Esercizi Meseolamenti

1) ? pH $V_B = 25\ mL$ NaOH $0{,}120\ mol/L$
$V_A = 100\ mL$ HCl $pH = 1{,}2$

$C_B = \frac{0{,}120 \cdot 25}{125} = 0{,}024\ M$

$[H^+] = 10^{-1{,}2} = 0{,}0631\ M$

$C_A = \frac{0{,}0631 \cdot 100}{125} = 0{,}0505\ M$

	$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$		
in	$0{,}0505$	$0{,}024$	
fin	$0{,}0265$	/	eccesso

$pH = -\log(0{,}0265) = 1{,}58$

REGOLA (FORTE - DEBOLE)

- $C_{DEB} > C_{FORTE}$ ⇒ TAMPONE — CASO A
- $C_D = C_F$ ⇒ TITOLAZIONE — CASO B
- $C_D < C_F$ ⇒ pH DALLA FORTE — CASO C

2) pH ? 20 mL NaOH $0{,}128\ M$
35 mL HCOOH $0{,}100\ M$
$K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$

$C_{fA} = \frac{0{,}100 \cdot 35}{55} = 6{,}36 \cdot 10^{-2}\ M$

$C_{fB} = \frac{0{,}123 \cdot 20}{55} = 4{,}47 \cdot 10^{-2}\ M$

neutralizzazione:

	$HCOOH + OH^- \longrightarrow HCOO^- + H_2O$		
	$6{,}36 \cdot 10^{-2}$	$4{,}47 \cdot 10^{-2}$	
	$1{,}89 \cdot 10^{-2}$	/	$4{,}47 \cdot 10^{-2}$

SOLUZIONE TAMPONE

	$HCOOH + H_2O \longrightarrow HCOO^- + H_3O^+$		
in	$1{,}89 \cdot 10^{-2}$	$4{,}47 \cdot 10^{-2}$	
eq	$1{,}89 \cdot 10^{-2} - x$	$4{,}47 \cdot 10^{-2} + x$	x

$\frac{(4{,}47 \cdot 10^{-2} + x)\, x}{1{,}89 \cdot 10^{-2} - x} = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$

$x = 7{,}6 \cdot 10^{-5} \longrightarrow pH = 4{,}12$ CASO A !

3) base debole NH_3
acido forte HCl
? pH
$V_A = 50\ mL$ HCl $0{,}100\ M$
$V_B = 50\ mL$ NH_3 $0{,}200\ M$
$K_b = 1{,}85 \cdot 10^{-5}$

$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$

neutralizz.: $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$

$[H_3O^+] = \frac{0{,}100 \cdot 50}{100} = 0{,}050\ M$

$[NH_3] = \frac{0{,}200 \cdot 50}{100} = 0{,}100\ M$

neutralizzazione:

	$NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$		
	$0{,}100$	$0{,}050$	
	$0{,}050$	/	$0{,}050$

TAMPONE

	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
	$0{,}050$	$0{,}050$	
eq	$0{,}050 - x$	$0{,}050 + x$	x

$1{,}85 \cdot 10^{-5} = \frac{(0{,}050 + x)\, x}{0{,}050 - x}$

$x = 1{,}85 \cdot 10^{-5}$

$pOH = 4{,}73$ $pH = 9{,}27$ CASO A !

4) ? pH 50 mL HCl $0{,}100\ M$
50 mL NH_3 $0{,}100\ M$

NEUTRALIZZAZIONE:

	$NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$		
	$0{,}050$	$0{,}050$	
	/	/	$0{,}050$

ANALOGO AL PUNTO EQUIVALENTE NELLA TITOLAZIONE

$C_{f_{HCl}} = \frac{0{,}100 \cdot 50}{100} = 0{,}050 = C_{f_{NH_3}}$

equilibrio in acqua:

	$NH_4^+ + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+$		
	$0{,}050$		
	$0{,}050 - x$	x	x

$K_a = \frac{K_w}{K_b} = 5{,}4 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0{,}050 - x}$

$x = 5{,}20 \cdot 10^{-6}$ $pH = 5{,}28$ CASO B !

