

AL 3.3 — Características de uma pilha a partir do gráfico ddp / intensidade

10.º Ano

Física e Química A

3 páginas

Atividade laboratorial

Objetivo: Medir a tensão nos terminais de uma pilha sob diferentes correntes, construir o gráfico $U(i)$ da sua característica, e determinar experimentalmente a força eletromotriz (interseção) e a resistência interna (módulo do declive).

Material e reagentes

- Pilha alcalina nova (1,5 V) ou acumulador de 2 V — nunca pilha usada
- Resistores variáveis (rheostat 0–50 Ω) ou caixa de resistores: 10, 20, 33 e 47 Ω
- Voltímetro (escala 0–3 V) e amperímetro (0–1 A) — ou multímetros
- Chave, fios de ligação e suporte para pilha
- Folha de papel milimetrado (ou folha de cálculo) para o gráfico $U(i)$

Normas de segurança

- Nunca curto-circuitar a pilha: fios diretos entre os polos aquecem.
- Não inverter a polaridade dos instrumentos (o amperímetro tem de ir em série).
- Não manter o circuito fechado desnecessariamente — a pilha aquece e esvazia.
- Ligar primeiro tudo com a chave **aberta**; fechar só para ler.

Cuidado experimental: as leituras têm de ser *rápidas* e com a mesma pilha ao longo de toda a sessão — a corrente descarrega a pilha e baixa a f.e.m. Entre pontos, abrir a chave e deixar repousar. Anotar a polaridade correta em cada leitura.

Procedimento

- Ligar a pilha, chave, amperímetro e resistor (rheostat) **em série**; voltímetro **em paralelo** com a pilha (nos terminais).
- Com a chave aberta, medir a tensão sem corrente — **é a f.e.m.** $\mathcal{E}$ ($i = 0$).
- Fechar a chave e variar o rheostat: obter 4 a 5 correntes entre $\approx 0,10$ e 0,40 A.
- Em cada ponto, registar **simultaneamente** i e U (rápido).
- Repetir o conjunto e calcular médias.
- Construir o gráfico U (y) contra i (x).
- Determinar a interseção ($\mathcal{E}$) e o declive ($-r$).
- Verificar com um ponto: $U = \mathcal{E} - r \cdot i$.

Registo de dados

Tabela 1 — Característica U(i) da pilha (exemplo com pilha alcalina nova)

Ponto	Rheostat (Ω)	i (A)	U (V)	$U = \mathcal{E} - r \cdot i$ (previsão: $1,52 - 0,50 \cdot i$)
A (chave aberta)	—	0	1,52	1,52
B	14,7	0,10	1,47	1,47
C	7,1	0,20	1,42	1,42
D	4,6	0,30	1,37	1,37
E	3,3	0,40	1,32	1,32

Os valores da coluna «previsão» são o modelo linear — as medições reais dispersam $\pm 0,01$ V em torno desta reta (bateria nova, fios curtos). Confirma: $1,52 - 0,50 \times 0,40 = 1,32$ ✓

Tratamento de resultados

(a) Determinação da f.e.m. — a interseção do gráfico com o eixo U (i = 0):

$\mathcal{E} = 1,52 \text{ V}$ (tensão em circuito aberto)

(b) Determinação da resistência interna — módulo do declive da reta de regressão:

$r = |\Delta U / \Delta i| = |(1,32 - 1,52) / (0,40 - 0)| = |-0,50| = 0,50 \, \Omega$

(c) Verificação em dois pontos — o modelo $U = 1,52 - 0,50 \cdot i$ reproduz todos os pontos da tabela (erros < $\pm 0,01$ V).

(d) Corrente máxima teórica (curto-circuito, R = 0):

$i_{\text{máx}} = \mathcal{E} / r = 1,52 / 0,50 = 3,04 \text{ A}$ — NUNCA experimental: danifica a pilha (efeito Joule em r).

Análise e conclusão

1. Porque é que a tensão nos terminais cai quando a corrente aumenta? Fundamenta com $U = \mathcal{E} - r \cdot i$.
2. Explica porque é que a leitura da chave aberta dá a f.e.m. e não a tensão «em carga».
3. Que grandezas representam a interseção e o declive do gráfico $U(i)$? Indica unidades.
4. Se a pilha fosse usada (gasta), o que aconteceria a $\mathcal{E}$ e, sobretudo, a r ? Como se traduziria no gráfico?
5. Porque é que as leituras têm de ser rápidas e com a mesma pilha ao longo de toda a sessão?
6. Comunica as características da pilha numa frase ($\mathcal{E}$, r , $i_{\text{máx}}$ teórico) e explica por que razão nunca se deve medir $i_{\text{máx}}$ na prática.

Leitura dos resultados: um gráfico $U(i)$ retilíneo confirma o modelo do gerador real ($\mathcal{E} + r$). Interseção = f.e.m. · declive = $-r$ · queda de tensão = $r \cdot i$. Se os pontos se afastarem da reta a correntes altas, a pilha já está a aquecer/descarregar — a característica deixou de ser linear.

Fontes de erro sistemático

Falha experimental	Efeito no gráfico	Melhoria
Pilha usada / descarregada	$\mathcal{E}$ menor e r muito maior (reta baixa e inclinada)	pilha nova; repouso entre pontos
Descarrega durante a sessão	últimos pontos abaixo da reta	leituras rápidas; chave aberta entre pontos
Amperímetro em paralelo	curto-circuito momentâneo; U cai a ~ 0	amperímetro SEMPRE em série (norma 2)
Fios longos/desencastados (resistência de contacto)	r aparente maior que o real	fios curtos; limpar contactos
Leituras não simultâneas (i e U)	dispersão fora da reta	dois observadores ou multímetro com data-hold

Ligação à ficha de teoria: esta atividade constrói a característica $U(i)$ que está na ficha «Gerador de corrente contínua: força eletromotriz e resistência interna» — lá explicam-se circuito aberto e curto-circuito; aqui medem-se $\mathcal{E}$ e r de uma pilha real.