Circuitos RC: Carga e Descarga

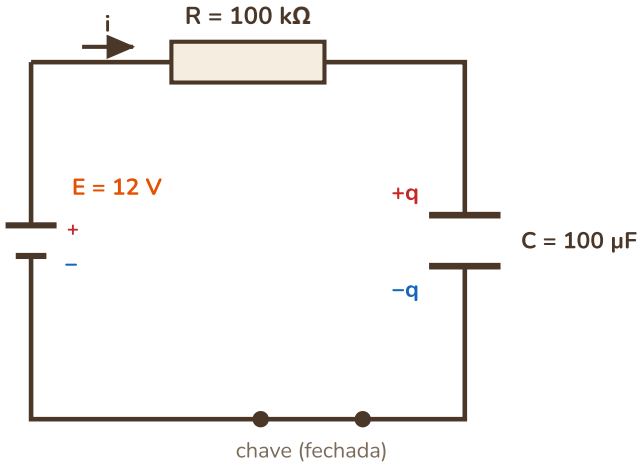
12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: ler o esquema de um circuito RC de carga, interpretar os gráficos exponenciais de carga e descarga, extrair a constante de tempo τ = RC e calcular cargas, correntes e tempos característicos de um circuito RC.

Revisão rápida

- **Carga do capacitor:** $q(t) = Q(1 - e^{-t/\tau})$ com $Q = C \cdot E$ — começa rápido e abranda até Q (assíntota, nunca atingida exatamente).
- **Descarga:** $q(t) = Q \cdot e^{-t/\tau}$ — espelho da carga: **em qualquer instante as duas curvas somam Q**.
- **Constante de tempo:** $\tau = RC$ — em um τ, carga a 63% de Q e descarga a 37%; à corrente $i = i_0 e^{-t/\tau}$ com $i_0 = E/R$. Prática: **5τ** ≈ circuito no fim (99,3%).
- **Leituras:** ponto da curva = (t, q) · declive da tangente = taxa de carga (corrente) · a metade de Q chega-se em $\tau \cdot ln2 \approx 0{,}69\tau$.

(a) Circuito de carga RC
E = 12 V · R = 100 kΩ · C = 100 µF



(b) Carga e descarga — q(t)
τ = RC = 10 s · Q = C·E = 1,2 mC

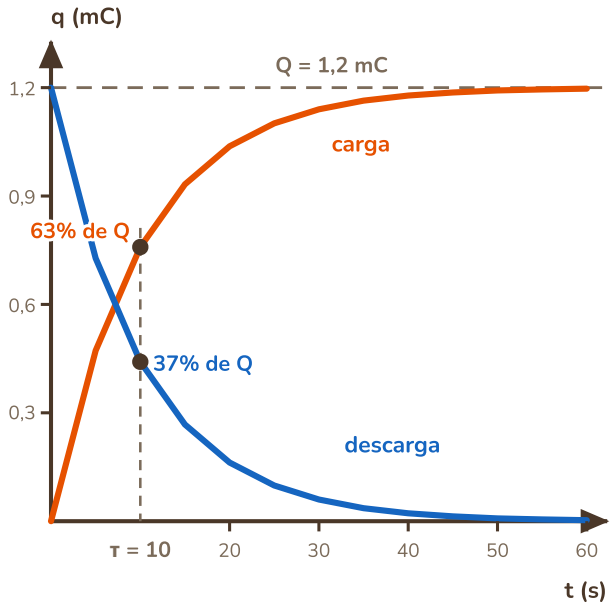


Figura 1 — (a) circuito de carga: com a chave fechada, a corrente i carrega C através de R. (b) Carga (laranja) e descarga (azul) de C = 100 µF com τ = RC = 10 s: em um τ, 63% de Q na carga e 37% na descarga; a marcação horizontal é feita de 10 em 10 s.

Exercícios — leitura dos gráficos

1. V/F — justifica com a Figura 1: a) A constante de tempo do circuito é τ = 10 s. ( ) b) A curva de descarga começa em Q = 1,2 mC. ( ) c) Aos 60 s o capacitor está *exatamente* carregado a 1,2 mC. ( ) d) Durante a carga, a curva cresce sempre ao mesmo ritmo. ( )

2. Constante de tempo: calcula $\tau = RC = 100\times10^{3} \times 100\times10^{-6}$ = ____ s — confirma a marca τ da figura. O que muda em τ se apenas R dobrar? (antecipa o exercício 9)

3. Carga máxima: $Q = C\cdot E = 100\times10^{-6} \times 12$ = ____ C = ____ mC — confirma a assíntota do gráfico (b).

4. Em um τ: leitura do gráfico: na carga, em t = 10 s, q = ____ mC (63% de Q) · na descarga, q = ____ mC (37% de Q). Confirma com 0,63 × 1,2 e 0,37 × 1,2.

5. Meio caminho: em que instante é que a carga atinge Q/2 = 0,6 mC? $t = \tau \cdot ln\ 2$ = ____ s — confirma com o gráfico (entre 0 e τ). E a descarga passa por Q/2 quando?

6. Corrente: $i_0 = E/R = 12/100\ 000$ = ____ μA (no instante em que a chave fecha). Depois: $i(\tau) = i_0/e$ = ____ μA · $i(3\tau) = i_0/e^3$ = ____ μA. Porque é que i cai?

