

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2021**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

15 Páginas

---

## VERSÃO 1

A prova inclui 16 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
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

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$

### • Energia

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

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

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

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

### • 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> Lantanídeos	<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> Actinídeos	<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>539</b>

1. Em meados do século XIX, James Joule estabeleceu a equivalência entre trabalho e calor, comparando a energia transferida como trabalho, necessária para obter um determinado aumento de temperatura numa amostra de água, com a energia transferida como calor para obter o mesmo efeito.

Joule utilizou um dispositivo semelhante ao esquematizado na Figura 1, no qual dois discos de chumbo ( $D_1$  e  $D_2$ ) eram elevados a uma determinada altura. Quando os discos caíam, faziam rodar um sistema de pás mergulhado na água contida num recipiente. O movimento rotativo das pás provocava a agitação da água, o que conduzia a um aumento da sua temperatura.

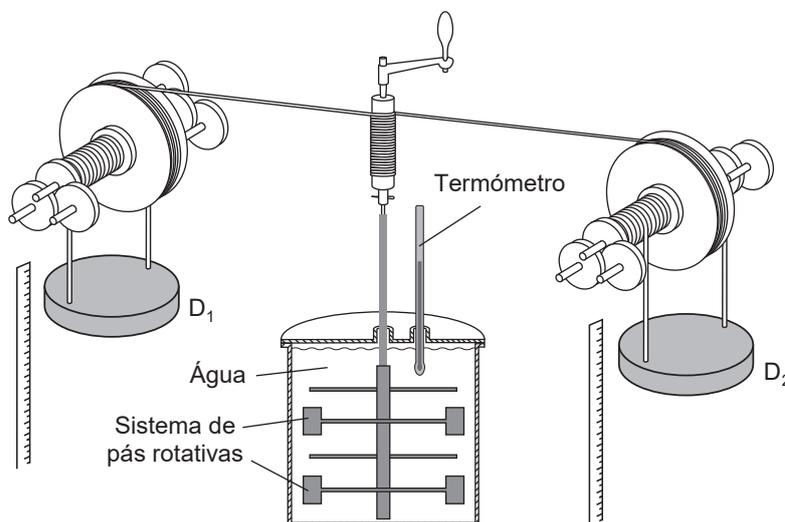


Figura 1

A massa total dos discos era 26,3 kg e a massa da água contida no recipiente era 6,04 kg.

A partir dos resultados obtidos numa série de experiências, Joule verificou que, após 20 quedas sucessivas de uma mesma altura de 1,60 m, o aumento de temperatura da água era, em média, 0,313 °C.

- \* 1.1. Admita que, naquela série de experiências, o aumento da energia interna da água foi, em média, 95,2% da diminuição da energia potencial gravítica do sistema *discos + Terra* que resultou das 20 quedas sucessivas dos discos.

Considere que, no local onde foram realizadas as experiências, o módulo da aceleração gravítica era  $9,81 \text{ m s}^{-2}$ .

Determine, a partir dos resultados de Joule, a capacidade térmica mássica da água.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 1.2. Considere que, durante uma parte do percurso, os discos caíram com velocidade constante.

Qual foi a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuaram nos discos, nessa parte do percurso?

2. Um LED (Light Emitting Diode) é um dispositivo que emite luz com elevada eficiência.

Na Figura 2, representa-se o gráfico da corrente elétrica,  $I$ , num LED, em função da diferença de potencial elétrico,  $U$ , nos seus terminais (curva característica do LED).

