ .

Este ião contém

- (A) 76 neutrões.                      (B) 79 neutrões.  
(C) 118 neutrões.                    (D) 197 neutrões.

3. A Figura 2, que não está à escala, representa uma pista de atletismo onde dois atletas, A e B, realizam uma corrida de treino para uma prova de 400 metros planos.

Considere que os atletas podem ser representados pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material.

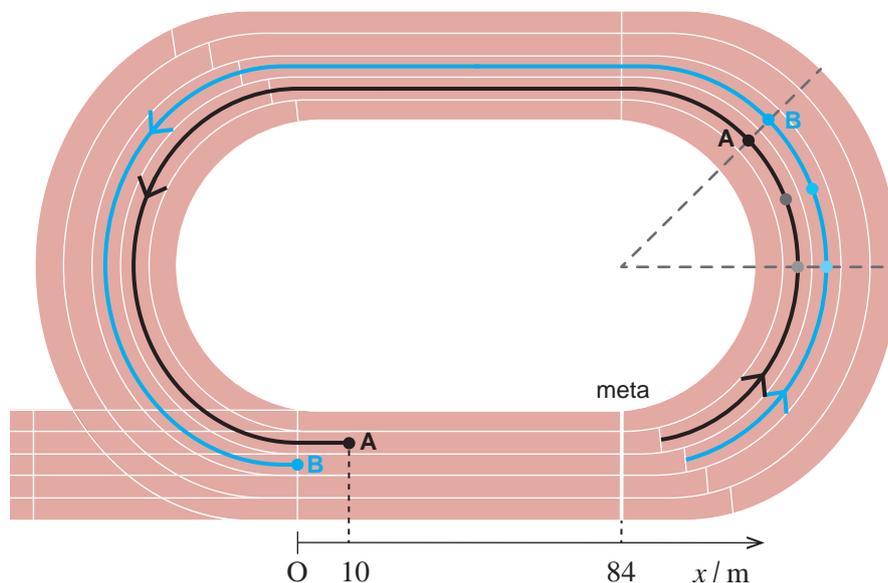


Figura 2

- 3.1. Considere o trecho curvilíneo da pista destacado no lado direito da Figura 2, em que os atletas se mantêm lado a lado, descrevendo arcos de circunferência de raios diferentes com movimento circular uniforme.

Nesse trecho, a intensidade da resultante das forças que atuam em cada um dos atletas é

- (A) zero, e os módulos das velocidades de ambos são iguais.
- (B) zero, e os módulos das velocidades angulares de ambos são iguais.
- (C) diferente de zero, e os módulos das velocidades de ambos são iguais.
- (D) diferente de zero, e os módulos das velocidades angulares de ambos são iguais.

\* **3.2.** Quando o atleta B entra na reta da meta, a 84 m desta, o atleta A encontra-se 10 m à sua frente, tal como esquematizado na Figura 2.

Considere que, nesse instante, os módulos das velocidades dos dois atletas são  $6,5 \text{ m s}^{-1}$  e que, até chegar à meta, o atleta A mantém um movimento retilíneo e uniforme, enquanto o atleta B se movimenta retilineamente com uma aceleração constante de módulo  $0,10 \text{ m s}^{-2}$ .

Considere o referencial  $Ox$  representado na Figura 2.

Justifique que o atleta A vence a corrida.

Na sua resposta, comece por apresentar as equações do movimento dos dois atletas e apresente todos os cálculos efetuados.

4. A prova de 400 metros planos exige um esforço muscular intenso, o que pode levar à formação de ácido láctico,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , que, em excesso, causa dores musculares e cansaço.

\* 4.1. A Figura 3 representa um modelo tridimensional da molécula de ácido láctico, na qual todas as ligações são covalentes, simples ou duplas.

