

الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

Equilibrium of Weak Acids

- تتأين الحموض الضعيفة في الماء جزئياً في الماء، ويعبر عن ثابت الاتزان لمحاليل الحموض الضعيفة بدلالة ثابت تأين الحمض الضعيف (K_a).
- ينزاح الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة جهة اليسار (نحو المتفاعلات)، وهذا يعني أن القاعدة المرافقة الناتجة من تأين الحمض له قدرة على الارتباط مع البروتون لإعادة تكوين المتفاعلات.
- يكون تركيز الحمض أعلى بكثير من تراكيز الأيونات الناتجة عن تأينه.

فإذا رمزنا للحمض الضعيف بالرمز HA ، فإن معادلة تأين الحمض تكتب كالتالي:



يعبر عن ثابت تأين الحمض الضعيف كالتالي:

$$K_a = [A^-] [H_3O^+] / [HA]$$

ولكل حمض ضعيف ثابت تأين عند درجة (25°C)، ويستخدم:

1- لمقارنة قدرة الحمض على التآين.

2- حساب تركيز H_3O^+ في محلول الحمض الضعيف.

ولمقارنة حمضين ضعيفين:

بزيادة قيمة K_a للحمض، يزداد تأينه في الماء، فيزداد تركيز أيون الهيدرونيوم في محلوله، ويقل تركيز أيون الهيدروكسيد في محلوله، وتقل قيمة pH في محلوله.



pH قوة القاعدة المرافقة

$[OH^-]$ قوة الحمض $[H_3O^+]$ تأين الحمض K_a

الحسابات في محاليل الحموض الضعيفة

لنرخص أن لدينا حمضاً ضعيفاً ولنرمز له بالرمز (HA).

HA	+	H₂O	\rightleftharpoons	A⁻	+	H₃O⁺	
y				0		0	التركيز عند البداية
-x				+x		+x	التغير في التركيز
y-x				x		x	التركيز عند الاتزان

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]} \longrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان:

$$K_a = \frac{x^2}{y-x} = \frac{x^2}{y}$$

↑
تُهمل (x) لضآلتها

وبالضرب التبادلي تصبح العلاقة:

$$x^2 = K_a \cdot y$$

وبأخذ جذر الطرفين نحسب قيمة (x) والتي تساوي تركيز أيون الهيدرونيوم.

$$x = K_a \cdot y$$

وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot [\text{HA}]}$$

↑
ثابت تأين الحمض

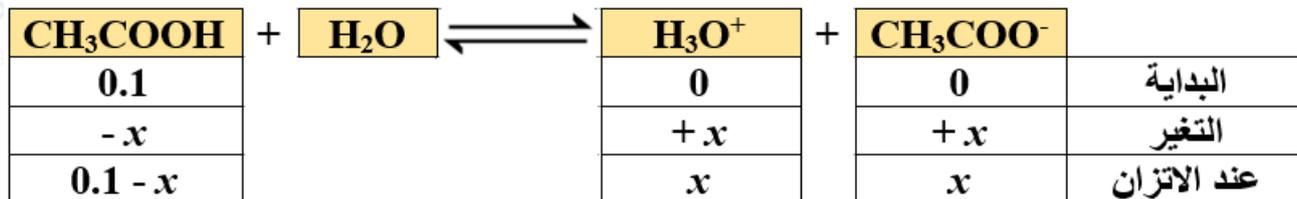
↑
تركيز الحمض

مثال (1):

أحسب تركيز أيونات H_3O^+ في محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH ، الذي تركيزه 0.1 M علماً أن $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب تعبير K_a :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$1.7 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1 - x} = \frac{x^2}{0.1}$$

↑
تهمل (x) لضآلتها

$$x^2 = 1.7 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1.7 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1.7 \times 10^{-6} = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

مثال (2):

أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض البنزويك C₆H₅COOH تركيزه 2 M

$$\text{علماً أن } K_a = 6.3 \times 10^{-5}, \log 1.12 = 0.05$$

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:

C_6H_5COOH	+	H_2O	\rightleftharpoons	H_3O^+	+	$C_6H_5COO^-$	
2				0		0	البداية
-x				+x		+x	التغير
2-x				x		x	عند الاتزان

أكتب تعبير K_a :

$$K_a = \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[C_6H_5COOH]} \longrightarrow [H_3O^+] = [C_6H_5COO^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$6.3 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{2-x} = \frac{x^2}{2}$$