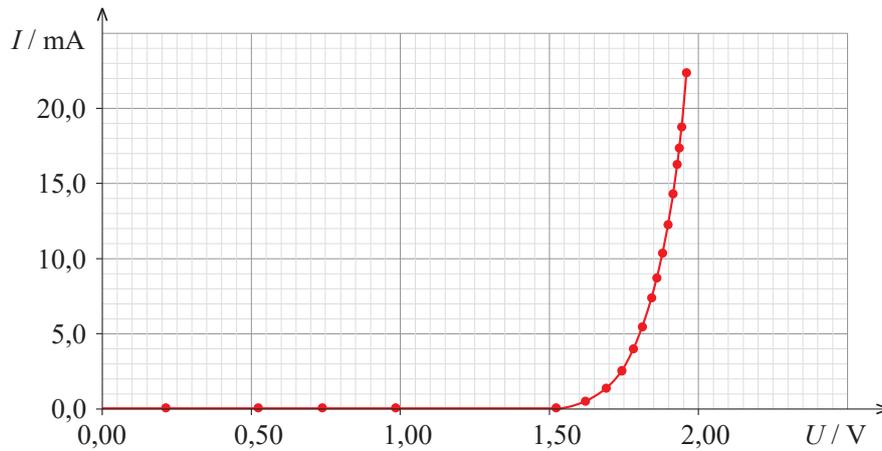
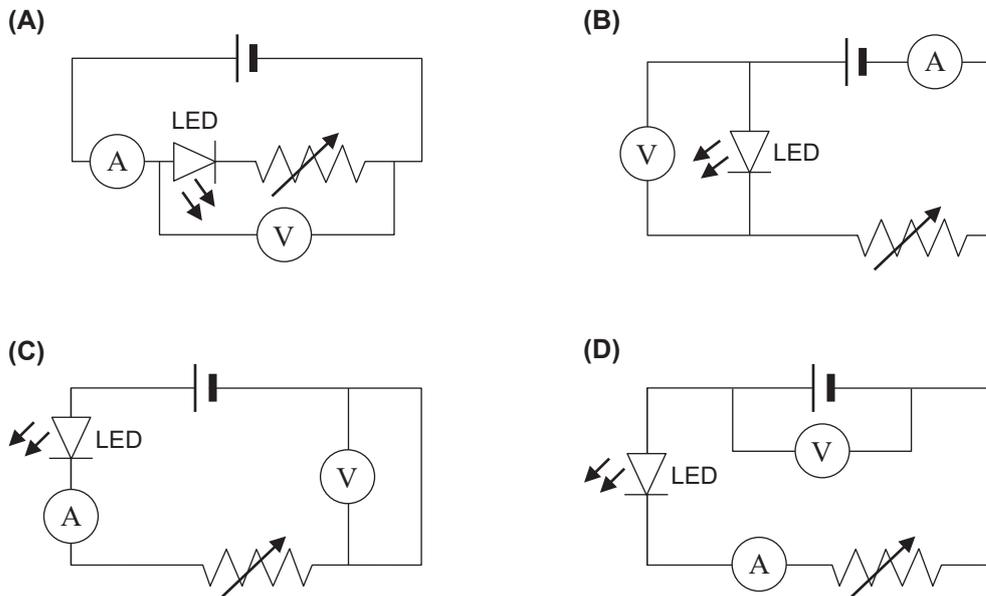


Figura 2

Para se obter a curva característica do LED, montou-se um circuito no qual o LED se encontrava ligado em série a um reóstato e a uma pilha ideal (pilha cuja resistência interna pode ser considerada nula) de força eletromotriz 4,50 V. Nesse circuito, introduziram-se ainda dois aparelhos de medida adequados.

\* 2.1. Qual dos esquemas seguintes representa o circuito que permite obter a curva característica do LED?



\* 2.2. Caso os terminais do LED tivessem sido ligados diretamente à pilha, a corrente elétrica seria superior à que o LED suporta e este acabaria por se queimar. Ao introduzir-se o reóstato em série no circuito, a corrente elétrica no LED pode ser controlada.

Determine qual deverá ser o valor da resistência elétrica mínima introduzida pelo reóstato, para que a corrente elétrica no LED não exceda 20 mA.

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. Em 1849, Hippolyte Fizeau mediu a velocidade da luz no ar com base na experiência esquematizada na Figura 3 (que não está à escala). Nessa experiência, um feixe de luz passava numa ranhura, na periferia de uma roda dentada, e era, a seguir, refletido num espelho colocado a uma distância de 8,63 km da roda.