5) CASO C !
? pH 50 mL HCl $0{,}200\ M$
50 mL NH_3 $0{,}100\ M$

$C_{HCl} = \frac{0{,}200 \cdot 50}{100} = 0{,}100\ M$

$C_{NH_3} = \frac{0{,}100 \cdot 50}{100} = 0{,}050\ M$

NEUTRALIZ:

	$NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$		
	$0{,}050$	$0{,}100$	
	/	$0{,}050$	$0{,}050$

↓ eccesso di SPECIE FORTE !

$pH = -\log(0{,}050) = 1{,}30$

$NaOH$ = base forte
HCl = acido forte
NH_3 = base debole
CH_3COOH = acido debole

1) ? pH $[HNO_3] = 0{,}100$ mol/L $K_a = 20$

$HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$

	$0{,}100$		
	$0{,}100 - X$	X	X

$\frac{X^2}{0{,}100 - X} = 20$

$X \cong 0{,}100$

$pH = 1$.

per acidi con costanti molto maggiori di 1 e quando la molarità è molto minore di 1

$K_a >> 1$ $\quad$ $M << 1$ $\quad$ è un acido è completamente dissociato dunque: $[H_3O^+] = [\text{acido}]$

2) pH ? $[KOH] = 5{,}36 \cdot 10^{-2}$ mol/L

pH ? $[Ca(OH)_2] = 5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol/L

$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

$[OH^-] = 5{,}36 \cdot 10^{-2} \longrightarrow pOH = 1{,}27 \longrightarrow pH = 12{,}73$

$[OH^-] = 5{,}0 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0{,}01 \longrightarrow pOH = 2 \longrightarrow pH = 12$

MA QUANDO METTO UNA FRECCIA? E QUANDO DUE?

→ uso le due frecce quando in soluzione è l'acido è debole (non si dissocia completamente) anche per la base debole → CAPISCO CHE È DEBOLE → $K << 1$

→ uso una freccia con acidi e basi forti

3) ? pH $0{,}100$ M CH_3COOH $K_a = 1{,}80 \cdot 10^{-5}$

$CH_3COOH + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + H_3O^+$

	$0{,}100$		
	$0{,}100 - X$	X	X

$\frac{X^2}{0{,}100 - X} = 1{,}80 \cdot 10^{-5}$

QUANDO TRASCURO LA X ?
- $K_a < 10^{-4}$
- $C_n > 0{,}01$ → concentrazione neutra

NON TRASCURO → $K_a > 10^{-3}$

$X = 1{,}34 \cdot 10^{-3}$

$pH = 2{,}87$

4) pH ? $0{,}550$ mol/L NH_3 $K_b = 1{,}85 \cdot 10^{-5}$

DOPPIA FRECCIA PERCHÉ È DEBOLE!

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

	$0{,}550$		
	$0{,}550 - X$	X	X

$\frac{X^2}{0{,}550 - X} = 1{,}85 \cdot 10^{-5}$

$X = 3{,}19 \cdot 10^{-3} = [OH^-]$

$pOH = 2{,}5 \longrightarrow pH = 14 - 2{,}5 = 11{,}5$

5) $0{,}150$ L $\quad$ $0{,}0455$ mol/L $\quad$ ACIDO FORTE + BASE FORTE

$NaOH$ base forte

$0{,}150$ L $\quad$ HCl acido forte $\quad$ $0{,}0302$ mol/L

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

la reazione finale tra due specie forti:

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$ freccia singola pk sono due forti H^+ e OH^-

$[H^+] = 0{,}0302 \cdot 0{,}150 = 4{,}53 \cdot 10^{-3}$

$[OH^-] = 0{,}0455 \cdot 0{,}150 = 6{,}82 \cdot 10^{-3}$

Siccome $[OH^-] > [H^+]$ in soluzione avremmo gli H^+ completamente neutralizzati

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

$4{,}53 \cdot 10^{-3}$ $\quad$ $6{,}82 \cdot 10^{-3}$

$2{,}29 \cdot 10^{-3}$ → numero di moli di OH^- finale

$[OH^-] = \frac{2{,}29 \cdot 10^{-3}}{(0{,}150 + 0{,}150)} = 7{,}63 \cdot 10^{-3}$ mol/L

$pH = 11{,}88$

6) $V_1 = 0{,}100$ L $\quad$ $[Ca(OH)_2] = 0{,}05$ mol/L $\quad$ ACIDO FORTE + BASE FORTE

$V_2 = 0{,}100$ L $\quad$ $[HCl] = 0{,}100$ mol/L

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

$nOH^- = V \cdot M = 2 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}100 = 0{,}01$ mol

$nH^+ = 0{,}100 \cdot 0{,}100 = 0{,}01$ mol

$[OH^-] = [H^+] = 0{,}01$ L

$pH = 7$ NEUTRA

7) $[CH_3COOH] = 0{,}100$ mol/L $\quad$ $K_a = 1{,}80 \cdot 10^{-5}$ $\quad$? L

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

	$0{,}100$		
	$0{,}100 - X$	X	X

$\frac{X^2}{0{,}100 - X} = 1{,}80 \cdot 10^{-5}$

$X = 1{,}34 \cdot 10^{-3}$

$L = \frac{X}{0{,}100} = 1{,}34 \cdot 10^{-2}$

8) C_6H_5COOH (acido debole) $\quad$ $0{,}050$ mol/L $\quad$ $L = 0{,}085$ $\quad$? pH $\quad$? Ka

$C_6H_5COOH \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H^+$

$L = \frac{X}{0{,}050}$

$X = 0{,}085 \cdot 0{,}050 = 4{,}25 \cdot 10^{-3} = [H^+]$

$pH = 2{,}37$

$K_a = \frac{X^2}{0{,}050 - X} = \frac{(4{,}25 \cdot 10^{-3})^2}{0{,}050 - (4{,}25 \cdot 10^{-3})} = 3{,}93 \cdot 10^{-4}$

9) $pH = 2{,}30$ $\quad$ $[HA] = 0{,}200$ mol/L $\quad$ $[H^+] = 5 \cdot 10^{-3}$

Ka ?

L ?

$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

	$0{,}200$		
	$0{,}200 - 5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

$K_a = \frac{(5 \cdot 10^{-3})^2}{0{,}200 - (5 \cdot 10^{-3})} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-5}}{0{,}195} = 1{,}28 \cdot 10^{-4}$

$L = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0{,}200} = 0{,}025$

ACIDO DEBOLE + BASE FORTE (RIPETI IDROLISI)

→ $NH_4Cl + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + Cl^- + H_2O$

idrolisi è quando uno ione, che nasce dalla dissociazione in acqua del sale, genera, reagendo con detta acqua, un acido o una base:

acido forte ← $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ (base debole)

base debole ← $Cl^- + H_2O \rightleftharpoons HCl + OH^-$ (pK 9-C debole e non del idrolisi; → acido forte)

IONI CHE DANNO IDROLISI → CONIUGATI DEI DEBOLI!

n° 1

? $m_{KCN(s)}$

$V_A = 65{,}4$ mL $\quad$ HCN $\quad$ $0{,}0729$ M

$pH = 9{,}97$ $\quad$ $pK_a = 9{,}21$

$K_a = 10^{-pK_a} = 6{,}16 \cdot 10^{-10}$

$KCN \longrightarrow K^+ + CN^-$

$HCN + H_2O \rightleftharpoons$	$CN^- + H_3O^+$		
$0{,}0729$	C_B		
$0{,}0729 - X$	$C_B + X$	X	

$X = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9{,}97} = 1{,}07 \cdot 10^{-10}$