↑
تُهمل (x) لضآلتها

$$x^2 = 6.3 \times 10^{-5} \times 2 = 1.26 \times 10^{-4}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$x = [H_3O^+] = 1.26 \times 10^{-4} = 1.12 \times 10^{-2} \text{ M}$$

أحسب قيمة الرقم الهيدروجيني من تركيز الهيدرونيوم:

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$pH = -\log (1.12 \times 10^{-2}) = 2 - \log 1.12 = 2 - 0.05 = 1.95$$

سؤال (1):

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التآين (K_a) لبعض الحموض الضعيفة عند درجة $25^\circ C$ ، أدرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

K_a	صيغة الحمض	اسم الحمض
1.3×10^{-2}	H_2SO_3	حمض الكبريتيت
6.8×10^{-4}	HF	حمض الهيدروفلوريك
4.5×10^{-4}	HNO_2	حمض النيتروجين III
1.7×10^{-4}	HCOOH	حمض الميثانويك
6.3×10^{-5}	C_6H_5COOH	حمض البنزويك
1.7×10^{-5}	CH_3COOH	حمض الإيثانويك
4.3×10^{-7}	H_2CO_3	حمض الكربونيك
3.5×10^{-8}	HClO	حمض أحادي الهيبوكلوريك
4.9×10^{-10}	HCN	حمض الهيدروسيانيك

1. أكتب صيغة الحمض الأقوى والحمض الأضعف في الجدول، ثم أكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل منهما.
2. أي محلولي الحمضين: H_2CO_3 أم HNO_2 المتساويين في التركيز يكون تركيز H_3O^+ أعلى؟
3. أيهما له أعلى رقم هيدروجيني: محلول HF أم HClO (لهما التركيز نفسه)؟
4. أي الحمضين: HCOOH أم C_6H_5COOH أكثر تأيناً في الماء؟
5. هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0.01 M أكبر أم أقل من 2؟ ولماذا؟

سؤال (2):

أحسب قيمة pH في محلول حمض الميثانويك HCOOH بتركيز 0.1 M

$$\text{علماً أن: } K_a = 1.6 \times 10^{-4}, \log 4 = 0.6$$

سؤال (3):

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأيّن (K_a) لحمضين، أجب عن الأسئلة الآتية:

تركيز محلول الحمض M	K_a	الحمض
0.004	4×10^{-5}	HA
0.9	1×10^{-5}	HB

1. أي الحمضين أقوى؟
2. أي الحمضين أقل تأيناً في الماء؟
3. في أي محلولي الحمضين يكون تركيز أيون الهيدرونيوم أعلى؟
4. أي محلولي الحمضين أعلى pH؟

سؤال (4):

يبين الجدول الآتي تركيز أيون الهيدروكسيد لأربعة حموض ضعيفة متساوية التركيز. أدرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	[OH ⁻] (M)
HX	7×10^{-10}
HY	4×10^{-8}
HZ	4×10^{-10}
HQ	2×10^{-9}

1. أكتب صيغة الحمض الأقوى.
2. أكتب صيغة القاعدة المرافقة في محلول الحمض الأضعف.
3. أكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الذي يمتلك محلوله قيمة pH أعلى.
4. ما القاعدة المرافقة لكل من الحموض المذكورة؟
5. أي محاليل الحموض المذكوره تمتلك قيمة pH أقل؟
6. أرتب الحموض الموجودة في الجدول حسب قدرتها على التآين.
7. أي محاليل الحموض يوصل التيار الكهربائي بشكل أكبر؟
8. أي محلولي الحمضين: (HX أم HQ) يمتلك [H₃O⁺] أقل؟
9. أكتب صيغ الدقائق الموجودة في محلول HZ عند الاتزان.

سؤال (5):

أحسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HF تركيزه $\log 6 = 0.78$ (0.05 M).

علماً بأن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 7.2×10^{-4}

سؤال (6):

أحسب تركيز محلول حمض HNO_2 الذي رقمه الهيدروجيني pH 2.53
علماً أن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي $\log 3 = 0.47$. (4.5×10^{-4})

سؤال (7):

أحسب قيمة K_a للحمض الضعيف HZ إذا كان الذي تركيز محلوله 0.2 M، ورقمه الهيدروجيني يساوي (4).

