Leitura de Linhas de Campo e Equipotenciais

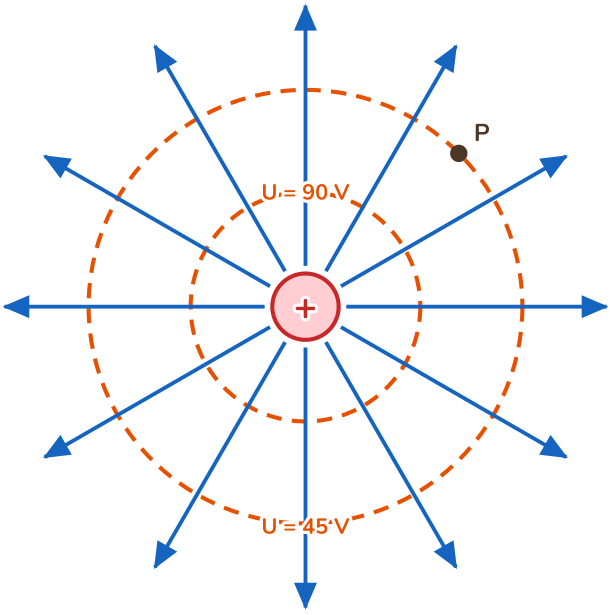
12.º Ano · Física · 4 páginas · 12 exercícios

Competências que desenvolve: interpretar linhas de campo de uma carga pontual e de placas paralelas (sentido, densidade e intensidade), ordenar curvas equipotenciais, calcular campos e potenciais nos dois padrões e comparar campo uniforme com campo não uniforme.

Revisão rápida

- **Linhas de campo E:** saem de cargas positivas e entram nas negativas · são **perpendiculares** às equipotenciais · onde estão **mais juntas**, o campo é mais forte (densidade = intensidade).
- **Carga pontual:** $E = kQ/r^2$ e $U = kQ/r$ (zero no infinito) — duplicar $r \Rightarrow U \div 2$ e $E \div 4$.
- **Placas paralelas:** campo **uniforme** — $E = U/d$, linhas paralelas igualmente espaçadas e equipotenciais a passos iguais ($\Delta U \leftrightarrow \Delta d$ iguais).
- **Potencial e energia:** mover uma carga q de A para B: $\Delta E_p = q(U_B - U_A)$ · sobre uma equipotencial, o campo não faz trabalho (força $\perp$ deslocamento).

(a) Carga pontual positiva
linhas azuis · equipotenciais laranja · 45 px = 0,10 m



(b) Placas paralelas — campo uniforme
U = 100 V · d = 0,10 m · passos de 20 V

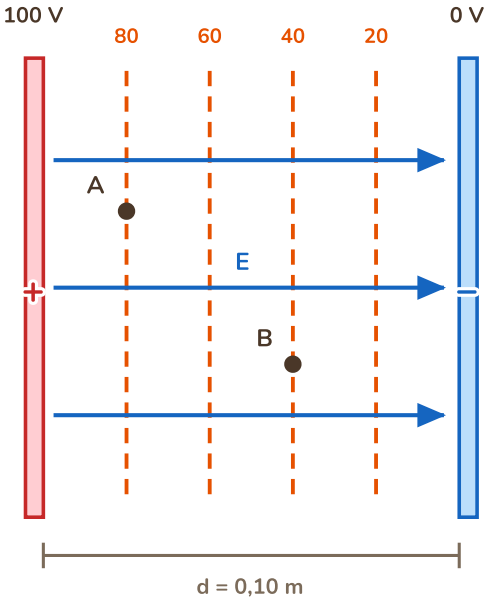


Figura 1 — (a) carga $+Q$ com 12 linhas de campo a sair e duas equipotenciais (U = 90 V a 0,10 m e 45 V a 0,20 m; 45 px = 0,10 m); ponto P sobre a equipotencial dos 45 V. (b) Campo uniforme entre placas a 100 V e 0 V (d = 0,10 m): linhas paralelas e equipotenciais a cada 20 V (32,6 px = 0,02 m) — pontos A (80 V) e B (40 V).

Exercícios — leitura dos campos

1. V/F — justifica com a Figura 1: a) Em (a) as linhas saem da carga porque ela é positiva. ( ) b) Em (b) as linhas são paralelas e igualmente espaçadas — o campo é uniforme. ( ) c) Em ambos os painéis as equipotenciais cruzam as linhas de campo em ângulo reto. ( ) d) O campo em P (r ≈ 0,20 m) é mais fraco do que a 0,10 m da carga. ( )

2. Sentidos (a): descreve o sentido das linhas em volta de $+Q$. Como ficariam as linhas e as setas se a carga fosse negativa? E o que acontece ao longe da carga (r grande)?

3. Potencial (a): confirma as cotas do gráfico com $U = kQ/r$: kQ = U·r = 90 × 0,10 = ____ V·m · em r = 0,20 m: U = 9/0,20 = ____ V ✓. Porque é que duplicar r mete o potencial a metade?

4. Intensidade (a): $E = kQ/r^2$ → em r = 0,10 m: E = 9/0,01 = ____ V/m · em r = 0,20 m: E = 9/0,04 = ____ V/m · em r = 0,15 m: E = ____ V/m. Compara: dobrar r deixa o campo com ____ vezes menos intensidade — confirma com a densidade das linhas.

5. Campo uniforme (b): E = U/d = 100/0,10 = ____ V/m. Esse valor é o mesmo em A e em B? ____ — porque é que, ao contrário de (a), não varia com a posição?

