

6. A reakciósebesség és a kémiai egyensúly

1.	E	11.	E	21.	B	31.	C	41.	D
2.	B	12.	D	22.	D	32.	C	42.	D
3.	E	13.	D	23.	B	33.	D	43.	B
4.	C	14.	C	24.	A	34.	C	44.	C
5.	A	15.	A	25.	C	35.	D	45.	C
6.	E	16.	E	26.	D	36.	A	46.	D
7.	A	17.	A	27.	B	37.	D	47.	D
8.	C	18.	C	28.	B	38.	D	48.	C
9.	B	19.	B	29.	A	39.	D	49.	A
10.	E	20.	C	30.	D	40.	D	50.	C

A 14. feladat E) válaszának szövege helyesen: A hőmérséklet jelentős csökkentésével.

51. kétszeresére nő
52. negyedére csökken
53. nem változik
54. nyolcszorosára nő
55. négyszeresére nő
56. felére csökken
57. nem változik
58. nyolcszorosára nő
59. kétszeresére nő
60. nyolcadára csökken
61. háromszorosára nő
62. harminckétszeresére nő
63. négyszeresére nő
64. nyolcadára csökken
65. nem változik
66. harminckétszeresére nő
67. négyszeresére nő
68. negyedére csökken
69. nem változik
70. tizenhatszorosára nő
71. tizenhatszorosára nő
72. nem változik
73. nem változik
74. tizenhatszorosára nő
75. kétszeresére nő
76. negyedére csökken
77. huszonhétyszeresére nő
78. hatvannégyszeresére nő
79. a terméképződés irányába tolódik az egyensúly
80. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
81. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
82. a terméképződés irányába tolódik az egyensúly

83. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
84. az egyensúlyi rendszer nem változik
85. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
86. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
87. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
88. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
89. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
90. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
91. az egyensúlyi rendszer nem változik
92. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
93. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
94. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
95. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
96. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
97. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
98. az egyensúlyi rendszer nem változik
99. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
100. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
101. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
102. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
103. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
104. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
105. az egyensúlyi rendszer nem változik
106. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
107. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
108. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
109. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
110. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
111. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
112. az egyensúlyi rendszer nem változik
113. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
114. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
115. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
116. az egyensúlyi rendszer nem változik
117. az egyensúlyi rendszer nem változik
118. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
119. az egyensúlyi rendszer nem változik
120. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
121. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
122. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
123. az egyensúlyi rendszer nem változik
124. az egyensúlyi rendszer nem változik
125. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
126. az egyensúlyi rendszer nem változik
127. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
128. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
129. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly

130. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
131. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
132. a termékképződés irányába tolódik az egyensúly
133. az egyensúlyi rendszer nem változik
134. a visszaalakulás irányába tolódik az egyensúly
135. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
136. Először a cseppek elkezdtek opálossá válni.
137. A fehéres/opálos rendszerben fokozatosan sárga színű csapadék jelent meg. A kezdetben kiváló kén kolloid mérettartományban van, ezért lesz csak opálos a rendszer. Az egyre növekvő mennyiségű kén viszont már heterogén rendszer kialakulásához vezet, így a sárga csapadék tiszta ként jelent.
138. Ez a folyamat egy közepes sebességű folyamat.
139. Az időbeli eltérés oka a koncentráció-különbség. Minél nagyobb a reaktáns koncentrációja, annál gyorsabban indul be a reakció. Ennek megfelelően a legtöményebb oldat cseppjében következik be leghamarabb a változás.
140. Azonos sebesség érhető el, ha eredetileg is azonos koncentrációjú oldatokat használunk. A másik lehetőség, hogy a hozzáadott sósavcseppekben az oldott anyag koncentrációja fordítottan arányos a tioszulfát-koncentrációval.
141. $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SbOCl} + 2 \text{HCl}$
142. Az oldatban megnő az antimon(III)-klorid-koncentráció. Adott hidrogén-klorid-mennyiség felett akár az SbCl_3 -kristályok képződése is megfigyelhető. A jelenség magyarázata a legkisebb kényszer elvén alapul: a megnövekedett hidrogén-klorid-mennyiség gyorsabbá teszi a visszaalakulást, ezért több kiindulási anyag jön létre.
143. A katalizátorok nem alkalmasak az egyensúlyi rendszereket kimozdítani a dinamikus egyensúlyi állapotukból.
144. Fontos lett volna gumikesztyűt alkalmaznia egy ilyen szinten irritáló vegyszerrel történő munkavégzés közben.
145. A víz hozzáadásával az egyensúlyi rendszer a termékképződés irányába tolódott el, így egyre nagyobb mennyiségű hidrogén-klorid keletkezett, vagyis egyre inkább savassá vált az oldat.
146. A tömény nátrium-karbonát oldat az egyensúlyi rendszer sósavtartalmával lépett reakcióba:
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Azért kellett tömény oldatot alkalmazni, hogy feleslegesen ne vigyünk a rendszerbe oldószer formájába vizet, ezáltal ne termeljünk egyre több hidrogén-kloridot.
147. $\text{FeCl}_3 + 3 \text{KSCN} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3 \text{KCl}$
148. Az oldat fokozatosan sárga színűvé válik, mivel a KCl bevezetésével a visszaalakulás sebessége meg fog nőni.
149. Meg lehet növelni a vas(III)-klorid mennyiségét szilárd anyag bekeverésével. Így a legkisebb kényszer elve miatt az egyensúly a termékképződés irányába tolódik el. Ugyanezt a változást figyelhetjük meg abban az esetben is, ha a kálium-rodanid koncentrációját növeljük.
150. $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + 2 \text{KBr}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CuBr}_2(\text{aq})$
151. A zöld színű oldat elkezd visszakékülni, ugyanis a kálium-szulfát bevezetésével egyre intenzívebbé válik a visszaalakulás.
152. Az anyagi rendszerhez szüntelen kálium-bromid-oldatot adagolunk, vagy az egyensúlyi rendszerből valahogy eltávolítjuk a kálium-szulfátot.