سؤال (8):

الجدول أدناه يمثل ثلاثة محاليل مائية لثلاثة حموض ضعيفة برموز افتراضية:

الحمض	K_a	تركيز الحمض (M)	pH
HA	4.9×10^{-10}	0.1	X
HB	4×10^{-4}	Y	2.4
HC	Z	0.2	4

معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول، أجد قيم كل من $\log 7$ ، $\log 4 = 0.6$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 3 = 0.47$ ، $\log 5 = 0.7$ ، $\log 6 = 0.8$ ، $\log 8 = 0.9$ ، $\log 9 = 1.0$ ، $\log 10 = 1.0$ ، $\log 11 = 1.04$ ، $\log 12 = 1.08$ ، $\log 13 = 1.11$ ، $\log 14 = 1.15$ ، $\log 15 = 1.18$ ، $\log 16 = 1.20$ ، $\log 17 = 1.23$ ، $\log 18 = 1.26$ ، $\log 19 = 1.28$ ، $\log 20 = 1.30$ ، $\log 21 = 1.32$ ، $\log 22 = 1.34$ ، $\log 23 = 1.36$ ، $\log 24 = 1.38$ ، $\log 25 = 1.40$ ، $\log 26 = 1.41$ ، $\log 27 = 1.43$ ، $\log 28 = 1.45$ ، $\log 29 = 1.46$ ، $\log 30 = 1.48$ ، $\log 31 = 1.49$ ، $\log 32 = 1.51$ ، $\log 33 = 1.52$ ، $\log 34 = 1.53$ ، $\log 35 = 1.54$ ، $\log 36 = 1.55$ ، $\log 37 = 1.56$ ، $\log 38 = 1.58$ ، $\log 39 = 1.59$ ، $\log 40 = 1.60$ ، $\log 41 = 1.61$ ، $\log 42 = 1.62$ ، $\log 43 = 1.63$ ، $\log 44 = 1.64$ ، $\log 45 = 1.65$ ، $\log 46 = 1.66$ ، $\log 47 = 1.67$ ، $\log 48 = 1.68$ ، $\log 49 = 1.69$ ، $\log 50 = 1.70$ ، $\log 51 = 1.71$ ، $\log 52 = 1.72$ ، $\log 53 = 1.73$ ، $\log 54 = 1.74$ ، $\log 55 = 1.75$ ، $\log 56 = 1.76$ ، $\log 57 = 1.77$ ، $\log 58 = 1.78$ ، $\log 59 = 1.79$ ، $\log 60 = 1.80$ ، $\log 61 = 1.81$ ، $\log 62 = 1.82$ ، $\log 63 = 1.83$ ، $\log 64 = 1.84$ ، $\log 65 = 1.85$ ، $\log 66 = 1.86$ ، $\log 67 = 1.87$ ، $\log 68 = 1.88$ ، $\log 69 = 1.89$ ، $\log 70 = 1.90$ ، $\log 71 = 1.91$ ، $\log 72 = 1.92$ ، $\log 73 = 1.93$ ، $\log 74 = 1.94$ ، $\log 75 = 1.95$ ، $\log 76 = 1.96$ ، $\log 77 = 1.97$ ، $\log 78 = 1.98$ ، $\log 79 = 1.99$ ، $\log 80 = 2.00$ ، $\log 81 = 2.01$ ، $\log 82 = 2.02$ ، $\log 83 = 2.03$ ، $\log 84 = 2.04$ ، $\log 85 = 2.05$ ، $\log 86 = 2.06$ ، $\log 87 = 2.07$ ، $\log 88 = 2.08$ ، $\log 89 = 2.09$ ، $\log 90 = 2.10$ ، $\log 91 = 2.11$ ، $\log 92 = 2.12$ ، $\log 93 = 2.13$ ، $\log 94 = 2.14$ ، $\log 95 = 2.15$ ، $\log 96 = 2.16$ ، $\log 97 = 2.17$ ، $\log 98 = 2.18$ ، $\log 99 = 2.19$ ، $\log 100 = 2.20$ ، $\log 101 = 2.21$ ، $\log 102 = 2.22$ ، $\log 103 = 2.23$ ، $\log 104 = 2.24$ ، $\log 105 = 2.25$ ، $\log 106 = 2.26$ ، $\log 107 = 2.27$ ، $\log 108 = 2.28$ ، $\log 109 = 2.29$ ، $\log 110 = 2.30$ ، $\log 111 = 2.31$ ، $\log 112 = 2.32$ ، $\log 113 = 2.33$ ، $\log 114 = 2.34$ ، $\log 115 = 2.35$ ، $\log 116 = 2.36$ ، $\log 117 = 2.37$ ، $\log 118 = 2.38$ ، $\log 119 = 2.39$ ، $\log 120 = 2.40$ ، $\log 121 = 2.41$ ، $\log 122 = 2.42$ ، $\log 123 = 2.43$ ، $\log 124 = 2.44$ ، $\log 125 = 2.45$ ، $\log 126 = 2.46$ ، $\log 127 = 2.47$ ، $\log 128 = 2.48$ ، $\log 129 = 2.49$ ، $\log 130 = 2.50$ ، $\log 131 = 2.51$ ، $\log 132 = 2.52$ ، $\log 133 = 2.53$ ، $\log 134 = 2.54$ ، $\log 135 = 2.55$ ، $\log 136 = 2.56$ ، $\log 137 = 2.57$ ، $\log 138 = 2.58$ ، $\log 139 = 2.59$ ، $\log 140 = 2.60$ ، $\log 141 = 2.61$ ، $\log 142 = 2.62$ ، $\log 143 = 2.63$ ، $\log 144 = 2.64$ ، $\log 145 = 2.65$ ، $\log 146 = 2.66$ ، $\log 147 = 2.67$ ، $\log 148 = 2.68$ ، $\log 149 = 2.69$ ، $\log 150 = 2.70$ ، $\log 151 = 2.71$ ، $\log 152 = 2.72$ ، $\log 153 = 2.73$ ، $\log 154 = 2.74$ ، $\log 155 = 2.75$ ، $\log 156 = 2.76$ ، $\log 157 = 2.77$ ، $\log 158 = 2.78$ ، $\log 159 = 2.79$ ، $\log 160 = 2.80$ ، $\log 161 = 2.81$ ، $\log 162 = 2.82$ ، $\log 163 = 2.83$ ، $\log 164 = 2.84$ ، $\log 165 = 2.85$ ، $\log 166 = 2.86$ ، $\log 167 = 2.87$ ، $\log 168 = 2.88$ ، $\log 169 = 2.89$ ، $\log 170 = 2.90$ ، $\log 171 = 2.91$ ، $\log 172 = 2.92$ ، $\log 173 = 2.93$ ، $\log 174 = 2.94$ ، $\log 175 = 2.95$ ، $\log 176 = 2.96$ ، $\log 177 = 2.97$ ، $\log 178 = 2.98$ ، $\log 179 = 2.99$ ، $\log 180 = 3.00$ ، $\log 181 = 3.01$ ، $\log 182 = 3.02$ ، $\log 183 = 3.03$ ، $\log 184 = 3.04$ ، $\log 185 = 3.05$ ، $\log 186 = 3.06$ ، $\log 187 = 3.07$ ، $\log 188 = 3.08$ ، $\log 189 = 3.09$ ، $\log 190 = 3.10$ ، $\log 191 = 3.11$ ، $\log 192 = 3.12$ ، $\log 193 = 3.13$ ، $\log 194 = 3.14$ ، $\log 195 = 3.15$ ، $\log 196 = 3.16$ ، $\log 197 = 3.17$ ، $\log 198 = 3.18$ ، $\log 199 = 3.19$ ، $\log 200 = 3.20$ ، $\log 201 = 3.21$ ، $\log 202 = 3.22$ ، $\log 203 = 3.23$ ، $\log 204 = 3.24$ ، $\log 205 = 3.25$ ، $\log 206 = 3.26$ ، $\log 207 = 3.27$ ، $\log 208 = 3.28$ ، $\log 209 = 3.29$ ، $\log 210 = 3.30$ ، $\log 211 = 3.31$ ، $\log 212 = 3.32$ ، $\log 213 = 3.33$ ، $\log 214 = 3.34$ ، $\log 215 = 3.35$ ، $\log 216 = 3.36$ ، $\log 217 = 3.37$ ، $\log 218 = 3.38$ ، $\log 219 = 3.39$ ، $\log 220 = 3.40$ ، $\log 221 = 3.41$ ، $\log 222 = 3.42$ ، $\log 223 = 3.43$ ، $\log 224 = 3.44$ ، $\log 225 = 3.45$ ، $\log 226 = 3.46$ ، $\log 227 = 3.47$ ، $\log 228 = 3.48$ ، $\log 229 = 3.49$ ، $\log 230 = 3.50$ ، $\log 231 = 3.51$ ، $\log 232 = 3.52$ ، $\log 233 = 3.53$ ، $\log 234 = 3.54$ ، $\log 235 = 3.55$ ، $\log 236 = 3.56$ ، $\log 237 = 3.57$ ، $\log 238 = 3.58$ ، $\log 239 = 3.59$ ، $\log 240 = 3.60$ ، $\log 241 = 3.61$ ، $\log 242 = 3.62$ ، $\log 243 = 3.63$ ، $\log 244 = 3.64$ ، $\log 245 = 3.65$ ، $\log 246 = 3.66$ ، $\log 247 = 3.67$ ، $\log 248 = 3.68$ ، $\log 249 = 3.69$ ، $\log 250 = 3.70$ ، $\log 251 = 3.71$ ، $\log 252 = 3.72$ ، $\log 253 = 3.73$ ، $\log 254 = 3.74$ ، $\log 255 = 3.75$ ، $\log 256 = 3.76$ ، $\log 257 = 3.77$ ، $\log 