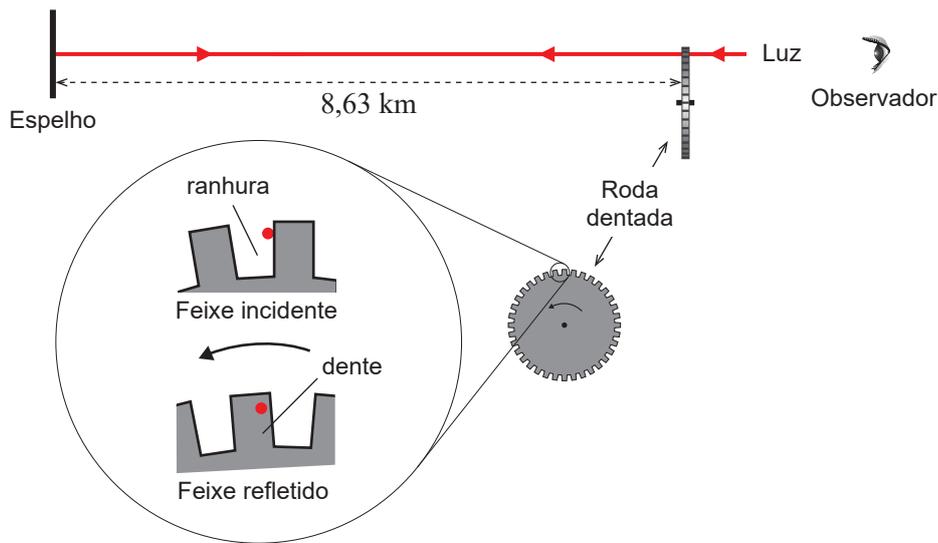


Figura 3

Com a roda parada, o feixe refletido no espelho voltava a passar na mesma ranhura.

Com a roda a girar com uma frequência de 12,6 Hz, o feixe refletido no espelho não voltava a passar pela ranhura, incidindo no dente imediatamente a seguir, deixando de ser detetado pelo observador. Nestas condições, a roda descrevia um ângulo de  $0,250^\circ$  desde o instante em que o feixe incidente passava pela ranhura até ao instante em que o feixe refletido incidia no dente.

- \* 3.1. Determine a velocidade da luz no ar, tal como é obtida a partir da experiência descrita.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 3.2. Considere a roda dentada a girar e dois pontos da roda a diferentes distâncias do centro.

Os módulos das velocidades desses pontos são \_\_\_\_\_ e os módulos das suas velocidades angulares são \_\_\_\_\_ .

- (A) iguais ... iguais
- (B) iguais ... diferentes
- (C) diferentes ... iguais
- (D) diferentes ... diferentes

- \* 4. Fez-se incidir um feixe de luz laser, que se propagava no ar, numa lâmina de um vidro, segundo cinco ângulos de incidência,  $\alpha_{\text{inc}}$ . Para cada ângulo de incidência, mediu-se o correspondente ângulo de refração,  $\alpha_{\text{ref}}$ . As amplitudes dos ângulos  $\alpha_{\text{inc}}$  e  $\alpha_{\text{ref}}$  estão registadas na tabela.

Determine o índice de refração daquele vidro.

Na resposta, apresente:

- uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado;
- o cálculo do valor solicitado, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados e o resultado com três algarismos significativos.

$\alpha_{\text{inc}}$	$\alpha_{\text{ref}}$
30,0°	17,5°
40,0°	23,0°
50,0°	27,5°
60,0°	30,5°
70,0°	34,5°

5. O pentacloreto de fósforo,  $\text{PCl}_5$ , pode decompor-se, em fase gasosa, originando tricloreto de fósforo,  $\text{PCl}_3$ , e cloro,  $\text{Cl}_2$ . Esta reação pode ser traduzida por



- \* 5.1. Considere que a variação de entalpia associada à decomposição de 1 mol de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  é 88 kJ. A energia média da ligação P–Cl na molécula  $\text{PCl}_5$  é  $257 \text{ kJ mol}^{-1}$ , e a energia média da ligação Cl–Cl na molécula  $\text{Cl}_2$  é  $243 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Conclua, a partir das energias fornecidas, se a ligação P–Cl é, em média, mais forte na molécula  $\text{PCl}_5$  ou na molécula  $\text{PCl}_3$ .