153. Az egyensúlyi rendszerben nincsenek gázok, így a nyomás változtatásának nincs hatása az egyensúlyi rendszerre.

154. A)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 A	+	B	→	C
kiindulási	0,400		0,300		
átalakulási	0,300		0,150		
végző	0,100		0,150		

$$v_k = k \cdot [A]_k^2 \cdot [B]_k^1 = k \cdot \left(0,400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot 0,300 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = k \cdot 0,0480 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3$$

$$v_v = k \cdot [A]_v^2 \cdot [B]_v^1 = k \cdot \left(0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot 0,150 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = k \cdot 1,50 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3$$

$$\frac{v_k}{v_v} = \frac{k \cdot 0,0480 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{k \cdot 1,50 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = \underline{\underline{32,0\text{-ed részére csökken a sebesség.}}}$$

B)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	A	+	2 B	→	3 C
kiindulási	0,600		0,400		
átalakulási	0,100		0,200		
végző	0,500		0,200		

$$v_k = k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^2 = k \cdot 0,600 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \left(0,400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 = k \cdot 0,0960 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3$$

$$v_v = k \cdot [A]_v^1 \cdot [B]_v^2 = k \cdot 0,500 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 = k \cdot 0,0200 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3$$

$$\frac{v_k}{v_v} = \frac{k \cdot 0,0960 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{k \cdot 0,0200 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = \underline{\underline{4,80\text{-ad részére csökken a sebesség.}}}$$

C)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	A	+	3 B	→	2 C
kiindulási	0,200		0,500		
átalakulási	0,160		0,480		
végző	0,0400		0,0200		

$$v_k = k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^3 = k \cdot 0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \left(0,500 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3 = k \cdot 0,0250 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^4$$

$$v_v = k \cdot [A]_v^1 \cdot [B]_v^3 = k \cdot 0,0400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \left(0,0200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3 = k \cdot 3,20 \cdot 10^{-7} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^4$$

$$\frac{v_k}{v_v} = \frac{k \cdot 0,0250 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^4}{k \cdot 3,20 \cdot 10^{-7} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^4} = \underline{\underline{7,81 \cdot 10^4\text{-ed részére csökken a sebesség.}}}$$

155. A)

A kezdeti reakciósebesség:

$$v_k = k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^2$$

A tartály térfogatának felére csökkentése a koncentráció megduplázódását jelenti, így az új reakciósebesség:

$$v_v = k \cdot [A]_v^1 \cdot [B]_v^2 = k \cdot (2 \cdot [A]_k)^1 \cdot (2 \cdot [B]_k)^2 = k \cdot 2 \cdot [A]_k^1 \cdot 4 \cdot [B]_k^2 = 8 \cdot k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^2$$

Ezek alapján megállapítható, hogy:

$$\frac{v_v}{v_k} = \frac{8 \cdot k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^2}{k \cdot [A]_k^1 \cdot [B]_k^2} = \underline{\underline{8,00\text{-szorosára nőtt a reakciósebesség.}}}$$

B)

A kezdeti reakciósebesség:

$$v_k = k \cdot [A]_k^3 \cdot [B]_k^1$$

A tartály térfogatának negyedére csökkentése a koncentráció megnégyszereződését jelenti, így az új reakciósebesség:

$$v_v = k \cdot [A]_v^3 \cdot [B]_v^1 = k \cdot (4 \cdot [A]_k)^3 \cdot (4 \cdot [B]_k)^1 = k \cdot 64 \cdot [A]_k^3 \cdot 4 \cdot [B]_k^1 =$$

$$v_v = 256 \cdot k \cdot [A]_k^3 \cdot [B]_k^1$$

Ezek alapján megállapítható, hogy:

$$\frac{v_v}{v_k} = \frac{256 \cdot k \cdot [A]_k^3 \cdot [B]_k^1}{k \cdot [A]_k^3 \cdot [B]_k^1} = \underline{\underline{256\text{-szorosára nőtt a reakciósebesség.}}}$$

C)

A kezdeti reakciósebesség:

$$v_k = k \cdot [A]_k^2 \cdot [B]_k^2$$

A tartály térfogatának duplájára növelése a koncentráció megfeleződését jelenti, így az új reakciósebesség:

$$v_v = k \cdot [A]_v^2 \cdot [B]_v^2 = k \cdot \left(\frac{[A]_k}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{[B]_k}{2}\right)^2 = k \cdot 0,25 \cdot [A]_k^2 \cdot 0,25 \cdot [B]_k^2 =$$

$$v_v = 0,0625 \cdot k \cdot [A]_k^2 \cdot [B]_k^2$$

Ezek alapján megállapítható, hogy:

$$\frac{v_k}{v_v} = \frac{k \cdot [A]_k^2 \cdot [B]_k^2}{0,0625 \cdot k \cdot [A]_k^2 \cdot [B]_k^2} = \underline{\underline{16,0\text{-od részére csökkent a reakciósebesség.}}}$$

156. A)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	A	+	2 B	\rightleftharpoons	C	+	D
kiindulási	1,00		3,00		–		–
átalakulási	0,250		0,500		0,250		0,250
egyensúlyi	0,750		2,50		0,250		0,250

$$[A]_e = \underline{\underline{0,750 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

$$[B]_e = \underline{\underline{2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

$$[C]_e = \underline{\underline{0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

$$[D]_e = \underline{\underline{0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[C]_e^1 \cdot [D]_e^1}{[A]_e^1 \cdot [B]_e^2} = \frac{\left(0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1}{\left(0,750 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2} = \underline{\underline{1,33 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-1}}}$$

B)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 A	+	B	\rightleftharpoons	C	+	3 D
kiindulási	2,00		4,00		–		–
átalakulási	0,800		0,400		0,400		1,20
egyensúlyi	1,20		3,60		0,400		1,20

$$[A]_e = 1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[B]_e = 3,60 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[C]_e = 0,400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[D]_e = 1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[C]_e^1 \cdot [D]_e^3}{[A]_e^2 \cdot [B]_e^1} = \frac{\left(0,400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{\left(1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(3,60 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{0,133 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

C)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 SO ₂	+	O ₂	\rightleftharpoons	2 SO ₃
kiindulási	3,00		2,00		–
átalakulási	1,80		0,900		1,80
egyensúlyi	1,20		1,10		1,80

$$[\text{SO}_2]_e = 1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{O}_2]_e = 1,10 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{SO}_3]_e = 1,80 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e^1} = \frac{\left(1,80 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(1,10 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{2,45 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-1}}}$$

157. A)

A kiindulási koncentrációk:

$$c(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{V} = \frac{500 \text{ mol}}{2500 \text{ dm}^3} = 0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{V} = \frac{750 \text{ mol}}{2500 \text{ dm}^3} = 0,300 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	H ₂	+	I ₂	\rightleftharpoons	2 HI
kiindulási	0,200		0,300		–
átalakulási	0,100		0,100		1,80
egyensúlyi	0,100		0,200		0,200

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e^1 \cdot [\text{I}_2]_e^1} = \frac{\left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{2,00}}$$

A feladatot akár a kezdeti koncentrációk kiszámítása nélkül, tisztán az anyagmennyiségek felhasználásával is megoldhatjuk, mivel a folyamat során nem történik részecskeszám-változás.

B)

A kiindulási koncentráció:

$$c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{V} = \frac{30,0 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = 3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 H ₂ O	⇌	2 H ₂	+	O ₂
kiindulási	3,00		–		–
átalakulási	1,20		1,20		0,600
egyensúlyi	1,80		1,20		0,600

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{H}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e^1}{[\text{H}_2\text{O}]_e^2} = \frac{\left(1,20 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(0,600 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1}{\left(1,80 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2} = \underline{\underline{0,267 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}$$

C)

A kiindulási koncentrációk:

$$c(\text{N}_2) = \frac{n(\text{N}_2)}{V} = \frac{25,0 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = 2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{V} = \frac{60,0 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = 6,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	N ₂	+	3 H ₂	⇌	2 NH ₃
kiindulási	2,50		6,00		–
átalakulási	1,75		5,25		3,50
egyensúlyi	0,750		0,750		3,50

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{N}_2]_e^1 \cdot [\text{H}_2]_e^3} = \frac{\left(3,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(0,750 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,750 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = \underline{\underline{38,7 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-2}}}$$

158. A)

A megadott információk alapján a kiindulási és egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{NO}]_k = \frac{n(\text{NO})}{V} = \frac{12,0 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 6,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{O}_2]_k = \frac{n(\text{O}_2)}{V} = \frac{8,00 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 4,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{NO}_2]_e = \frac{n(\text{NO}_2)}{V} = \frac{4,00 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 NO	+	O ₂	\rightleftharpoons	2 NO ₂
kiindulási	6,00		4,00		–
átalakulási	2,00		1,00		2,00
egyensúlyi	4,00		3,00		2,00

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{NO}_2]_e^2}{[\text{NO}]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e} = \frac{\left(2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(4,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{0,0833 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-1}}}$$

B)

A megadott információk alapján a kiindulási koncentrációk:

$$[\text{CO}_2]_k = \frac{n(\text{CO}_2)}{V} = \frac{15,0 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{H}_2]_k = \frac{n(\text{H}_2)}{V} = \frac{15,0 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	CO ₂	+	H ₂	\rightleftharpoons	CO	+	H ₂ O
kiindulási	5,00		5,00		–		–
átalakulási	2,50		2,50		2,50		2,50
egyensúlyi	2,50		2,50		2,50		2,50

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{CO}]_e^1 \cdot [\text{H}_2\text{O}]_e^1}{[\text{CO}_2]_e^1 \cdot [\text{H}_2]_e^1} = \frac{\left(2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1}{\left(2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(2,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{1,00}}$$

C)

A megadott információk alapján a kiindulási és egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{SO}_2]_k = \frac{n(\text{SO}_2)}{V} = \frac{20,0 \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 4,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{O}_2]_k = \frac{n(\text{O}_2)}{V} = \frac{30,0 \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 6,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 SO ₂	+	O ₂	\rightleftharpoons	2 SO ₃
kiindulási	4,00		6,00		–
átalakulási	2,00		1,00		2,00
egyensúlyi	2,00		5,00		2,00

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e} = \frac{\left(2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{0,200 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-1}}}$$

159. A)

A megadott információk alapján a kiindulási anyagok anyagmennyiségei és koncentrációi:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} = \frac{160 \text{ g}}{16,05 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9,97 \text{ mol}$$

$$[\text{CH}_4]_k = \frac{n(\text{CH}_4)}{V} = \frac{9,97 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 4,98 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{180 \text{ g}}{18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9,99 \text{ mol}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_k = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{V} = \frac{9,99 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 4,99 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	CH ₄	+	H ₂ O	⇌	CO	+	3 H ₂
kiindulási	4,98		4,99		–		–
átalakulási	1,25		1,25		1,25		3,75
egyensúlyi	3,74		3,74		1,25		3,74

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{CO}]_e^1 \cdot [\text{H}_2]_e^3}{[\text{CH}_4]_e^1 \cdot [\text{H}_2\text{O}]_e^1} = \frac{\left(1,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(3,74 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{\left(3,74 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(3,74 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{4,68 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}}$$

B)

