Diagramas de Corpo Livre e Forças de Atrito

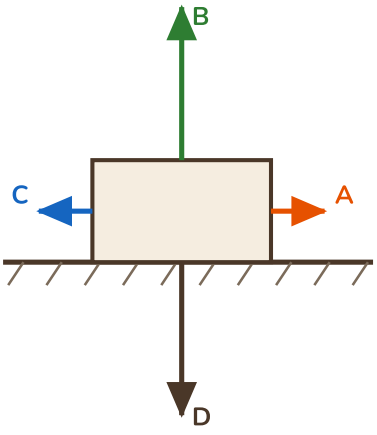
12.º Ano · Física · 4 páginas · 12 exercícios

Competências que desenvolve: identificar e nomear as forças que atuam num corpo (diagrama de corpo livre), aplicar as leis do atrito estático e cinético, ler o gráfico da força de atrito em função da força aplicada e decidir o estado de movimento de um corpo puxado.

Revisão rápida

- **Leis do atrito:** $f_s \leq \mu_s N$ (máximo: $f_{s(máx)} = \mu_s N$) e $f_c = \mu_c N$. Depende dos **materiais** e da **reação normal** — *não* da área de contacto nem da velocidade.
- **$\mu_s > \mu_c$** — iniciar o movimento exige mais força do que mantê-lo; daí o salto para baixo no ponto de deslize.
- **Repouso (equilíbrio):** $f = F_{aplicada}$ em módulo, até ao ponto de deslize — o atrito responde o que lhe pedem.
- **Em movimento:** resultante $= F_{aplicada} - \mu_c N \rightarrow a = (F - \mu_c N)/m$; velocidade constante $\Leftrightarrow F = \mu_c N$.

(a) Diagrama de corpo livre — bloco em repouso
Bloco de 10 kg · puxão F = 35 N · vetores à escala 0,6 px = 1 N



(b) Força de atrito vs força aplicada
N = 100 N (bloco de 10 kg) · eixos à mesma escala: 4 px = 1 N

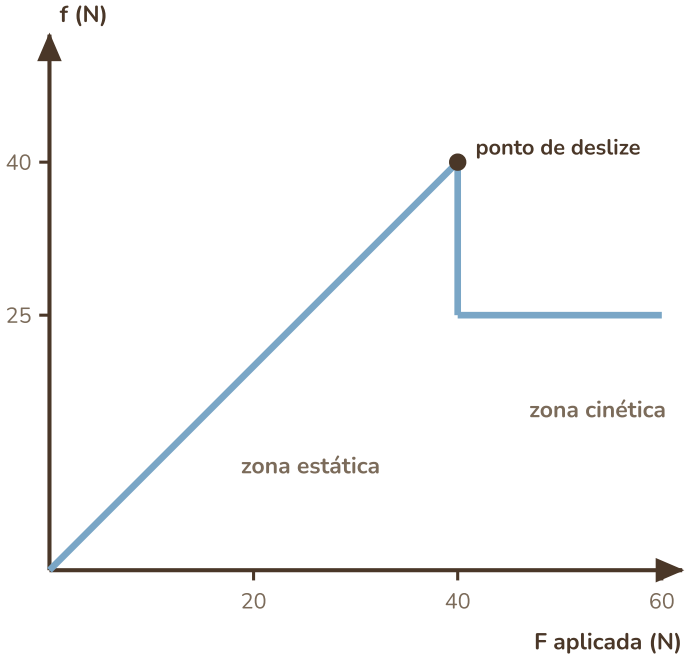


Figura 1 — (a) diagrama de corpo livre de um bloco puxado horizontalmente em repouso: letras A–D assinalam os vetores (escala 0,6 px = 1 N). (b) Força de atrito f em função da força aplicada, com N = 100 N: a 45° na zona estática, salto no ponto de deslize e patamar cinético.

Exercícios — leitura dos diagramas

1. V/F — justifica com a Figura 1: a) O vetor B representa a reação do suporte sobre o bloco. ( ) b) O vetor C aponta no sentido do movimento do bloco. ( ) c) No gráfico (b), a zona onde $f = F_{aplicada}$ é uma reta a 45°. ( ) d) Depois do ponto de deslize, f continua a aumentar com $F_{aplicada}$. ( )

2. Completar o diagrama (a): A = ____ (força criada por ____) · B = ____ (força criada por ____) · C = ____ (força criada pela ____ entre bloco e suporte) · D = ____. Porque é que A e C *não* formam um par de ação-reação?

3. Leitura do gráfico (b): $f_{máx}$ (estática) = ____ N, atingida quando $F_{aplicada}$ = ____ N; depois do deslize f_c = ____ N. Deduz μ_s = ____ e μ_c = ____ (com N = 100 N) e confirma $\mu_s > \mu_c$.

4. Com $F_{aplicada}$ = 35 N (o puxão do painel (a)): o bloco move-se? ____ Porquê? ____ Qual é o valor do atrito em repouso? f = ____ N.

5. Se a força aplicada passar para 50 N (mesmo bloco): o atrito passa a ser ____ N · resultante = ____ N · a = ____ m/s². Justifica com o gráfico.

6. Se a massa do bloco passa de 10 para 20 kg (mesmos materiais): N = ____ N · $f_{s(máx)}$ = ____ N · f_c = ____ N. O deslize fica mais fácil ou mais difícil? E os coeficientes μ mudam?