Mostre como chegou à conclusão solicitada, apresentando todos os cálculos.

- 5.2. Um reator de volume variável contém, inicialmente, apenas 3,00 mol de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  e 0,80 mol de  $\text{PCl}_3(\text{g})$ .

O sistema atinge o equilíbrio à temperatura  $T$ . Considere que o volume do reator é  $2,5 \text{ dm}^3$  e que não reagiu 90% da quantidade inicial de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ .

- \* 5.2.1. Determine a constante de equilíbrio,  $K_c$ , da reação de decomposição considerada, à temperatura  $T$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 5.2.2. Considere que, estando o sistema em equilíbrio, se provoca uma diminuição do volume do reator, à temperatura  $T$ .

Preveja, fundamentando, como variará a quantidade de  $\text{PCl}_5$ .

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

\* 5.3. Represente a molécula de cloro na notação de Lewis.

\* 5.4. Considere átomos de fósforo e de cloro no estado fundamental.

Prevê-se que, no átomo de fósforo, os elétrons de valência sejam, em média, \_\_\_\_\_ atraídos pelo respectivo núcleo e que o raio atômico do cloro seja \_\_\_\_\_ .

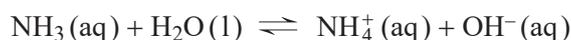
- (A) mais ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... maior
- (D) menos ... menor

6. Dissolveu-se amoníaco,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , em água, tendo-se obtido uma solução de concentração  $2,27 \text{ mol dm}^{-3}$  e de densidade  $0,98 \text{ g cm}^{-3}$ , a  $25^\circ\text{C}$ .

\* 6.1. Determine o número de moléculas de água que existem em  $250 \text{ cm}^3$  de solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

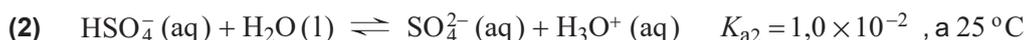
\* 6.2. O amoníaco,  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , é uma base fraca, cuja ionização em água pode ser traduzida por



Adicionando algumas gotas de um ácido forte concentrado a um dado volume da solução de amoníaco, a concentração de  $\text{OH}^-(\text{aq})$

- (A) diminui e a concentração de  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  aumenta.
- (B) aumenta e a concentração de  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  diminui.
- (C) aumenta e a concentração de  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  aumenta.
- (D) diminui e a concentração de  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  diminui.

7. O ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq), ioniza-se de acordo com as reações traduzidas por



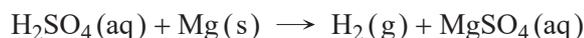
\* 7.1. Numa solução de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq)  $1,00 \times 10^{-2}$  mol  $\text{dm}^{-3}$ , a 25 °C, a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq) é

- (A) superior à concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (B) superior à concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.
- (C) igual à concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (D) igual à concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.

7.2. O ácido conjugado da espécie  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq) é a espécie

- (A)  $\text{HSO}_4^-$  (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).
- (B)  $\text{HSO}_4^-$  (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (C)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (D)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).

7.3. A reação do ácido sulfúrico com o magnésio pode ser traduzida por



Nesta reação, o ião  $\text{H}^+$

- (A) oxida-se, sendo o magnésio a espécie redutora.
- (B) reduz-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (C) oxida-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (D) reduz-se, sendo o magnésio a espécie redutora.

8. Os componentes maioritários do ar são o nitrogénio,  $N_2(g)$ , e o oxigénio,  $O_2(g)$ .

8.1. Considere uma amostra de  $N_2(g)$  e uma amostra de  $O_2(g)$ , com massas iguais.

Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, pode concluir-se que os volumes das amostras são \_\_\_\_\_ e que o número de moléculas de cada uma das amostras é \_\_\_\_\_ .

- (A) iguais ... igual
- (B) iguais ... diferente
- (C) diferentes ... igual
- (D) diferentes ... diferente

8.2. Os eletrões do átomo de nitrogénio no estado fundamental distribuem-se por

- (A) três orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (B) cinco orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (C) três orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.
- (D) cinco orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.