$\frac{1{,}07 \cdot 10^{-10} \cdot C_B}{0{,}0729} = 6{,}16 \cdot 10^{-10}$

$C_B = 0{,}420$ mol/L

$n = C \cdot V = 0{,}420\,(65{,}4 \cdot 10^{-3}) = 0{,}0274$ mol

$m_{KCN} = 0{,}0274 \cdot 65{,}12 = 1{,}79$ g

n° 2

CH_3COOH $\quad$ $V_A = 75$ mL $\quad$ $C_A = 0{,}200$ mol/L

+ $V_B = 100$ mL $\quad$ CH_3COONa $\quad$ $0{,}160$ mol/L

? pH

$C_{f\,CH_3COOH} = \frac{0{,}200 \cdot 75}{175} = 0{,}0857$ M

$C_{f\,CH_3COONa} = \frac{0{,}160 \cdot 100}{175} = 0{,}0914$ M

	$CH_3COOH + H_2O =$	$CH_3COO^- + H_3O^+$	
in	$0{,}0857$	$0{,}0914$	
eq	$0{,}0857 - X$	$0{,}0914 + X$	X

$\frac{X(0{,}0914 + X)}{0{,}0857 - X} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$

$0{,}0914\,X = 1{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot (0{,}0857)$

$X = 1{,}69 \cdot 10^{-5}$

$pH = 4{,}77$

Aggiungo $0{,}015$ mol di $NaOH$ a 1 L (base forte)

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$CH_3COOH + OH^- =$	$CH_3COO^- + H_2O$		
$0{,}0857$	$0{,}015$	$0{,}0914$	
$\frac{0{,}0857 - 0{,}015}{0{,}0707}$		$\frac{0{,}0914 - 0{,}015}{0{,}106}$	Si crea di nuovo il TAMPONE

	$CH_3COOH + H_2O =$	$CH_3COO^- + H_3O^+$	
	$0{,}0707$	$0{,}106$	
	$0{,}0707 - X$	$0{,}106 + X$	X

$X = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ $\quad$ $pH = 4{,}92$

n° 3 (idrolisi)

$3{,}60$ g NaF in 100 mL H_2O

$K_{a\,HF} = 6{,}3 \cdot 10^{-4}$

SALE $NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$ (coniugato acido debole)

$F^- + H_2O = HF + OH^-$

$n_{NaF} = \frac{3,60}{41,99} = 0,0857$ mol

$C_m = \frac{m}{V} = \frac{0,0857}{0,100} = 0,857$ M

	F^-	$+ H_2O \rightleftharpoons$	HF	$+ OH^-$
in	0,857			
eq	0,857 − x		x	x

$\frac{x^2}{0,857 - x} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{6,3 \cdot 10^{-4}} = 1,6 \cdot 10^{-11}$

$x = \sqrt{0,857 \cdot (1,6 \cdot 10^{-11})} = 3,7 \cdot 10^{-6}$

$pOH = 5,43$

$pH = 14 - 5,43 = 8,57$

PROPRIETÀ COLLIGATIVE!