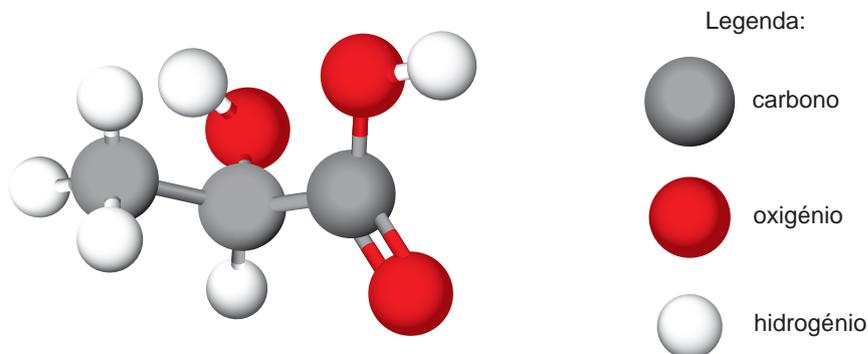


Figura 3

Comparada com a ligação  $\text{C} - \text{O}$ , a ligação  $\text{C} = \text{O}$  apresenta

- (A) menor energia de ligação e maior comprimento de ligação.
- (B) menor energia de ligação e menor comprimento de ligação.
- (C) maior energia de ligação e maior comprimento de ligação.
- (D) maior energia de ligação e menor comprimento de ligação.

4.2. A produção de ácido láctico pode provocar uma descida de pH muscular.

Quando, a uma determinada temperatura, o pH diminui em 0,5, a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq)

- (A) aumenta, aproximadamente, para o triplo.
- (B) diminui, aproximadamente, para um terço.
- (C) aumenta, aproximadamente, para o dobro.
- (D) diminui, aproximadamente, para metade.

\* 4.3. O ácido láctico é um ácido monoprotónico que se ioniza parcialmente em água, de acordo com a equação



À temperatura de 25 °C, a constante de acidez,  $K_a$ , é  $1,38 \times 10^{-4}$ .

Num laboratório, encontra-se um frasco que apresenta um rótulo manuscrito: «ácido láctico (aq), pH 2,65».

Para confirmar esta informação, foi retirada do frasco uma amostra de 50,00 mL da solução de ácido láctico e foi feita uma titulação com uma solução padrão de NaOH, de concentração  $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , tendo-se gastado 11,20 mL até se atingir o ponto de equivalência.

Determine o pH da solução de ácido láctico, a 25 °C, mostrando que o valor apresentado no rótulo está incorreto.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4.4. Associe cada um dos átomos, no estado fundamental, apresentados na Coluna I, à afirmação correspondente, apresentada na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Carbono	(1) Possui três orbitais totalmente preenchidas.
(b) Oxigénio	(2) Tem quatro eletrões de valência.
(c) Hidrogénio	(3) Tende a formar iões dipositivos estáveis.
	(4) Adquire configuração de gás nobre ao ganhar um eletrão.
	(5) Apresenta todos os eletrões de valência emparelhados.

- \* 5. As lesões desencadeiam processos inflamatórios que, geralmente, levam a um aumento localizado da temperatura. Em medicina desportiva, obtêm-se imagens com gradientes térmicos corporais, chamadas termografias, para diagnosticar lesões.

A Figura 4 apresenta uma imagem termográfica que revela um aumento da temperatura,  $\theta$ , da região medial do joelho de um atleta.

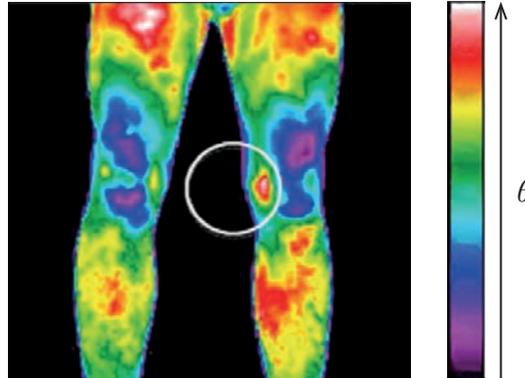


Figura 4

Fonte: [www.intechopen.com/chapters/28453](http://www.intechopen.com/chapters/28453) (consultado em 17/10/2023). (Adaptado)

Na termografia, regista-se a intensidade

- (A) da radiação infravermelha emitida pelo atleta.
- (B) da radiação infravermelha absorvida pelo atleta.
- (C) dos raios X emitidos pelo atleta.
- (D) dos raios X absorvidos pelo atleta.