---

**Página em branco**

---

9. Na Figura 4 (que não está à escala), representa-se parte do percurso de um corpo que foi lançado da posição A, no instante  $t = 0,0$  s, passando pela posição B, ao fim de 1,0 s, e atingindo a posição C, no instante  $t = 1,5$  s.



Figura 4

Considere que o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico do módulo da velocidade,  $v$ , do corpo em função do tempo,  $t$ .

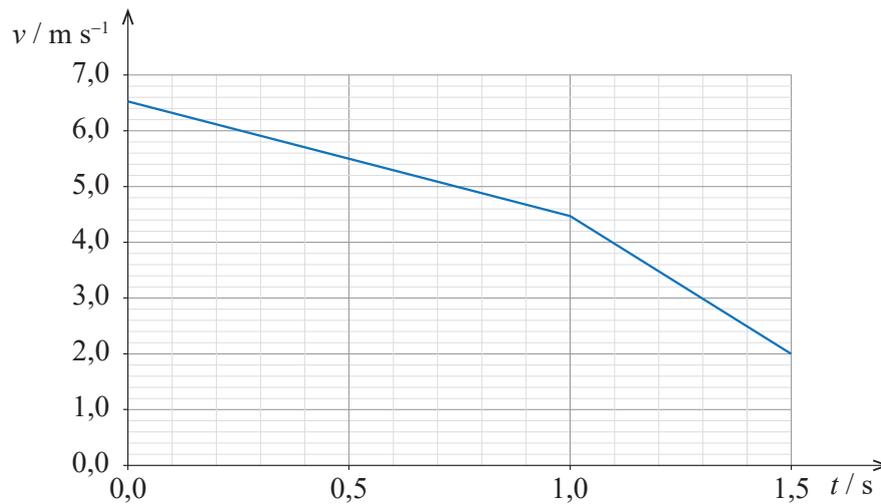
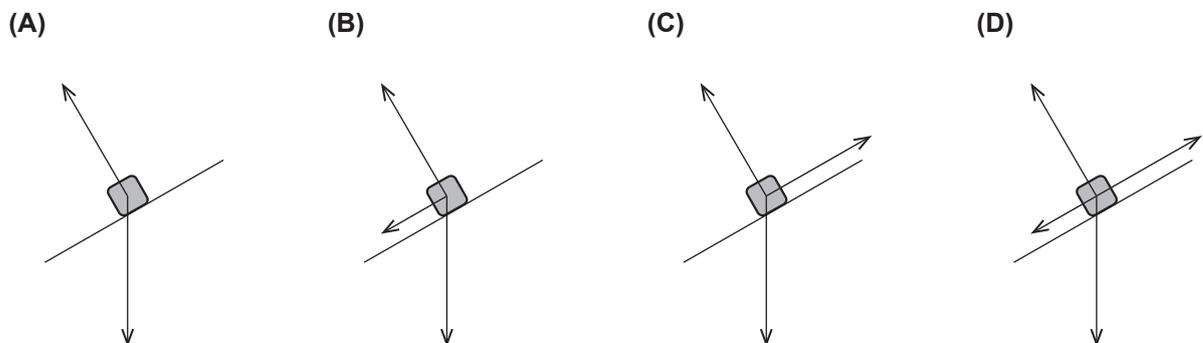


Figura 5

- 9.1. Qual é a distância entre as posições A e B?

(A) 5,5 m      (B) 4,5 m      (C) 6,5 m      (D) 7,5 m

- \* 9.2. Qual dos diagramas pode representar, numa mesma escala, as forças que atuam no corpo, na subida da rampa, entre as posições B e C?



**9.3.** Considere:

- $\Delta E_c$  a variação de energia cinética do corpo;
- $\Delta E_{pg}$  a variação de energia potencial gravítica do sistema *corpo + Terra*;
- $\sum_i W_i$  a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no corpo;
- $W_{\vec{F}_g}$  o trabalho realizado pela força gravítica que atua no corpo.