1) $P^\circ_{H_2O} = 17,5$ torr $\quad T = 20°C$

?P $\quad$ 0,55 M $BaCl_2$ $\quad MM = 208,25$ g/mol $\quad d = 1,16$ g/cm³

Tensione vapore

$P = P^\circ_{solvente} \cdot X_{solvente}$

Abbassamento tensione di vapore

$\Delta P = P^\circ - P = P^\circ_{solvente} \cdot X_{soluto}$

$V = 1$ L ← 0,55 mol $BaCl_2$; 1160 g = $m_{H_2O} + m_{BaCl_2}$

$m_{BaCl_2} = 0,55 \cdot 208,25 = 114$ g

$m_{H_2O} = 1160 - 114 = 1045$ g

$n_{H_2O} = \frac{1045}{18,015} = 58$ mol

$BaCl_2$ è una specie ionica: $Ba^{2+} + 2Cl^- \Rightarrow i = 3$

$X_{H_2O} = \frac{58}{(58 + 0,55)\ 3} = 0,972$

$P = 17,5 \cdot 0,972 = 17,0$ torr

2) ? % peso $Ba(OH)_2$

$T_{eb} = 101,05°C$ $\quad K_{eb} = 0,514$ K·Kg/mol

$\Delta T_{eb} = T_{eb} - T^\circ_{eb} = K_{eb} \cdot m \cdot i$

$\Delta T_{eb} = 101,05 - 100 = 1,05$

$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$

$1,05 = 0,514 \cdot m \cdot 3$

$m = 0,681$ mol/Kg ↓

0,681 mol $Ba(OH)_2$ in 1 Kg (1000 g) H_2O

$m_{Ba(OH)_2} = 0,681 \cdot 171,354 = 117$ g

$\%\ peso = \frac{m\ soluto}{m\ soluzione} \cdot 100$

$\%\ peso = \frac{117}{1000 + 117} \cdot 100 = 10,5\%$

3) $CaCl_2$ $\quad 1,31$ mol/L → 1,31 mol in 1 L

$d = 1,178$ g/cm³ $\quad K_{cr} = 1,86$ °C/m

?T_{cr}

$\Delta T_{cr} = K_{cr} \cdot m \cdot i$

$T^\circ_{cr} - T_{cr} = K_{cr} \cdot m \cdot i \longrightarrow -T_{cr} = 1,86 \cdot 1,27 \cdot 3 = 7,8$ °C $\Rightarrow T_{cr} = -7,8$°C

$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- \quad i = 3$

$m_{CaCl_2} = n \cdot MM = 1,31 \cdot 110,98 = 145$ g

$m_{H_2O} = 1178 - 145 = 1033$ g ↓

$m_{soluz} = d \cdot V = 1,178 \cdot 1000 = 1178$ g

$C_m = \frac{1,31\ mol}{1,033\ Kg} = 1,27$ mol/Kg

4) ? Π $\quad T = 28°C \rightarrow 301$ K

KBr $\quad 6,37\%$ peso $\quad d = 1,047$ g/mL

$KBr \rightarrow K^+ + Br^- \quad i = 2$

$\Pi = C_M \cdot R \cdot T \cdot i \qquad \Pi = 0,1560 \cdot 0,0821 \cdot 301 \cdot 2 = 27,7$ atm

$m_{soluzione} = 1047$ g

$m_{soluto} = m_{soluzione} \cdot \frac{\%}{100} = 66,7$ g $\qquad n_{KBr} = \frac{66,7}{119} = 0,1560$ mol

$M = \frac{n}{V} = \frac{0,1560}{1} = 0,1560$ M

5) TITOLAZIONE

21,50 mL $\quad HA \quad 0,0470$ M

$K_a = 5,23 \cdot 10^{-7}$ $\quad$ Titolati con

$NaOH \quad 0,0759$ M

?pH al p.e.

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

	$HA + OH^- \longrightarrow$	$A^- + H_2O$
in	0,0290	0,0290
		0,0290 M

al p.e. $n_A = n_B \rightarrow C_A V_A = C_B V_B$

$V_B = \frac{C_A \cdot V_A}{C_B} = \frac{0,0470 \cdot 21,50}{0,0759} = 13,31$ mL

$V_{tot} = 21,50 + 13,31 = 34,81$ mL

$C_A = C_B = \frac{0,0470 \cdot 21,50}{34,81} = 0,0290$ M

	$A^- + H_2O \rightleftharpoons$	HA	$+ OH^-$
in	0,0290		
eq	0,0290 − x	x	x

$\frac{x^2}{0,0290 - x} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5,23 \cdot 10^{-7}} = 1,91 \cdot 10^{-8}$

$x = 2,35 \cdot 10^{-5}$

$pOH = 4,63 \longrightarrow pH = 9,37$