

Ficha — Painel fotovoltaico: irradiância, diferença de potencial e potência

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Interpretar a irradiância como potência recebida por unidade de área, calcular a potência elétrica de um painel fotovoltaico (às vezes com rendimento), determinar a energia produzida ao longo do tempo e analisar associações série/paralelo de painéis.

Revisão rápida

Irradiância (E ou G) — potência solar recebida por unidade de área, em W/m^2 . A potência *incidente* sobre um painel é $G \times A$; o painel converte apenas uma fração (rendimento fotovoltaico η típico: 15–20 %):

$$P_{\text{elétrica}} = G \times A \times \eta \quad (W)$$

Energia produzida — a potência multiplicada pelo tempo de sol:

$$E = P \times t \quad (Wh \text{ ou } kWh \text{ — a energia «à luz do sol» conta-se em } kWh)$$

Nas instalações fala-se em **horas-sol equivalentes**: o total diário dividido pela potência de pico — em Portugal, tipicamente 4–6 h-sol no verão, 2–3 no inverno.

Ligação de painéis iguais	Tensão	Corrente total
Série	soma (dobrar V)	igual
Paralelo	igual	soma (dobrar i)

Curvas características — o painel tem uma **tensão de circuito aberto** (máx., sem consumo), uma **corrente de curto-circuito** (máx., em V.C.) e um **ponto de máxima potência** (máx. de $U \times i$) onde deve operar. A irradiação sobe $\rightarrow$ a corrente sobe quase proporcionalmente; a temperatura do painel sobe $\rightarrow$ a tensão cai ligeiramente.

Estratégia: identificar G , A , η ou P , $t \rightarrow$ converter unidades ($\text{mW/cm}^2 \rightarrow \text{W/m}^2$, $\text{min} \rightarrow \text{h}$) $\rightarrow P = G \cdot A \cdot \eta$ e $E = P \cdot t \rightarrow$ para associações, somar no sítio certo (série: V · paralelo: i) $\rightarrow$ conferir ordem de grandeza (dezenas a centenas de W por m^2).

Exercícios

1. Completar: a irradiância exprime-se em _____ e representa a _____ solar por _____ de área. A potência elétrica de um painel é $P = \text{_____} \times \text{_____} \times \text{_____}$.

2. Um painel de $1,50 \text{ m}^2$ sob 800 W/m^2 de irradiação tem rendimento 15 %. Calcula a potência elétrica produzida.

3. Com o painel do exercício 2, que energia se produz num dia com 4,0 h de sol pleno? Dá o resultado em Wh e em kWh.

4. Um painel de $1,00 \text{ m}^2$ com rendimento 18 % funciona a 600 W/m^2 . Que potência entrega? E a 1000 W/m^2 ?

5. Um certo painel absorve 1200 W de potência solar (sobre toda a sua área) e fornece 180 W elétricos. Qual o seu rendimento fotovoltaico?

6. Calcula a energia mensal (30 dias) de um sistema de 300 W com 5,0 h-sol equivalentes por dia. Comenta se é suficiente para um consumo doméstico médio de 150 kWh/mês .

7. Dois painéis iguais (cada um: $18,0 \text{ V}$ em circuito aberto, $5,0 \text{ A}$ em curto-circuito): liga-os em série e depois em paralelo. Indica a tensão e a corrente máxima de cada associação.

8. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) Irradiância é energia por unidade de tempo e área. (V/F)
- b) Um painel converte 100 % da energia solar incidente em eletricidade. (V/F)
- c) Dois painéis em série dobram a tensão mantendo a corrente máxima. (V/F)
- d) A energia produzida depende também do tempo de exposição. (V/F)
- e) Se a irradiação cai para metade, a corrente disponível cai aproximadamente para metade. (V/F)

9. Um quadrado de $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ recebe 10 mW/cm^2 de radiação. Que potência recebe em watts? (Sugestão: $10\,000\text{ cm}^2 = 1\text{ m}^2$.)

10. Duas curvas de potência: na condição A, $G = 900\text{ W/m}^2$; na B, $G = 450\text{ W/m}^2$ (mesma área e η). Que razão têm as potências? E se em B a temperatura do painel subir, porque fica a potência ainda um pouco abaixo da metade?