6. O desfibrilhador automático externo (DAE) é um aparelho que, através da aplicação de uma descarga elétrica no tórax, permite reverter a paragem cardíaca.

Nos recintos desportivos, o DAE é fundamental para socorrer os atletas em caso de paragem cardíaca.

Considere que uma descarga elétrica transfere uma energia  $E$ , quando aplicada a um paciente cujo tórax apresenta uma resistência elétrica  $R$  e é submetido a uma diferença de potencial elétrico  $U$ .

6.1. A duração dessa descarga elétrica pode ser calculada por

(A)  $\frac{E \times R}{U^2}$

(B)  $\frac{U^2}{E \times R}$

(C)  $\frac{E}{U^2 \times R}$

(D)  $\frac{U^2 \times R}{E}$

\* 6.2. A corrente elétrica que circula nos fios de cobre do desfibrilhador consiste no movimento de

(A) eletrões livres do polo positivo para o polo negativo.

(B) cargas positivas do polo positivo para o polo negativo.

(C) eletrões livres do polo negativo para o polo positivo.

(D) cargas positivas do polo negativo para o polo positivo.

7. Um atleta, com 70 kg, efetua pequenos saltos verticais durante o treino.

A Figura 5, que não está à escala, representa esquematicamente um salto vertical desse atleta. Este inicia o movimento a partir do repouso (instante  $t_0$ ), perde o contacto com o solo (instante  $t_1$ ), atinge a altura máxima (instante  $t_2$ ) e volta ao contacto com o solo (instante  $t_3$ ).

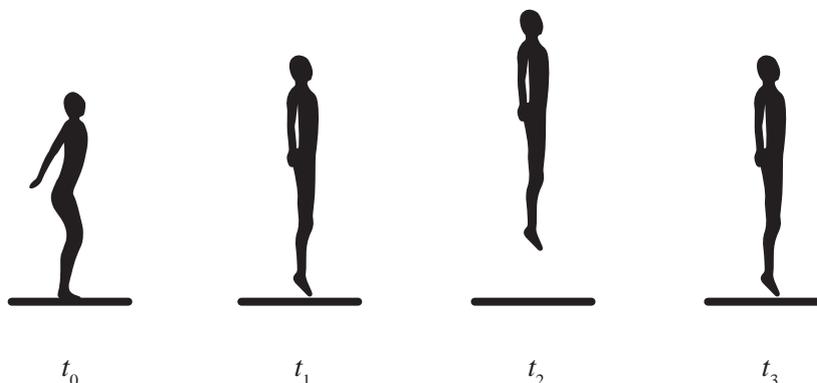


Figura 5

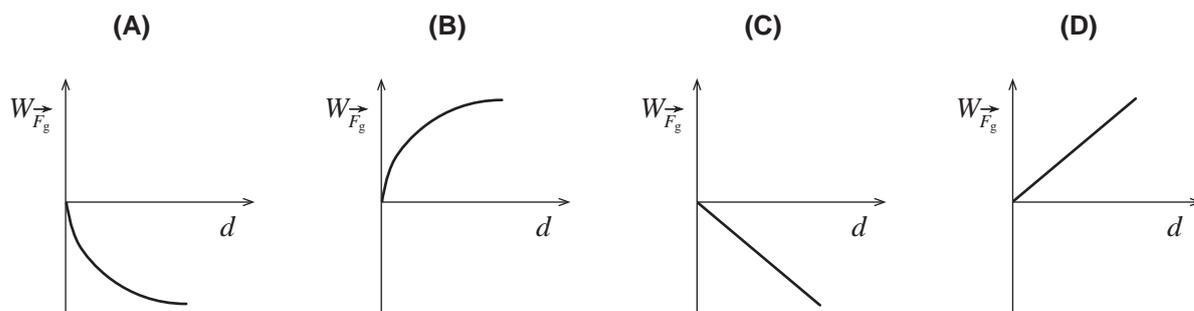
Considere que:

- o atleta pode ser representado pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material;
- a resistência do ar é desprezável;
- entre os instantes  $t_0$  e  $t_1$ , decorrem 0,20 s e, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ , decorrem 0,15 s.