© 2026 Estudantices

7. Regra dos 5τ: depois de quanto tempo se pode dizer que o capacitor está carregado na prática (99,3% de Q)? 5τ = ____ s — lê no gráfico o valor de q aos 50 s.

8. Dobrar a fmm: se E passar para 24 V (mesmos R e C): Q passa a ____ mC (a assíntota sobe para o dobro) e τ fica ____ s — porque é que a constante de tempo não depende da fmm?

9. Resistência a dobrar: com R = 200 kΩ (mesmo C): τ = ____ s e o tempo até Q/2 passa a ____ s. No gráfico, a curva de carga ficava mais rápida ou mais lenta?

10. Relógio RC (AE de projeto): o tempo para atingir uma fração q/Q é $t = -\tau \cdot ln(1 - q/Q)$. Calcula o tempo até 90% de Q: t = −10 × ln(0,1) = ____ s. Porque é que a escala de um relógio RC é logarítmica (não uniforme)?

11. Simetria: em t = 10 s, soma os valores das duas curvas: 0,76 + 0,44 = ____ mC = Q. Verifica com outro instante e explica porque é que carga + descarga somam sempre Q.

12. Desenvolvimento. Conta o que acontece dentro do circuito (a) desde o fecho da chave até ao equilíbrio, ligando cada fase ao gráfico (b): corrente, carga que se acumula, força que a carga acumulada opõe, e o que acontece quando a chave inverte o sentido.

© 2026 Estudantices

Soluções — Circuitos RC: Carga e Descarga

1. a) **V** — τ = RC = 10 s (marca τ da figura e passos de 10 em 10 s). b) **V** — a curva azul parte do topo, em Q = 1,2 mC. c) **F** — a assíntota nunca é atingida: aos 60 s, q = 1,195 mC ≈ 99,6% (falta um valor desprezível, mas não zero). d) **F** — o declive da curva (taxa de carga) diminui: cresce depressa no início e abranda.

2. τ = 10^{5} × 10^{-4} = **10 s** ✓ (kΩ × μF dá ms… atenção às unidades: 100×10^{3} × 100×10^{-6} = 10). Se R dobra, τ passa a **20 s** — carrega mais devagar.

3. Q = 10^{-4} × 12 = **1,2×10^{-3} C = 1,2 mC** ✓ = assíntota lida.

4. carga: **0,76 mC** (0,63 × 1,2 = 0,756) · descarga: **0,44 mC** (0,37 × 1,2 = 0,444) — leituras do gráfico em t = τ ✓

5. t = 10 × 0,693 = **6,9 s** — no gráfico, entre 0 e a marca τ (cerca de 2/3 do caminho até τ) ✓. A descarga passa por Q/2 no **mesmo instante** (6,9 s): as curvas são simétricas.

6. i_0 = 12/100 000 = **1,2×10^{-4} A = 120 μA** · $i(\tau)$ = 120/2,718 = **44 μA** · $i(3\tau)$ = 120/20,1 = **6,0 μA**. A corrente cai porque a carga que se acumula em C cria um campo que se *opõe* à fmm: a diferença de potencial que empurra os elétrons diminui até zero.

7. 5τ = 5 × 10 = **50 s** — aos 50 s, q = 0,993 Q ≈ 1,19 mC: na prática dá-se por concluída a carga (a curva já colou na assíntota).

8. Q = 10^{-4} × 24 = **2,4 mC** · τ = **10 s** (inalterado) — porque $\tau = RC$ depende só dos componentes; a fmm só decide *até onde* a carga vai (o nível da assíntota), não a rapidez com que lá chega.

9. τ = 200×10^{3} × 10^{-4} = **20 s** · até Q/2: 20 × 0,693 = **13,9 s** — a curva ficava **mais lenta** (dobro de τ, o dobro do tempo para as mesmas fracções de Q).

10. t = −10 × ln(0,1) = 10 × 2,303 = **23,0 s**. A escala é logarítmica porque a relação tempo↔carga passa por um logaritmo: os intervalos de tempo para somar fracções iguais de carga *crescem* (0→50%: 6,9 s · 50→90%: 16,1 s · 90→99%: 23,1 s) — marcas iguais de carga ficam cada vez mais afastadas.

11. 0,76 + 0,44 = **1,20 mC** = Q ✓ Porque $q_{carga}(t) + q_{descarga}(t)$ = Q(1 − $e^{-t/\tau}$) + Q·$e^{-t/\tau}$ = **Q** — as duas exponenciais são complementares: uma perde exatamente o que a outra ganha (é o mesmo circuito com a chave no outro sentido).

12. (modelo) Ao fechar a chave, a fmm empurra corrente de repente: i arranca em i_0 = 120 μA (declive máximo da curva de carga) e os elétrons acumulam-se na armadura: q cresce rápido. Mas cada coulomb que entra cria uma diferença de potencial em C que trabalha *contra* a fmm — a força que empurra enfraquece, i cai exponencialmente e a curva abranda até q = Q e i = 0 (equilíbrio: capacitor cheio, sem corrente). Invertendo a chave, a carga acumulada torna-se a fonte: esvazia-se pelo mesmo R com a mesma constante τ — daí a curva de descarga ser o espelho da de carga (soma sempre Q).

© 2026 Estudantices