258 = 3.78$ ، $\log 259 = 3.79$ ، $\log 260 = 3.80$ ، $\log 261 = 3.81$ ، $\log 262 = 3.82$ ، $\log 263 = 3.83$ ، $\log 264 = 3.84$ ، $\log 265 = 3.85$ ، $\log 266 = 3.86$ ، $\log 267 = 3.87$ ، $\log 268 = 3.88$ ، $\log 269 = 3.89$ ، $\log 270 = 3.90$ ، $\log 271 = 3.91$ ، $\log 272 = 3.92$ ، $\log 273 = 3.93$ ، $\log 274 = 3.94$ ، $\log 275 = 3.95$ ، $\log 276 = 3.96$ ، $\log 277 = 3.97$ ، $\log 278 = 3.98$ ، $\log 279 = 3.99$ ، $\log 280 = 4.00$ ، $\log 281 = 4.01$ ، $\log 282 = 4.02$ ، $\log 283 = 4.03$ ، $\log 284 = 4.04$ ، $\log 285 = 4.05$ ، $\log 286 = 4.06$ ، $\log 287 = 4.07$ ، $\log 288 = 4.08$ ، $\log 289 = 4.09$ ، $\log 290 = 4.10$ ، $\log 291 = 4.11$ ، $\log 292 = 4.12$ ، $\log 293 = 4.13$ ، $\log 294 = 4.14$ ، $\log 295 = 4.15$ ، $\log 296 = 4.16$ ، $\log 297 = 4.17$ ، $\log 298 = 4.18$ ، $\log 299 = 4.19$ ، $\log 300 = 4.20$ ، $\log 301 = 4.21$ ، $\log 302 = 4.22$ ، $\log 303 = 4.23$ ، $\log 304 = 4.24$ ، $\log 305 = 4.25$ ، $\log 306 = 4.26$ ، $\log 307 = 4.27$ ، $\log 308 = 4.28$ ، $\log 309 = 4.29$ ، $\log 310 = 4.30$ ، $\log 311 = 4.31$ ، $\log 312 = 4.32$ ، $\log 313 = 4.33$ ، $\log 314 = 4.34$ ، $\log 315 = 4.35$ ، $\log 316 = 4.36$ ، $\log 317 = 4.37$ ، $\log 318 = 4.38$ ، $\log 319 = 4.39$ ، $\log 320 = 4.40$ ، $\log 321 = 4.41$ ، $\log 322 = 4.42$ ، $\log 323 = 4.43$ ، $\log 324 = 4.44$ ، $\log 325 = 4.45$ ، $\log 326 = 4.46$ ، $\log 327 = 4.47$ ، $\log 328 = 4.48$ ، $\log 329 = 4.49$ ، $\log 330 = 4.50$ ، $\log 331 = 4.51$ ، $\log 332 = 4.52$ ، $\log 333 = 4.53$ ، $\log 334 = 4.54$ ، $\log 335 = 4.55$ ، $\log 336 = 4.56$ ، $\log 337 = 4.57$ ، $\log 338 = 4.58$ ، $\log 339 = 4.59$ ، $\log 340 = 4.60$ ، $\log 341 = 4.61$ ، $\log 342 = 4.62$ ، $\log 343 = 4.63$ ، $\log 344 = 4.64$ ، $\log 345 = 4.65$ ، $\log 346 = 4.66$ ، $\log 347 = 4.67$ ، $\log 348 = 4.68$ ، $\log 349 = 4.69$ ، $\log 350 = 4.70$ ، $\log 351 = 4.71$ ، $\log 352 = 4.72$ ، $\log 353 = 4.73$ ، $\log 354 = 4.74$ ، $\log 355 = 4.75$ ، $\log 356 = 4.76$ ، $\log 357 = 4.77$ ، $\log 358 = 4.78$ ، $\log 359 = 4.79$ ، $\log 360 = 4.80$ ، $\log 361 = 4.81$ ، $\log 362 = 4.82$ ، $\log 363 = 4.83$ ، $\log 364 = 4.84$ ، $\log 365 = 4.85$ ، $\log 366 = 4.86$ ، $\log 367 = 4.87$ ، $\log 368 = 4.88$ ، $\log 369 = 4.89$ ، $\log 370 = 4.90$ ، $\log 371 = 4.91$ ، $\log 372 = 4.92$ ، $\log 373 = 4.93$ ، $\log 374 = 4.94$ ، $\log 375 = 4.95$ ، $\log 376 = 4.96$ ، $\log 377 = 4.97$ ، $\log 378 = 4.98$ ، $\log 379 = 4.99$ ، $\log 380 = 5.00$ ، $\log 381 = 5.01$ ، $\log 382 = 5.02$ ، $\log 383 = 5.03$ ، $\log 384 = 5.04$ ، $\log 385 = 5.05$ ، $\log 386 = 5.06$ ، $\log 387 = 5.07$ ، $\log 388 = 5.08$ ، $\log 389 = 5.09$ ، $\log 390 = 5.10$ ، $\log 391 = 5.11$ ، $\log 392 = 5.12$ ، $\log 393 = 5.13$ ، $\log 394 = 5.14$ ، $\log 395 = 5.15$ ، $\log 396 = 5.16$ ، $\log 397 = 5.17$ ، $\log 398 = 5.18$ ، $\log 399 = 5.19$ ، $\log 400 = 5.20$ ، $\log 401 = 5.21$ ، $\log 402 = 5.22$ ، $\log 403 = 5.23$ ، $\log 404 = 5.24$ ، $\log 405 = 5.25$ ، $\log 406 = 5.26$ ، $\log 407 = 5.27$ ، $\log 408 = 5.28$ ، $\log 409 = 5.29$ ، $\log 410 = 5.30$ ، $\log 411 = 5.31$ ، $\log 412 = 5.32$ ، $\log 413 = 5.33$ ، $\log 414 = 5.34$ ، $\log 415 = 5.35$ ، $\log 416 = 5.36$ ، $\log 417 = 5.37$ ، $\log 418 = 5.38$ ، $\log 419 = 5.39$ ، $\log 420 = 5.40$ ، $\log 421 = 5.41$ ، $\log 422 = 5.42$ ، $\log 423 = 5.43$ ، $\log 424 = 5.44$ ، $\log 425 = 5.45$ ، $\log 426 = 5.46$ ، $\log 427 = 5.47$ ، $\log 428 = 5.48$ ، $\log 429 = 5.49$ ، $\log 430 = 5.50$ ، $\log 431 = 5.51$ ، $\log 432 = 5.52$ ، $\log 433 = 5.53$ ، $\log 434 = 5.54$ ، $\log 435 = 5.55$ ، $\log 436 = 5.56$ ، $\log 437 = 5.57$ ، $\log 438 = 5.58$ ، $\log 439 = 5.59$ ، $\log 440 = 5.60$ ، $\log 441 = 5.61$ ، $\log 442 = 5.62$ ، $\log 443 = 5.63$ ، $\log 444 = 5.64$ ، $\log 445 = 5.65$ ، $\log 446 = 5.66$ ، $\log 447 = 5.67$ ، $\log 448 = 5.68$ ، $\log 449 = 5.69$ ، $\log 450 = 5.70$ ، $\log 451 = 5.71$ ، $\log 452 = 5.72$ ، $\log 453 = 5.73$ ، $\log 454 = 5.74$ ، $\log 455 = 5.75$ ، $\log 456 = 5.76$ ، $\log 457 = 5.77$ ، $\log 458 = 5.78$ ، $\log 459 = 5.79$ ، $\log 460 = 5.80$ ، $\log 461 = 5.81$ ، $\log 462 = 5.82$ ، $\log 463 = 5.83$ ، $\log 464 = 5.84$ ، $\log 465 = 5.85$ ، $\log 466 = 5.86$ ، $\log 467 = 5.87$ ، $\log 468 = 5.88$ ، $\log 469 = 5.89$ ، $\log 470 = 5.90$ ، $\log 471 = 5.91$ ، $\log 472 = 5.92$ ، $\log 473 = 5.93$ ، $\log 474 = 5.94$ ، $\log 475 = 5.95$ ، $\log 476 = 5.96$ ، $\log 477 = 5.97$ ، $\log 478 = 5.98$ ، $\log 479 = 5.99$ ، $\log 480 = 6.00$ ، $\log 481 = 6.01$ ، $\log 482 = 6.02$ ، $\log 483 = 6.03$ ، $\log 484 = 6.04$ ، $\log 485 = 6.05$ ، $\log 486 = 6.06$ ، $\log 487 = 6.07$ ، $\log 488 = 6.08$ ، $\log 489 = 6.09$ ، $\log 490 = 6.10$ ، $\log 491 = 6.11$ ، $\log 492 = 6.12$ ، $\log 493 = 6.13$ ، $\log 494 = 6.14$ ، $\log 495 = 6.15$ ، $\log 496 = 6.16$ ، $\log 497 = 6.17$ ، $\log 498 = 6.18$ ، $\log 499 = 6.19$ ، $\log 500 = 6.20$ ، $\log 501 = 6.21$ ، $\log 502 = 6.22$ ، $\log 503 = 6.23$ ، $\log 504 = 6.24$ ، $\log 505 = 6.25$ ، $\log 506 = 6.26$ ، $\log 507 = 6.27$ ، $\log 508 = 6.28$ ، $\log 509 = 6.29$ ، $\log 510 = 6.30$ ، $\log 511 = 6.31$ ، $\log 512 = 6.32$ ، $\log 513 = 6.33$ ، $\log 514 = 6.34$ ، $\log 515 = 6.35$ ، $\log 516 = 6.36$ ، $\log 517 = 6.37$ ، $\log 518 = 6.38$ ، $\log 519 = 6.39$ ، $\log 520 = 6.40$ ، $\log 521 = 6.41$ ، $\log 522 = 6.42$ ، $\log 523 = 6.43$ ، $\log 524 = 6.44$ ، $\log 525 = 6.45$ ، $\log 526 = 6.46$ ، $\log 527 = 6.47$ ، $\log 528 = 6.48$ ، $\log 529 = 6.49$ ، $\log 530 = 6.50$ ، $\log 531 = 6.51$ ، $\log 532 = 6.52$ ، $\log 533 = 6.53$ ، $\log 534 = 6.54$ ، $\log 535 = 6.55$ ، $\log 536 = 6.56$ ، $\log 537 = 6.57$ ، $\log 538 = 6.58$ ، $\log 539 = 6.59$ ، $\log 540 = 6.60$ ، $\log 541 = 6.61$ ، $\log 542 = 6.62$ ، $\log 543 = 6.63$ ، $\log 544 = 6.64$ ، $\log 545 = 6.65$ ، $\log 546 = 6.66$ ، $\log 547 = 6.67$ ، $\log 548 = 6.68$ ، $\log 549 = 6.69$ ، $\log 550 = 6.70$ ، $\log 551 = 6.71$ ، $\log 552 = 6.72$ ، $\log 553 = 6.73$ ، $\log 554 = 6.74$ ، $\log 555 = 6.75$ ، $\log 556 = 6.76$ ، $\log 557 = 6.77$ ، $\log 558 = 6.78$ ، $\log 559 = 6.79$ ، $\log 560 = 6.80$ ، $\log 561 = 6.81$ ، $\log 562 = 6.82$ ، $\log 563 = 6.83$ ، $\log 564 = 6.84$ ، $\log 565 = 6.85$ ، $\log 566 = 6.86$ ، $\log 567 = 6.87$ ، $\log 568 = 6.88$ ، $\log 569 = 6.89$ ، $\log 570 = 6.90$ ، $\log 571 = 6.91$ ، $\log 572 = 6.92$ ، $\log 573 = 6.93$ ، $\log 574 = 6.94$ ، $\log 575 = 6.95$ ، $\log 576 = 6.96$ ، $\log 577 = 6.97$ ، $\log 578 = 6.98$ ، $\log 579 = 6.99$ ، $\log 580 = 7.00$ ، $\log 581 = 7.01$ ، $\log 582 = 7.02$ ، $\log 583 = 7.03$ ، $\log 584 = 7.04$ ، $\log 585 = 7.05$ ، $\log 586 = 7.06$ ، $\log 587 = 7.07$ ، $\log 588 = 7.08$ ، $\log 589 = 7.09$ ، $\log 590 = 7.10$ ، $\log 591 = 7.11$ ، $\log 592 = 7.12$ ، $\log 593 = 7.13$ ، $\log 594 = 7.14$ ، $\log 595 = 7.15$ ، $\log 596 = 7.16$ ، $\log 597 = 7.17$ ، $\log 598 = 7.18$ ، $\log 599 = 7.19$ ، $\log 600 = 7.20$ ، $\log 601 = 7.21$ ، $\log 602 = 7.22$ ، $\log 603 = 7.23$ ، $\log 604 = 7.24$ ، $\log 605 = 7.25$ ، $\log 606 = 7.26$ ، $\log 607 = 7.27$ ، $\log 608 = 7.28$ ، $\log 609 = 7.29$ ، $\log 610 = 7.30$ ، $\log 611 = 7.31$ ، $\log 612 = 7.32$ ، $\log 613 = 7.33$ ، $\log 614 = 7.34$ ، $\log 615 = 7.35$ ، $\log 616 = 7.36$ ، $\log 617 = 7.37$ ، $\log 618 = 7.38$ ، $\log 619 = 7.39$ ، $\log 620 = 7.40$ ، $\log 621 = 7.41$ ، $\log 622 = 7.42$ ، $\log 623 = 7.43$ ، $\log 624 = 7.44$ ، $\log 625 = 7.45$ ، $\log 626 = 7.46$ ، $\log 627 = 7.47$ ، $\log 628 = 7.48$ ، $\log 629 = 7.49$ ، $\log 630 = 7.50$ ، $\log 631 = 7.51$ ، $\log 632 = 7.52$ ، $\log 633 = 7.53$ ، $\log 634 = 7.54$ ، $\log 635 = 7.55$ ، $\log 636 = 7.56$ ، $\log 637 = 7.57$ ، $\log 638 = 7.58$ ، $\log 639 = 7.59$ ، $\log 640 = 7.60$ ، $\log 641 = 7.61$ ، $\log 642 = 7.62$ ، $\log 643 = 7.63$ ، $\log 644 = 7.64$ ، $\log 645 = 7.65$ ، $\log 646 = 7.66$ ، $\log 647 = 7.67$ ، $\log 648 = 7.68$ ، $\log 649 = 7.69$ ، $\log 650 = 7.70$ ، $\log 651 = 7.71$ ، $\log 652 = 7.72$ ، $\log 653 =$

