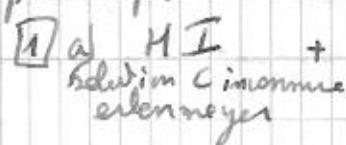
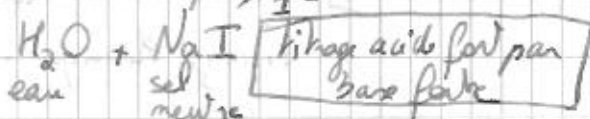


pH Chap 8



burette
 solution titrante
 NaOH



Na^+ ni acide ni base
 I^- base de force nulle
 titrage acide fort par base forte

à l'équivalence $\text{pH} = 7$
 tous les réactifs
 exactement consommés, reste les produits

$C_A = ?$

$C_B = 0,1 \text{ M}$

$V_{SA} = 10 \text{ mL}$
 $V_{SA} = 0,01 \text{ L}$
 pipette jaugée

$V_{SB} = 5,6 \text{ mL}$
 $= 0,0056 \text{ L}$

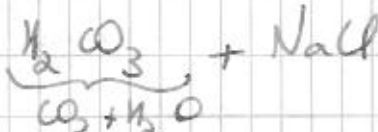
à l'équivalence $n_A = n_B$ car monofonctionnels

$C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$

$? C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{0,1 \cdot 0,0056}{0,01} = 0,056 \text{ M}$



burette
 solution titrante
 acide fort



sel d'ampholyte
 acide / base faible
 pipette jaugée

à l'équivalence pH acide faible
 Titrage base faible par acide fort

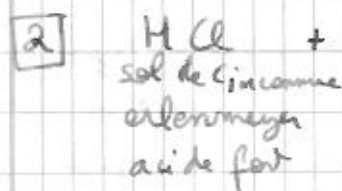
$V_{SB} = 30 \text{ mL}$
 $V_{SB} = 0,02 \text{ L}$
 $? C_B$

$C_A = 1 \text{ M}$
 $V_{SA} = 38 \text{ mL}$
 $= 0,038 \text{ L}$

à l'équivalence $n_B = n_A$ car monofonctionnels

$C_B V_{SB} = C_A V_{SA}$

$? C_B = \frac{C_A V_{SA}}{V_{SB}} = \frac{1 \cdot 0,038}{0,02} = 1,9 \text{ M}$



burette
 solution titrante
 C à calculer
 car info de préparation
 base forte



à l'équivalence $\text{pH} = 7$

Titrage acide fort par base forte

$V_{SA} = 10 \text{ mL}$
 $V_{SA} = 0,01 \text{ L}$
 $? C_A$

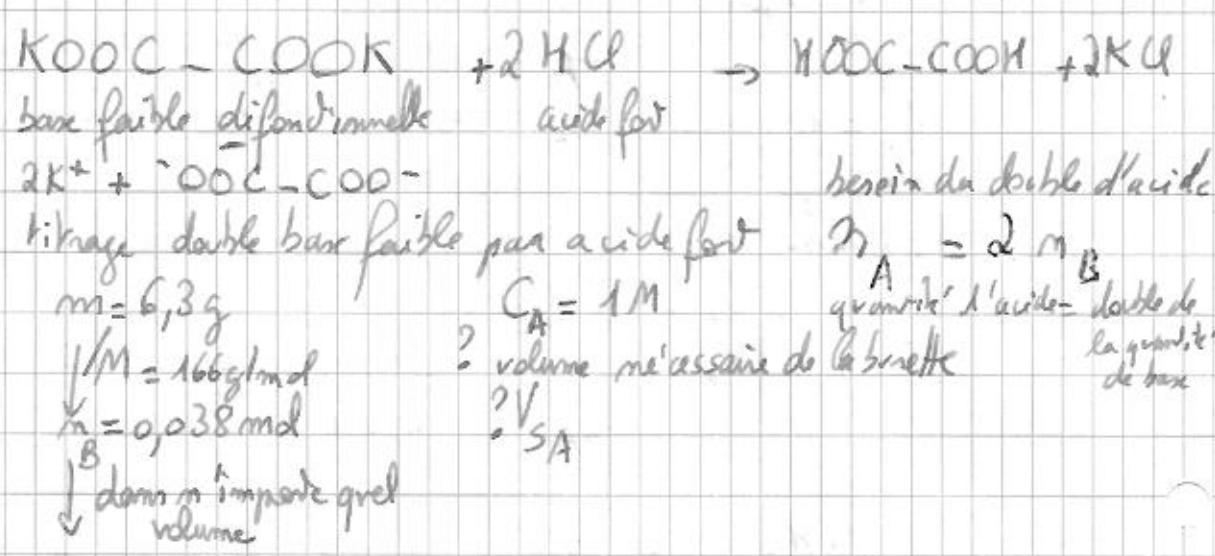
$m = 5 \text{ g}$
 $M = 40 \text{ g/mol}$
 $n = 0,125 \text{ mol}$
 $V_S = 0,1 \text{ L}$
 $C = 1,25 \text{ M}$
 $V_{SB} = 15 \text{ mL}$
 $V_{SB} = 0,015 \text{ L}$

à l'équivalence $n_A = n_B$

$C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$
 $? C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}}$

$= \frac{1,25 \cdot 0,015}{0,01}$
 $= 0,1875 \text{ M}$

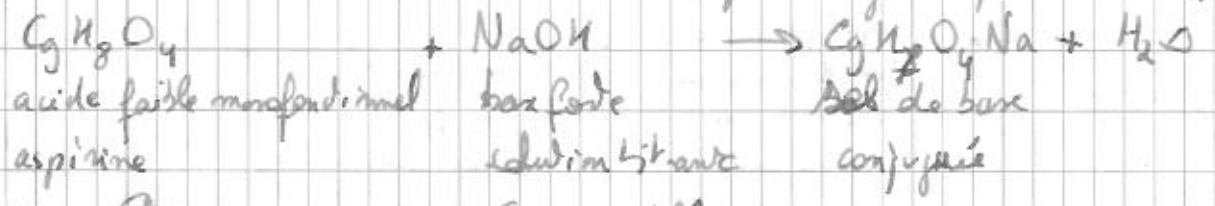
3] pas un titrage réel. On n'utilise pas le volume obtenu, la sonde burette.
 Titrage théorique: on prévoit ce qu'on devrait lire sur la burette.



$n_A = 2 n_B$
 $C_A V_{SA} = 2 n_B$
 $V_{SA} = \frac{2 n_B}{C_A} = \frac{2 \cdot 0,038}{1} = 0,076 L = 76 mL$

n_0 $0,038$ $0,076$
 n_n $-1 \cdot 0,038$ $-2 \cdot 0,038$ $V_{SA} = \frac{n_A}{C_A} = \frac{0,076}{1} = 0,076 L$
 n_f 0 0

4] Titrage concret: permet de déterminer la pureté
 le pourcentage de produit actif



$m = 6,30 g$
 \rightarrow pas corps pur = $m_{100\%}$
 $C_B = 0,1 M$
 $V_{SB} = 28 mL$
 $0,028 L$
 \hookrightarrow la sonde burette

à l'équivalence $n_A = n_B$
 $n_A = C_B V_{SB}$
 ? $n_A = 0,1 \cdot 0,028 = 0,0028 mol$
 $1 M C_9H_8O_4 = 180 g/mol$
 ? $m_A = 0,504 g$

$\% = \frac{m_{pure}}{m_{total}} \times 100$
 $= \frac{0,504}{0,630} \times 100$
 $= 80\%$

5) Titrage de labo



sol C inconnue

sol titrante

b) à l'équivalence

acide faible titré par base forte

base forte

tous les réactifs = 0

$$V_{SA} = 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

$$C_B = 1 \text{ M}$$

reste les produits:

à la pipette jaugée
→ Erlenmeyer

$$V_{SB} = 12,3 \text{ mL} = 0,0123 \text{ L}$$

avec une burette

pH base faible

a) ? C_A à l'équivalence $n_A = n_B$

$$C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$$

$$C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{1 \cdot 0,0123}{0,01} = 1,23 \text{ M}$$

b) suite (voir côté produits de l'équation)

$$\text{pH}_{\text{base faible}} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_a + \frac{1}{2} \log C_B = 7 + \frac{1}{2} \cdot 3,75 + \frac{1}{2} \cdot \log 0,55 = \underline{\underline{8,75}}$$

$$\text{p}K_a \text{ HCOOH/HCOO}^- = 3,75$$

? C_B

$n_{BF} = n_{AF}$
à l'équivalence au départ mais

$C_{BF} \neq C_{BF}$
dans Erlen avec solution de départ / dilution dans burette

$$n_{BF} = C_A V_{SA} = 1,23 \cdot 0,01 = 0,0123 \text{ mol}$$

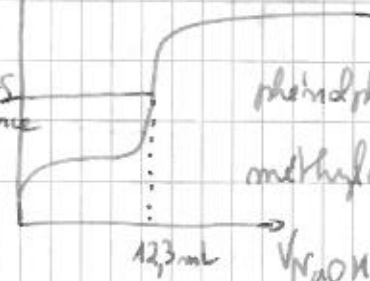
$$V_{S \text{ à l'équivalence}} = V_{SA} + V_{SB} = 10 + 12,3 = 22,3 \text{ mL} = 0,0223 \text{ L}$$

$C_{BF} \neq C_{AF}$
dans Erlen à la fin avec le volume de la burette dans erlen au départ

$$C_{BF} = \frac{0,0123}{0,0223} = 0,55 \text{ M}$$

c) pH

pH à l'équivalence 8,75



phéind, phthaléine imidazole $[8,2 - 10,0]$ rose

méthylorange rouge $[3,2 - 4,4]$ orange

virose virage autour du point d'équivalence

orange virage bien trop tôt

- 6) a) titrage acide fort par base forte
 pH à l'équivalence = 7 : eau + sel de base de
 acide faible par base forte sel neutre force nulle
 pH à l'équivalence plutôt basique : base faible
 dépend du pK_a et de C_B .
 différents indicateurs à envisager.

b) Lors d'un titrage on mesure un grand saut indiqué par
 virage indicateur
 pour le pH d'une solution un indicateur indiquera une
 grande zone de pH pas un pH précis.

7) Titrage classique ? C_B
 $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
 sel inconnu $C_A = 0,195 M$
 erlenmeyer sel titrant C connue \rightarrow burette

$V_B = 10 mL$ $V_{SA} = 20,6 mL$
 $S_0 = 0,01 L$ $S_A = 0,0206 L$
 à la pipette jaugée \rightarrow Erlen au sur la burette après titrage

à l'équivalence $n_B = n_A$
 $C_B V_B = C_A V_{SA}$
 $? C_B = \frac{C_A V_{SA}}{V_B} = \frac{0,195 \cdot 0,0206}{0,01} = 0,4017 M$

8) Analyse de courbe de titrage

a) pH départ : fort acide = 1,05
 pH à l'équivalence = 7
 grand saut
 titre partic plate } acide fort titre par base forte

b) $HX + NaOH$
 $V_{SA} = 10 mL$ $C_B = 0,1 M$ $n_A = n_B$
 $S_0 = 0,01 L$ $V_{SB} = 8,9 mL$ $C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$
 $? C_A$ lus sur le graphique $C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{0,1 \cdot 0,0089}{0,01} = 0,089 M$

c) indicateur qui vire autour de 7 bleu de bromothymol, tournesol, rouge précid

9) a) analyse de combs de titrage
 point d'inflexion avant saut
 ± petit saut
 pH départ plutôt acide
 pH équivalence plutôt basique

acide faible titré par base forte

b) $V_{SB} = 8 \text{ mL}$

la sur abscisse au moment du saut.

c) ? C_A à l'équivalence

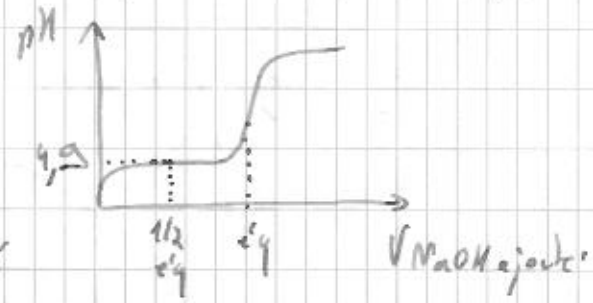
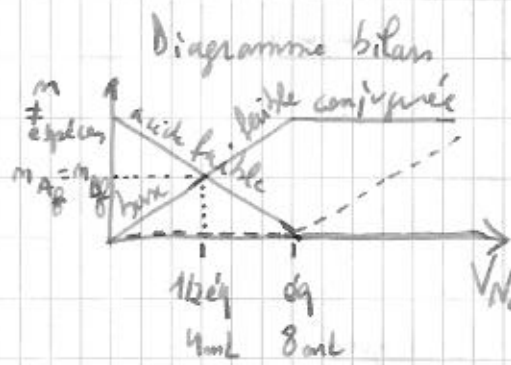
$$m_A = m_B$$

$$C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$$

$$C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{0,1 \cdot 0,008}{0,01} = 0,08 \text{ M}$$

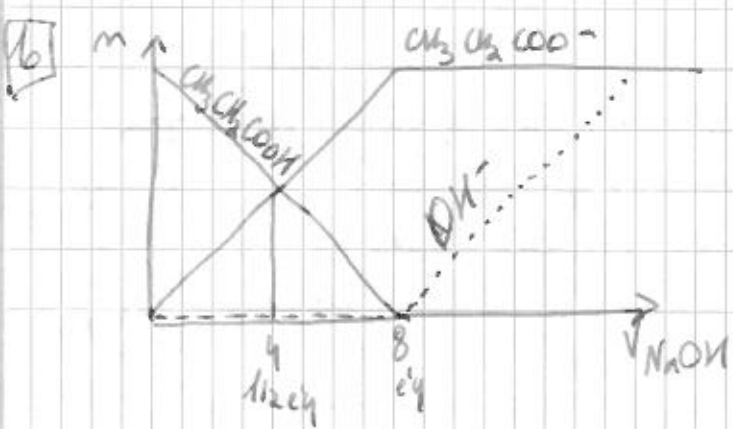
$MX + NaOH$
 $V_{SA} = 10 \text{ mL}$
 $V_{SA} = 0,01 \text{ L}$
 $C_B = 0,1 \text{ M}$
 $V_{SB} = 8 \text{ mL}$
 $V_{SB} = 0,008 \text{ L}$

d) acide faible titré par base forte
 à la $\frac{1}{2}$ équivalence $pH = pK_a =$
 un mélange tampon contenant autant d'acide faible
 que de sa base faible conjuguée



$pK_a = 4,5$: acide propionique : proposition selon tableau pK_a

e) indicateur approprié : virage entre 8 et 10 : phénolphtaléine



M) a) analyse de contre de titrage

point d'inflexion avant saut
 saut plutôt moyen
 pH départ plutôt basique
 pH à l'équivalence plutôt acide

} base faible titrée par acide fort

b) $V_{SA} = 11 \text{ mL}$: la sur abscisse au niveau du saut.



Cincomme sol titrant

$V_B = 10 \text{ mL}$
 $C_B = 0,01 \text{ M}$
 à la pipette

$C_A = 0,1 \text{ M}$

$V_{SA} = 11 \text{ mL}$ la sur burette / graphique
 $= 9,0 \text{ mL}$

à l'équivalence $m_{B_F} = m_{A_F}$

$$C_B V_{SB} = C_A V_{SA}$$

$$? C_B = \frac{C_A V_{SA}}{V_{SB}} = \frac{0,1 \cdot 0,01 \text{ M}}{0,01} = 0,1 \text{ M}$$

d) base faible titrée par acide fort



à la $1/2 \text{ eq}$ $m_{\text{base faible}} = m_{\text{acide faible}} = \text{mélange tampon équilibré}$

$$\text{pH}_{\text{mél tampon}} = \text{p}K_a + \log \frac{C_B}{C_A} = \text{p}K_a =$$

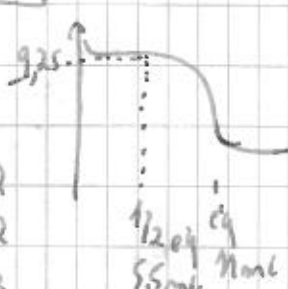
$1/2 \text{ eq} : 5,5 \text{ mL}$ $\text{pH} = 9,25$

propositions bases faibles d'après

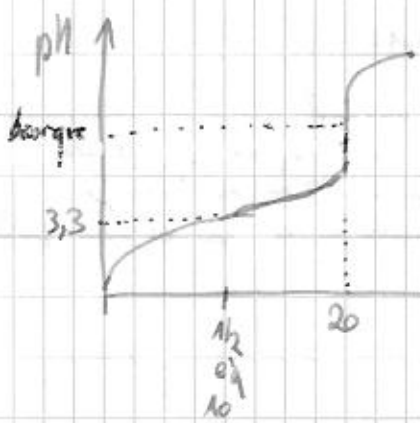
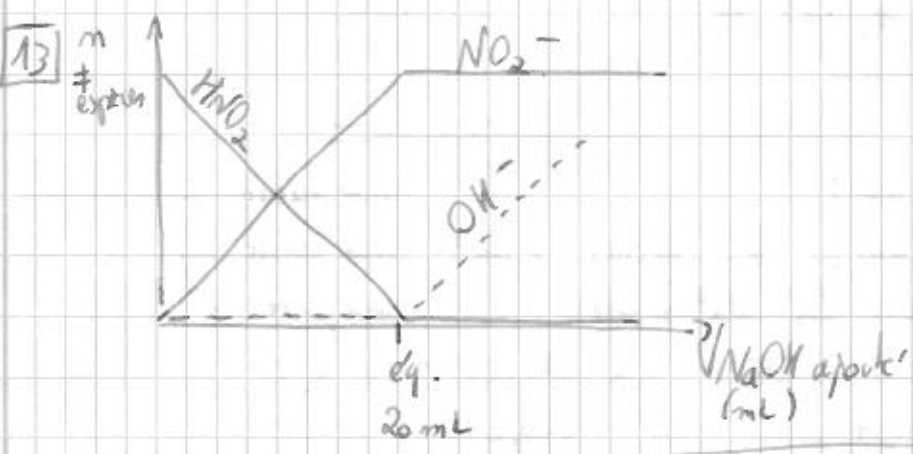
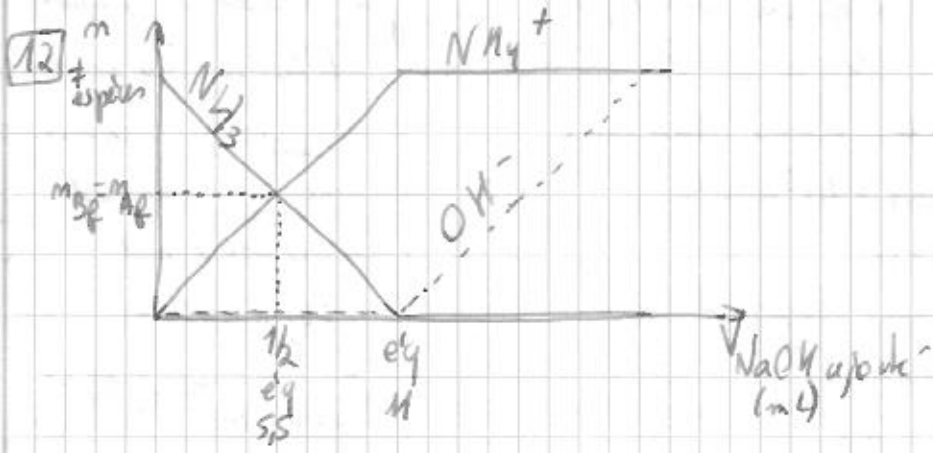
tableau $\text{p}K_a : \text{H}_2\text{BO}_3^- \text{ p}K_a 9,2$

$\text{NH}_3 \quad 9,2$

$\text{CN}^- \quad 9,3$



e) indicateur avec virage autour du saut $7 \text{ à } 9$: méthylrouge $4,8 - 6,0$



l'acide faible titré par base forte

point d'inflexion avant sans
petit saut

pH départ plutôt acide

pH équivalence plutôt basique

$pH \text{ à } 1/2 \text{ eq} = pK_a$

14) $CH_3COOH + NaOH$
 $V_{SA} = 10 \text{ mL}$ pipette → exact
 $C_B = 0,105 \text{ M}$
 $V_{SB} = 11,9 \text{ mL}$
 solution titrante burette

a) l'équivalence $n_A = n_B$
 $C_A V_{SA} = C_B V_{SB}$
 $C_A = \frac{C_B V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{0,105 \cdot 0,0119}{0,01} = 0,125 \text{ M}$

solution titrée = vinaigre dilué 10 x
 $C_{\text{vinaigre}} = 10 \times 0,125 = 1,25 \text{ M}$

Signification officielle des degrés

7° : degré = % en volume

$V_{liq} = 7 \text{ mL}$ dans 100 mL

$\downarrow \times \rho_{CH_3COOH} = 1,05 \text{ g/mL}$

$m = 7,35 \text{ g}$

$\downarrow M_{CH_3COOH} = 60 \text{ g/mol}$

$n = 0,1225$

$\downarrow V_S = 0,1 \text{ L}$

$C_{\text{étiquette}} = 1,225 \text{ M}$

Signification usuelle proposée dans le livre ! erreur!

7% : % en masse

$m_{\text{soluté}} = 7 \text{ g}$ dans $m_S = 100 \text{ g}$

$\downarrow M_{CH_3COOH} = 60 \text{ g/mol}$

$n = 0,1167 \text{ mol}$

$\downarrow V_S = 0,098 \text{ L}$

$C_{\text{étiquette}} = 1,19 \text{ M}$

$\downarrow \rho_S = 1,02 \text{ g/mL}$

$V_S = 98 \text{ mL}$

$= 0,098 \text{ L}$

15) CH_3COOH acide faible

$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$ base faible

$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$ base forte



$C = 0,015 \text{ M}$

$\downarrow \times V_S = 0,1 \text{ L}$

$n_{AF} = 0,0015 \text{ mol}$

$C = 0,1 \text{ M}$

$\downarrow \times V_S = 0,1 \text{ L}$

$n_{BF} = 0,01 \text{ mol}$

présente mais ne joue pas de rôle dans la réalisation du titrage de l'acide faible par la base forte.



équivalence moment où le pH va basculer de $\pm pK_a$ (mélange tampon) à un pH basique car plus d'acide

À l'équivalence

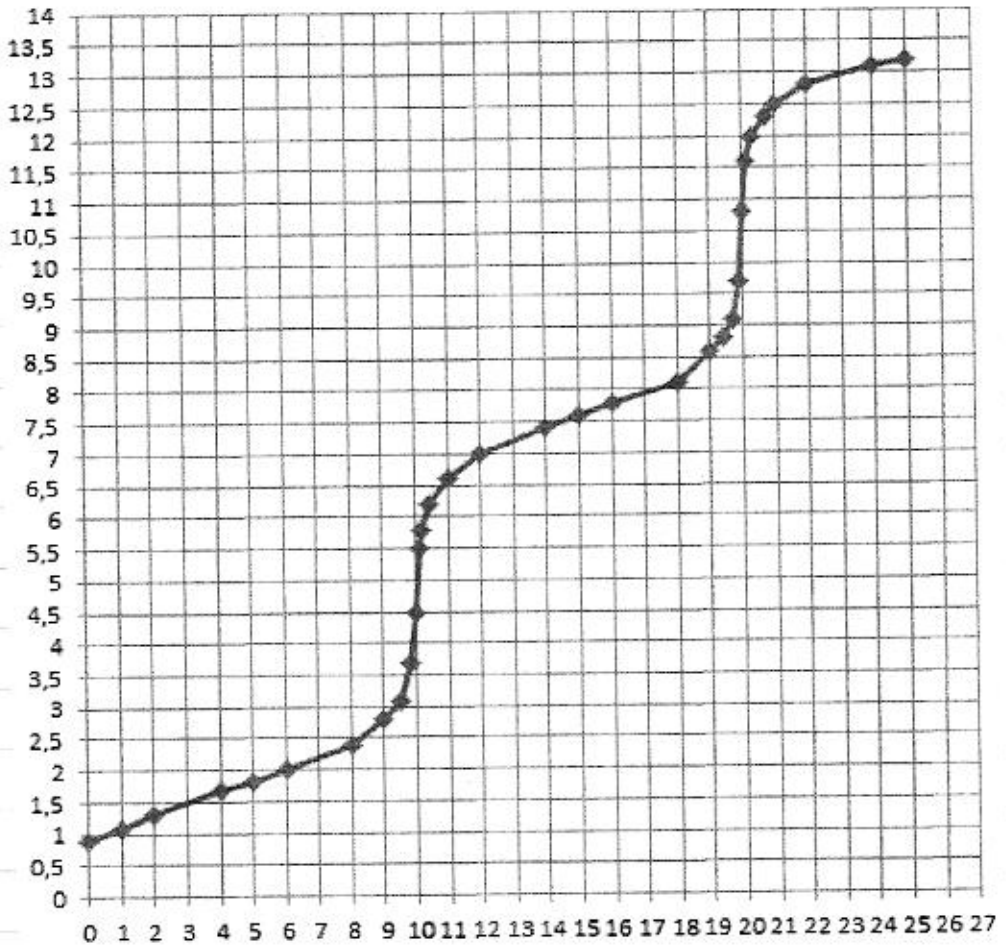
$n_{AF} = n_{BF} = 0,0015 \text{ mol}$

au départ ajoutées

$\downarrow \times M_{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$

$m = 0,06 \text{ g}$

12



pH initial 0,9 ekuivalensi 1 : 10 mL ekuivalensi 2 : 20 mL
 1e demi ekuivalensi : 5 mL pH 1,8 = pKa $H_2SO_3 / HSO_3^- = 1,8$
 2e demi ekuivalensi : 15 mL pH 7,6 = pKa $HSO_3^- / SO_3^{--} = 7,2$