© 2026 Estudantices

7. Velocidade constante: para arrastar o bloco a velocidade constante é necessária $F_{aplicada}$ = ____ N. E num piso sem atrito ideal (μ_c = 0), ____ N — que consequência para a resultante?

8. Forma do gráfico: porque é que a zona estática é uma reta a 45° (com os eixos à mesma escala)? E porque é que há um salto para baixo no ponto de deslize?

9. Área de contacto: se o bloco for deitado sobre a base (dobrar a área de contacto, mesmo material e mesmo N), $f_{s(máx)}$ e f_c ____ (aumentam/diminutiam/não mudam). Justifica com a lei do atrito.

10. Materiais: se o bloco passar de madeira para gelo, o que acontece a μ_s e μ_c? Desenha (rascunho) onde ficaria a nova curva no gráfico (b) — o ponto de deslize sobe, desce, ou anda para a esquerda?

11. Medição: explica como, com uma dinamómetro e o gráfico (b), determinarias μ_c de um material: que estado de movimento imposes, que leitura fazias e que conta realizarias.

12. Desenvolvimento. Conta a história completa do gráfico (b): desde o repouso até ao movimento, explicando porquê $\mu_s > \mu_c$, o que cada zona representa e porque é que um puxão de 50 N resulta numa aceleração de 2,5 m/s² (exercício 5) e não de 5 m/s².

© 2026 Estudantices

Soluções — Diagramas de Corpo Livre e Forças de Atrito

1. a) **V** — B é a reação normal: o suporte empurra o bloco para cima. b) **F** — o bloco está em repouso (não há sentido de movimento); C (atrito) aponta contra a tendência de deslizar, ou seja, contra A. c) **V** — na zona estática $f = F$ em módulo; com escalas iguais nos dois eixos, a igualdade é uma reta a 45°. d) **F** — depois do deslize f_c fica constante em 25 N, independente de $F_{aplicada}$.

2. A = **força aplicada** (ex.: uma mão ou uma corda a puxar) · B = **reação normal** (o suporte) · C = **força de atrito** (o **contacto** entre bloco e suporte) · D = **peso** (a gravidade). Não são ação-reação porque agem *no mesmo corpo* (as duas no bloco) — pares de Newton ligam forças de corpos *diferentes* (Bloco↔suporte, Bloco↔Terra).

3. $f_{s(máx)}$ = **40 N**, atingida em $F_{aplicada}$ = **40 N** · depois do deslize f_c = **25 N** · μ_s = 40/100 = **0,40** · μ_c = 25/100 = **0,25** · 0,40 > 0,25 ✓

4. Não se move, porque F = 35 N < $f_{s(máx)}$ = 40 N (não chega ao ponto de deslize). Em repouso, equilíbrio: $f = F$ = **35 N** (o atrito estático só precisa de igualar o puxão).

5. F = 50 N > 40 N → movimento: $f = f_c$ = **25 N** · resultante = 50 − 25 = **25 N** · a = 25/10 = **2,5 m/s²**.

6. N = 20 × 10 = **200 N** · $f_{s(máx)}$ = 0,40 × 200 = **80 N** · f_c = 0,25 × 200 = **50 N**. O deslize fica **mais difícil** (forças maiores); os μ **não mudam** — são propriedade dos materiais, não da massa.

7. Velocidade constante ⇔ resultante nula ⇔ $F = f_c$ = **25 N**. Sem atrito: F = **0 N** — qualquer puxão não nulo daria aceleração (resultante = F).

8. Na zona estática o atrito é *reativo*: $f = F_{aplicada}$ em módulo (equilíbrio), e com escalas iguais nos eixos a igualdade $f = F$ desenha-se como reta a 45°. O salto ocorre porque ao ultrapassar $\mu_s N$ o corpo passa a deslizar e o atrito cai para $\mu_c N < \mu_s N$ — uma vez em movimento, a aderência diminui.

9. Não mudam — as leis de Coulomb dizem que o atrito depende dos materiais e de N; a área de contacto não entra (por isso a lei se chama atrito de Coulomb e não depende da forma de contacto).

10. O gelo tem μ_s e μ_c **menores** que a madeira → $f_{s(máx)}$ e f_c menores. Na rascunho: a curva fica **mais baixa** (patamar cinético a valores menores) e o ponto de deslize **desce e anda para a esquerda** (desliza com menos força).

11. Impõe **movimento a velocidade constante** (arrastar sem acelerar): então $F_{aplicada} = f_c$, lido na dinamómetro. Com a leitura F e sabendo $N = P$: $\mu_c = F/N$. (Equivalente: ler f_c = 25 N no gráfico e dividir por N = 100 N → 0,25.)

12. (modelo) Com o bloco em repouso, o atrito é estático e acompanha o puxão ($f = F$, reta a 45°): o suporte «responde» o que lhe pedem, até ao limite $f_{s(máx)} = \mu_s N$ = 40 N — o ponto de deslize. Ultrapassado esse limite o corpo desliza e o atrito salta para o patamar cinético $\mu_c N$ = 25 N, menor porque $\mu_s > \mu_c$ (é mais difícil iniciar do que manter o movimento). Por isso, com 50 N a resultante não é 50 N: é 50 − 25 = 25 N, e a = 25/10 = 2,5 m/s² — o atrito cinético consome sempre os 25 N que lhe cabem, o resto é aceleração.

© 2026 Estudantices