\* 7.1. Determine a intensidade da força de reação que, em média, o solo exerce no atleta entre os instantes  $t_0$  e  $t_1$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

7.2. Qual dos esboços de gráfico seguintes representa o trabalho realizado pela força gravítica,  $W_{\vec{F}_g}$ , que atua no atleta, em função do deslocamento,  $d$ , durante o seu movimento ascendente?



**7.3.** Considere que um astronauta realiza um salto vertical na Lua, abandonando o solo com a mesma velocidade com que um atleta o faria na Terra.

A aceleração gravítica na Lua é, aproximadamente,  $\frac{1}{6}$  da aceleração gravítica na Terra.

Por comparação com o salto do atleta na Terra, na Lua, o astronauta salta

- (A) três vezes mais alto.
- (B) seis vezes mais alto.
- (C) doze vezes mais alto.
- (D) trinta e seis vezes mais alto.

**8.** Um professor desafiou os alunos a planearem uma experiência, para determinar um valor aproximado da velocidade de propagação do som no ar, utilizando um apito, uma lanterna, uma fita métrica e um cronómetro.

Dois alunos, A e B, planearam uma experiência em que, para minimizar os erros experimentais, estariam suficientemente afastados um do outro, numa zona plana e livre de obstáculos.

**\* 8.1.** Descreva um procedimento experimental que permita aos dois alunos obterem o módulo da velocidade de propagação do som no ar, respeitando as condições indicadas.

Considere apenas um ensaio.

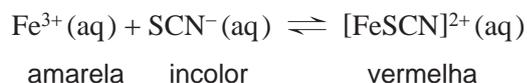
Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

**\* 8.2.** No ar, o som é uma onda

- (A) mecânica e longitudinal.
- (B) mecânica e transversal.
- (C) eletromagnética e longitudinal.
- (D) eletromagnética e transversal.

9. Um grupo de alunos adicionou, num gobelé, uma solução amarela contendo iões ferro(3+),  $\text{Fe}^{3+}$ , a uma solução incolor contendo iões tiocianato,  $\text{SCN}^-$ , a uma determinada temperatura  $T$ , obtendo uma solução de cor vermelha, devido à presença do ião complexo tiocianato de ferro(III),  $[\text{FeSCN}]^{2+}$ .

O equilíbrio que se estabelece pode ser traduzido por



- \* 9.1. Para testar o efeito da temperatura no equilíbrio em estudo, arrefeceu-se a solução preparada no gobelé, tendo sido observada uma intensificação da cor vermelha.

Conclua, justificando, se a variação de entalpia associada à reação de formação do ião  $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$  é positiva ou negativa.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- 9.2. Para testar o efeito da concentração no equilíbrio em estudo, os alunos dispunham ainda de soluções aquosas de trinitrato de ferro,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , e de hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}$ , cujos iões hidróxido,  $\text{OH}^-$ , formam com o ião  $\text{Fe}^{3+}$  um sal pouco solúvel de tri-hidróxido de ferro,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Mantendo a temperatura constante, adicionaram ao gobelé algumas gotas de uma destas soluções e observaram uma diminuição da intensidade da cor vermelha.

Na solução preparada inicialmente no gobelé, encontram-se presentes \_\_\_\_\_. A diminuição da intensidade da cor vermelha deve-se à adição da solução aquosa de \_\_\_\_\_.

- (A) os iões  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SCN}^-$  e  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  ...  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$   
(B) apenas os iões  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{SCN}^-$  ...  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$   
(C) os iões  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SCN}^-$  e  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  ...  $\text{NaOH}$   
(D) apenas os iões  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{SCN}^-$  ...  $\text{NaOH}$

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.3.	2.1.	2.2.1.	2.2.2.	2.2.3.	3.2.	4.1.	4.3.	5.	6.2.	7.1.	8.1.	8.2.	9.1.	<b>Subtotal</b>
Cotação (em pontos)	12	10	10	10	10	10	10	10	12	10	10	12	12	10	12	<b>160</b>
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.	3.1.		4.2.		4.4.		6.1.		7.2.		7.3.		9.2.	<b>Subtotal</b>	
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos														<b>40</b>	
<b>TOTAL</b>																<b>200</b>