

Préparation d'une solution tampon

Définition : Une solution tampon est une solution permettant de conserver un pH à peu près constant si on lui ajoute de faibles quantités d'acide ou de base

Un peu de théorie : Lors d'un dosage acide faible - base forte ou acide fort - base faible, on constate que pour $\text{pH} = \text{pKa}$, il existe une zone (quelquefois appelée domaine de Henderson) où le pH est relativement constant. Pour préparer une solution tampon, on réalisera un mélange entre un acide faible et sa base conjuguée. La solution sera tamponnée à un pH égal au pKa du couple.

Exemple

Une solution tampon composée d'acide acétique et d'acétate de sodium en quantités équimolaires a un $\text{pH} = \text{pKa}$ ($\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$) = 4,75.

Ces solutions se préparent :

- par mélange équimolaire d'un acide faible et de sa base conjuguée, à partir de l'acide faible sur lequel on fait réagir une base forte pour former la forme basique conjuguée de l'acide faible,
- à partir de la base faible sur laquelle on fait réagir un acide fort pour former la forme acide conjuguée de la base faible.

Les concentrations en acide faible et base faible doivent être au moins supérieures à 1 mmol.L^{-1} pour que la solution tampon soit efficace.

1- Solutions tampons acide éthanoïque éthanoate de sodium (pKa = 4,75 à 25°C).

- Méthode précise : $\text{pH} = \text{pKa} = 4,75$

Dans une fiole jaugée de 1 litre, verser environ 500 cm³ d'eau distillée. Y verser 60,00 g (1,00 mole) d'acide éthanoïque pur. Agiter. Ajouter en 3 ou 4 fractions, en agitant, 20,00 g (0,50 mole) d'hydroxyde de sodium. Laisser refroidir et ajuster le volume à 1 litre avec de l'eau distillée.

- Méthode approchée : pH voisin du pKa

Dans une fiole jaugée de 1 litre, verser environ 500 cm³ d'eau distillée. Y verser 30,00 g (0,50 mole) d'acide éthanoïque pur. Agiter. Dissoudre ensuite, en plusieurs fractions, 68,04 g (0,50 mole) d'éthanoate de sodium (CH_3COONa , 3 H₂O). Ajuster le volume à 1 litre avec de l'eau distillée.

Solution Tampon acétate : pH de 3,6 à 5,6

A : Solution d'acide acétique 0,2 M (11,55 mL dans 1 L d'eau distillée)

B : Solution d'acétate de sodium 0,2 M (16,4 g de C₂H₃O₂Na ou 27,2 g de C₂H₃O₂Na, 3 H₂O dans 1 L d'eau distillée).

x mL de A + y mL de B, dilués à 100 mL

x	y	pH	x	y	pH
46,3	3,7	3,6	20,0	30,0	4,8
44,0	6,0	3,8	14,8	35,2	5,0
41,0	9,0	4,0	10,5	39,5	5,2
36,8	13,2	4,2	8,8	41,2	5,4
30,5	19,5	4,4	4,8	45,2	5,6
25,5	24,5	4,6			

2-Solution Tampon acide borique borax : pH 7,6 à 9,2

A : 0,2 M solution d'acide borique (12,4 g dans 1 L d'eau distillée)
B : 0,05 M solution de borax (19,05 g dans 1 L ; 0,2 M de borate de sodium)
50 mL de A + x mL de B, dilués à 200 mL

x	pH	x	pH	x	pH
2,0	7,6	11,5	8,4	42,5	8,9
3,1	7,8	17,5	8,6	59,0	9,0
4,9	8,0	22,5	8,7	83,0	9,1
7,3	8,2	30,0	8,8	115,0	9,2

3- Tampon borate (pH 7,8-9,6)

Préparer une solution d'acide borique et de chlorure de potassium 0,20 M (soit 12,41 g de H₃BO₃ sec et 14,91 g de KCl sec par litre) et une solution décarbonatée de soude 0,20 M (8,00 g de soude par litre). Ne pas chauffer l'acide borique au-dessus de 50 °C.

Mélanger suivant les indications du tableau et diluer à 200 ml.

pH	KCl, H ₂ BO ₃ à 0,20 M	NaOH à 0,20 M
7,8	50 ml	2,65 ml
8,0	50 ml	4,00 ml
8,2	50 ml	5,90 ml
8,4	50 ml	8,55 ml
8,6	50 ml	12,00 ml
8,8	50 ml	16,40 ml
9,0	50 ml	21,40 ml
9,2	50 ml	26,70 ml
9,4	50 ml	32,00 ml
9,6	50 ml	36,85 ml

4-Solutions Tampons ammoniacal de pH voisin de 10

Dans une fiole jaugée de 1 litre, introduire 70 g de chlorure d'ammonium. Le dissoudre dans environ 200 cm³ d'eau distillée. Ajouter 570 cm³ de solution ammoniacale de densité 0,89. Compléter à 1 litre.

5- Tampon phosphate-citrate (pH 2,2-8,0)

Préparer une solution d'acide citrique 0,50 M (soit 105,06 g de C₆H₇O₈, H₂O sec par litre) et une solution de phosphate de sodium di-sodique 0,50 M (soit 71,01 g de Na₂HPO₄ sec par litre).

Mélanger suivant les indications du tableau et diluer à 200 ml.

pH	Na ₂ HPO ₄ à 0,50M	Acide citrique à 0,50M	pH	Na ₂ HPO ₄ à 0,50M	Acide citrique à 0,50M
2,2	1,60 ml	39,20 ml	5,2	42,88 ml	18,56 ml
2,4	4,96 ml	37,52 ml	5,4	44,60 ml	17,70 ml
2,6	8,72 ml	35,64 ml	5,6	46,40 ml	16,80 ml
2,8	12,68 ml	33,66 ml	5,8	48,36 ml	15,82 ml
3,0	16,44 ml	31,78 ml	6,0	50,52 ml	14,74 ml
3,2	19,76 ml	30,12 ml	6,2	52,88 ml	13,56 ml
3,4	22,80 ml	28,60 ml	6,4	55,40 ml	12,30 ml
3,6	25,96 ml	27,12 ml	6,6	58,20 ml	10,90 ml
3,8	28,40 ml	25,80 ml	6,8	61,80 ml	9,10 ml
4,0	30,84 ml	24,58 ml	7,0	65,88 ml	7,06 ml
4,2	33,12 ml	23,44 ml	7,2	69,56 ml	5,22 ml
4,4	35,28 ml	22,36 ml	7,4	72,68 ml	3,66 ml
4,6	37,40 ml	21,30 ml	7,6	74,92 ml	2,54 ml
4,8	39,44 ml	20,28 ml	7,8	76,60 ml	1,70 ml
5,0	41,20 ml	19,40 ml	8,0	77,80 ml	1,10 ml

6- Tampon phosphate (pH 5,6-8,0)

Préparer une solution de di-hydrogénophosphate de potassium à M/15 (soit 9,08 g de KH₂PO₄ par litre) et une solution de di-sodium hydrogénophosphate (9,47 g de Na₂HPO₄ par litre).

Mélanger suivant les indications du tableau.

pH	Na ₂ HPO ₄ à M/15	KH ₂ PO ₄ à M/15
5,6	10,0 ml	190,0 ml
5,8	16,5 ml	183,5 ml
6,0	25,0 ml	175,0 ml
6,2	36,0 ml	164,0 ml
6,4	53,5 ml	146,5 ml
6,6	74,5 ml	125,5 ml
6,8	99,0 ml	101,0 ml
7,0	122,0 ml	78,0 ml
7,2	143,0 ml	57,0 ml
7,4	161,0 ml	39,0 ml
7,6	172,5 ml	27,5 ml
7,8	182,5 ml	17,5 ml
8,0	189,0 ml	11,0 ml