11. Um inversor exige $36,0\text{ V}$ de entrada. Descreve duas formas de a obter com painéis de $18,0\text{ V}$ (quantos e como) e indica qual aumenta a corrente disponível.

12. Explica porque é que, com o mesmo painel, o inverno português produz muito menos energia que o verão — considerando os três fatores: horas de sol, ângulo de incidência e temperatura.

Soluções — Painel fotovoltaico

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. $\text{W/m}^2 \cdot \text{potência}$ por unidade de área · $P = G \times A \times \eta$.

2. $P = 800 \times 1,50 \times 0,15 = 180 \text{ W}$. (Incidente: $800 \times 1,50 = 1200 \text{ W}$ — 1020 W ficam como calor/reflexo: é por isso que um painel ao sol quente não é uma panela.)

3. $E = 180 \times 4,0 = 720 \text{ Wh} = 0,72 \text{ kWh/dia}$ — cerca da energia de um ferro de passar ligado 4 minutos.

4. 600 W/m^2 ; $P = 600 \times 1,00 \times 0,18 = 108 \text{ W}$. 1000 W/m^2 ; $P = 1000 \times 1,00 \times 0,18 = 180 \text{ W}$ — potência proporcional à irradiação.

5. $\eta = 180 \div 1200 \times 100 = 15 \%$ — dentro da faixa típica (15–20 %) dos painéis comerciais.

6. $E_{\text{dia}} = 0,300 \text{ kW} \times 5,0 = 1,5 \text{ kWh}$; $E_{\text{mês}} = 1,5 \times 30 = 45 \text{ kWh/mês}$ — cobre apenas 30 % dos 150 kWh/mês: é o porquê de se instalarem sistemas muito maiores (ou de se ligar só cargas específicas).

7. Série: $U = 18,0 + 18,0 = 36,0 \text{ V}$, corrente máxima 5,0 A. Paralelo: $U = 18,0 \text{ V}$, corrente máxima $5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ A}$ — a associação que aumenta a corrente é o **paralelo**.

8. a) $\mathbf{V}$ — $W = J/s$ e por m^2 : é uma potência superficial. b) $\mathbf{F}$ — η tipicamente 15–20 %; o resto é refletido ou vira calor. c) $\mathbf{V}$ — série soma tensões. d) $\mathbf{V}$ — $E = P \cdot t$. e) $\mathbf{V}$ — a corrente fotovoltaica é quase proporcional à irradiação.

9. Área: $25 \times 25 = 625 \text{ cm}^2 = 0,0625 \text{ m}^2$. $P = 10 \text{ mW/cm}^2 \times 625 \text{ cm}^2 = 6250 \text{ mW} = 6,25 \text{ W}$. (Equivalente: $10 \text{ mW/cm}^2 = 100 \text{ W/m}^2$ — confirma: $100 \times 0,0625 = 6,25 \text{ W}$ ✓)

10. Com η e A iguais: $P_A/P_B = 900/450 = 2$ — A tem o **dobro** da potência. Em B, além da irradiação menor, a **temperatura mais alta** do painel baixa a tensão (e logo a potência — é o efeito negativo da temperatura na eficiência dos semicondutores); daí ficar *um pouco abaixo* da metade teórica.

11. (a) **dois painéis em série**: $18 + 18 = 36,0 \text{ V}$ (corrente = a de um painel). (b) **quatro painéis em 2série × 2paralelo**: 36,0 V e o dobro da corrente. Só o esquema com **paralelo** (b) aumenta a corrente disponível — a série só multiplica tensão.

12. Inverno: (1) **menos horas-sol** (dias curtos, ~2–3 h equivalentes vs 5–6 no verão) → menos tempo a P máxima; (2) **sol mais baixo** → incidência mais oblíqua e caminho atmosférico mais longo → menor G sobre a superfície; (3) o frio do painel **não** é mau — até melhora ligeiramente η ... mas não compensa os dois fatores anteriores. Neto: produção invernal é tipicamente 2–3× inferior à estival.

Nota: PV é a Física do 3.º tema num só dispositivo: irradiação (W/m^2) → potência (W) → energia (kWh) → rendimento (η) — e as regras de série/paralelo que já se sabem continuam a valer.