أذيب 1.22 g من حمض البنزويك (C_6H_5COOH) في لتر من الماء فتبين أن $[H_3O^+]$ يساوي $8 \times 10^{-4} M$ أحسب قيمة K_a (الكتلة المولية للحمض $Mr = 122 g/mol$).

سؤال (11):

يبين الجدول أدناه بعض محاليل الحموض الضعيفة بتركيز 0.01 M لكل منها، ومعلومات عن كل محلول. أجب عن الأسئلة التي تليه:

المعلومات	الحمض
$K_a = 2 \times 10^{-7}$	HD
$K_a = 4 \times 10^{-6}$	HC
$[Z^-] = 5 \times 10^{-5}$	HZ
$[B] = 2 \times 10^{-4}$	HB ⁺
pH = 5	HQ
pH = 3.4	HX

1. أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟
2. أي محلولي الحمضين: HZ أم HB⁺ يمتلك [OH⁻] أعلى؟
3. أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة K_a أعلى؟
4. أي محلولي الحمضين: HQ أم HZ يمتلك قيمة pH أقل؟
5. أي الحمضين: HX أم HZ أكثر تأيناً في الماء؟
6. كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB⁺ ؟ ($\log 2 = 0.3$)
7. كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB⁺ تركيزه (1 M) ؟

$$(\log 2 = 0.3)$$

سؤال (12):

يبين الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الافتراضية الضعيفة متساوية التركيز (0.1 M) وقيم pH لها، أدرس الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

HB ⁻	HZ	HQ	H ₂ A	HY	XH ⁺	محلول الحمض
6.3	6	4.5	3	4	5	pH

1. أي الحمضين أقوى: HY أم HQ ؟
2. أكتب معادلة تفاعل Y⁻ مع H₂A .
3. أكتب معادلة تفاعل HB⁻ مع الماء.
4. أي حموض الجدول يمتلك قيمة K_a أعلى؟
5. كم تبلغ قيمة K_a للحمض HZ ؟
6. ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحمضين H₂A و XH⁺ ؟

سؤال (13):

أرتب محاليل الحموض التالية تصاعدياً وفق زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:

