

AL — Planear e realizar uma titulação ácido-base (determinação de concentração)

11.º Ano Física e Química A 3 páginas Atividade laboratorial

Objetivo: Planear e realizar uma titulação ácido-base — determinar a concentração de uma solução de ácido acético com NaOH padronizado — interpretando a neutralização e o ponto de equivalência (e distinguindo-o do ponto final).

Material e reagentes

Material / reagente	Função / nota
Ácido acético de concentração desconhecida ($\approx 0,1\text{ M}$) · NaOH $0,10\text{ M}$ (padronizado)	titulando e titulante ($1 : 1$)
Pipeta de $25,0\text{ mL}$ + balão/erlenmeyer · bureta de 50 mL	volume exato do ácido; base medida «gota a gota»
Fenolftaleína (incolor $\rightarrow$ rosa)	indicador — intervalo $8,2\text{--}10$ (PE básico $\checkmark$)
Suporte + pinça, proveta, água destilada	montagem e lavagens

Normas de segurança

- **Luvas e óculos;** NaOH corrosivo — lavar imediatamente qualquer contacto.
- Soluções diluídas; não provar; trabalhar sobre bandeja.
- Bureta firme no suporte — não segurar à mão enquanto se abre/desliga.
- Resíduos no contentor indicado (neutralizados).

Procedimento (planeamento primeiro!)

1. **Planeamento:** escolher indicador (porquê fenolftaleína: PE de ácido fraco + base forte é básico) e calcular a volume aproximada esperada ($25,0 \times c_a/0,10 \approx 25\text{ mL}$) para não desperdiçar tempo.
2. **Montar:** encher a bureta com NaOH (sem bolha na pontal!), pipetar $25,0\text{ mL}$ de ácido para o balão, + 2 gotas de fenolftaleína (solução incolor).
3. **Titular:** abrir a torneira — acelerar quando rosa desaparecer; parar **gota a gota** quando o rosa durar $\geq 30\text{ s}$. Ler o topo do menisco, com os olhos à altura dele.
4. **Repetir até 3 ensaios concordantes** ($\leq 0,10\text{ mL}$ de diferença); descartar o 1.º se for «fora».
5. **Registar** volumes iniciais/finais, calcular V' gasto, média e a concentração do ácido.
6. **Comunicar:** tabela, contas, neutralização em equação iónica neta e interpretação do PE.

Âncora das AE: «planear e realizar uma titulação ácido-base, interpretando o significado de neutralização e de ponto de equivalência» — o plano (indicador, volumes) vale tanto como a execução.

Registo de dados

Tabela — ensaios de titulação (bureta: NaOH 0,10 M · pipeta: ácido 25,0 mL)

Ensaio	V inicial (mL)	V final (mL)	V gasto (mL)	Observações (cor, duração)
1 (prática)				
2				
3				
Média (ensaios concordantes)	mL			dispersão ≤ 0,10 mL?

Tratamento de resultados

Neutralização (equação iónica neta — sempre igual):



Equação molecular (1 : 1): $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O \rightarrow$ no ponto de equivalência: $n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$

$V_a \cdot c_a = V_b \cdot c_b \rightarrow c_a = (V_b \cdot c_b) / V_a$

Verificação com $V_b = 24,80$ mL:

$c_a = (24,80 \times 0,10) / 25,0 = 0,099\ M$

Conceito	Definição	Como se vê na prática
Neutralização	ácido + base → sal + água ($H_3O^+ + OH^-$)	a reação que consome titulante
Ponto de equivalência	$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$ (estequiométrico)	conceito teórico — calculado
Ponto final	muda de cor do indicador	experimental — observado (deve coincidir!)

Porquê **fenolftaleína**: ácido fraco + base forte → no PE o meio contém $CH_3COONa \rightarrow$ hidrólise → $pH \approx 8,7 \rightarrow$ o salto de cor (8,2–10) cai **dentro do salto de pH** do PE ✓ (rever ficha 12, ex. 7–8).

Leitura da bureta: sempre o **topo do menisco**, com os olhos à altura; bolha na ponta = volume fantasma (erro sistemático).

Análise e conclusão

1. Distingue, com as tuas palavras, **ponto de equivalência** e **ponto final** — porque é que se procura que coincidam e o que se perde se não coincidem?
2. Os três ensaios ficaram concordantes ($\leq 0,10$ mL)? Se o 1.º foge, porquê se descarta e não se «promedia»?
3. **Planeamento:** porque fenolftaleína e não azul de metileno para este par (ácido fraco + base forte)? E se o ácido fosse HCl (forte + forte, PE = 7)?
4. **Fontes de erro:** bolha na ponta, leitura fora do menisco, bureta molhada com água (diluí o titulante), excesso de gotas no «ponto final» (turbvação/rosa persistente). Qual afeta V_b para mais e qual para menos?
5. Se apenas **1 gota** a mais ($\approx 0,05$ mL) ultrapassa o PE, que erro relativo dá em c_a ? Porque é que o fim da titulação tem de ser «gota a gota»?
6. **Comunicação:** conclusão (4–5 linhas) — plano, V médio, c_a obtida, coerência do resultado e a principal melhoria.

Fontes de erro sistemático

- **Bolha de ar na ponta** da bureta (V_b aparente $>$ real $\rightarrow c_a$ sobrevalorizada).
- Leitura com paralaxe / fora do menisco.
- Bureta enxaguada com **água** (não com a solução) $\rightarrow$ titulante diluído $\rightarrow$ mais volume $\rightarrow c_a$ alta.
- Excesso de titulante no ponto final (coloração persistente) $\rightarrow V_b$ alta.
- Contagem de gotas $\neq$ volume padronizado no planeamento.

Conclusão-chave: titular é **medir volumes para achar quantidades**: no PE, $n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$ e daí sai $c_a = V_b c_b / V_a$ (ex.: 24,80 mL $\rightarrow$ **0,099 M**). O indicador **traduz** o PE em cor — e escolhe-lo é parte do planeamento, não detalhe. É a base das análises clínicas, do controlo de qualidade industrial e do pH do que bebemos.

Nota: AL das AE de FQ-A 11.º ano — domínio «Reações ácido-base» (planear/realizar titulação; neutralização e ponto de equivalência). Liga: fichas 11–12 (pH, fracos, indicadores) · AL 22 (equilíbrio por concentração).