6. Potencial e energia (b): U_A = ____ V e U_B = ____ V (leitura das equipotenciais). Mover uma carga q = 2 C de A para B: $\Delta E_p = q(U_B - U_A)$ = 2 × (____ − ____) = ____ J. A energia elétrica aumenta ou diminui?

© 2026 Estudantices

7. Espaçamento (b): as equipotenciais estão a cada 20 V — que distância as separa? $\Delta d = \Delta U/E$ = ____/1000 = ____ m. Em (a), os espaçamentos entre equipotenciais são iguais? Porquê?

8. Porque é que as linhas de campo são sempre perpendiculares às equipotenciais? Pensa no trabalho: mover uma carga *sobre* uma equipotencial — que ângulo faz a força com o deslocamento e quanto trabalho faz o campo?

9. Ordenações (a): com $U = kQ/r$ e $E = kQ/r^2$, ordena por r = 0,10 · 0,15 · 0,20 m: U: ____ > ____ > ____ (valores: ____ V) · E: ____ > ____ > ____ (valores: ____ V/m).

10. Sinal do potencial: porque é que junto de $+Q$ o potencial é positivo e crescente quando nos aproximamos? E porque é que se admite U = 0 no infinito?

11. Placas mais próximas: com metade da distância (d = 0,05 m, mesmo U = 100 V), o campo passa a ____ V/m e as equipotenciais de 20 V passam a separar-se por ____ m — no gráfico, ficavam mais juntas ou mais afastadas?

12. Desenvolvimento. Compara os dois padrões da figura: o que a densidade das linhas diz em cada um, porque é que as equipotenciais de (b) são equidistantes e as de (a) não, e como se passa de ler um desenho a prever o movimento de uma carga em cada caso.

© 2026 Estudantices

Soluções — Leitura de Linhas de Campo e Equipotenciais

1. a) **V** — as linhas partem de cargas positivas (setas para fora). b) **V** — paralelas e a mesmo distanciamento ⇒ E constante em módulo, direção e sentido. c) **V** — círculos ⊥ a raios e verticais ⊥ a horizontais (regra geral). d) **V** — P está a 0,20 m: E = 225 V/m, contra 900 V/m a 0,10 m — e as linhas estão mais espaçadas em P.

2. As linhas **saem** radialmente de $+Q$ (sentido para fora, com setas). Se fosse negativa, as setas ficavam **para dentro** (o campo puxa). Ao longe, as linhas afastam-se (densidade menor) — o campo enfraquece como 1/r².

3. kQ = **9,0 V·m** · em 0,20 m: U = 9/0,20 = **45 V** ✓. Porque $U \propto 1/r$: a dependência é inversamente proporcional — dobra r, metade U (é o que as cotas 90 → 45 V da figura mostram).

4. 0,10 m → **900 V/m** · 0,20 m → **225 V/m** · 0,15 m → **400 V/m**. Dobrar r ⇒ 900/225 = **4** vezes menos ($E \propto 1/r^2$) — visível na figura: as linhas juntas junto à carga, espalhadas em P.

5. E = 100/0,10 = **1000 V/m**. Igual em A e B — **sim**, é o mesmo valor, porque entre placas paralelas carregadas o campo é uniforme (linhas paralelas igualmente espaçadas: nenhuma zona é mais intensa que outra).

6. U_A = **80 V** · U_B = **40 V** · ΔE_p = 2 × (40 − 80) = **−80 J** — a energia elétrica da carga **diminui** 80 J (o campo elétrico fez +80 J de trabalho no percurso; o sistema perdeu energia potencial).

7. Δd = 20/1000 = **0,02 m** (2 cm — igual aos 32,6 px da figura à escala). Em (a) os espaçamentos **não** são iguais: como E varia com a posição (cai com r²), para ΔU iguais são necessários Δr cada vez maiores ao afastarmo-nos.

8. Se a equipotencial fosse oblíqua ao campo, a força ($F = qE$, sempre ∥ às linhas) teria componente ao longo do deslocamento e o campo faria trabalho — mas por definição U não muda sobre a equipotencial ($\Delta U = 0 \Rightarrow$ trabalho = 0). Logo a única geometria possível é ângulo de 90°: **força ⊥ deslocamento, trabalho = 0**.

9. U: **90 > 60 > 45** V (valores em r = 0,10 · 0,15 · 0,20 m) · E: **900 > 400 > 225** V/m — quanto mais perto, maior o potencial *e* mais intenso o campo (o potencial cai com 1/r e o campo com 1/r², mais depressa ainda).

10. Perto de $+Q$, mover uma carga positiva até lá exigiria trabalho contra a repulsão — o sistema fica com muita energia: U positivo e crescente ($U \propto +1/r$). Admite-se $U = 0$ no infinito porque é onde a influência da carga desaparece — e é só um ponto de referência: o que interessa são as *diferenças* de potencial.

11. E = 100/0,05 = **2000 V/m** (dobro) · Δd = 20/2000 = **0,01 m** (metade) — as equipotenciais ficavam **mais juntas**: mesmo ΔU com campo mais forte exige menos distância.

12. (modelo) A densidade das linhas é o mapa da intensidade: em (a) juntas junto a $+Q$ e espalhadas em P — campo que varia; em (b) uniformes por todo o intervalo — campo constante, o que se reflete nas equipotenciais: em (b) ΔU iguais ocupam Δd iguais (32,6 px), enquanto em (a) os passos alargam-se porque E cai com a distância ($\Delta U = E \cdot \Delta d$ só é constante para campo constante). Ler a figura traduz-se depois em prever o movimento: carga positiva segue as linhas (de U alto para U baixo), sente força maior onde as linhas apertam, e sobre as equipotenciais desloca-se sem custo de energia.

© 2026 Estudantices