Pode afirmar-se que no percurso do corpo entre as posições A e C

- (A)  $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$  e  $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (B)  $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$  e  $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$
- (C)  $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$  e  $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (D)  $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$  e  $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$

10. Dois microfones idênticos, ligados a um osciloscópio, foram colocados à mesma distância de um altifalante.

A Figura 6 apresenta os sinais I e II, visualizados no ecrã do osciloscópio, quando a base de tempo foi regulada para 0,5 ms por divisão e o amplificador vertical foi regulado para 0,5 V por divisão (para os dois sinais).

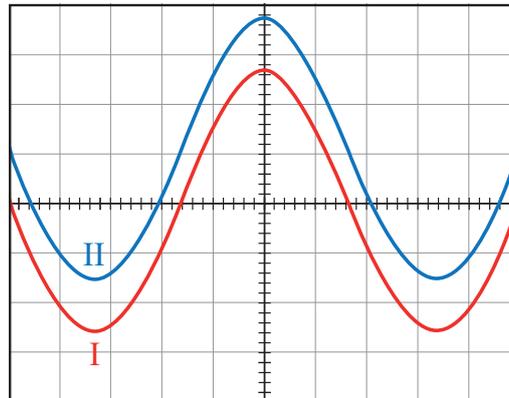


Figura 6

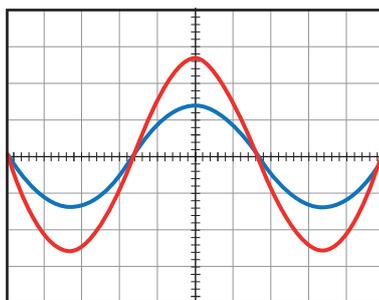
10.1. A frequência do sinal I é \_\_\_\_\_ e a amplitude desse sinal é \_\_\_\_\_ à amplitude do sinal II.

- (A)  $3,0 \times 10^2$  Hz ... igual                      (B)  $3,3 \times 10^3$  Hz ... igual  
 (C)  $3,0 \times 10^2$  Hz ... inferior                      (D)  $3,3 \times 10^3$  Hz ... inferior

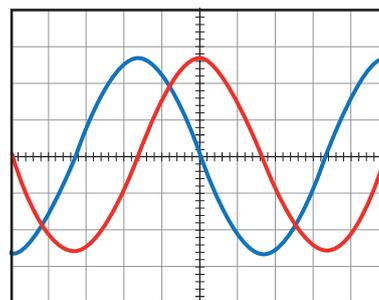
10.2. O microfone que originava o sinal II foi afastado do altifalante de uma distância igual a um quarto do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo altifalante.

Qual das opções seguintes apresenta os sinais que seriam observados no ecrã do osciloscópio, após o ajuste do sinal II ao ecrã do osciloscópio?

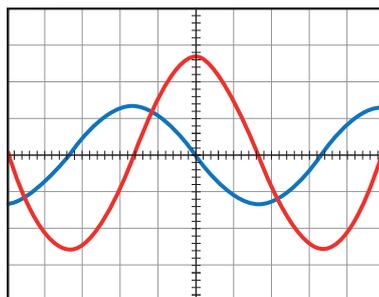
(A)



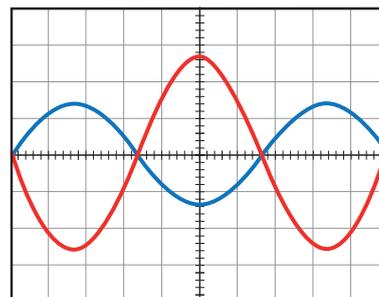
(B)



(C)



(D)



**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.1.	5.2.1.	5.2.2.	5.3.	5.4.	6.1.	6.2.	7.1.	9.2.	<b>Subtotal</b>
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																<b>160</b>
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	7.2.	7.3.	8.1.	8.2.	9.1.	9.3.	10.1.	10.2.	<b>Subtotal</b>								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos																<b>40</b>
<b>TOTAL</b>																	<b>200</b>

**Prova 715**  
1.<sup>a</sup> Fase  
**VERSÃO 1**