A megadott információk alapján a kiindulási anyagok anyagmennyiségei és koncentrációi:

$$n(\text{CO}) = \frac{m(\text{CO})}{M(\text{CO})} = \frac{560 \text{ g}}{28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 20,0 \text{ mol}$$

$$[\text{CO}]_k = \frac{n(\text{CO})}{V} = \frac{20,0 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 6,66 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{36,0 \text{ g}}{18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \text{ mol}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_k = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{V} = \frac{2,00 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 0,666 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	CO	+	H ₂ O	⇌	CO ₂	+	H ₂
kiindulási	6,66		0,666		–		–
átalakulási	0,499		0,499		0,499		0,499
egyensúlyi	6,16		0,167		0,499		0,499

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{CO}_2]_e^1 \cdot [\text{H}_2]_e^1}{[\text{CO}]_e^1 \cdot [\text{H}_2\text{O}]_e^1} = \frac{\left(0,499 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,499 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1}{\left(6,16 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,167 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{0,242}}$$

C)

A megadott információk alapján a kiindulási anyagok anyagmennyiségei és koncentrációi:

$$n(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{M(\text{SO}_2)} = \frac{128 \text{ g}}{64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \text{ mol}$$

$$[\text{SO}_2]_k = \frac{n(\text{SO}_2)}{V} = \frac{2,00 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 0,666 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{480 \text{ g}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 15,0 \text{ mol}$$

$$[\text{O}_2]_k = \frac{n(\text{O}_2)}{V} = \frac{15,0 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 SO ₂	+	O ₂	⇌	2 SO ₃
kiindulási	0,666		5,00		–
átalakulási	0,599		0,300		0,599
egyensúlyi	0,0666		4,70		0,599

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e} = \frac{\left(0,599 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(0,0666 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(4,70 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{17,2 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-1}}}$$

160. A)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	A	+	3 B	⇌	C
kiindulási	0,400		0,800		–
átalakulási	0,200		0,600		0,200
egyensúlyi	0,200		0,200		0,200

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{C}]_e^1}{[\text{A}]_e^1 \cdot [\text{B}]_e^3} = \frac{\left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1}{\left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1 \cdot \left(0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = \underline{\underline{125 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-3}}}$$

$$\alpha(\text{A}) = \frac{[\text{A}]_a}{[\text{A}]_k} \cdot 100 = \frac{0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,400 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 50,0\%$$

$$\alpha(\text{B}) = \frac{[\text{B}]_a}{[\text{B}]_k} \cdot 100 = \frac{0,600 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,800 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 75,0\%$$

$\alpha(\text{A}) < \alpha(\text{B})$.

B)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 A	+	B	⇌	3 C	+	3 D
kiindulási	5,00		4,00		–		–
átalakulási	2,00		1,00		3,00		3,00
egyensúlyi	3,00		3,00		3,00		3,00

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{C}]_e^3 \cdot [\text{D}]_e^3}{[\text{A}]_e^2 \cdot [\text{B}]_e^1} = \frac{\left(3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3 \cdot \left(3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{\left(3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(3,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^1} = \underline{\underline{27,0 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}}$$

$$\alpha(\text{A}) = \frac{[\text{A}]_a}{[\text{A}]_k} \cdot 100 = \frac{2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 40,0\%$$

$$\alpha(\text{B}) = \frac{[\text{B}]_a}{[\text{B}]_k} \cdot 100 = \frac{1,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{4,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 25,0\%$$

$\alpha(\text{A}) > \alpha(\text{B})$.

C)

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 A	+	4 B	\rightleftharpoons	3 C	+	3 D
kiindulási	12,5		17,5		–		–
átalakulási	5,00		10,0		7,50		7,50
egyensúlyi	7,50		7,50		7,50		7,50

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[C]_e^3 \cdot [D]_e^3}{[A]_e^2 \cdot [B]_e^4} = \frac{\left(7,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3 \cdot \left(7,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3}{\left(7,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot \left(7,50 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^4} = \underline{\underline{1,00}}$$

$$\alpha(A) = \frac{[A]_a}{[A]_k} \cdot 100 = \frac{5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{12,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 40,0\%$$

$$\alpha(B) = \frac{[B]_a}{[B]_k} \cdot 100 = \frac{10,0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{17,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} \cdot 100 = 57,1\%$$

$$\underline{\underline{\alpha(A) < \alpha(B)}}.$$